



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE

DIPARTIMENTO DI CHIMICA

GUIDA AI CORSI DI LAUREA CHIMICI



CORSI DI LAUREA TRIENNALI

- Chimica
- Chimica Industriale

CORSI DI LAUREA MAGISTRALI

- Scienze Chimiche
- Industrial Chemistry

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

- revisione del 2 Agosto 2019

DIPARTIMENTO DI CHIMICA - Ufficio per la Didattica - Via Golgi, 19 - MILANO
tel. 0250314419

didattica.dipchi@unimi.it - <http://users.unimi.it/chimp>

skype: segreteriachimica

INDICE

INDICE	2
PRESENTAZIONE	7
EUROBACHELOR® - EUROMASTER®	7
Suggerimenti per la consultazione	7
Legenda	7
INFORMAZIONI GENERALI SUI CORSI DI LAUREA CHIMICI	9
AMMISSIONE E IMMATRICOLAZIONE AI CORSI DI LAUREA TRIENNALI	9
INFORMAZIONI PER L'AMMISSIONE E L'IMMATRICOLAZIONE ALLE LAUREE MAGISTRALI	18
Informazioni e modalità organizzative per immatricolazione	18
Link utili per immatricolazione	18
Istruzioni operative	18
Immatricolazioni	19
INFORMAZIONI PER FREQUENTARE I CORSI DI LAUREA	20
Informazioni sulla didattica	20
Indirizzo di posta elettronica per le comunicazioni riguardanti la didattica	20
Calendario accademico	20
Orario Lezioni	20
Iscrizione agli esami e ai laboratori	20
VALUTAZIONE DELLA DIDATTICA	21
ISCRIZIONE AI LABORATORI	21
AVVERTENZE	21
Verbalizzazione degli esami	21
Obbligo di frequenza	22
Prove di lingua / Informatica	22
Esami di profitto	23
Tutorato per le lauree triennali	23
Presentazione dei piani di studio	23
ESPERIENZA DI STUDIO ALL'ESTERO NELL'AMBITO DEL PERCORSO FORMATIVO	24
REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL TIROCINIO DEI CORSI DI LAUREA TRIENNALI	26
Prova finale (Lauree Triennali)	27
REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL LABORATORIO DI TESI CON PROVA FINALE	28
Prova finale (Lauree Magistrali)	28
SEDUTE DI LAUREA E RELATIVI ADEMPIMENTI	28
CALENDARIO ACCADEMICO 2019-2020	29
APPENDICE B	30
INFORMAZIONI UTILI E SERVIZI PER GLI STUDENTI	30
Presidente del Collegio Didattico del Dipartimento di Chimica	30
Rubrica telefonica, indirizzi e email ed orario di ricevimento docenti	30
Rappresentanti degli studenti presso il CD	30
Biblioteca Chimica	30
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA	31
MANIFESTO DEGLI STUDI	32
Premessa	32
Obiettivi formativi generali e specifici	32
Abilità e competenze acquisite	33
Profilo professionale e sbocchi occupazionali	33
Conoscenze per l'accesso	33
Lauree Magistrali a cui si può accedere	33
Tipo percorso	33
Articolazione degli insegnamenti	34
Obbligo di frequenza	34
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI	35
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI	37
Applicazioni di chimica analitica strumentale	38
Approfondimenti di chimica organica	39
Chimica analitica II/Laboratorio di chimica analitica II	40
Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I	41
Chimica biologica	44
Chimica dei composti di coordinazione con laboratorio	45
Chimica fisica I	46

Chimica fisica III	47
Chimica fisica II/Laboratorio di chimica fisica II.....	48
Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica	50
Chimica inorganica.....	52
Chimica organica I.....	52
Chimica organica II	53
Complementi di matematica e calcolo numerico	54
Fisica generale	56
Istituzioni di matematica.....	57
Laboratorio di chimica fisica I - Corso A	58
Laboratorio di chimica fisica I - Corso B	59
Laboratorio di chimica organica	59
COURSE CONTENT	63
Analytical chemistry I with lab.....	64
Analytical chemistry II with lab	66
Biological chemistry.....	68
Chemistry of coordination compounds with laboratory	70
Complements of mathematics and calculus	71
Fundamentals of mathematics	72
General and inorganic chemistry with lab	73
General physics.....	75
Instrumental analytical chemistry applications.....	77
Organic chemistry advanced.....	78
Organic chemistry I	79
Organic chemistry II.....	80
Organic chemistry lab.....	82
Physical chemistry I.....	84
Physical chemistry I laboratory	85
Physical chemistry I laboratory	86
Physical chemistry II with lab	87
Physical chemistry III.....	88
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE	90
MANIFESTO DEGLI STUDI	91
Premessa	91
Obiettivi formativi generali e specifici	91
Abilità e competenze acquisite	92
Profilo professionale e sbocchi occupazionali	92
Conoscenze per l'accesso.....	92
Lauree Magistrali a cui si può accedere.....	93
Struttura del corso.....	93
Tipo percorso.....	93
Articolazione degli insegnamenti	93
Obbligo di frequenza	93
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI.....	94
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	96
Chimica Analitica II / Laboratorio di Chimica Analitica II.....	97
Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I.....	98
Chimica biologica.....	100
Chimica fisica I.....	102
Chimica fisica II	103
Chimica fisica industriale	104
Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica	105
Chimica Industriale.....	106
Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica.....	108
Chimica macromolecolare	109
Chimica organica I.....	110
Chimica organica II	111
Complementi di matematica e calcolo numerico	112
Fisica generale	113
Impianti chimici con laboratorio.....	115
Istituzioni di matematica.....	117
Laboratorio di chimica fisica	118

Laboratorio di chimica organica	119
COURSE CONTENT	121
Analytic chemistry II with lab	122
Analytic chemistry with lab	123
Biological chemistry	126
Chemical plants with lab	127
Complements of mathematics and calculus (F6X)	129
Fundamentals of mathematics	130
General and inorganic chemistry with lab	131
General physics.....	132
Industrial chemistry	134
Inorganic chemistry with Lab.....	135
Laboratory of physical chemistry	136
Macromolecular chemistry	138
Organic chemistry I	139
Organic chemistry II.....	140
Organic chemistry lab.....	141
Physical chemistry I.....	143
Physical chemistry II	144
Physical chemistry Industrial.....	145
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE LM-54	147
MANIFESTO DEGLI STUDI	148
Premessa	148
Obiettivi formativi generali e specifici	148
Abilità e competenze acquisite	149
Profilo professionale e sbocchi occupazionali	149
Conoscenze per l'accesso	149
Struttura del corso.....	149
Tipo percorso	149
DOBPIO TITOLO LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE – MASTER IN SILICO DRUG DESIGN	150
Articolazione degli insegnamenti	150
Obbligo di frequenza	150
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI.....	152
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	154
Advanced methods in organic synthesis	155
Analisi chimiche ambientali	155
Banche dati ed elementi di chemoinformatica.....	156
Catalytic Methodologies in organic synthesis	157
Chemical Safety.....	158
Chimica Bioinorganica	160
Chimica Bioorganica	161
Chimica dei composti eterociclici.....	162
Chimica dell'ambiente	163
Chimica delle sostanze organiche naturali.....	164
Chimica dello stato solido	165
Chimica elettroanalitica avanzata	166
Chimica Fisica A	167
Chimica Fisica B	168
Chimica Fisica dello stato solido e delle superfici.....	170
Chimica Inorganica A.....	171
Chimica Inorganica B.....	172
Chimica Metallorganica.....	173
Chimica Organica A	174
Chimica Organica B	175
Chimica quantistica	177
Chimica supramolecolare	178
Chimica teorica.....	179
Cristallochimica.....	180
Elettrochimica.....	181
Fotoluminescenza e risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorganica e metallorganica.....	182
Homogeneous catalysis	183

Medicinal chemistry	184
Metodi chimico-fisici di indagine applicati a sistemi molecolari e nanostrutturati	185
Metodi fisici avanzati in Chimica Organica	186
Metodi matematici applicati alla chimica	187
Nanoparticelle: chimica ed applicazioni	188
Patents and Management of Innovation	189
Photochemistry	191
Physical chemistry of disperse systems and of interfaces	192
Processi Catalitici	193
Programming C	194
Simulation modeling of biomolecules	194
Sintesi e applicazioni di materiali inorganici	195
Sintesi e tecniche speciali organiche	196
Structural biology and enzymology	197
Strutturistica Chimica	198
COURSE CONTENT	200
Advanced electroanalytical chemistry	201
Advanced methods in organic synthesis	202
Advanced physics methods in organic chemistry	203
Bioinorganic chemistry	205
Catalytic Methodologies in organic chemistry	207
Catalytic processes	208
Chemical Safety	209
Chemistry of heterocyclic compounds	210
Chemistry of organic natural substances	211
Crystal Chemistry	212
Databases and Cheminformatics Fundamentals	213
Electrochemistry	215
Environmental analytical chemistry	216
Environmental chemistry	217
Homogeneous catalysis	218
Inorganic chemistry A	219
Inorganic Chemistry B	220
Mathematical methods applied to chemistry	221
Medicinal chemistry	222
Nanoparticles: Chemistry and Applications	224
Organic chemistry A	225
Organic chemistry B	226
Organometallic chemistry	228
Patents and Management of Innovation	229
Photochemistry	231
Photoluminescence and magnetic resonance: applications in organometallic and inorganic chemistry	232
Physical chemistry A	233
Physical chemistry B	234
Physical chemistry of disperse systems and of interfaces	236
Physical chemistry of solid state and surface	237
Physico-chemical methods of investigation applied to molecular systems and nanostructured	238
Programming C	239
Quantum chemistry	240
Simulation modeling of biomolecules	241
Solid state chemistry	242
Structural biology and enzymology	244
Supramolecular chemistry	245
Synthesis and applications of inorganic materials	246
Special synthesis techniques in organic chemistry	247
Theoretical chemistry	248
MASTER'S DEGREE IN INDUSTRIAL CHEMISTRY LM-71	250
PROGRAMME DESCRIPTION	251
Introduction	251
General and specific learning objectives	251
Acquired skills and competences	252
Professional profile and employment opportunities	252

Pre-requisites for admission	252
Programme structure.....	252
Libraries.....	253
Notes.....	253
Subjects organisation.....	253
Language test / computer literacy test	253
Procedures for exam registration and admittance.....	254
Procedures for enrolment in courses / seminars / lab activities	254
Study plan definition and submission for approval	254
Internship criteria.....	255
Criteria for admission to degree course final exam	256
Lecture timetable	256
ADMISSION CRITERIA: 1ST YEAR OPEN, SUBJECT TO ENTRY REQUIREMENTS	257
CONTENTS OF THE COURSES	260
Advanced Chemistry and Physics of Polymers	261
Advanced industrial chemistry with lab	262
Applied organic chemistry with lab	263
Catalytic Methodologies in organic chemistry	264
Chemical processes and industrial plants	265
Chemical Safety.....	266
Chemistry of inorganic materials with lab.....	267
Concepts and methods in organic synthesis.....	268
Economics and management	269
Energy: source, conversion and storage with lab.....	270
Environmental control and sustainability management	271
Industrial processes and scale-up.....	271
Medicinal chemistry	272
Metal Science and Corrosion.....	274
Nanotechnology of Inorganic Materials	275
Patents and Management of Innovation.....	275
Photochemical Processes and Photocatalysis	277
Physical chemistry of formulations	278
Process development	279
Recycle and Life Cycle Assessment (LCA) of products and processes	280
Synthetic methods in biotechnology.....	281

PRESENTAZIONE

Questa é la Guida illustrativa dei Corsi di Laurea Chimici dell'Università degli Studi di Milano:

Corsi di laurea ai sensi del D.M. 270/2004

- Corso di Laurea Triennale in Chimica
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale
- Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, afferente alla classe 54 delle lauree magistrali
- Master's Degree In Industrial Chemistry LM-71, afferente alla classe 71 delle lauree magistrali.

La guida é composta da una parte generale, in cui sono trattati gli aspetti comuni a tutti i corsi di laurea, e da una parte in cui si trovano le note informative, l'organizzazione didattica ed i programmi degli insegnamenti per ogni singolo corso di laurea.

I dati sono aggiornati alla data indicata in copertina e, per maggiori informazioni, è possibile rivolgersi all'Ufficio Didattica del Dipartimento di Chimica (Via Golgi, 19 - Milano - tel. 02 50314419 fax 0250314418 - email: didattica.dipchi@unimi.it - sito internet <http://users.unimi.it/chimp>) aperta al pubblico dal lunedì al venerdì, dalle ore 10 alle 12 ed in altri orari previo appuntamento.

Siamo contattabili anche via skype, con il nome utente *segreteriachimica*.

EUROBACHELOR® - EUROMASTER®

I corsi di studio dell'Università degli Studi di Milano sono tra i primi in Italia ad avere ricevuto gli accreditamenti EUROBACHELOR® (lauree triennali) ed EUROMASTER® (lauree magistrali).

Tali accreditamenti - assegnati da apposite commissioni designate dalla European Thematic Association, che riunisce università e società chimiche europee - qualificano i titoli di studio forniti dai corsi di laurea chimici dell'Università Statale di Milano come lauree riconosciute dalle altre istituzioni universitarie europee e danno il diritto di accesso automatico ai corsi delle Lauree Magistrali e post Laurea di carattere chimico in ambito europeo.

Suggerimenti per la consultazione

Per un'agevole consultazione di questo documento suggeriamo di utilizzare i bookmark, che consentono di individuare rapidamente le varie sezioni ed i programmi dei corsi

Legenda

Si riporta di seguito una legenda sui termini usati più frequentemente nella presente guida.

CD: Collegio Didattico

CFU: Crediti Formativi Universitari

CL: Corso di Laurea

LT: Corso di Laurea Triennale

LM: Corso di Laurea Magistrale

SSD: Settore Scientifico Disciplinari

INFORMAZIONI GENERALI SUI CORSI DI LAUREA CHIMICI

AMMISSIONE E IMMATRICOLAZIONE AI CORSI DI LAUREA TRIENNALI

BANDO PER L'AMMISSIONE AI CORSI DI LAUREA AD ACCESSO PROGRAMMATO IN CHIMICA e CHIMICA INDUSTRIALE

(Modifica art. 4 con determina Rep. Reg. 0013382/19 del 19/04/2019)

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

Sessioni di maggio, luglio e settembre

Art. 1 - Requisiti per l'ammissione	2
Art. 2 - Numero dei posti disponibili	3
Art. 3 - Date del test e iscrizioni.....	3
a) Iscrizione al test sul portale CISIA.....	3
b) Iscrizione alla graduatoria sul portale d'Ateneo	4
Art. 4 - Contenuti della prova e criteri di formazione della graduatoria	4
Art. 5 - Candidati con disabilità.....	4
Art. 6 - Candidati con d.s.a.....	5
Art. 7 - Studenti provenienti da altri corsi, da altri atenei o laureati.....	6
Art. 8 - Pubblicazione delle graduatorie, immatricolazione e scorrimenti	6
8.1 Pubblicazione delle graduatorie	6
8.2 Immatricolazione e scorrimenti	6
8.3 Candidati con titolo di studio conseguito all'estero	7
Art. 9 Riepilogo passaggi e scadenze	8
9.1 Sessione di maggio	8
9.2 Sessione di luglio	8
9.3 Sessione di settembre	8
Art. 10 - Obblighi formativi aggiuntivi	9
Art. 11 - Commissione di concorso.....	9
Art. 12 - Responsabile del procedimento e contatti	9

LA DIRIGENTE DIREZIONE SEGRETERIE STUDENTI

VISTA

La legge 2 agosto 1999, n. 264 recante norme in materia di accessi ai corsi universitari;

VISTO

Il decreto ministeriale 22 ottobre 2004, n. 270 “Modifiche al regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli atenei, approvato con decreto del Ministro dell'Università e della ricerca scientifica e tecnologica 3 novembre 1999, n. 509”;

VISTE

Le delibere dei competenti Organi accademici dell'Ateneo, relative alle modalità di accesso ai corsi di studio;

DETERMINA

È indetta, per l'anno accademico 2019/2020, la selezione per l'ammissione ai corsi di laurea in Chimica e in Chimica industriale. La selezione si svolge su tre sessioni che hanno luogo, rispettivamente, in maggio, luglio e settembre 2019. Ciascuna sessione concorre alla copertura di una quota dei posti totali disponibili.

Art. 1 - Requisiti per l'ammissione

Per essere ammessi alla selezione sono richiesti i seguenti requisiti:

- essere iscritti all'ultimo anno della scuola secondaria di secondo grado con prospettiva di sostenere l'esame per il conseguimento del titolo finale nell'anno scolastico 2018-19
oppure
essere in possesso di diploma di scuola secondaria di secondo grado conseguito in Italia o titolo equivalente conseguito all'estero.
- aver sostenuto il [test di ammissione TOLC-S erogato da CISIA](#) - Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso - entro le scadenze indicate all'art. 3.

I titoli di studio esteri sono validi se conseguiti dopo 12 anni di scolarità e se consentono l'ammissione all'Università nel Paese ove sono stati conseguiti.

Tutti i dettagli sui titoli e sull'accesso degli studenti internazionali alle Università italiane sono contenuti nelle disposizioni ministeriali annuali pubblicate sul sito <http://www.studiare-in-italia.it/studentistranieri/>

L'idoneità del titolo estero è in ogni caso valutata dall'Università nel rispetto delle citate disposizioni e in applicazione degli accordi bilaterali vigenti.

Art. 2 - Numero dei posti disponibili

Il numero di posti disponibili è determinato come segue:

- Chimica

Selezione di maggio: **50 posti**

Selezione di luglio: **45 posti**

Selezione di settembre: **35 posti** più **8 posti** per gli studenti non comunitari residenti all'estero richiedenti visto e **3 posti** per gli studenti partecipanti al Programma Marco Polo

Posti totali: **130 posti** più **8 posti** non UE e **3 posti** M. Polo

- **Chimica industriale** Selezione

di maggio: **35 posti** Selezione di

luglio: **30 posti**

Selezione di settembre: **25 posti** più **8 posti** per gli studenti non comunitari residenti all'estero e **1 posto** per uno studente partecipante al Programma Marco Polo

Posti totali: **90 posti** più **8 posti** non UE e **1 posto** M. Polo

I posti eventualmente vacanti nelle selezioni di maggio e luglio saranno assegnati alla sessione successiva.

Art. 3 - Date del test e iscrizioni

Il test TOLC-S può essere effettuato:

- presso l'Università degli Studi di Milano nei giorni **22 maggio, 22 luglio, 4, 9, 10, e 11 settembre**;
- presso una delle sedi di test CISIA nelle date indicate nel calendario pubblicato sul sito www.cisiaonline.it

Il test può essere sostenuto più volte, ma non più di una volta in un mese solare. Ai fini della selezione sarà in ogni caso considerato valido l'esito dell'ultimo TOLC-S effettuato dal 1° gennaio 2018, entro le scadenze stabilite per ciascuna sessione.

Per partecipare alle selezioni i candidati dovranno **isciversi online**:

- a) sul portale CISIA per prenotare il test
- b) sul portale UNIMI per avere diritto all'inserimento in graduatoria.

a) Iscrizione al test sul portale CISIA

L'iscrizione al TOLC-S si effettua sul portale CISIA - www.cisiaonline.it - entro le scadenze previste per ogni data disponibile, consultabili nella sezione **DATE** del TOLC-S.

Utilizzando le credenziali ricevute dopo la registrazione, si accede all'area personale e si compila il form online con i propri dati.

Completata la procedura viene emessa una ricevuta di iscrizione in cui sono riportate data e sede del test.

Per l'iscrizione al test è previsto un contributo di 30,00 euro da pagare al CISIA tramite MAV bancario o carta di credito.

b) Iscrizione alla graduatoria sul portale d'Ateneo

Per avere diritto all'inserimento in graduatoria è indispensabile fare **domanda di ammissione online** sul portale d'Ateneo www.unimi.it, entro i termini stabiliti per ogni sessione, indicati all'art. 9, seguendo questi passaggi:

1. Registrarsi al portale di Ateneo, alla pagina:
<https://www.unimi.it/registrazione/registra.keb> (operazione non richiesta a chi sia già registrato al portale o in possesso delle credenziali di Ateneo)
2. Accedere ai Servizi di ammissione online, autenticandosi con le proprie credenziali:
<http://studenti.divisi.unimi.it/ammissioni/a/primoLivello/checkLogin.asp>;
3. Scegliere il corso di laurea e compilare il form online inserendo i dati personali.

Al termine dell'iscrizione online viene emessa una ricevuta a conferma dell'avvenuto inserimento della domanda di ammissione.

L'iscrizione è valida solo per il corso di laurea scelto, gli interessati a più corsi devono effettuare una domanda di ammissione distinta per ciascuno di essi.

La domanda di ammissione online non è modificabile, né può essere integrata con ulteriore documentazione una volta confermata.

La comunicazione di dati non veritieri e la mancanza dei requisiti comporteranno l'esclusione dalla graduatoria finale.

Art. 4 - Contenuti della prova e criteri di formazione della graduatoria

Il TOLC-S è un test di orientamento e valutazione, finalizzato ad accertare l'attitudine e la preparazione agli studi per l'accesso ai corsi di laurea, composto da 50 quesiti a risposta multipla, suddivisi in più sezioni:

- Matematica di base - 20 quesiti - tempo a disposizione: 50 minuti
- Ragionamento e problemi - 10 quesiti - tempo a disposizione: 20 minuti
- Comprensione del testo - 10 quesiti - tempo a disposizione: 20 minuti
- Scienze di base - 10 quesiti - tempo a disposizione: 20 minuti

Il test prevede inoltre una sezione di inglese che non contribuisce alla formazione del punteggio finale.

La prova sarà valutata assegnando:

- punti 1 per ogni risposta esatta,
- punti -0,25 per ogni risposta errata,
- punti 0 per ogni risposta non data.

Per ciascun corso di laurea sarà compilata una graduatoria di merito, formulata in base al risultato ottenuto nel test TOLC-S.

In caso di parità prevarrà il candidato con punteggio più alto nella sezione *Matematica di base* e, a seguire, *Comprensione del testo*. In caso di ulteriore parità, prevarrà il candidato più giovane.

Dalla graduatoria di maggio e luglio sono esclusi tutti i candidati che nella prova non raggiungano un punteggio complessivo pari ad almeno 25 punti (50% del totale).

Chi non rientra nella graduatoria di maggio o luglio potrà concorrere nella sessione successiva.

Art. 5 - Candidati con disabilità

I candidati con disabilità devono dichiarare la propria condizione e richiedere gli ausili e/o le misure per lo svolgimento della prova **all'atto della registrazione all'area TOLC del portale CISIA.**

Dovranno indicare l'Università degli Studi di Milano per lo svolgimento della prova e trasmettere, attraverso il portale CISIA, idonea certificazione di handicap in base alla Legge 104/1992 o di invalidità civile.

Per informazioni contattare il Servizio Disabili e DSA d'Ateneo all'indirizzo e-mail: ausili.ammissioni@unimi.it

Art. 6 - Candidati con DSA

I candidati con disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) devono dichiarare la propria condizione e richiedere gli ausili e/o le misure per lo svolgimento della prova **all'atto della registrazione all'area TOLC del portale CISIA.**

Dovranno indicare l'Università degli Studi di Milano per lo svolgimento della prova e trasmettere, attraverso il portale CISIA, idonea certificazione di disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) in base alla Legge 170/2010, redatta dal Servizio Sanitario Nazionale, da un centro privato convenzionato o da uno specialista privato accompagnata da un documento di conformità dell'ASST - Azienda Socio Sanitaria Territoriale.

La documentazione deve essere rilasciata da non più di tre anni, se il candidato era minorenne al momento del rilascio del certificato.

Per informazioni contattare il Servizio Disabili e DSA d'Ateneo all'indirizzo e-mail: ausili.ammissioni@unimi.it

Art. 7 - Studenti provenienti da altri corsi, da altri atenei o laureati

Gli studenti iscritti o già laureati in questa o altra Università possono essere esonerati dal test solo se in possesso dei requisiti necessari per essere ammessi ad anni successivi al primo.

A tal fine deve essere presentata alla segreteria didattica del corso di laurea di interesse apposita richiesta (disponibile al seguente link:

<http://www.ccdchim.unimi.it/it/index.html> - sezione Avvisi) corredata da dichiarazione sostitutiva relativa a tutti gli esami sostenuti con data, voto, crediti e settori scientifici disciplinari.

La richiesta deve essere presentata **improrogabilmente entro il 12 luglio 2019**.

La pratica sarà esaminata dalla Commissione didattica del Corso di Laurea a cui si chiede l'ammissione. Nel caso in cui la Commissione valuti che il richiedente non possa essere ammesso ad anni successivi al primo, il richiedente dovrà sostenere il test.

L'esito dell'istanza sarà pubblicato entro il **31 luglio 2019** sul sito del Collegio didattico:
<http://www.ccdchim.unimi.it/it/index.html>

Art. 8 - Pubblicazione delle graduatorie, immatricolazione e scorrimenti

8.1 Pubblicazione delle graduatorie

Le graduatorie saranno pubblicate sul sito di Ateneo, alla pagina http://www.unimi.it/hpsifa/nonProfiledPage_100.html (Servizi online SIFA - Graduatorie ammissioni - Graduatorie ammissioni corsi di laurea), nei giorni indicati per ogni sessione (art. 9), dopo le ore 14.00.

La pubblicazione delle graduatorie ha valore di notifica a tutti gli effetti. Nessuna comunicazione personale viene inviata ai candidati, che sono tenuti a prendere visione delle scadenze per l'immatricolazione, degli eventuali scorrimenti e di tutti gli avvisi pubblicati nella pagina della graduatoria del corso di laurea scelto.

L'ammissione al corso di laurea è in ogni caso subordinata al conseguimento del diploma di scuola secondaria di secondo grado o titolo equivalente conseguito all'estero, entro i termini stabiliti per l'immatricolazione.

I candidati non comunitari richiedenti visto, destinatari del contingente di posti riservati indicati all'art.2, saranno collocati in graduatorie separate sulla base del punteggio conseguito nel test. Tali candidati possono immatricolarsi solo se rientrano nel numero di posti riservati e superano la prova di conoscenza della lingua italiana organizzata dall'Ateneo. Per i dettagli sulla prova di italiano e i casi di esonero si rimanda alla pagina http://www.unimi.it/studenti/foreign_students/23986.htm#c36777.

8.2 Immatricolazione e scorrimenti

I vincitori dovranno immatricolarsi entro le scadenze stabilite per ogni sessione, e indicate all'art. 9, utilizzando il servizio di Immatricolazione online alla pagina http://www.unimi.it/hpsifa/nonProfiledPage_100.html.

Per la sessione anticipata di maggio l'**immatricolazione avviene in due fasi**: prenotazione dell'immatricolazione, subito dopo la pubblicazione della graduatoria e conferma dal 15 luglio al 6 settembre 2019.

Al momento della prenotazione dell'immatricolazione è previsto il versamento dell'importo **156 euro** corrispondente alla prima rata delle tasse universitarie. Il contributo deve essere versato improrogabilmente entro il 7 giugno 2019 e non è rimborsabile, anche nel caso in cui il candidato non dovesse immatricolarsi.

Solo per la sessione di settembre sono previsti scorrimenti della graduatoria.

La mancata immatricolazione nei termini e con le modalità previste sarà considerata come rinuncia definitiva.

Informazioni dettagliate sulla procedura di immatricolazione sono pubblicate sul sito alla pagina <http://www.unimi.it/studenti/matricole/77604.htm>.

8.3 Candidati con titolo di studio conseguito all'estero

I candidati con titolo di studio estero dovranno completare l'immatricolazione online consegnando la seguente documentazione all'Ufficio Studenti Internazionali, **entro il 31 ottobre 2019**:

- Diploma di scuola superiore, tradotto in italiano, legalizzato dalle Autorità del Paese che rilascia il titolo e munito della Dichiarazione di valore o di attestazione di validità rilasciata da centri ENIC_NARIC o dalle rappresentanze diplomatiche in Italia;
- Certificato di iscrizione all'università con elenco degli esami sostenuti oppure titolo di studio post-secondario conseguito in un Istituto superiore non universitario se il sistema locale è inferiore a 12 anni di scolarità;
- Certificato di idoneità accademica se previsto nel Paese d'origine;
- Ogni altro documento attestante requisiti specifici di validità del titolo (ad es. APs per i titoli statunitensi, A-level per i titoli britannici);
- Permesso di soggiorno in corso di validità (solo per i cittadini non UE).

La verifica della validità dei titoli conseguiti all'estero viene effettuata al momento della consegna dei documenti ufficiali (esibire originali e consegnare fotocopia). Fino a tale momento i candidati sono ammessi al corso con riserva e potranno essere esclusi dalle graduatorie nel caso in cui non risultassero in possesso dei requisiti richiesti.

L'Ufficio Studenti Internazionali è disponibile su appuntamento. Per prenotare utilizzare il Servizio Infostudenti alla pagina <http://www.unimi.infostudente.it/>.

Art. 9 - Riepilogo passaggi e scadenze

Per accedere ai corsi di laurea del presente bando bisogna effettuare i seguenti passaggi, rispettando le scadenze stabilite per ogni sessione:

- 1) Iscrivere al test TOLC-S sul portale CISIA
- 2) Iscrivere alla graduatoria sul portale UNIMI
- 3) Superare il test TOLC-S
- 4) Immatricolarsi

9.1 Sessione di maggio Riepilogo scadenze

Iscrizione al test	https://tolc.cisiaonline.it/calendario.php?tolc=scienz e
Iscrizione alla graduatoria sul portale Unimi	dal 19 aprile al 24 maggio 2019, ore 14.00
Svolgimento test TOLC-S	entro il 22 maggio 2019
Pubblicazione graduatoria sul portale Unimi	28 maggio 2019
Prenotazione dell'immatricolazione	dal 28 maggio al 7 giugno 2019, ore 14.00

9.2 Sessione di luglio

Riepilogo scadenze

Iscrizione al test	https://tolc.cisiaonline.it/calendario.php?tolc=scienze
Iscrizione alla graduatoria sul portale Unimi	dal 24 giugno al 24 luglio 2019, ore 14.00
Svolgimento test TOLC-S	entro il 22 luglio 2019
Pubblicazione graduatoria sul portale Unimi	26 luglio 2019
Immatricolazione	dal 26 luglio al 5 agosto 2019, ore 14.00

9.3 Sessione di settembre

Riepilogo scadenze

Iscrizione al test	https://tolc.cisiaonline.it/calendario.php?tolc=scienze
Iscrizione alla graduatoria sul portale Unimi	dal 9 agosto al 13 settembre 2019, ore 14.00
Svolgimento test TOLC-S	entro l'11 settembre 2019
Pubblicazione graduatoria sul portale Unimi	17 settembre 2019
Immatricolazione	dal 17 al 23 settembre 2019, ore 14.00
Primo scorrimento: pubblicazione posti	24 settembre 2019
Primo scorrimento: immatricolazione	entro il 27 settembre 2019, ore 14.00
Secondo scorrimento: pubblicazione posti	1° ottobre 2019
Secondo scorrimento: immatricolazione	entro il 4 ottobre 2019, ore 14.00
Eventuali successivi scorrimenti	dall'8 ottobre 2019

Art. 10 - Obblighi formativi aggiuntivi

Ogni candidato immatricolato avrà obblighi formativi aggiuntivi (OFA) se nella sezione di Matematica di base avrà raggiunto meno di 10 punti, pari al 50% dei punti disponibili per la sezione.

I punteggi conseguiti nelle singole sezioni saranno pubblicati alla pagina www.unimi.it - Servizi online SIFA - Graduatorie ammissione corsi di laurea (http://www.unimi.it/hpsifa/nonProfiledPage_100.html).

Nel mese di ottobre saranno avviate attività di tutorato, seguite da una prova per il recupero degli OFA; coloro che non dovessero superare positivamente tale prova non potranno sostenere alcun esame del secondo anno senza aver superato l'esame di "Istituzioni di matematica".

Art. 11 - Commissione di ammissione

La Commissione di ammissione è nominata dal competente Organo didattico.

Durante lo svolgimento della prova, la Commissione si avvarrà dell'assistenza di personale docente e amministrativo addetto alla vigilanza ed all'identificazione dei candidati.

Art. 12 - Responsabile del procedimento e contatti

Ai sensi della legge 7 agosto 1990, n. 241, il Responsabile del procedimento di cui al presente bando è la Dott.ssa Monica Delù (Responsabile Servizio Accoglienza Studenti).

Per informazioni utilizzare il servizio Infostudenti (www.unimi.infostudente.it) selezionando la categoria: "Iscrizioni, test e graduatorie".

Per informazioni relative al test TOLC-S contattare direttamente il Cisia Help-Desk al seguente link: <http://helpdesk.cisiaonline.it>

Milano, 15/04/2019

Rep. Reg. 12845/19 del 16/04/2019

LA DIRIGENTE DIREZIONE SEGRETERIE STUDENTI
Emanuela Dellavalle*

* Documento firmato digitalmente ai sensi del Codice Amministrazione digitale, D. Lgs. 82/2005 e sue modifiche e integrazioni"

INFORMAZIONI PER L'AMMISSIONE E L'IMMATRICOLAZIONE ALLE LAUREE MAGISTRALI MODALITA' DI ACCESSO: 1° ANNO LIBERO CON VALUTAZIONE DEI REQUISITI DI ACCESSO

Informazioni e modalità organizzative per immatricolazione

Possono accedere ai corsi di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche o Industrial Chemistry i laureati della Classe L-27 Scienze e Tecnologie Chimiche e quelli della Classe 21 (precedente classe in Scienze e Tecnologie Chimiche DM 509/99) provenienti da qualunque Ateneo Italiano, cui viene riconosciuto il pieno possesso dei requisiti curriculari.

Possono altresì accedere i laureati in corsi di laurea di altra classe di qualunque Ateneo italiano, nonché coloro in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo, purché in possesso di adeguati requisiti curriculari.

In ogni caso l'ammissione al corso di studio richiede la verifica dell'adeguatezza della preparazione personale del candidato da parte di una Commissione composta da almeno tre docenti del corso di laurea, nominata dal Collegio Didattico di Chimica.

La prova di verifica dell'adeguatezza della preparazione dei candidati è selettiva anche nel caso in cui i requisiti curriculari sopraelencati siano soddisfatti.

Link utili per immatricolazione

<https://www.unimi.it/it/studiare/immatricolarsi-e-iscrivarsi>

Istruzioni operative

INFORMAZIONI E MODALITÀ PER L'AMMISSIONE AL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE DI STUDENTI ITALIANI E STRANIERI

Gli studenti italiani e stranieri con titolo di studio accademico conseguito in Italia dovranno obbligatoriamente presentare le domande di ammissione seguendo le indicazioni ed entro le scadenze indicate al link:

<https://www.unimi.it/node/92>

Potranno presentare domanda anche i laureandi che intendono laurearsi entro il 31 dicembre 2019.

L'ammissione richiede il possesso dei requisiti curriculari e di un'adeguata preparazione personale. **REQUISITI CURRICOLARI**

- Ai laureati dei corsi di laurea triennale della classe L-27 dell'Università degli Studi di Milano verranno riconosciuti integralmente i crediti acquisiti;

- tutti gli altri studenti dovranno dimostrare di possedere i requisiti curriculari propri dei laureati della classe L-27. In particolare sono richiesti:

- almeno 20 CFU nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche

- almeno 70 CFU nei settori scientifico-disciplinari degli ambiti caratterizzanti della classe: CHIM/01-06, CHIM/12, ING-IND/21-22, ING-IND/25 e BIO/10-12

VERIFICA DELLA PREPARAZIONE PERSONALE

La preparazione personale dei candidati sarà verificata con le seguenti modalità:

a) Superamento dell'European Chemistry tests (<http://ectn.eu/committees/virtual-education-community/echemtest/>) per l'accertamento delle competenze in Chimica, erogato dalla European Chemistry Thematic Network. Il test prevede domande, in lingua inglese, a risposta multipla su argomenti raggruppati in quattro sezioni: Chimica Analitica, Chimica Inorganica, Chimica Organica e Chimica Fisica. Il tempo massimo a disposizione sarà di 4 ore.

Per svolgere il test è necessario un documento di identificazione.

Il test si intende superato se sono state fornite almeno il 16% di risposte esatte in ognuna delle quattro sezioni del test.

b) Superato il test, lo studente sarà ammesso ad un colloquio con la Commissione d'Accesso che verterà su argomenti relativi alle discipline trattate nei corsi fondamentali della laurea in Chimica.

Il colloquio può essere effettuato anche prima della laurea (che, ai fini dell'immatricolazione, dovrà essere conseguita entro il 31 dicembre 2019), fatto salvo il possesso dei requisiti curriculari.

L'esito negativo conseguito nel colloquio comporta la preclusione all'accesso al corso di laurea magistrale per l'anno in corso.

TUTTI I CANDIDATI, COMPRESI QUELLI CHE PREVEDONO DI LAUREARSI ENTRO IL 31 DICEMBRE 2019, SONO CALDAMENTE INVITATI A PRESENTARSI ALLE SESSIONI DEL TEST DI GIUGNO E SETTEMBRE ED AL PRIMO COLLOQUIO D'AMMISSIONE IN SETTEMBRE.

L'EChemTest si svolgerà secondo il seguente calendario:

- 25 settembre 2019 alle ore 8.30 presso le aule informatizzate del Settore Didattico di Via Celoria 20 - Milano.

Il 26 settembre, alle ore 13:30, si svolgeranno i colloqui per la verifica dei requisiti curriculari e della preparazione personale dei candidati che hanno superato l'EChemtest.

Un'ulteriore edizione dell'EChemTest si svolgerà il 18 dicembre alle ore 8.30 presso lo studio del professor Michele Ceotto, Dipartimento di Chimica, via Golgi, 19 - Milano, con successivo colloquio per la verifica dei requisiti curriculari e della preparazione personale dei candidati.

E' consigliabile verificare eventuali aggiornamenti delle date e orari di svolgimento delle prove sul sito <http://www.ccdchim.unimi.it>

N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in Italia

5

Note

IMMATRICOLAZIONE ALLE LAUREE MAGISTRALI.

I laureati che avranno superato con esito positivo le prove di verifica potranno immatricolarsi dopo 5 giorni lavorativi dalla data della verifica e nei termini indicati nell'area "studenti" del portale UNIMI.

Gli studenti dell'Ateneo che abbiano presentato domanda di ammissione e che nel corso della laurea triennale abbiano acquisito CFU in eccedenza rispetto ai 180 necessari, seguendo corsi e/o laboratori previsti nel corso di laurea magistrale, potranno richiederne il riconoscimento ai fini del conseguimento dei 120 CFU richiesti.

Per accedere al corso di laurea magistrale in Scienze chimiche gli studenti non comunitari residenti all'estero devono sostenere e superare una prova di lingua italiana che si svolgerà nei primi giorni del mese di SETTEMBRE 2019.

Immatricolazioni

Per le pratiche di ammissione e immatricolazione rivolgersi esclusivamente alla Segretaria Studenti, v. Celoria 22. Per eventuali informazioni è anche possibile rivolgersi al numero verde:

800 188 128 da telefono fisso (chiamata gratuita);

199 188 128 da telefono cellulare*.

** Da telefono mobile i costi variano in funzione del gestore da cui viene effettuata la chiamata.*

INFORMAZIONI PER FREQUENTARE I CORSI DI LAUREA

Informazioni sulla didattica

Per informazioni su orari, programmi e tutto ciò che riguarda la didattica rivolgersi alla Segreteria Didattica dei Corsi di Laurea Chimici (atrio via Golgi 19 - aperta al pubblico dal lunedì al venerdì dalle 10 alle 12) ed in altri orari previo appuntamento.

Indirizzo di posta elettronica per le comunicazioni riguardanti la didattica

Dopo l'immatricolazione ad ogni studente sarà assegnato un indirizzo di posta elettronica del tipo nome.cognome@studenti.unimi.it (es. mario.rossi@studenti.unimi.it).

Gli studenti sono caldamente invitati a consultare con frequenza la loro casella di posta elettronica, poiché informazioni ed avvisi che rivestano carattere di urgenza (avvisi di spostamento o rinvio esami, indicazioni su aule, cambio orari, ecc.) verranno inviati via email.

La casella di posta elettronica è consultabile via web all'indirizzo <http://mailstudenti.unimi.it> utilizzando le credenziali d'accesso fornite dalla Segreteria Studenti all'atto della consegna dei documenti per l'immatricolazione. Per consultare la propria casella di posta è anche possibile avvalersi delle postazioni informatiche pubbliche disponibili presso la Biblioteca Chimica (per altre informazioni si veda l'Appendice B).

Calendario accademico

Lauree Triennali e Magistrali

Periodi inizio e fine lezioni:

- I semestre: dal 1 ottobre 2019 al 17 gennaio 2020
- II semestre: dal 2 marzo 2020 al 12 giugno 2020

EVENTI DIDATTICI

- Presentazione Piano di Studi:

Secondo le modalità che saranno rese note dalla Segreteria Studenti:

<https://www.unimi.it/it/studiare/frequentare-un-corso-di-laurea/seguire-il-percorso-di-studi/piano-studi>

SESSIONI PER ESAMI DI LAUREA

- Luglio 2020
- Ottobre 2020
- Dicembre 2020
- Febbraio 2021

Lauree Magistrali

EVENTI DIDATTICI

- Presentazione Piano di Studi:

Secondo le modalità che saranno rese note dalla Segreteria Studenti:

<https://www.unimi.it/it/studiare/frequentare-un-corso-di-laurea/seguire-il-percorso-di-studi/piano-studi>

SESSIONI PER ESAMI DI LAUREA

- Luglio 2020
- Ottobre 2020
- Dicembre 2020
- Febbraio-marzo 2021

In relazione ai singoli corsi di laurea triennale e di laurea magistrale potranno essere disposte variazioni rispetto a tale calendario con lo scopo di soddisfare esigenze specifiche dell'attività didattica.

Orario Lezioni

Gli orari delle lezioni potranno essere consultati al link <http://easystaff.divisi.unimi.it/PortaleStudenti> e utilizzando l'app "lezioniunimi", disponibile per i più diffusi OS per smartphone al link <http://www.unimi.it/didattica/124024.htm>

Iscrizione agli esami e ai laboratori

Per sostenere gli esami, lo studente deve iscriversi ai relativi appelli accedendo ai servizi online SIFA - Servizi didattici - iscrizione agli esami (http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm).

L'iscrizione è subordinata ad aver effettuato la valutazione on line dell'insegnamento di cui si vuol sostenere l'esame, in caso contrario lo studente dovrà effettuarla al momento dell'iscrizione.

All'atto dell'iscrizione agli esami viene effettuato il controllo di carriera mediante il sistema informativo ed il sistema rilascerà agli studenti un *codice di iscrizione* che servirà in tutti quei casi in cui essi sostengano di essersi iscritti senza che risulti tale iscrizione. Tale codice sarà infatti l'unico elemento utile per dimostrare di essersi correttamente iscritti agli esami.

Si consiglia, comunque, di controllare che l'iscrizione all'esame sia andata effettivamente a buon fine selezionando la voce Informazioni - Visualizza gli appelli a cui sei iscritto, nella colonna a sinistra della pagina SIFA di iscrizione agli esami oppure avvalendosi del servizio UNIMIA (<http://unimia.unimi.it/portal/server.pt>).

Si ricorda agli studenti che le iscrizioni, così come le cancellazioni, agli appelli d'esame chiudono generalmente cinque giorni prima della data d'esame.

VALUTAZIONE DELLA DIDATTICA

La valutazione della didattica è online ed obbligatoria ai fini dell'iscrizione all'esame di profitto dei singoli insegnamenti. E' consigliato compilare il questionario entro il termine di ciascun corso, anche se non si ha intenzione di sostenere subito l'esame. L'applicazione garantisce l'anonimato.

ISCRIZIONE AI LABORATORI

Per essere ammessi alla frequenza dei laboratori previsti al 2° e 3° anno di corso, lo studente deve iscriversi accedendo ai servizi online SIFA (Servizi didattici-iscrizione ai laboratori (http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm). L'iscrizione va effettuata entro il 15 settembre anche se lo studente non ha perfezionato l'iscrizione all'anno di corso.

AVVERTENZE

- Per sostenere gli esami e le altre prove di verifica del profitto, lo studente deve essere in regola con il versamento delle tasse e contributi, deve aver superato eventuali esami propedeutici, deve essere in possesso di tutte le attestazioni di frequenza laddove richiesta.
- Non è consentita la ripetizione di un esame già superato, anche nel caso di attività formative convalidate da precedente carriera.
- La violazione delle suddette regole comporta l'annullamento degli esami con provvedimento rettorale.
- E' preliminare allo svolgimento delle prove d'esame e condizione per la loro validità, la verifica da parte della Commissione esaminatrice dell'identità del candidato in mancanza del quale non potrà essere ammesso all'esame. Ai fini dell'identificazione, gli studenti immatricolati dall'a.a. 2012/2013 dovranno presentarsi agli esami con un valido documento di identità e il badge, mentre gli studenti immatricolati fino all'a.a. 2011/2012 dovranno esibire il libretto universitario.

Verbalizzazione degli esami

Gli esami e le altre prove di verifica sono registrati con verbale elettronico. Per questo è assolutamente necessario iscriversi agli appelli d'esame via SIFA, altrimenti non sarà possibile eseguire la registrazione del voto in carriera.

Verbale elettronico

I verbali elettronici sono firmati dal presidente della Commissione. Lo studente non firma.

Sono previste le seguenti procedure:

Esami orali

L'esito è di norma verbalizzato contestualmente allo svolgimento dell'esame.

All'atto della verbalizzazione viene inviata allo studente, alla casella di posta elettronica assegnata dall'Ateneo, una mail con allegata copia del verbale d'esame.

E' prevista la possibilità di una verbalizzazione con firma differita: in questo caso la registrazione del voto avviene contestualmente allo svolgimento dell'esame, ma sul verbale generato viene apposta solo la firma digitale del sistema. Il docente apporrà successivamente la sua firma; in questa fase verrà inviata allo studente, alla casella di posta elettronica assegnata dall'Ateneo, una mail con allegata copia del verbale d'esame.

La registrazione in carriera dell'esito avviene entro tre giorni dalla verbalizzazione.

Esami con sola prova scritta

Gli esiti sono pubblicati su Servizi online SIFA - Servizi didattici – Pubblicazione esiti esami scritti.

All'atto della pubblicazione degli esiti, ogni studente ne riceve comunicazione via mail, alla casella di posta elettronica assegnata dall'Ateneo.

Lo studente è tenuto ad accettare o rifiutare il voto (solo in caso di esito positivo) entro dieci giorni dalla pubblicazione, utilizzando l'apposito servizio SIFA.

Trascorso tale termine senza rifiuto esplicito, il voto si intende accettato nella forma del silenzio assenso, senza ulteriore possibilità per lo studente di rifiutarlo.

La registrazione in carriera dell'esito avviene entro tre giorni da quello di accettazione da parte dello studente, o di scadenza del termine di 10 giorni nel caso di silenzio assenso.

Esami con prova sia scritta che orale

Gli esiti degli scritti sono pubblicati su Servizi online SIFA - Servizi didattici – Pubblicazione esiti esami scritti. In questo caso l'esito dello scritto non viene verbalizzato, pertanto lo studente non ha la possibilità di accettare/rifutare il voto.

All'atto della pubblicazione degli esiti, ogni studente ne riceve comunicazione via mail, alla casella di posta elettronica assegnata dall'Ateneo.

La verbalizzazione viene effettuata in fase di prova orale con le modalità indicate sopra per tale tipologia di esame.

Obbligo di frequenza

La frequenza dei corsi/moduli di laboratorio è obbligatoria, in tutti gli altri casi fortemente consigliata.

Prove di lingua / Informatica

LAUREE TRIENNALI

Per poter conseguire il titolo di studio è richiesta la conoscenza della lingua inglese di livello B1. Tale livello può essere attestato nei seguenti modi:

* tramite l'invio di una certificazione linguistica conseguita non oltre i 3 anni antecedenti la data di presentazione della stessa, di livello B1 o superiore (per la lista delle certificazioni linguistiche riconosciute dall'Ateneo si rimanda al sito: <http://www.unimi.it/studenti/100312.htm>). La certificazione può essere caricata al momento dell'immatricolazione o inviata al Servizio/Centro Linguistico d'Ateneo SLAM tramite il servizio Infostudente

* tramite Placement Test, erogato da SLAM esclusivamente durante il I anno, da settembre a dicembre. In caso di non superamento del test, sarà necessario seguire i corsi erogati da SLAM.

Il Placement Test è obbligatorio per tutti gli studenti che non sono in possesso di una certificazione valida.

Coloro che non sosterranno il Placement Test entro dicembre oppure non supereranno il test finale entro 6 tentativi dovranno conseguire una certificazione esterna entro la laurea.

In order to get their degree, students are required to certify their knowledge of the English language at the B1 level. This level can be certified in one of the following ways:

* by submitting their language certificate, taken no more than 3 years before its submittal and attesting a B1 or higher level (for the list of the language certificates which are accepted by the University of Milan, please refer to the website: <http://www.unimi.it/studenti/100312.htm>).

Students can submit their language certificate during the immatriculation procedure or send it to the Language Centre of the University of Milan (SLAM) via the Infostudente service.

* by sitting the placement test run by SLAM, during the first year exclusively, from September to December. Should they not pass the Placement Test, students will have to attend the English language course organized by SLAM. All students who do not have a valid language certificate must sit the Placement Test. Those students who do not sit the Placement test by December or do not pass the end of course test in one of the 6 attempts granted will have to get a language certificate outside the University of Milan within their degree.

LAUREE MAGISTRALI

Per poter conseguire il titolo di studio è richiesta la conoscenza della lingua inglese di livello B2. Tale livello può essere attestato nei seguenti modi:

* tramite l'invio di una certificazione linguistica conseguita non oltre i 3 anni antecedenti la data di presentazione della stessa, di livello B2 o superiore (per la lista delle certificazioni linguistiche riconosciute dall'Ateneo si rimanda al sito: <http://www.unimi.it/studenti/100312.htm>). La certificazione può essere caricata al momento dell'immatricolazione o inviata al Servizio/Centro Linguistico d'Ateneo SLAM tramite il servizio Infostudente;

* tramite Placement Test, erogato da SLAM esclusivamente durante il I anno, da settembre a febbraio dell'anno successivo. In caso di non superamento del test, sarà necessario seguire i corsi erogati da SLAM.

Il Placement Test è obbligatorio per tutti gli studenti che non sono in possesso di una certificazione valida.

Coloro che non sosterranno il Placement Test entro febbraio oppure non supereranno il test finale entro 6 tentativi dovranno conseguire una certificazione esterna entro la laurea.

In order to get their degree, students are required to certify their knowledge of the English language at the B2 level. This level can be certified in one of the following ways:

* by submitting their language certificate, taken no more than 3 years before its submittal and attesting a B2 or higher level (for the list of the language certificates which are accepted by the University of Milan, please refer to the website: <http://www.unimi.it/studenti/100312.htm>).

Students can submit their language certificate during the immatriculation procedure or send it to the Language Centre of the University of Milan (SLAM) via the Infostudente service.

* by sitting the placement test run by SLAM, during the first year exclusively, from September to February of the following year. Should they not pass the Placement Test, students will have to attend the English language course organized by SLAM. All students who do not have a valid language certificate must sit the Placement Test. Those students who do not sit the Placement test by February or do not pass the end of course test in one of the 6 attempts granted will have to get a language certificate outside the University of Milan within their degree.

Esami di profitto

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è verificato tramite esami di profitto, le cui modalità di svolgimento, a discrezione del docente responsabile del corso corrispondente, sono indicate nelle schede dei programmi. Ad ogni esame corrisponde un valore in CFU. In linea di massima, ad ogni credito corrispondono:

- nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento in aula e 17 ore di studio individuale;
- nel caso di esercitazioni e laboratori, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio individuale;
- nel caso del tirocinio, 25 ore di attività pratica.

Gli appelli d'esami per la valutazione del profitto si svolgeranno secondo il calendario disponibile attraverso il servizio Sifaonline.

Per ogni insegnamento è previsto almeno un appello in ognuno dei mesi di febbraio, giugno, luglio, settembre e gennaio.

E' possibile l'aggiunta di appelli straordinari a novembre e nei giorni successivi alle vacanze pasquali.

ISCRIZIONE AGLI ESAMI

Per sostenere gli esami, lo studente deve iscriversi ai relativi appelli accedendo ai servizi online SIFA - Servizi didattici - iscrizione agli esami (<http://studente.unimi.it/foIscrizioneEsami/checkLogin.asp>).

All'atto dell'iscrizione agli esami, viene effettuato il controllo di carriera mediante il sistema informativo. Si consiglia di controllare l'avvenuta iscrizione all'esame selezionando la voce *Informazioni - Visualizza gli appelli a cui sei iscritto*, nella colonna a sinistra della pagina SIFA di iscrizione agli esami.

Si ricorda agli studenti che le iscrizioni, così come le cancellazioni, agli appelli d'esame chiudono generalmente cinque giorni prima della data d'esame.

VERBALIZZAZIONE DEGLI ESAMI

Gli esami e le altre prove di verifica sono generalmente registrati con verbale elettronico. Per questa ragione non sarà possibile ammettere agli appelli d'esami quei candidati che non risultassero iscritti attraverso i servizi online SIFA.

AVVERTENZE

- Per sostenere gli esami e le altre prove di verifica del profitto, lo studente deve essere in regola con il versamento delle tasse e contributi, deve aver superato eventuali esami propedeutici, deve essere in possesso di tutte le attestazioni di frequenza laddove richiesta.
- Non è consentita la ripetizione di un esame già superato, anche nel caso di attività formative convalidate da precedente carriera.

La violazione delle suddette regole comporta l'annullamento degli esami con provvedimento rettorale.

E' preliminare allo svolgimento delle prove d'esame e condizione per la loro validità la verifica, da parte della Commissione esaminatrice, dell'identità del candidato, che dovrà esibire il proprio libretto universitario, in mancanza del quale non potrà essere ammesso all'esame.

Tutorato per le lauree triennali

- Ogni studente iscritto al I anno sarà affidato ad un tutor. Questi sarà un professore o un ricercatore ed avrà il compito di consigliare, guidare ed accompagnare lo studente, durante gli studi universitari.

Presentazione dei piani di studio

La presentazione del piano di studi è obbligatoria.

Lauree triennali

- **La presentazione del piano di studi è obbligatoria. All'inizio del II anno lo studente presenta il piano degli studi**, che prevede l'indicazione degli insegnamenti a scelta dello studente per un totale di 12 CFU, scegliendoli tra tutti gli insegnamenti attivati proposti dalla Facoltà e/o dall'Ateneo, purchè coerenti con il progetto formativo. Prima della presentazione, gli studenti sono caldamente invitati a prendere contatto sia col tutor assegnato all'inizio del 1° anno di corso, sia con la Commissione Piani Studio, che ha anche compiti di orientamento per la compilazione dei Piani di Studio e per le pratiche di trasferimento.
- Per informazioni e scadenze consultare il sito:

<https://www.unimi.it/it/studiare/frequentare-un-corso-di-laurea/seguire-il-percorso-di-studi/piano-studi>

Lauree magistrali

- Per favorire una migliore pianificazione della didattica, all'atto del colloquio d'accesso gli studenti riceveranno un modulo per l'indicazione di un piano di studio preliminare, che dovrà essere compilato e consegnato all'Ufficio Didattica entro il 14 ottobre 2019..

I piani di studio UFFICIALI, che potranno anche discostarsi da quelli preliminari, devono comunque essere presentati al I anno di corso. Per entrambe le tipologie di corsi di laurea i piani di studio ufficiali vanno presentati via web nei termini che saranno indicati dalla Segreteria Studenti. A tal fine si consiglia di consultare il sito <https://www.unimi.it/it/studiare/frequentare-un-corso-di-laurea/seguire-il-percorso-di-studi/piano-studi>

Prima della presentazione, gli studenti sono caldamente invitati a prendere contatto con la Commissione Piani Studio, che ha anche compiti di orientamento sia per la compilazione dei Piani sia per gli studenti che hanno in corso pratiche di trasferimento. Per casi particolari è disponibile un modulo cartaceo, da ritirare e riconsegnare alla Segreteria Studenti di via Celoria, 20. Non è consentita la presentazione o la variazione del piano degli studi in periodi diversi e da parte di studenti non iscritti all'anno accademico.

ATTENZIONE: La verifica della corrispondenza tra l'ultimo piano degli studi ufficiale approvato e gli esami sostenuti è condizione necessaria per l'ammissione alla laurea. Nel caso in cui, all'atto della presentazione della domanda di laurea, la carriera risultasse non conforme al piano di studio lo studente non potrà essere ammesso all'esame di laurea.

In caso di dubbi sull'effettiva corrispondenza degli esami sostenuti con quelli indicati nel piano studio è possibile rivolgersi all'Ufficio Didattica del Dipartimento di Chimica.

ESPERIENZA DI STUDIO ALL'ESTERO NELL'AMBITO DEL PERCORSO FORMATIVO

L'Università degli Studi di Milano sostiene la mobilità internazionale dei propri iscritti, offrendo loro la possibilità di trascorrere periodi di studio e di tirocinio all'estero, occasione unica per arricchire il proprio curriculum formativo in un contesto internazionale.

A tal fine l'Ateneo aderisce al programma europeo Erasmus+ nell'ambito del quale ha stabilito accordi con oltre 300 Università in oltre 30 Paesi. Nell'ambito di tale programma, gli studenti possono frequentare una delle suddette Università al fine di svolgervi attività formative sostitutive di una parte del proprio piano di studi, comprese attività di tirocinio/stage presso imprese, centri di formazione e di ricerca o altre organizzazioni, o ancora per prepararvi la propria tesi di laurea.

L'Ateneo intrattiene inoltre rapporti di collaborazione con diverse altre prestigiose Istituzioni estere offrendo analoghe opportunità anche nell'ambito di corsi di studio di livello avanzato.

Cosa offre il corso di studi

Nell'ambito del piano di studi, gli studenti possono partecipare ai progetti del programma Erasmus attivati per il Corso di Laurea. In particolare, nell'ambito del programma Erasmus Plus gli studenti possono scegliere tra 16 università europee consociate in Francia, in Spagna, nel Regno Unito e nel Nord Europa (maggiori informazioni al link <http://www.unimi.it/studenti/erasmus/79224.htm#par79238>). Presso tali sedi gli studenti possono conseguire crediti formativi seguendo degli insegnamenti e superando i relativi esami, ovvero attraverso lo svolgimento di parte o di tutto il tirocinio conclusivo. L'acquisizione dei crediti formativi è subordinata all'approvazione, da parte del Collegio Didattico, di un piano di studi apposito (il Learning Agreement) e al superamento degli esami presso la sede straniera. Gli studenti possono anche partecipare ai numerosi incontri seminariali con docenti stranieri.

Modalità di partecipazione ai programmi di mobilità - mobilità Erasmus

Per poter accedere ai programmi di mobilità per studio, della durata indicativa di 5-10 mesi, gli studenti dell'Università degli Studi di Milano regolarmente iscritti devono partecipare a una procedura di selezione pubblica che prende avvio in genere intorno al mese di febbraio di ogni anno tramite l'indizione di appositi bandi, nei quali sono riportati le destinazioni, con la rispettiva durata della mobilità, i requisiti richiesti e i termini per la presentazione on-line della domanda.

La selezione, finalizzata a valutare la proposta di programma di studio all'estero del candidato, la conoscenza della lingua straniera, in particolare ove considerato requisito preferenziale, e le motivazioni alla base della candidatura, avviene ad opera di commissioni appositamente costituite.

Ogni anno, prima della scadenza dei bandi, l'Ateneo organizza degli incontri informativi per corso di studio o gruppi di corsi di studio, al fine di illustrare agli studenti le opportunità e le regole di partecipazione.

Per finanziare i soggiorni all'estero nell'ambito del programma Erasmus+, l'Unione Europea assegna ai vincitori una borsa di studio che - pur non coprendo l'intero costo del soggiorno - è un utile contributo per costi supplementari come spese di viaggio o maggiore costo della vita nel Paese di destinazione.

L'importo mensile della borsa di studio comunitaria è stabilito annualmente a livello nazionale; contributi aggiuntivi possono essere erogati a studenti disabili.

Per permettere anche a studenti in condizioni svantaggiate di partecipare al programma Erasmus+, l'Università degli Studi di Milano assegna ulteriori contributi integrativi, di importo e secondo criteri stabiliti di anno in anno.

L'Università degli Studi di Milano favorisce la preparazione linguistica degli studenti selezionati per i programmi di mobilità, organizzando ogni anno corsi intensivi nelle seguenti lingue: inglese, francese, tedesco e spagnolo.

L'Università per agevolare l'organizzazione del soggiorno all'estero e orientare gli studenti nella scelta delle destinazioni offre un servizio di assistenza.

Maggiori informazioni sono disponibili alla pagina <http://www.unimi.it/studenti/erasmus/70801.htm>

www.unimi.it > Studenti > Studiare all'estero > Erasmus+

Per assistenza rivolgersi a:

Ufficio Mobilità internazionale e per la Promozione internazionale

via Festa del Perdono 7 (piano terra)

Tel. 02 503 13501-12589-13495-13502

Indirizzo di posta elettronica: mobility.out@unimi.it

Orario sportello: Lunedì-venerdì 9 - 12

REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL TIROCINIO DEI CORSI DI LAUREA TRIENNALI

Alla fine del corso di studi è previsto lo svolgimento di un tirocinio con le modalità di seguito indicate. L'attività di tirocinio è distinta in:

- 1) Tirocinio esterno, consistente in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso Enti o Aziende pubblici o privati, sotto la guida di un Responsabile (Relatore esterno) e la supervisione di un Tutore (Relatore interno).
- 2) Tirocinio interno, consistente in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Milano o i Dipartimenti raccordati alla Facoltà di Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Milano sotto la guida di un Relatore, eventualmente coadiuvato da un Correlatore.

Sessioni di ingresso al tirocinio

Per iniziare il tirocinio lo studente deve aver conseguito almeno 126 CFU mentre la presentazione della domanda potrà avvenire fino al 1° giorno di ogni mese per l'ingresso in tirocinio - salvo mancata approvazione da parte del Collegio Didattico - al 20° giorno dello stesso mese, con la sola eccezione del mese di agosto.

La domanda di ammissione va fatta pervenire all'Ufficio Didattica del Dipartimento di Chimica seguendo le indicazioni e utilizzando il modulo disponibile all'indirizzo

<https://chimica.cdl.unimi.it/it/studiare/stage-e-tirocini#collapse-accordion-10717-4>

Gli studenti ammessi a svolgere il tirocinio nell'ambito del progetto Erasmus devono presentare domanda prima della partenza per l'università di destinazione. In tal caso, si prescinde dal requisito dei CFU purchè gli studenti abbiano raggiunto, al ritorno, i 126 CFU mediante esami sostenuti all'estero. In caso contrario, il tirocinio non sarà valido ai fini del conseguimento del titolo di studio.

Relatori ufficiali

Il Relatore è il garante nei confronti del Collegio Didattico dell'attività assegnata allo studente e del suo corretto svolgimento.

In caso di tirocinio esterno, in aggiunta al relatore, è previsto un Relatore Esterno (o Tutore) che è il responsabile didattico-organizzativo dell'attività di tirocinio ed è individuato dall'azienda ospitante lo stage. Possono essere Relatori tutti i professori e ricercatori, che svolgono attività didattica di carattere chimico, afferenti al Collegio didattico o al Dipartimento di Chimica o facenti parte dei Dipartimenti raccordati alla Facoltà di Scienze e Tecnologie.

Il Relatore può essere coadiuvato da un Correlatore

Correlatori

Possono essere Correlatori di Tirocinio, oltre a tutti i Docenti inclusi nella categoria dei Relatori Ufficiali:

- i Docenti Ufficiali di altre Università e Politecnici anche stranieri,
- i laureati dichiarati cultori della materia,
- i dipendenti dell'Università degli Studi di Milano, inquadrati nel ruolo del personale non docente con livello uguale o superiore a D e dichiarati cultori della materia;
- i ricercatori C.N.R. che operino all'interno del Dipartimento di Chimica;
- gli esperti designati dalle strutture ospitanti le tesi sperimentali esterne.

Casi particolari potranno essere presi in considerazione dal CD, qualora vengano coinvolte persone di particolare rilevanza scientifico-tecnica. In tal caso, il Relatore deve documentare brevemente per iscritto la competenza specifica del Correlatore proposto sull'argomento della ricerca di tesi.

ALTRE DISPOSIZIONI

Eventuali casi anomali verranno esaminati dalla Commissione Tesi e Tirocinio, che formulerà le proprie decisioni e le sottoporrà all'approvazione del Collegio Didattico.

ADEMPIMENTI AL TERMINE DEL TIROCINIO

Una volta terminato il tirocinio è necessario redigere un breve elaborato scritto sul lavoro svolto che verrà discusso davanti ad una Commissione del Collegio Didattico; questa dovrà esprimere una valutazione che concorrerà alla determinazione del voto di laurea. Una volta effettuato il colloquio, la commissione consegna il verbale di fine tirocinio, controfirmato dal/i relatore/i, all'Ufficio Didattica del Dipartimento di Chimica

La discussione dell'elaborato finale (di limitato numero di pagine, indicativamente trenta) avverrà, come per un esame, davanti ad una Commissione di tre membri della stessa area scientifica. La Commissione è tenuta a porre domande al candidato inerenti al lavoro svolto e assegna 0-2.5 punti in base alla chiarezza espositiva e alla completezza delle argomentazioni.

1. Non va preparato un riassunto ma una breve presentazione, indicativamente 6-7 slides.
2. Il lavoro svolto in tirocinio dovrà affrontare principalmente aspetti pratici della vita di laboratorio e non necessariamente deve essere originale.
3. La proclamazione sarà collettiva ed avverrà una volta per ogni sessione di laurea.

4. Ci sarà un punteggio massimo di 2,5 punti a disposizione del relatore divisi tra capacità pratica e impegno a eseguire le istruzioni (0-1.5 punti) e apporto critico personale (0-1 punti).

Prova finale (Lauree Triennali)

ADEMPIMENTI AL TERMINE DEL TIROCINIO E AMMISSIONE ALLA PROVA FINALE

Per essere ammesso alla proclamazione ufficiale lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studio (compresa la prova di conoscenza della lingua inglese) e l'approvazione del tirocinio, per un totale di 177 CFU.

REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL LABORATORIO DI TESI CON PROVA FINALE

La tesi di laurea consiste in una dissertazione scritta su ricerche originali di carattere chimico compiute dallo studente al secondo anno, sotto la guida di un Relatore ed, eventualmente, di un Correlatore e svolte nel laboratorio precisato nella domanda di ammissione. La sua durata è di almeno un anno solare, comprensivo della frequenza dei corsi previsti nello stesso anno.

Le tesi di laurea si distinguono in:

- Tesi Sperimentali Interne
- Tesi Sperimentali Esterne

Si considerano Tesi sperimentali interne quelle svolte presso il Dipartimento di Chimica o i Dipartimenti raccordati alla Facoltà di Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Milano

Si considerano Tesi sperimentali esterne quelle svolte presso altre strutture universitarie, o presso Enti pubblici dotati di strutture adeguate. Sulla possibilità di svolgere queste Tesi si esprime il Collegio Didattico del Dipartimento di Chimica.

In tal caso, lo studente è tenuto a presentare domanda di ammissione al laboratorio di tesi esterna allegando:

- motivazione della richiesta di tesi sperimentale esterna (una cartella dattiloscritta) firmata dallo studente e controfirmata dal relatore (questi deve soddisfare le caratteristiche di Relatore Ufficiale indicate successivamente).
- programma dettagliato delle ricerche (una cartella dattiloscritta)
- una dichiarazione del responsabile della Struttura ospitante che attesti la disponibilità ad ospitare gratuitamente il laureando e a concedergli, sempre a titolo gratuito, l'uso delle attrezzature scientifiche.

Le domande devono essere presentate con congruo anticipo per consentire l'approvazione del CD del mese precedente l'ingresso in Tesi.

SESSIONI DI INGRESSO IN TESI DI LAUREA

Le entrate in tesi possono avvenire il primo giorno dei mesi di luglio, ottobre, dicembre e marzo.

L'entrata in tesi può avvenire il primo giorno dei mesi di luglio, ottobre, dicembre e marzo. Le domande di ammissione vanno presentate alla Segreteria Didattica entro il primo giorno del mese antecedente quello d'ingresso utilizzando il modulo scaricabile dal sito <http://old.ccdchim.unimi.it/corsiDiStudio/2020/F5Yof1/informazioni.html>

Il modulo va compilato esclusivamente al PC, salvato denominandolo cognome_tesi.pdf ed inviato all'indirizzo indicato sul modulo stesso e, per conoscenza, in copia cartacea anche al relatore.

RELATORI UFFICIALI

Il Relatore della Tesi di Laurea è il garante scientifico nei confronti del CD della ricerca assegnata al laureando e del suo corretto svolgimento. Il Relatore è unico.

Possono essere Relatori tutti i Professori e Ricercatori, che svolgono attività didattica di carattere chimico, afferenti al Collegio didattico o al Dipartimento di Chimica o facenti parte dei Dipartimenti raccordati alla Facoltà di Scienze e Tecnologie.

Il Relatore può essere coadiuvato da un massimo di due Correlatori.

CORRELATORI

Possono essere Correlatori di Tesi, oltre a tutti i Docenti inclusi nella categoria dei Relatori Ufficiali:

- i Docenti Ufficiali di altre Università e Politecnici anche stranieri,
- i laureati dichiarati cultori della materia,
- i dipendenti dell'Università degli Studi di Milano, inquadrati nel ruolo del personale non docente con livello uguale o superiore a D e dichiarati cultori della materia;
- i ricercatori C.N.R. che operino all'interno del Dipartimento di Chimica ;
- gli esperti designati dalle strutture ospitanti le tesi sperimentali esterne.

Casi particolari potranno essere presi in considerazione dal CD qualora vengano coinvolte persone di particolare rilevanza scientifico-tecnica. In tal caso, il Relatore deve documentare brevemente per iscritto la competenza specifica del Correlatore proposto sull'argomento della tesi.

Prova finale (Lauree Magistrali)

Per essere ammesso a sostenere la prova finale lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studio.

La prova finale consiste nella discussione della tesi di laurea.

SEDUTE DI LAUREA E RELATIVI ADEMPIMENTI

La domanda di laurea va compilata via web seguendo le procedure riportate al link

<https://www.unimi.it/it/studiare/frequentare-un-corso-di-laurea/concludere-gli-studi>

Il CCD del 19-1-2004 ha deliberato che l'elaborato finale e la tesi di laurea possono essere stilati anche in lingua inglese ma corredati da un ampio riassunto in italiano, a parte il Master's Degree in Industrial Chemistry.

Le Sedute di Laurea si terranno nei periodi:

CALENDARIO ACCADEMICO 2019-2020

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO		CALENDARIO ACCADEMICO 2019-2020											
2019	2020	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
1 Martedì 2 Mercoledì 3 Giovedì 4 Venerdì 5 Sabato 6 Domenica	1 Venerdì 2 Sabato 3 Domenica	1 Domenica 2 Lunedì 3 Martedì 4 Mercoledì 5 Giovedì 6 Venerdì 7 Sabato 8 Domenica	1 Mercoledì 2 Giovedì 3 Venerdì 4 Sabato 5 Domenica	1 Lunedì 2 Martedì 3 Mercoledì 4 Giovedì 5 Venerdì 6 Sabato 7 Domenica	1 Mercoledì 2 Giovedì 3 Venerdì 4 Sabato 5 Domenica	1 Sabato 2 Domenica	1 Domenica 2 Lunedì 3 Martedì 4 Mercoledì 5 Giovedì 6 Venerdì 7 Sabato 8 Domenica	1 Mercoledì 2 Giovedì 3 Venerdì 4 Sabato 5 Domenica	1 Venerdì 2 Sabato 3 Domenica	1 Lunedì 2 Martedì 3 Mercoledì 4 Giovedì 5 Venerdì 6 Sabato 7 Domenica	1 Mercoledì 2 Giovedì 3 Venerdì 4 Sabato 5 Domenica	1 Sabato 2 Domenica	1 Martedì 2 Mercoledì 3 Giovedì 4 Venerdì 5 Sabato 6 Domenica
7 Lunedì 8 Martedì 9 Mercoledì 10 Giovedì 11 Venerdì 12 Sabato 13 Domenica	4 Lunedì 5 Martedì 6 Mercoledì 7 Giovedì 8 Venerdì 9 Sabato 10 Domenica	9 Lunedì 10 Martedì 11 Mercoledì 12 Giovedì 13 Venerdì 14 Sabato 15 Domenica	6 Lunedì 7 Martedì 8 Mercoledì 9 Giovedì 10 Venerdì 11 Sabato 12 Domenica	8 Lunedì 9 Martedì 10 Mercoledì 11 Giovedì 12 Venerdì 13 Sabato 14 Domenica	6 Lunedì 7 Martedì 8 Mercoledì 9 Giovedì 10 Venerdì 11 Sabato 12 Domenica	10 Lunedì 11 Martedì 12 Mercoledì 13 Giovedì 14 Venerdì 15 Sabato 16 Domenica	9 Lunedì 10 Martedì 11 Mercoledì 12 Giovedì 13 Venerdì 14 Sabato 15 Domenica	13 Lunedì 14 Martedì 15 Mercoledì 16 Giovedì 17 Venerdì 18 Sabato 19 Domenica	4 Lunedì 5 Martedì 6 Mercoledì 7 Giovedì 8 Venerdì 9 Sabato 10 Domenica	6 Lunedì 7 Martedì 8 Mercoledì 9 Giovedì 10 Venerdì 11 Sabato 12 Domenica	13 Lunedì 14 Martedì 15 Mercoledì 16 Giovedì 17 Venerdì 18 Sabato 19 Domenica	11 Martedì 12 Mercoledì 13 Giovedì 14 Venerdì 15 Sabato 16 Domenica	7 Lunedì 8 Martedì 9 Mercoledì 10 Giovedì 11 Venerdì 12 Sabato 13 Domenica
14 Lunedì 15 Martedì 16 Mercoledì 17 Giovedì 18 Venerdì 19 Sabato 20 Domenica	11 Lunedì 12 Martedì 13 Mercoledì 14 Giovedì 15 Venerdì 16 Sabato 17 Domenica	16 Lunedì 17 Martedì 18 Mercoledì 19 Giovedì 20 Venerdì 21 Sabato 22 Domenica	13 Lunedì 14 Martedì 15 Mercoledì 16 Giovedì 17 Venerdì 18 Sabato 19 Domenica	15 Lunedì 16 Martedì 17 Mercoledì 18 Giovedì 19 Venerdì 20 Sabato 21 Domenica	13 Lunedì 14 Martedì 15 Mercoledì 16 Giovedì 17 Venerdì 18 Sabato 19 Domenica	17 Lunedì 18 Martedì 19 Mercoledì 20 Giovedì 21 Venerdì 22 Sabato 23 Domenica	16 Lunedì 17 Martedì 18 Mercoledì 19 Giovedì 20 Venerdì 21 Sabato 22 Domenica	14 Lunedì 15 Martedì 16 Mercoledì 17 Giovedì 18 Venerdì 19 Sabato 20 Domenica	15 Lunedì 16 Martedì 17 Mercoledì 18 Giovedì 19 Venerdì 20 Sabato 21 Domenica	15 Lunedì 16 Martedì 17 Mercoledì 18 Giovedì 19 Venerdì 20 Sabato 21 Domenica	19 Lunedì 20 Martedì 21 Mercoledì 22 Giovedì 23 Venerdì 24 Sabato 25 Domenica	17 Lunedì 18 Martedì 19 Mercoledì 20 Giovedì 21 Venerdì 22 Sabato 23 Domenica	14 Lunedì 15 Martedì 16 Mercoledì 17 Giovedì 18 Venerdì 19 Sabato 20 Domenica
21 Lunedì 22 Martedì 23 Mercoledì 24 Giovedì 25 Venerdì 26 Sabato 27 Domenica	18 Lunedì 19 Martedì 20 Mercoledì 21 Giovedì 22 Venerdì 23 Sabato 24 Domenica	23 Lunedì 24 Martedì 25 Mercoledì 26 Giovedì 27 Venerdì 28 Sabato 29 Domenica	18 Lunedì 19 Martedì 20 Mercoledì 21 Giovedì 22 Venerdì 23 Sabato 24 Domenica	22 Lunedì 23 Martedì 24 Mercoledì 25 Giovedì 26 Venerdì 27 Sabato 28 Domenica	20 Lunedì 21 Martedì 22 Mercoledì 23 Giovedì 24 Venerdì 25 Sabato 26 Domenica	24 Lunedì 25 Martedì 26 Mercoledì 27 Giovedì 28 Venerdì 29 Sabato 30 Domenica	23 Lunedì 24 Martedì 25 Mercoledì 26 Giovedì 27 Venerdì 28 Sabato 29 Domenica	21 Lunedì 22 Martedì 23 Mercoledì 24 Giovedì 25 Venerdì 26 Sabato 27 Domenica	22 Lunedì 23 Martedì 24 Mercoledì 25 Giovedì 26 Venerdì 27 Sabato 28 Domenica	22 Lunedì 23 Martedì 24 Mercoledì 25 Giovedì 26 Venerdì 27 Sabato 28 Domenica	26 Lunedì 27 Martedì 28 Mercoledì 29 Giovedì 30 Venerdì 31 Sabato	24 Lunedì 25 Martedì 26 Mercoledì 27 Giovedì 28 Venerdì 29 Sabato 30 Domenica	21 Lunedì 22 Martedì 23 Mercoledì 24 Giovedì 25 Venerdì 26 Sabato 27 Domenica
28 Lunedì 29 Martedì 30 Mercoledì 31 Giovedì	25 Lunedì 26 Martedì 27 Mercoledì 28 Giovedì 29 Venerdì 30 Sabato	30 Lunedì 31 Martedì	25 Lunedì 26 Martedì 27 Mercoledì 28 Giovedì 29 Venerdì 30 Sabato	29 Lunedì 30 Martedì 31 Giovedì	27 Lunedì 28 Martedì 29 Mercoledì 30 Giovedì	29 Lunedì 30 Martedì 31 Giovedì	28 Lunedì 29 Martedì 30 Mercoledì 31 Giovedì	29 Lunedì 30 Martedì 31 Giovedì	28 Lunedì 29 Martedì 30 Mercoledì 31 Giovedì	28 Lunedì 29 Martedì 30 Mercoledì 31 Giovedì	31 Lunedì	28 Lunedì 29 Martedì 30 Mercoledì	25 Lunedì 26 Martedì 27 Mercoledì 28 Giovedì 29 Venerdì 30 Sabato

APPENDICE B

INFORMAZIONI UTILI E SERVIZI PER GLI STUDENTI

Gli studenti possono consultare, per informazioni e aggiornamenti sui corsi di laurea, i seguenti siti web:

http://www.scienzefn.unimi.it	sito della facoltà di Scienze e Tecnologie
http://www.chimica.unimi.it	sito del Dipartimento di Chimica
http://users.unimi.it/chimp	sito della segreteria didattica dei Corsi di laurea Chimici
http://old.ccdchim.unimi.it/	sito del CD del Dipartimento di Chimica
http://www.cosp.unimi.it	sito del Centro di Orientamento allo Studio e alle Professioni
http://www.unimi.it/studenti/borse_premi/7033.htm	Le informazioni sulle borse di studio bandite dall'Ateneo

Presidente del Collegio Didattico del Dipartimento di Chimica

Prof.ssa Laura Maria Raimondi

Dipartimento di Chimica, via Golgi 19, ala C - 2° piano stanza 2011 – 20133 Milano

E mail: lauramaria.raimondi@unimi.it

Tel. 02 50314168

Orario di ricevimento studenti: riceve preferibilmente per appuntamento (telefonare o mandare una mail)

Rubrica telefonica, indirizzi e email ed orario di ricevimento docenti

E' possibile reperire i numeri telefonici, gli indirizzi email e l'orario di ricevimento dei docenti, attraverso un procedimento di ricerca guidata accessibile dalla sezione "chi e dove" del portale unimi: <http://www.unimi.it/chiedove/chiedove.jsp>

Rappresentanti degli studenti presso il CD

Indirizzo email dei rappresentanti degli studenti nel Collegio Didattico

studentichimica@unimi.it

Biblioteca Chimica

Al I piano dell'edificio dei dipartimenti chimici si trova la Biblioteca Chimica, che offre agli studenti i seguenti servizi:

- Internet point
- Consultazione banche dati
- Riviste elettroniche
- Prestito libri
- Document Delivery
- Informazioni bibliografiche
- Fotocopie

Per ulteriori informazioni su questi servizi è possibile consultare il sito internet della struttura <http://www.sba.unimi.it/Biblioteche/chimica/1873.html>

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN
CHIMICA
(L-27)**

MANIFESTO DEGLI STUDI

GENERALITA'

Classe di laurea di appartenenza: L-27 SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

Titolo rilasciato: Dottore

Durata del corso di studi: 3 anni

Cfu da acquisire totali: 180

Annualità attivate: 1°, 2°, 3°

Modalità accesso: Programmato

Codice corso di studi: F5X

RIFERIMENTI

Presidente Collegio Didattico

Prof.ssa Laura Maria Raimondi

Docenti tutor

Proff. Silvia Ardizzone, Luigi Falciola, Alessandra Puglisi, Dott.sa Francesca Tessore

Sito web del corso di laurea

<http://www.ccdchim.unimi.it>

*** Referente AQ del Corso di Laurea ***

Prof. Daniele Passarella

Dipartimento di Chimica

Via Golgi, 19 - 20133 MILANO <http://www.chimica.unimi.it>

IMMATRICOLAZIONI E AMMISSIONI

<http://www.unimi.it/studenti/matricole/77598.htm>

Segreterie studenti

Via Celoria, 22 - 20133 MILANO <http://www.unimi.it/studenti/segreterie/773.htm> <http://www.unimi.infostudente.it>

Ufficio per la Didattica del Dipartimento di Chimica

Via Golgi, 19 - 20133 MILANO Tel. 02 50314419 dal lunedì al venerdì ore 10.00-12.00, in altri orari su appuntamento
<http://users.unimi.it/chimp> Email: didattica.dipchi@unimi.it, skype: [segreteriachimica](https://www.skype.com/name/segreteriachimica)

CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI

Premessa

Il Corso si propone di fornire agli studenti un'adeguata padronanza dei metodi e contenuti scientifici di base nei principali settori delle Scienze Chimiche per facilitare un agevole inserimento nel mondo del lavoro e/o per accedere ad un successivo corso di Laurea Magistrale.#

Il percorso formativo consente al laureato di possedere abilità e conoscenze idonee a svolgere attività professionali nell'ambito della ricerca chimica quali l'applicazione delle procedure e dei protocolli chimici, lo sviluppo e la caratterizzazione di nuovi prodotti e materiali, la sperimentazione di nuove tecnologie, la realizzazione di analisi chimiche e controlli qualità.

Il laureato potrà ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di chimico-junior.

EUROBACHELOR®. Il corso di laurea in Chimica dell'Università degli Studi di Milano è tra i primi in Italia ad avere ricevuto nel dicembre 2009 l'Eurobachelor Label. L'accreditamento Eurobachelor viene assegnato da un'apposita commissione designata dalla European Thematic Association, che riunisce università e società chimiche europee.

L'Eurobachelor Label qualifica il titolo di studio, fornito dalla laurea triennale in Chimica, come laurea riconosciuta dalle altre istituzioni universitarie europee e dà il diritto di accesso automatico ai corsi delle Lauree Magistrali di carattere chimico in ambito europeo.

Obiettivi formativi generali e specifici

Il corso si propone di realizzare i seguenti obiettivi formativi:

- * fornire adeguate conoscenze dei diversi settori della chimica, negli aspetti di base, teorici, sperimentali e applicativi e una adeguata preparazione di base nelle discipline matematiche e fisiche;
- * fornire un'adeguata padronanza nell'utilizzo delle conoscenze chimiche in relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche;
- * fornire una buona conoscenza delle metodiche sperimentali di laboratorio;
- * fornire adeguate conoscenze di base di carattere chimico, utile per l'inserimento in attività lavorative che richiedano familiarità col metodo scientifico;
- * sviluppare la capacità di applicare metodi e tecniche innovative e di utilizzare attrezzature complesse;

* sviluppare la capacità di adeguarsi all'evoluzione della disciplina, d'interagire con le professionalità culturalmente contigue e di continuare gli studi nei corsi di Laurea Magistrale.

Abilità e competenze acquisite

- Acquisizione di competenze teoriche e operative con riferimento ai settori principali della chimica ed alle norme di sicurezza da attuare nei laboratori chimici.

- Capacità di raccogliere, analizzare ed elaborare dati ottenuti in laboratorio, di eseguire procedure sperimentali e di stendere relazioni al riguardo, di utilizzare in sicurezza e smaltire correttamente sostanze chimiche.

- Consapevole autonomia di giudizio: capacità di interpretazione di dati sperimentali di laboratorio, conduzione di esperimenti, proposta di soluzione di problemi analitici, collocazione delle conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline, reperimento e vaglio di fonti di informazione, dati e letteratura chimica.

I laureati in Chimica dovranno essere in grado di comunicare gli esiti delle proprie analisi e valutazioni in modo chiaro ed efficace utilizzando sistemi di elaborazione di testi per la preparazione dell'elaborato finale e delle relazioni dei corsi di laboratorio e moderne tecniche di presentazione multimediale, anche nella lingua più diffusa nei contesti lavorativi internazionali di riferimento (inglese). Dovranno altresì essere in grado sia di lavorare in gruppo, che di operare in autonomia.

I risultati d'apprendimento attesi sono: l'acquisizione di adeguate capacità per lo sviluppo e l'aggiornamento delle competenze per quanto riguarda le ricerche bibliografiche, banche dati e altre informazioni in rete, l'acquisizione di un'autonomia che consenta di consultare libri di testo avanzati e riviste specializzate nei settori di ricerca della chimica e delle discipline scientifiche, e la capacità di un pronto inserimento nel mondo del lavoro.

Profilo professionale e sbocchi occupazionali

I laureati saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali e relative funzioni nei seguenti ambiti occupazionali:

- nella ricerca in campo chimico e farmaceutico
- nei settori della sintesi di nuovi prodotti e di nuovi materiali, applicando le metodiche disciplinari di indagine acquisite
- nella realizzazione e caratterizzazione di nuovi prodotti
- nella sperimentazione di nuove tecnologie
- nello studio di soluzioni per il miglioramento dei prodotti e della loro sintesi e caratterizzazione

Sbocchi occupazionali sono l'industria chimica, con particolare riguardo alla chimica fine, all'industria farmaceutica ed ai laboratori di ricerca e sviluppo, sia in ambito pubblico che privato ed in particolare presso enti di ricerca pubblici e privati, laboratori di analisi, controllo e certificazione qualità ed industrie e ambienti di lavoro che richiedono conoscenze di base nei settori della chimica.

Il corso prepara alle professioni di Chimico e di Ricercatore nelle scienze chimiche e farmaceutiche.

Per il laureato di questa classe è prevista l'iscrizione all'Albo dell'Ordine nazionale dei Chimici come Chimico-junior, previo superamento dell'Esame di Stato.

Conoscenze per l'accesso

Conoscenze di base in matematica, chimica e capacità di operare semplici deduzioni logiche secondo livelli di competenza non superiori a quelli derivanti dalla preparazione fornita dalla scuola secondaria di secondo grado.

Lauree Magistrali a cui si può accedere

La Laurea in Chimica consente l'accesso alle seguenti lauree magistrali attive presso l'Università degli Studi di Milano: LM in Scienze Chimiche (classe LM-54) e LM in Industrial Chemistry (classe LM-71).

Struttura del corso

Il corso di laurea in Chimica si presenta strutturato nell'arco di tre anni e si articola in un solo curriculum di tipo Culturale Metodologico.

Il corso prevede lo svolgimento di un periodo di tirocinio finale sperimentale, prevalentemente dedicato ad esperienze in campo sintetico e/o strumentale, presso i laboratori dell'Università degli Studi di Milano oppure presso aziende od enti, mediante stipula di apposite convenzioni. Un tutor universitario, poi relatore di laurea, si farà garante del livello qualitativo di predetta attività. Il lavoro svolto viene accertato attraverso l'elaborazione di una relazione finale e, in caso di tirocinio presso enti esterni, la certificazione da parte dell'ente ospitante.

Tipo percorso

La durata normale del corso di laurea in Chimica è di tre anni. Per il conseguimento della laurea lo studente deve acquisire 180 crediti formativi (CFU).

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in CFU, articolati secondo quanto disposto dal Regolamento didattico d'Ateneo.

I CFU sono una misura del lavoro di apprendimento richiesto allo studente e corrispondono ciascuno ad un carico standard di 25 ore di attività, comprendenti:

- 8 ore di lezioni frontali con annesse 17 ore di studio individuale;
- 16 ore di esercitazioni o di laboratorio con 9 ore di studio individuale;
- 25 ore di attività formative relative alla preparazione della prova finale.

Articolazione degli insegnamenti

La didattica è organizzata per ciascun anno di corso in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 13 settimane ciascuno. Sono previste lezioni frontali, esercitazioni pratiche, corsi di laboratorio. Alcuni corsi sono annuali.

Obbligo di frequenza

La frequenza ai laboratori è obbligatoria, in tutti gli altri casi fortemente consigliata.

MODALITA' DI ACCESSO: 1° ANNO PROGRAMMATO

N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in Italia

8

N° posti assegnati

130

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI**PROPEDEUTICITA'**

- Gli esami di "Istituzioni di matematica" e di "Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica" devono essere sostenuti prima degli esami del 2° anno e del 3° anno.
- Gli esami di "Fisica Generale" e di "Complementi di matematica e Calcolo Numerico" devono essere sostenuti prima degli esami del 3° anno.
- L'esame di "Chimica organica I" deve essere sostenuto prima di quelli di "Laboratorio di chimica organica", di "Chimica biologica" e di "Approfondimenti di Chimica organica".
- L'esame di "Chimica Organica II" deve essere sostenuto prima di quello di "Approfondimenti di Chimica organica".
- Gli esami indicati come I corso devono essere sostenuti prima dei corrispondenti esami indicati come II corso.

Si consiglia, comunque, di sostenere gli esami di ciascun semestre prima di sostenere quelli dei semestri successivi.

1° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie					
Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
<i>annuale</i>	Fisica generale		9	FIS/08, FIS/07, FIS/06, FIS/05, FIS/04, FIS/03, FIS/02, FIS/01	60 ore Lezioni, 24 ore Esercitazioni
<i>1 semestre</i>	Accertamento di lingua inglese - livello B1 (3 CFU)		3	L-LIN/12	
<i>1 semestre</i>	Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica generale e inorganica	6	CHIM/03	32 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
		Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica	6	CHIM/03	16 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
<i>1 semestre</i>	Istituzioni di matematica		9	MAT/09, MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08	56 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
<i>2 semestre</i>	Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica analitica I	6	CHIM/01	48 ore Lezioni
		Modulo: Laboratorio di chimica analitica I	6	CHIM/01	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
<i>2 semestre</i>	Chimica organica I		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>2 semestre</i>	Complementi di matematica e calcolo numerico		6	MAT/09, MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08	32 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni, 16 ore Laboratori
Totale CFU obbligatori			58		
2° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie					
Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
<i>annuale</i>	Chimica inorganica		8	CHIM/03	48 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
<i>annuale</i>	Chimica organica II		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>annuale</i>	Laboratorio di chimica organica (tot. cfu:10)	Unità didattica: Laboratorio di chimica organica 1	5	CHIM/06	8 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
		Unità didattica: Laboratorio di chimica organica 2	5	CHIM/06	8 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
<i>1 semestre</i>	Chimica biologica		6	BIO/10	48 ore Lezioni
<i>1 semestre</i>	Chimica fisica I		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
<i>1 semestre</i>	Laboratorio di chimica fisica I		6	CHIM/02	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
<i>2 semestre</i>	Chimica analitica II/Laboratorio di chimica analitica II (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica analitica II	6	CHIM/01	48 ore Lezioni
		Modulo: Laboratorio di chimica analitica II	6	CHIM/01	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
Totale CFU obbligatori			55		
Attività a scelta					
<p>Nel secondo anno di corso lo studente deve acquisire 6 CFU scegliendo liberamente tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo che risultino funzionali al percorso formativo della LT in Chimica.</p> <p>Si consiglia agli studenti di attingere alla lista degli insegnamenti da 6 CFU delle LM in Scienze Chimiche ed in Industrial Chemistry.</p>					

3° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie					
Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
<i>1 semestre</i>	Applicazioni di chimica analitica strumentale		6	CHIM/01	48 ore Lezioni
<i>1 semestre</i>	Chimica dei composti di coordinazione con laboratorio		10	CHIM/03	56 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
<i>1 semestre</i>	Chimica fisica II/Laboratorio di chimica fisica II (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica fisica II	6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Modulo: Laboratorio di chimica fisica II	6	CHIM/02	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
<i>2 semestre</i>	Approfondimenti di chimica organica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
<i>2 semestre</i>	Chimica fisica III		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
<i>2 semestre</i>	Tirocinio		12		
		Totale CFU obbligatori	52		
Attività a scelta					
<p>Nel terzo anno di corso lo studente deve acquisire 6 CFU scegliendo liberamente tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo che risultino funzionali al percorso formativo della LT in Chimica. Si consiglia agli studenti di attingere alla lista degli insegnamenti da 6 CFU delle LM in Scienze Chimiche ed in Industrial Chemistry.</p>					
Attività conclusive					
	Prova finale		3		
		Totale CFU obbligatori	3		

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

Applicazioni di chimica analitica strumentale

Instrumental analytical chemistry applications

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. COLOMBO VALENTINA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14450 - v. Venezian, 21

Mail: Valentina.Colombo@unimi.it

Prof. VASILE FRANCESCA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14085 - v. Venezian, 21

Mail: Francesca.Vasile@unimi.it

L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- interpretare eventi termici in analisi DSC e TGA
- interpretare gli spettri di diffrazione di polveri, utilizzare le banche dati ed effettuare semplici analisi qualitative e quantitative di miscele di polveri policristalline
- interpretare il risultato di un'analisi multivariata
- interpretare spettri e individuare la struttura di semplici composti organici dai relativi spettri ^1H e ^{13}C NMR e MS.

Obiettivi

Il corso fornisce le basi su i) principi e applicazioni della diffrazione di polveri; ii) analisi termiche; iii) analisi chemiometriche; iv) spettroscopia di massa v) risonanza magnetica nucleare, per rendere gli studenti autonomi nella risoluzione di problematiche qualitative e quantitative comuni.

Programma

Principi della diffrazione, Aspetti pratici della diffrazione di polveri; Analisi qualitativa e quantitativa delle fasi presenti in una miscela mediante diffrazione a polveri; La banca dati ICDD ed il suo uso per il riconoscimento delle fasi; Gli standard NIST per la diffrazione a polveri; La caratterizzazione della microstruttura. Esempi di applicazioni industriali della diffrazione di polveri in ambito farmaceutico e della scienza dei materiali. Analisi termiche: principi. Termogravimetria e calorimetria a scansione differenziale. Principi di analisi multivariata.

Principi di Spettrometria di Massa (MS), aspetti pratici della MS, determinazioni strutturali di composti organici, applicazioni di HPLC-MS. Le basi della spettroscopia di NMR ^1H e ^{13}C . Chemical shift e costante di accoppiamento. Dipendenza del chemical shift e della costante di accoppiamento dalla struttura di molecole organiche. Tecniche monodimensionali. Esempi di interpretazione di spettri NMR e MS.

Materiale di riferimento

- Analisi di Materiali Policristallini Mediante Tecniche di Diffrazione, Guagliardi & Masciocchi Ed.s, Insubria University Press, Varese 2007.
- Guida Pratica alla Interpretazione di Spettri NMR, Antonio Randazzo, Loghia, 2018
- Dispense dei docenti

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Conoscenze dei concetti di base della chimica organica, della struttura molecolare.

Matematica e calcolo numerico (come da programma del primo anno)

Modalità di esame

Scritto: L'esame è organizzato in una prova scritta del valore massimo di 30/30 (trenta). La prova sarà divisa in due parti, una parte riguarderà il programma svolto sulla diffrazione e una parte quello su MS ed NMR. Ogni parte sarà composta da domande sulla teoria ed esercizi e assegnerà 15 (quindici) punti.

Eventuali informazioni aggiuntive sulle modalità di valutazione saranno illustrate durante il corso.

Scritto: L'esame è organizzato in una prova scritta del valore massimo di 30/30 (trenta). La prova sarà divisa in due parti, una parte riguarderà il programma svolto sulla diffrazione e una parte quello su MS ed NMR. Ogni parte sarà composta da domande sulla teoria ed esercizi e assegnerà 15 (quindici) punti.

Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II

Chimica generale e inorganica.

Complementi di matematica e calcolo numerico.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Pagine web

<https://ariel.unimi.it/>

Approfondimenti di chimica organica

Organic chemistry advanced

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. PASSARELLA DANIELE, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14081 - v. Venezian, 21

Mail: daniele.passarella@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Pianificare una sintesi sulla base dell'analisi retrosintetica. Utilizzare le conoscenze di base per spiegare il ruolo di reagenti, solventi e condizioni. Proporre meccanismi plausibili per spiegare la formazione di prodotti inaspettati. Valutare problemi connessi allo scale-up di particolari reazioni o preparazioni.

Obiettivi

L'obiettivo del corso è sviluppare nello studente una base fondamentale di conoscenza delle reazioni organiche nel contesto della sintesi organica. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di iniziare a leggere con spirito critico la moderna letteratura riguardante la sintesi organica e di proporre plausibili sequenze sintetiche semplici. Il corso è generalmente accompagnato da due o tre seminari tenuti da esperti di industrie impegnate nella sintesi chimica.

Programma

Analisi retrosintetica e strategie di sintesi: composti 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5 - 1,6 difunzionalizzati. (7 ore)

Interconversione dei gruppi funzionali: a) uso di alcoli per formazione di agenti alchilanti, b) introduzione di gruppi funzionali attraverso reazioni di sostituzione nucleofila, c) interconversione di derivati di acidi carbossilici. (6 ore)

Protezione di gruppi funzionali (OH, NH₂, CO, COOH): principali gruppi protettivi, revisione dei meccanismi di reazioni coinvolti nelle principali reazioni di protezione e di deprotezione. (14 ore)

Reazioni di ossidazione: ossidazioni di alcoli ad aldeidi, chetoni ed acidi carbossilici; addizione di ossigeno al doppio legame carbonio-carbonio, ossidazione allilica, rottura ossidativa del doppio legame carbonio-carbonio, ossidazione di chetoni ed aldeidi. (10 ore)

Reazioni di riduzione: addizione di idrogeno a doppi legami; idrogenazione catalitica di carbonili; reagenti che trasferiscono idrogeno; reazioni con idruri del III e IV gruppo; riduzioni con metalli in soluzione; deossigenazione riduttiva di gruppi carbonilici. (7 ore)

Analisi critica di sintesi riportate in letteratura con particolare riferimento ai diversi argomenti trattati nel corso. (4 ore)

Materiale di riferimento

a) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science.

b) S. Warren, P. Wyatt – Organic Synthesis: The Disconnection approach. 2008 Wiley

c) S. Warren, P. Wyatt – Workbook for Organic Synthesis: The Disconnection approach. II Edition, 2008 Wiley

d) J. Clayden, N. Greeves, S. Warren – Organic Chemistry, II Edition, 2012 Oxford

Prerequisiti e modalità d'esame, con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenza della chimica organica di base. Convenzionali tecniche di purificazione e di caratterizzazione strutturale (NMR, MS, IR)

Modalità di esame

Scritto e orale. Lo scritto è generalmente composto da 6-10 domande riguardanti sintesi guidate, meccanismi di reazione, sintesi di semplici molecole polifunzionalizzate o analisi critica di schemi di sintesi riportate in recenti articoli di letteratura. La prova orale chiarisce e approfondisce dettagli relativi alle domande della prova scritta

Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II della laurea triennale.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata ed accompagnata da due prove in itinere per valutare il livello di apprendimento e l'efficacia del corso

Modalità di erogazione: Tradizionale

Copie delle slide presentate a lezione unitamente a materiale ritenuto utile per eventuali approfondimenti sono rese disponibili in Ariel al termine della lezione

Pagine web

<http://dpassarellaaco.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/default.aspx>

Chimica analitica II/Laboratorio di chimica analitica II

Analytical chemistry II with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica analitica II , Modulo: Laboratorio di chimica analitica II totale cfu 12

Prof. BRUNI SILVIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14393 - v. Venezian, 21

Mail: silvia.bruni@unimi.it

Prof. FERMO PAOLA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14246 - v. Golgi, 19 02503 14388 - v. Venezian, 21

Mail: paola.fermo@unimi.it

Prof. VILLA ALBERTO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14361 - v. Venezian, 21

Mail: Alberto.Villa@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/01 (12 cfu)

Modulo: Chimica analitica II 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica analitica II 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di selezionare le tecniche più adeguate alla risoluzione di un problema analitico e di comprenderne i risultati a livello elementare

Obiettivi

Acquisizione delle conoscenze di base sui fondamenti teorici e le applicazioni delle principali tecniche di analisi chimica strumentale, spettroscopiche e cromatografiche, per l'analisi elementare e molecolare.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenze acquisite nei corsi di chimica generale e chimica analitica I

Modalità di esame:

Scritto: l'esame si articola in due prove scritte, una per ciascun modulo. Per il modulo di Chimica Analitica II è previsto un questionario con 10 domande a risposta aperta ma breve riguardanti gli aspetti teorici ed applicativi delle tecniche analitiche trattate nel corso. L'esame ha una durata di 75 minuti. La valutazione delle risposte sarà fatta principalmente prendendo in considerazione il grado di pertinenza agli argomenti in oggetto.

Per il modulo di Laboratorio di Chimica Analitica II è previsto un questionario di 6 domande aperte riguardanti, anche in questo caso, gli aspetti teorici ed applicativi delle tecniche analitiche trattate nel corso; la durata dell'esame è di un'ora.

Ai fini del risultato finale saranno presi in considerazione anche le valutazioni delle relazioni dell'attività pratica di laboratorio.

Propedeuticità consigliate

Chimica analitica I

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

obbligatoria per il laboratorio; fortemente consigliata per le lezioni teoriche

Modalità di erogazione:

Tradizionale – Lezioni frontali e laboratori

Pagine web

<http://sbrunica2.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica analitica II

Programma

Criteri di scelta del metodo analitico. Introduzione ai metodi di analisi spettroscopici. Metodi di analisi elementare: spettroscopia atomica ottica, spettrometria di massa atomica, fluorescenza di raggi X. Metodi di analisi molecolare: spettroscopie vibrazionali IR e Raman, spettroscopia di assorbimento e di luminescenza nell'UV-visibile, risonanza magnetica nucleare, spettrometria di massa molecolare e sue combinazioni con le tecniche cromatografiche.

Materiale di riferimento

D. A. Skoog, F. J. Holler, S. R. Crouch, Chimica Analitica Strumentale, EdiSES

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica analitica II

Programma

Obiettivi

Apprendimento delle caratteristiche e dell'utilizzo delle più diffuse tipologie di strumentazione per analisi chimica.

Competenze acquisite

Acquisizione della capacità di scegliere un metodo analitico e di impostare semplici protocolli di analisi.

Lezioni teoriche- 3 CFU:

Prima parte : trattamento dei dati analitici; tipologie di errore associato ai dati; precisione, esattezza e accuratezza; deviazione standard, RSD e limiti di fiducia; Metodi di calibrazione (costruzione della retta di calibrazione e metodo delle aggiunte); test statistici (t ed F); validazione di un metodo analitico; MR e MRC; sensibilità di una tecnica; definizioni di LOD e LOQ; carte di controllo; metodi per la preparazione del campione: dissoluzione acida, digestione in recipiente aperto e in forno mineralizzatore, estrazione mediante le tecniche SPE ed SPME; confronto tra i metodi estrattivi e scelta di un metodo .

Seconda parte : Classificazione dei metodi cromatografici e principi generali delle tecniche cromatografiche, gas-cromatografia (GC), cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), gascromatografia-spettrometria di massa (GC-MS), cromatografia liquida-spettrometria di massa (HPLC-MS).

Esercitazioni pratiche – 3 CFU: analisi quantitativa mediante le tecniche strumentali illustrate durante le lezioni: tecniche di analisi elementare (AAS, AES e ICP-OES) tecniche spettroscopiche (UV-Vis, fluorimetria, FT-IR) e metodi cromatografici (GC, HPLC e IC).

Propedeuticità consigliate

chimica generale e chimica analitica I

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Pagina web del corso

<http://labca2.ariel.ctu.unimi.it>

Materiale di riferimento

Slides fornite dai docenti e disponibili sul sito Ariel del corso;

testo:

Skoog, West Holler, Introduzione alla chimica analitica

Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I

Analytical chemistry I with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica analitica I , Modulo: Laboratorio di chimica analitica I totale cfu 12

Prof. FALCIOLA LUIGI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14057 - v. Venezian, 21 02503 14210 -

Mail: luigi.falciola@unimi.it

Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14211 - v. Golgi, 19 02503 14213 - v. Golgi, 19

Mail: patrizia.mussini@unimi.it

Prof. PIFFERI VALENTINA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14222 - v. Golgi, 19

Mail: Valentina.Pifferi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/01 (12 cfu)

Modulo: Chimica analitica I 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica analitica I 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di applicare elementi di statistica per valutare l'affidabilità e significatività di dati analitici, anche in collegamento con le esercitazioni in laboratorio.

Capacità di trattare gli equilibri in soluzione e i potenziali elettrodi anche in termini di attività, e di applicare tali conoscenze per la previsione e l'interpretazione di curve di titolazione basate su equilibri acido/base, redox, di precipitazione e di complessazione, seguite strumentalmente o colorimetricamente, come in parte sperimentato in laboratorio.

Conoscenza di base di principi, protocolli e applicazioni di fondamentali tecniche elettroanalitiche (conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria), con la possibilità di sperimentarne alcune nelle esercitazioni di laboratorio.

Obiettivi

Definizioni e concetti di base in Chimica Analitica; elementi di statistica applicata alla chimica analitica; interpretazione di equilibri acido/base, di precipitazione, di complessazione e redox in soluzioni acquose, e applicazione all'analisi volumetrica; fondamenti di elettroanalisi: conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Fondamenti di chimica generale ed inorganica, calcoli stechiometrici di base; elementi di analisi matematica e di metodi numerici.

Modalità d'esame

Modulo Chimica analitica I

Il voto del corso globale di Chimica Analitica I e Laboratorio (12 CFU) viene assegnato combinando le valutazioni ottenute per il modulo di teoria e quello di laboratorio (vedi scheda relativa sulle modalità di questa parte di esame).

Per il modulo di teoria sono previste:

1 prova scritta di 3 ore sulle prime due parti del corso (principalmente problemi ed esercizi numerici; alcune brevi domande);

1 prova orale (15 minuti circa) sulla terza parte del corso (tecniche elettroanalitiche).

A questa prova, con la quale si completa l'esame acquisendo il voto complessivo, si può accedere solo avendo già concluso sia la prova scritta di teoria sia quella di laboratorio, ambedue con valutazione almeno sufficiente.

Modulo Laboratorio Chimica Analitica I

Esame scritto (2 ore) basato su 4 domande a risposta aperta lunga. In particolare: 2 esercizi di calcoli stechiometrici/analitici + 2 domande relative alle prove di laboratorio e/o alla parte teorica del corso. Verranno valutati in itinere anche il comportamento in laboratorio, il quaderno di laboratorio e le due relazioni intermedie di laboratorio.

Propedeuticità consigliate

Corso di Chimica generale e inorganica con Laboratorio, Corsi di Matematica.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata per le lezioni teoriche, obbligatoria per il laboratorio

Modalità di erogazione

Tradizionale

Per una efficace integrazione col corso di laboratorio (la seconda parte del quale è dedicata alla elettroanalisi), la terza parte del corso di teoria può essere svolta prima della seconda

Pagine web

<http://users.unimi.it/ECEA> <http://users.unimi.it/ELAN>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica analitica I

Obiettivi

Definizioni e concetti di base in Chimica Analitica; elementi di statistica applicata alla chimica analitica; interpretazione di equilibri acido/base, di precipitazione, di complessazione e redox in soluzioni acquose, e applicazione all'analisi volumetrica; fondamenti di elettroanalisi: conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria.

Programma

Parte 1 Concetti propedeutici. La Chimica Analitica: definizione, storia, rilevanza. Metodi analitici. Passi nella messa a punto ed esecuzione di una analisi, con cenni al problema del campionamento. Elementi di teoria degli errori applicata alla chimica analitica; criteri per il trattamento dei dati e test statistici. Scale di concentrazione, forza ionica, attività, coefficienti di attività. Costanti di equilibrio, stati standard. Legge di Nernst, pile ed elettrodi ionoreversibili, scala dei potenziali elettrodi.

Parte 2 Equilibri in soluzione e analisi volumetrica. I metodi di titolazione: definizioni, classificazione, standard. Titolazioni acido/base, per precipitazione, per complessazione, redox: descrizione matematica dei corrispondenti equilibri e costruzione e interpretazione di diagrammi di titolazione per sistemi modello. Diagrammi di speciazione e di Pourbaix.

Parte 3 Elettroanalisi. Conduttimetria, potenziometria (elettrodi ionoselettivi, pH-metria e p-Ionometria, potenziale redox, durezza delle acque), voltammetria (voltammetria ciclica, polarografia, tecniche pulsate e di stripping per l'analisi di tracce), amperometria (acqua in tracce con

metodo Karl Fischer, ossigeno disciolto con metodo Clark), biosensori e lingue/nasi elettronici (cenni). Fondamenti teorici, strumentazione, protocolli operativi (standard, misure dirette, titolazioni strumentali) ed esempi di applicazione.

Materiale di riferimento

Testo raccomandato
Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole (o l'edizione corrispondente italiana)
Materiale integrativo e fogli elettronici modello forniti dal docente (scaricabili dal sito con password)
Altro testo di carattere generale: Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co. (o l'edizione corrispondente italiana).
Per un approfondimento degli equilibri acido/base e della costruzione delle corrispondenti curve di titolazione: Robert De Levie Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations, Oxford Chemistry Primers.

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica analitica I

Obiettivi

Conoscenza delle procedure, dei protocolli sperimentali e dei calcoli di base in Chimica Analitica. Padronanza delle titolazioni colorimetriche e delle tecniche elettroanalitiche fondamentali: conduttimetria, potenziometria, amperometria.

Programma

Obiettivi
Conoscenza delle procedure, dei protocolli sperimentali e dei calcoli di base in Chimica Analitica. Padronanza delle titolazioni colorimetriche e delle tecniche elettroanalitiche fondamentali: conduttimetria, potenziometria, amperometria.

Competenze acquisite

Utilizzo, anche a livello sperimentale, delle principali tecniche analitiche di base: titolazioni colorimetriche e tecniche elettroanalitiche fondamentali. Utilizzo di un foglio elettronico per il trattamento dei dati. Principi del trattamento statistico del dato analitico e della teoria degli errori.

Programma

Lezioni [16 ore] Concentrazione e scale di concentrazione. Diluizioni. Materiali e reagenti in laboratorio. Strumentazione per le misure di volume e di massa. Caratteristiche di un metodo analitico, metodi di predizione e analisi. Norme di sicurezza. Good laboratory practice. Principi generali delle titolazioni acido-base, per precipitazione, di complessazione, redox.

Principi generali di conduttimetria, potenziometria e pH-metria, amperometria.

Illustrazione delle metodiche di laboratorio.

Esercitazioni numeriche [8 ore] Calcoli relativi alla preparazione di soluzioni e alle titolazioni. Utilizzo del foglio elettronico Excel per il trattamento dei dati sperimentali acquisiti in Laboratorio.

Esercitazioni sperimentali [48 ore]

1) Analisi volumetrica con indicatori colorimetrici: preparazione di soluzioni standard, titolazioni acido/base (KHP, TRIS, aceto, bicarbonati), titolazioni con formazione di complessi (durezza delle acque con EDTA); titolazioni per precipitazione (cloruri con metodi di Mohr e di Fajans); titolazioni per ossidoriduzione (iodio, acido ascorbico) [24 ore].

2) Elettroanalisi: Conduttimetria: taratura del conduttimetro, misure dirette di conduttività specifica, titolazioni conduttimetriche [4 ore].

Potenziometria: costruzione di un elettrodo ionoselettivo, sua taratura e suo uso per determinazione diretta di plone; taratura e misure dirette di pH; titolazioni potenziometriche acido/base (HCl, HCl+CH₃COOH, riconoscimento di un amminoacido incognito), per precipitazione (cloruri nella pasta all'uovo), per complessazione (durezza delle acque), redox (determinazione del ferro) [16 ore]. Amperometria: titolazione a due elettrodi della vitamina C in campioni reali (pastiglie e succhi di frutta) [4 ore].

Propedeuticità consigliate

Corso di Chimica generale e inorganica con Laboratorio, Corsi di Matematica.

Prerequisiti

Fondamenti di chimica generale ed inorganica, stechiometria di base, matematica di base.

Modalità di esame:

Esame scritto (2 ore) basato su 5 domande a risposta aperta lunga. In particolare: 2 esercizi di calcoli stechiometrici/analitici + 2 domande relative alle prove di laboratorio e 1 domanda relativa alla parte teorica del corso. Verranno valutati in itinere anche il comportamento in laboratorio, il quaderno di laboratorio e le due relazioni intermedie di laboratorio.

Il corso è integrato con il Corso di Chimica Analitica 1, la cui modalità di esame è descritta nella relativa scheda.

Modalità di frequenza:

Obbligatoria

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

Pagina web del corso

<http://users.unimi.it/ELAN>

Materiale di riferimento

Materiale di riferimento

- Presentazioni Power Point delle lezioni, fogli elettronici modello, esercizi risolti, metodiche sperimentali di laboratorio. Tutto questo materiale è scaricabile dal sito web dei docenti.

Testo raccomandato:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.

In alternativa:

- Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co.

Chimica biologica

Biological chemistry

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; totale cfu 6

Prof. ALIVERTI ALESSANDRO, DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE

Indirizzo: 02503 14897 - v. Celoria, 26

Mail: alessandro.aliverti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu BIO/10 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di ricondurre le caratteristiche fondamentali dei sistemi viventi e delle trasformazioni che li riguardano ai soggiacenti principi chimici e fisici che governano le sostanze di cui sono costituiti. Capacità di trattare in maniera quantitativa le interazioni proteina-ligando e la cinetica enzimatica. Capacità di interpretare i fenomeni metabolici sulla base ai principi della termodinamica. Capacità di cogliere il significato biologico delle principali vie del metabolismo intermedio, con speciale riguardo al metabolismo energetico, e di riconoscerne le mutue interrelazioni. Capacità di riconoscere come il bilancio metabolico complessivo dei diversi gruppi di organismi viventi si inquadri nei cicli biogeochimici dei principali bioelementi.

Obiettivi

Comprensione dei fenomeni biologici come proprietà emergenti dall'interazione fisica e chimica tra le componenti molecolari della materia vivente. Comprensione della logica chimica alla base della struttura molecolare degli organismi viventi e delle trasformazioni chimiche che li riguardano. Comprensione, in una prospettiva evolutivistica, della organizzazione e funzione delle macromolecole biologiche e dei processi metabolici. Comprensione del ruolo delle interazioni non covalenti nei fenomeni di riconoscimento molecolare riguardanti le biomolecole. Conoscenza dei principi della catalisi biologica. Comprensione degli aspetti fondamentali della bioenergetica e del significato adattativo del metabolismo. Comprensione del significato ecologico dei cicli biogeochimici dei principali bioelementi.

Programma

Unità dell'organizzazione biologica a livello cellulare e molecolare. Bioelementi e biomolecole. Interazioni chimiche deboli in ambiente acquoso e loro effetto sulle proprietà delle biomolecole. Interazioni idrofobiche e molecole anfipatiche. Macroioni e polianfoliti in soluzione acquosa. Macromolecole e strutture sovramolecolari. Nucleotidi e acidi nucleici. Livelli organizzativi nella struttura degli acidi nucleici. Amminoacidi, polipeptidi e proteine. Proprietà del legame peptidico. Livelli nella struttura delle proteine: struttura primaria, secondaria, supersecondaria (motivi e domini), terziaria, quaternaria. Conformazione delle molecole proteiche. Proprietà delle proteine in soluzione. Esempi di struttura e funzione di proteine: cheratina, collagene, fibroina della seta, mioglobina, emoglobina. Proteine allosteriche. Struttura e proprietà dei lipidi. Membrane biologiche. Proteine di membrana. Significato biochimico della compartimentazione cellulare. Carboidrati. Struttura e proprietà di monosaccaridi e polisaccaridi. Glicogeno, amilosio, amilopectina, cellulosa. Enzimi e cinetica enzimatica. Classificazione funzionale degli enzimi. Fattori che influenzano la velocità di una reazione enzimatica. Equazione di Michaelis-Menten. Determinazione della costante catalitica e della costante di Michaelis di una reazione enzimatica. Inibizione enzimatica. Cinetica di reazioni enzimatiche reversibili. Reazioni enzimatiche a più substrati. Esempi di meccanismi di reazione enzimatica: lisozima, proteasi a serina. Bioenergetica. Variazioni energetiche nei processi biochimici. Equilibrio e stato stazionario. Flussi di energia e composti "ad alta energia". Reazioni accoppiate. Sistema dell'ATP. Reazioni biologiche redox e trasportatori biologici di elettroni. Aspetti generali del metabolismo. Glicolisi e fermentazione. Degradazione dei polisaccaridi: digestione dell'amido e mobilitazione del glicogeno. Decarbossilazione ossidativa del piruvato e ciclo degli acidi tricarbossilici. Catena respiratoria e fosforilazione ossidativa. Gluconeogenesi. Via dei pentosi fosfati. Catabolismo dei trigliceridi e β -ossidazione degli acidi grassi. Biosintesi degli acidi grassi e dei trigliceridi. Aspetti generali del metabolismo dei composti azotati: fissazione biologica dell'azoto e sua organizzazione, catabolismo degli amminoacidi, ciclo dell'urea. Fotosintesi ossigenica. Cenni di regolazione del metabolismo e di integrazione metabolica. Cicli biogeochimici di carbonio, ossigeno e azoto.

Materiale di riferimento

Lo studente è invitato a dotarsi di un libro di testo, scegliendolo tra i seguenti, diversi per estensione, approfondimento e prezzo:

- D.L. Nelson e M.M. Cox, I Principi di Biochimica di Lehninger, Settima Edizione Italiana, Zanichelli. (Testo molto chiaro, completo e approfondito, utile anche in futuro come opera di consultazione).
- D. Voet, J.G. Voet e C.W. Pratt, Fondamenti di Biochimica, Quarta Edizione Italiana, Zanichelli. (Un altro testo chiaro, completo e approfondito, utile anche per futura consultazione).
- D. Voet, J.G. Voet e C.W. Pratt, Principi di Biochimica, Zanichelli. (Versione ridotta del testo precedente, in cui non è compresa la sezione sul metabolismo informativo, non coperta dall'insegnamento).
- C.K. Matthews, K.E. van Holde, D.R. Appling, S.J. Anthony-Cahill, Biochimica, Quarta Edizione, Piccin. (Testo didatticamente molto valido e

completo di prezzo contenuto).

- R.H. Garrett e C.M. Grisham Principi di Biochimica, Piccin (Un testo approfondito ed economico).
- H.R. Horton, L.A. Moran, K.G. Scrimgeour, M.D. Perry, J.D. Rawn, Principi di Biochimica, Quarta Edizione, Pearson Paravia Bruno Mondadori. (Testo meno esteso dei precedenti, che esclude opportunamente argomenti più adatti a corsi di biologia molecolare, proposto in due diverse vesti editoriali, di cui una estremamente economica).
- D.R. Appling, S.J. Anthony-Cahill, C. K. Mathews, Biochimica. Molecole e Metabolismo. Pearson Italia. (Un testo relativamente breve ed economico).
- M.K. Campbell e S.O. Farrell, Biochimica, Quarta Edizione, EdISES. (Un testo relativamente breve e molto economico).

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Non sono previste prove in itinere.

Scritto.

L'esame scritto consiste in una serie di domande di carattere generale a risposta aperta, volte verifica del grado di conoscenza, comprensione e capacità di elaborare spiegazioni articolate da parte dello studente sui contenuti dell'insegnamento. La risposta ad alcune domande richiede anche l'applicazione di formule algebriche, alcuni semplici calcoli e il disegno di formule di struttura di metaboliti, di grafici illustranti l'andamento di variabili, o di schemi. Il tempo a disposizione per completare la prova è di 2 ore.

Orale.

Lo studente ha facoltà di chiedere un colloquio integrativo orale dopo aver appreso l'esito della prova scritta, nel caso questa sia stata giudicata sufficiente e lo studente ritenga che la sua effettiva preparazione non sia adeguatamente emersa nella prova. Lo studente ha altresì facoltà di chiedere, prima della data della prova scritta, di sostenere la stessa in forma interamente orale, in data e orario da concordare con il docente.

Propedeuticità consigliate

Chimica Generale e Inorganica, Chimica Organica I.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://aaliverticb.ariel.ctu.unimi.it>

Chimica dei composti di coordinazione con laboratorio **Chemistry of coordination compounds with laboratory**

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 10

Prof. CARLUCCI LUCIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14445 - v. Venezian, 21 02503 14461 - v. Venezian, 21

Mail: lucia.carlucci@unimi.it

Prof. CASELLI ALESSANDRO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14372 - v. Venezian, 21

Mail: alessandro.caselli@unimi.it

Prof. DRAGONETTI CLAUDIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14358 - v. Venezian, 21 02503 14425 - v. Venezian, 21

Mail: claudia.dragonetti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 10 cfu CHIM/03 (10 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente sarà in grado di comprendere: la struttura e la stereochimica dei complessi dei metalli di transizione; l'interazione di legame metallo-legante; le principali caratteristiche relative alla stabilità e alla reattività dei composti di coordinazione; il ruolo che questi hanno nella sintesi chimica.

Obiettivi

Comprendere le caratteristiche fondamentali dei composti di coordinazione. Il corso è impostato per fornire le basi della chimica di coordinazione tradizionale e della chimica organometallica, per quanto riguarda sia gli aspetti teorici che pratici.

Programma

a) lezioni in aula (7 crediti)

Introduzione, numeri di coordinazione e geometrie, isomerie (strutturale, geometrica, ottica), nomenclatura e simbologia, leganti mono- e polidentati. Descrizione del legame metallo-legante in base alle teorie del campo cristallino e a quella del campo dei leganti. Interazioni sigma e pi greco. Conteggio elettronico. Termodinamica (costanti di formazione, effetti chelante e macrociclo) e cinetica (labilità, inerzia e configurazione elettronica). Meccanismi di sostituzione, associazione, interscambio, trasferimento elettronico. Complessi con legami M-H (idruici classici e non classici, interazioni agostiche), M-Sn, M-N (immidici, nitrenici e nitruici), M-S, M-O (alcossidi, acetilacetoni, osso, perosso e superosso), M-X (X: alogeno). Complessi con leganti di tipo π (carbonilici, nitrilici, isonitrilici, nitrosilici, diazoto, fosfinici). Complessi di tipo π (olefinici, acetilenici, allilici, ciclopentadienilici e carbociclici aromatici).

b) esercitazioni in laboratorio (3 crediti).

Introduzione alla sintesi e alla caratterizzazione dei composti di coordinazione e organometallici.

Sintesi di composti di coordinazione, selezionate in modo da presentare le principali tecniche di separazione e purificazione e sottolineare alcuni aspetti delle proprietà e del comportamento chimico-fisico dei metalli e dei leganti.

Cenni sulle principali tecniche di caratterizzazione dei complessi (spettroscopia, magnetismo, conducibilità, ecc.).

In particolare le sintesi scelte esemplificano stati di ossidazione dei metalli, tipi di leganti, modi di coordinazione, effetto chelante, isomeria geometrica, isomeria di legame, isomeria ottica.

Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong – Inorganic Chemistry – Oxford University Press (2006), Fourth edition
- G.L. Miessler, D.A. Tarr – Chimica Inorganica – ed. Piccin (2012)
- Lucidi delle lezioni fornite dal docente.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità d'esame: scritto

L'esame consiste nello svolgimento di una relazione scritta sulle esperienze condotte durante le esercitazioni del laboratorio e nel superamento di una prova scritta sugli argomenti sviluppati durante le lezioni frontali. Tale prova scritta richiede le risposte a circa 8 domande in un arco di tempo di circa tre ore.

Propedeuticità consigliate

Corso di chimica generale ed inorganica, corso di chimica inorganica I

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata per le lezioni frontali, obbligatoria per il laboratorio

Modalità d'erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://labchimicacomposticoord.ariel.ctu.unimi.it>

Chimica fisica I

Physical chemistry I

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. **SIRONI MAURIZIO**, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14251 - v. Golgi, 19

Mail: maurizio.sironi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Obiettivi

Introduzione alla Meccanica Quantistica ed alla Spettroscopia

Programma

- Richiami di alcuni concetti matematici (operatori, autofunzioni ed autovalori)
- Introduzione alla Meccanica Quantistica (descrizione di alcune esperienze che hanno portato alla crisi della Meccanica Classica)
- I postulati della Meccanica Quantistica
- Risoluzione dell'equazione di Schrödinger per alcuni sistemi semplici: particella libera, particella nella scatola (mono e bidimensionale), effetto tunnelling, oscillatore armonico, particella sulla circonferenza e sulla sfera.
- Atomo di idrogeno ed atomi poli-elettronici.
- La teoria degli orbitali molecolari ed il metodo valence bond.
- Introduzione alla spettroscopia (equazione di Schrödinger dipendente dal tempo)

- La spettroscopia elettronica (cenno)
- La spettroscopia rotazionale (molecole biatomiche, cenno al caso delle molecole poliatomiche)
- La spettroscopia vibrazionale (molecole biatomiche e poliatomiche)

Materiale di riferimento

P.W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

L'esame si articola in una prova scritta obbligatoria ed una eventuale prova orale.

La prova scritta richiede la risposta a quesiti teorici.

Propedeuticità consigliate

Matematica e Chimica Generale

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

Chimica fisica III

Physical chemistry III

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. MARTINAZZO ROCCO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14287 - v. Golgi, 19

Mail: rocco.martinazzo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Padronanza della termodinamica di base e del calcolo molecolare delle grandezze termodinamiche. Conoscenza dello stato solido della materia, della sua struttura e delle sue proprietà.

Obiettivi

L'obiettivo del corso è di completare la preparazione di base della Chimica Fisica, fornendo una sistematica e dettagliata interpretazione microscopica della termodinamica e dello stato solido della materia, ed una breve esposizione della teoria cinetica dei gas e della sua applicazione ai fenomeni di trasporto e alla cinetica chimica.

Programma

Termodinamica statistica di base. Necessità della descrizione statistica. Derivazione della distribuzione di Boltzmann e funzione di partizione. Ensemble canonico, configurazioni, pesi, derivazione alternativa della distribuzione di Boltzmann. Proprietà di base. Funzione di partizione molecolare. Variabili meccaniche, energia interna e forze generalizzate; esempi. Entropia, temperatura, energia libera di Helmholtz. Potenziali termodinamici, energia di Gibbs, equazione di Gibbs-Duhem.

Applicazioni della termodinamica statistica. Meccanica statistica delle molecole: contributi traslazionali, vibrazionali, rotazionali ed elettronici alla funzione di partizione molecolare. Energie medie, calori specifici, entropia. Gas reali: integrale configurazionale, espansione del viriale, equazione di van der Waals. Equilibrio chimico.

Solidi cristallini. Reticoli, vettori base e celle unitarie. Reticoli di Bravais. Reticolo reciproco, piani reticolari, indici di Miller. Microscopia di scansione a effetto tunnel, microscopia a forza atomica, microscopia di trasmissione elettronica. Diffrazione di raggi X: interferenza, diffrazione, condizione di von Laue, fattore di struttura. Legame ed impaccamento nei solidi: solidi metallici, ionici, covalenti e molecolari. Materiali bi- e mono-dimensionali. Struttura elettronica dei solidi: teoria delle bande, velocità di gruppo, trasporto elettronico. Metalli, semiconduttori e isolanti. Drogaggio nei semiconduttori, giunzione p-n. Proprietà ottiche: modelli di Drude e di Lorentz, permittività dielettrica, propagazione delle onde elettromagnetiche in mezzi dispersivi e assorbenti. Eccitoni e polaroni in fase condensata.

Molecole in moto. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann, sezione d'urto, frequenza di collisione, libero cammino medio. Coefficienti di trasporto elementari: coefficiente di diffusione, conducibilità termica, conducibilità elettrica. Equilibrio parziale. Costanti cinetiche stato-a-stato e costanti cinetiche canoniche. Dinamica: superfici di energia potenziale, dinamica di reazione, cammino di minima energia, stato di transizione, partizionamento dell'energia. Teoria dello stato di transizione.

Materiale di riferimento

- P. W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti
Chimica Fisica I, Chimica Fisica II.

Modalità di esame

L'esame consiste in un scritto di 3 h di durata, nel quale sono posti due quesiti a risposta aperta su argomenti trattati nel corso e due esercizi numerici volti a stabilire il grado di comprensione del corso. Allo studente viene fornito un formulario essenziale, il cui utilizzo presuppone però una certa comprensione degli argomenti trattati.

Propedeuticità consigliate

Tutti i corsi di matematica di base.

Metodi Didattici

Il corso si articola in lezioni frontali fatte con l'ausilio di una presentazione PP, e approfondimenti alla lavagna. La stampa .pdf della presentazione costituisce materiale didattico ausiliario reso disponibile agli studenti.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Il docente offre la massima disponibilità al ricevimento degli studenti, previo appuntamento.

Pagina web del corso

Il materiale per il corso può essere scaricato (in formato pdf) da un apposito sito web, come indicato nella pagina Ariel del corso.

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Chimica fisica II/Laboratorio di chimica fisica II

Physical chemistry II with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica fisica II , Modulo: Laboratorio di chimica fisica II totale cfu 12

Prof. DOZZI MARIA VITTORIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14298 - v. Golgi, 19

Mail: MariaVittoria.Dozzi@unimi.it

Prof. LONGHI MARIANGELA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14226 - v. Golgi, 19

Mail: mariangela.longhi@unimi.it

Prof. SELLI ELENA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14237 - v. Golgi, 19

Mail: elena.sell@unimi.it

Prof. VERTOVA ALBERTO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14232 - v. Golgi, 19

Mail: alberto.vertova@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/02 (12 cfu)

Modulo: Chimica fisica II 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica fisica II 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

CHIMICA FISICA II

Padronanza dei concetti di meccanismo di reazione e della dipendenza della velocità di reazione dalla concentrazione dei reagenti e dalla temperatura; acquisizione dei fondamenti della catalisi omogenea ed eterogenea. Conoscenza delle proprietà delle miscele, degli equilibri di fase e delle interazioni fra intermolecolari fra liquidi.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II

CFU elettrochimica:

Padronanza dei parametri di merito che caratterizzano le celle elettrochimiche Comprensione della struttura del doppio strato elettrico, del potenziale del doppio strato elettrico, del potenziale dei semielementi galvanici e di cella. Capacità di definire i contributi, per i processi elettrochimici, dell'elettrolita e del solvente. Utilizzo dell'equazione di Butler Volmer e della retta di Tafel e relativi grafici.

CFU laboratorio:

Capacità di predisporre e condurre esperimenti di cinetica chimica ed elettrochimica.

Obiettivi

CHIMICA FISICA II

Comprensione degli aspetti teorici e pratici della cinetica chimica e dei principi della catalisi. Conoscenza del comportamento di miscele termodinamiche, anche a livello delle interazioni molecolari.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II

CFU elettrochimica:

Introdurre gli studenti a temi specifici dell'elettrochimica, richiamando i concetti base, sia termodinamici sia cinetici. Affrontare il funzionamento di elettrolizzatori e pile, con le relative grandezze di merito. Discutere i più importanti parametri della cinetica elettrochimica.

CFU laboratorio:

acquisire competenze in merito alla conduzione di studi di cinetica chimica ed elettrochimica.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

CHIMICA FISICA II

Durante la prova di esame orale verranno affrontati tutti gli argomenti presentati durante le lezioni frontali. Sarà richiesta la risoluzione di esercizi e problemi connessi agli argomenti svolti. Verrà verificata la capacità di commentare e discutere le equazioni ed i grafici presentati a lezione.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II

Orale: verranno affrontati tutti gli argomenti presentati durante le lezioni frontali. Sarà richiesta la capacità di risolvere esercizi e problemi connessi ai temi svolti. Verrà verificata la capacità di commentare e discutere le equazioni ed i grafici presentati a lezione. Verrà richiesta la descrizione teorico-praticadelle prove di laboratorio e verificata la capacità di discutere i risultati ottenuti.

Propedeuticità consigliate

Matematica. Fisica. Laboratorio di Chimica Fisica I.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: obbligatoria per il laboratorio e fortemente consigliata per le lezioni teoriche

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica fisica II

Programma

Cinetica chimica: Espressioni e costanti di velocità, reazioni di ordine zero, uno, due e superiore. Reazioni parallele, consecutive e opposte, approssimazione dello stato stazionario; meccanismo di reazione, stadio limitante la velocità.

Effetto della temperatura: equazione di Arrhenius, teoria delle collisioni per reazioni bimolecolari e unimolecolari; teoria dello stato di transizione, superfici di energia potenziale, equazione di Eyring, parametri di attivazione.

Catalisi acido-base ed enzimatica. Catalisi eterogenea: adsorbimento, meccanismo di Langmuir-Hinshelwood. Reazioni a catena ed esplosive.

Aspetti cinetici delle reazioni fotoindotte e della fotocatalisi.

Termodinamica delle miscele. Richiamo di concetti di base di termodinamica chimica. Comportamento non ideale: la fugacità. Transizioni di fase: stabilità delle fasi, diagrammi di fase. Termodinamica di miscele: le soluzioni ideali, ideali diluite e reali. L'attività del soluto e del solvente. Le proprietà colligative. Diagrammi di fase di sistemi binari: diagrammi temperatura-composizione, diagrammi di fase liquido-liquido, diagrammi di fase liquido-solido.

Interazioni molecolari. Proprietà elettriche delle molecole: momento di dipolo elettrico, polarizzabilità, polarizzazione. Interazioni fra dipoli, interazioni repulsive e totali.

Materiale di riferimento

- Dispense di Cinetica Chimica e Catalisi, scritte dal docente

- Testo raccomandato: P. Atkins and J. De Paula. "Atkins' Physical Chemistry – 9th edition". Oxford University Press.

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica fisica II

Obiettivi

CFU elettrochimica:

Introdurre gli studenti a temi specifici dell'elettrochimica, richiamando i concetti base, sia termodinamici sia cinetici. Affrontare il funzionamento

di elettrolizzatori e pile, con le relative grandezze di merito. Discutere i più importanti parametri della cinetica elettrochimica.

CFU laboratorio:

acquisire competenze in merito alla conduzione di studi di cinetica chimica ed elettrochimica.

Programma

CFU elettrochimica:

Richiamo dei concetti elettrochimici di base. Potenziale Volta, di superficie e Galvani. Il potenziale del doppio strato elettrico. L'equazione di Nernst. I modelli del doppio strato elettrico e la capacità del doppio strato. L'effetto del solvente e dell'elettrolita. Cinetica elettrochimica: Equazione di Butler Volmer, approssimazione a bassa e alta sovratensione. Retta di Tafel. Densità di corrente di scambio e fattore di simmetria. Corrente limite di diffusione

CFU laboratorio:

Idrolisi acida di un estere; reazione ad orologeria; catalisi enzimatica; bromurazione di un chetone; determinazione della densità di corrente di scambio e del fattore di simmetria per la reazione di riduzione dell'ossigeno.

Materiale di riferimento

Verranno forniti i file PPT delle lezioni.

Testi raccomandati:

- J.O.M. Bockris, A.K.N. Reddy "Modern Electrochemistry – 2A" Kluwer Academic Publishers;
- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner; "ELECTROCHEMICAL METHODS: Fundamentals and Applications" – Wiley and Sons INC, New York.
- P. Atkins and J. de Paula. "ATKINS' PHYSICAL CHEMISTRY – 8th edition". W. H. Freeman and Company, New York.

Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica General and inorganic chemistry with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica generale e inorganica , Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica totale cfu 12

Prof. RAGAINI FABIO ATTILIO CIRILLO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14373 - v. Venezian, 21

Mail: fabio.ragaini@unimi.it

Prof. TESSORE FRANCESCA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14397 - v. Venezian, 21

Mail: francesca.tessore@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/03 (12 cfu)

Modulo: Chimica generale e inorganica 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Modulo di Chimica Generale e Inorganica:

Comprensione della struttura base degli atomi e delle molecole e delle basi della termodinamica e della cinetica chimiche, tali da costituire una base per i corsi successivi, dove la maggior parte degli argomenti saranno ripresi in maniera più approfondita.

Modulo di Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica:

Capacità di comprendere e risolvere problemi stechiometrici di varia complessità. Capacità di riconoscere e utilizzare la più comune vetreria da laboratorio. Acquisizione delle norme fondamentali di sicurezza. Capacità di eseguire semplici procedure sperimentali (pesare, preparare una soluzione a titolo noto, cristallizzare, filtrare, condurre una sintesi) e di redigere il quaderno di laboratorio.

Obiettivi

Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti alle basi della Chimica e dell'attività di laboratorio. E' articolato in due moduli e comprende lezioni frontali, esercitazioni numeriche su conti stechiometrici e 7 pomeriggi in laboratorio.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Nessuno

Modalità d'esame

Due prove scritte. La prova per il modulo di Chimica Generale e Inorganica è un test con 20 domande per la maggior parte a multiple choice.

Per il modulo di Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica allo studente viene proposta la risoluzione di 5 esercizi su tutto il programma, con l'obiettivo di verificare che abbia acquisito non solo le nozioni, ma soprattutto la capacità di ragionare.

Propedeuticità consigliate

nessuna

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Obbligatoria per le esercitazioni di laboratorio (28 ore)

Fortemente consigliata per le lezioni frontali e le esercitazioni numeriche in aula

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Pagine web

<http://ftessorelcgi.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica generale e inorganica

Programma

Atomi e loro struttura. Particelle elementari. La quantizzazione dell'energia. Numeri quantici e rappresentazione grafica degli orbitali. Regole di Pauli e di Hund. Il sistema periodico degli elementi. Tavola periodica. Energia di ionizzazione. Affinità elettronica. Il legame chimico. Legame ionico. Legame covalente. Interazioni elettrostatiche. Orbitali ibridi. Orbitali molecolari. Geometria molecolare, formule di Lewis e modello VSEPR. Lo stato solido e gassoso. Raggi atomici. Leggi dei gas. Comportamento dei gas reali. Termodinamica chimica. Primo principio della termodinamica. Calore di reazione e entalpia. Entropia e secondo principio della termodinamica. Terzo principio della termodinamica. Energia libera e costante di equilibrio. Stato liquido e soluzioni. Legge di Raoult. La distillazione. Soluzioni sature e solubilità. La pressione osmotica. Solubilità dei gas nei liquidi. Velocità di reazione. Ordine di reazione. Meccanismi di reazione. Energia di attivazione. Velocità di reazione e equilibrio chimico. I catalizzatori. Acidi e basi. Teoria di Arrhenius. Acidi e basi secondo Brønsted e Lewis. Forza degli acidi e delle basi. Prodotto ionico dell'acqua e pH. Elettrochimica. Conducibilità elettrica delle soluzioni acquose. Le pile. Potenziali di ossidoriduzione. L'elettrolisi. Pile di pratico impiego. Composti di coordinazione. Leganti chelanti e polidentati. Complessi π . Isomeria nei composti di coordinazione. Radioattività e chimica nucleare. I materiali moderni: semiconduttori, ceramici, nanoparticelle. Chimica inorganica. Proprietà periodiche. Idrogeno, ossigeno e loro composti.

Materiale di riferimento

- Brown, LeMay, Bursten, Murphy, Fondamenti di Chimica, 3a ed., EdiSES.
- Shriver, Atkins, Chimica Inorganica, 2a ediz italiana, Zanichelli

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica

Obiettivi

Apprendimento dei principi teorici e delle metodologie di calcolo alla base della stechiometria chimica. Acquisizione della capacità di problem solving. Acquisizione delle prime competenze pratiche di laboratorio.

Programma

Materia e misure. Numero di Avogadro. Mole. Pesi atomici e molecolari. Formule chimiche. Calcolo della composizione percentuale in peso degli elementi in un composto. Calcolo della composizione percentuale di una miscela di più composti. Rapporti in moli e in peso nelle reazioni chimiche. Equazioni chimiche bilanciate, agente limitante. Resa, conversione e selettività di una reazione. Reazioni di precipitazione, acido-base, ossidazione-riduzione. Equivalente. Soluzioni e concentrazione. I gas ideali e le leggi relative. Equilibrio chimico: costanti di equilibrio, effetto delle variazioni di concentrazione, pressione e temperatura. Equilibri ionici in soluzione acquosa: elettroliti forti e deboli; soluzioni neutre, acide e basiche; pH e pOH; acidi e basi, idrolisi, soluzioni tampone; equilibri multipli. Complessometria. Equilibri di precipitazione: solubilità e prodotto di solubilità. Effetto dello ione comune, del pH e della presenza di agenti complessanti sugli equilibri di precipitazione. Esercitazioni pratiche in laboratorio a banco singolo (28 ore).

Pagina web del corso /<https://ftessorelcgi.ariel.ctu.unimi.it> (accesso con le credenziali UniMi)

Materiale di riferimento

Slides presentate dal docente ed esercizi svolti a lezione. Dispense delle esercitazioni di laboratorio.

Testi di riferimento:

- 1) Caselli-Rizzato-Tessore, "Stechiometria dal testo di M. Freni e A. Sacco", EdiSES
- 2) Lausarot-Vaglio "Stechiometria per la Chimica Generale" - Piccin
- 3) Clerici-Morrocchi "Esercitazioni di Chimica" - Schonenfeld & Ziegler

Metodi Didattici

Modalità di erogazione: tradizionale

Chimica inorganica Inorganic Chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 8

Prof. PROSERPIO DAVIDE MARIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14446 - v. Golgi, 19

Mail: davide.proserpio@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 8 cfu CHIM/03 (8 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscere i modelli e le teorie necessarie per razionalizzare la stereochimica e la reattività dei composti degli elementi dei gruppi principali e discutere l'andamento periodico delle proprietà chimiche. Essere in grado di discutere la chimica degli elementi dei gruppi principali e dei metalli di transizione (limitatamente ai loro composti binari con i nonmetalli).

Obiettivi

Presentare i modelli e le teorie necessarie per razionalizzare la stereochimica e la reattività dei composti degli elementi dei gruppi principali. Analizzare e discutere l'andamento periodico delle proprietà chimiche. Costruire un quadro concettuale che permetta di memorizzare/organizzare i fatti inerenti alla chimica degli elementi dei gruppi principali e dei metalli di transizione (limitatamente ai loro composti binari con i nonmetalli).

Programma

Fondamenti; Struttura atomica; Teorie del legame e Struttura molecolare; Simmetria molecolare; Modelli stereochimici dei composti degli elementi dei gruppi principali; Struttura dei solidi elementari; Acidi e basi; Reazioni di ossidazione e riduzione;.

Gli elementi e i loro composti: andamenti periodici, chimica e stereochimica degli elementi dei gruppi 1-2, 13-18; gli elementi del blocco d.

Materiale di riferimento

- 1) P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong – Chimica Inorganica – Zanichelli (2012), seconda edizione italiana (condotta sulla quinta edizione inglese)
- 2) G. Rayner-Canham, T. Overton – Chimica Inorganica Descrittiva - EdiSES (2017)
- 3) Copia delle 'slides' proiettate a lezione (da prelevare dal sito Ariel)

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti: conoscere gli argomenti inerenti all'esame di chimica generale ed inorganica

Modalità di esame

L'esame è organizzato in una prova scritta costituita da 60 domande a risposta multipla e da 6-7 esercizi/domande a cui lo studente deve rispondere nel modo più esauriente possibile. E' consentito consultare la propria copia dei libri di testo (non di appunti o altro). Gli studenti con un voto maggiore od uguale a 27 nello scritto potranno sostenere una prova orale che non comporterà necessariamente un miglioramento del voto.

Propedeuticità consigliate

avere sostenuto l'esame di chimica generale ed inorganica

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: lezioni frontali con "slides" disponibili su Ariel ed esercitazioni in preparazione dello scritto d'esame totale CFU 8 (6 lezioni + 2 esercitazioni)

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Chimica organica I Organic chemistry I

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 7

Prof. BERNARDI ANNA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14092 - v. Venezian, 21 02503 14111 - v. Venezian, 21

Mail: anna.bernardi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

Competenze Acquisite

Comprensione della struttura e reattività delle molecole organiche alifatiche; capacità di descrivere meccanismi di reazione e di prevedere sulla loro base il decorso di reazioni ignote; formulare strategie sintetiche per molecole di bassa complessità.

Obiettivi

Familiarizzare lo studente con la chimica dei composti del carbonio; fornire gli strumenti concettuali per collegare struttura e reattività delle molecole organiche alifatiche; comprendere e visualizzare le reazioni e i loro meccanismi; introdurre un approccio razionale alla strategia sintetica in chimica organica.

Programma

Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze di base per affrontare i problemi fondamentali della chimica organica, con particolare riguardo alle proprietà ed alle reazioni dei composti alifatici. Dopo un riepilogo dei concetti di legame chimico ed ibridazione atomica, ed uno studio introduttivo della stereochimica e dell'analisi conformazionale, viene esaminata la chimica dei composti alifatici seguendo la classica suddivisione dei gruppi funzionali: alcani, cicloalcani, alogenocicloalcani, alcoli, ammine, alcheni, alchini, polieni, sistemi allilici e delocalizzati, composti carbonilici, acidi carbossilici e loro derivati.

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di semplici problemi di chimica organica e di analisi retrosintetica di molecole a bassa complessità.

Materiale di riferimento

Puo' essere utilizzato qualunque testo di Chimica Organica, di base, ma completo. Ad esempio, uno dei seguenti:

- J. Gorzynski Smith, Chimica Organica, McGraw Hill
- M. Loudon, Chimica Organica, Edises
- B. Botta et al Chimica Organica, edi-ermes
- Brown, Foote, Iverson: Chimica Organica, EdiSES srl
- Volhardt, Schore Chimica Organica, Zanichelli
- J. Clayden, N.Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Comprensione elementare delle teorie del legame e dell'equilibrio chimico

Modalità di esame

Scritto: L'esame consiste di una prova scritta, costituita da esercizi a risposta aperta inerenti il programma del corso. L'esame può anche essere sostenuto attraverso due prove in itinere (compitini)

Propedeuticità consigliate

Corso di base di Chimica Generale

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://abernardico1.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/>

Chimica organica II
Organic chemistry II

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 7

Prof. SPERANZA GIOVANNA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14097 - v. Venezian, 21 02503 14100 - v. Venezian, 21
Mail: giovanna.speranza@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenze della struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, sintesi e reattività dei sistemi aromatici (carbociclici ed eterociclici) e di composti organici di rilevanza biologica (carboidrati, amminoacidi e peptidi).

Obiettivi

Il corso si propone di completare le conoscenze di base della Chimica Organica, con particolare riguardo alla chimica dei composti aromatici e delle principali classi di biomolecole.

Programma

SISTEMI AROMATICI CARBOCICLICI MONONUCLEARI.

Benzene: aromaticità, risonanza e regole di Hückel. Nomenclatura. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica e teoria dell'orientamento. Alchil- ed acilbenzeni: reazione di Friedel-Crafts. Nitroderivati. Ammine aromatiche: sintesi e reattività. Sali di diazonio: preparazione, reattività ed utilità sintetica. Acidi arilsolfonici: meccanismo della solfonazione e utilità sintetica. Alogeno derivati aromatici: sintesi e reattività. Sostituzione nucleofila aromatica. Fenoli ed eteri fenolici. Trasposizioni di Fries e di Claisen. Sintesi di Kolbe, reazioni con formaldeide, di Reimer-Tiemann, di copulazione. Chinoni: sintesi e reattività, equilibri di ossidoriduzione. Ossidazione e riduzione di composti aromatici. Reazioni in posizione benzilica, cationi e radicali benzilici.

SISTEMI AROMATICI CARBOCICLICI POLINUCLEARI.

Biarili: sintesi, atropoisomeria e reazioni elettrofile. Fluorene ed analoghi. Naftalene: sintesi, reazioni di alogenazione, solfonazione, nitrurazione e di Friedel-Crafts. Antracene e fenantrene.

SISTEMI ETEROCICLICI.

Classificazione e nomenclatura. Eteroaromaticità. Basicità, acidità e tautomeria nei sistemi eterociclici azotati. Sistemi eterociclici a cinque termini (pirrolo, tiofene, furano): sintesi e reattività. Indolo. Piridina. Sintesi di piridine sostituite. Sostituzioni elettrofile su piridina e piridina N-ossido. Sostituzioni nucleofile. Derivati di origine naturale della piridina. Chinoline e isochinoline: reattività e sintesi.

AMMINOACIDI E PEPTIDI.

Alfa-amminoacidi: struttura, nomenclatura, proprietà acido-base, punto isoelettrico, curve di titolazione, stereochimica. Separazione di amminoacidi. Sintesi e risoluzione di amminoacidi. Gruppi protettivi nella chimica degli amminoacidi. Sintesi di peptidi. Sintesi in fase solida. Metodi per la determinazione della struttura dei peptidi.

CARBOIDRATI.

Carboidrati: definizioni, classificazione, nomenclatura. Monosaccaridi: struttura, stereochimica, rappresentazioni, reattività. Mutarotazione. Formazione di glicosidi. Zuccheri riducenti. Ossidazione e riduzione. Allungamento e accorciamento di catena. Disaccaridi ed oligosaccaridi. Maltosio. Lattosio. Saccarosio. Polisaccaridi.

Materiale di riferimento

Materiale di riferimento

- Qualunque testo di Chimica Organica di base purchè completo
- John D. Hepworth, David R. Waring and Michael J. Waring, Aromatic Chemistry, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2002

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame: Scritto e orale

Scritto e orale: l'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale, entrambe obbligatorie. La prova scritta richiede la soluzione di esercizi aventi contenuti e difficoltà analoghi a quelli affrontati nelle esercitazioni. La prova orale consiste in un colloquio sugli argomenti a programma, volto ad accertare le conoscenze dello studente sugli aspetti teorici della materia.

Propedeuticità consigliate

Chimica Organica I

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://gsperanzaco2.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Complementi di matematica e calcolo numerico
Complements of mathematics and calculus

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. BRESSAN NICOLETTA, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16133 - v. Saldini, 50 02503 16163 - v. Saldini, 50

Mail: nicoletta.bressan@unimi.it

Prof. FIERRO FRANCESCA, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16179 - v. Saldini, 50

Mail: francesca.fierro@unimi.it

Prof. ZAMPIERI ELENA, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16119 - v. Saldini, 50 02503 16188 - v. Saldini, 50

Mail: elena.zampieri@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu MAT/01 , MAT/02 , MAT/03 , MAT/04 , MAT/05 , MAT/06 , MAT/07 , MAT/08 , MAT/09

Competenze Acquisite

Conoscenza dei fondamenti matematici dell'algebra lineare, della statistica descrittiva e del calcolo numerico. Utilizzo di Excel e MATLAB a livello elementare.

Obiettivi

L'obiettivo del corso è duplice:

- 1) introdurre i concetti elementari dell'Algebra lineare, della Statistica descrittiva e del Calcolo Numerico
- 2) utilizzare fogli Excel e il software MATLAB per elaborare dati e simulare semplici problemi anche in ambito chimico.

Programma

ALGEBRA LINEARE. Vettori: rappresentazione geometrica, operazioni, combinazioni lineari, base canonica, prodotto scalare, norme. Matrici: somma, prodotto, determinante, traccia, autovalori e autovettori, rango

STATISTICA DESCRITTIVA E ANALISI DEI DATI. Tipi di dati e di variabili. Suddivisione dei dati in classi e costruzione delle tabelle di frequenza. Istogrammi/grafici a barre. Indici di centralità (media, moda, mediana), indici di dispersione (deviazione standard, varianza). Covarianza e Correlazione, metodo dei minimi Quadrati.

CALCOLO NUMERICO. Classificazione di errori e rappresentazione dei numeri sul calcolatore. Approssimazione di integrali definiti: formule di Newton Cotes semplici e composite; cenni alle formule Gaussiane; Approssimazione di zeri di funzioni non lineari: il metodo di bisezione e il metodo di Newton; risoluzione di sistemi lineari con il metodo di Eliminazione di Gauss; approssimazione numerica di equazioni differenziali ordinarie: il metodo di Eulero esplicito e metodi di Runge-Kutta espliciti del secondo ordine.

FOGLIO EXCEL E LINGUAGGIO MATLAB: istruzioni elementari ed esempi.

Materiale di riferimento

- G. Naldi, L. Pareschi, G. Russo, Introduzione al calcolo scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab, McGraw-Hill Education.
- Bramanti-Pagani-Salsa MATEMATICA, calcolo infinitesimale e algebra lineare Ed. Zanichelli
- D. Benedetto e altri. Matematica per le scienze della vita, 2a ed. Ambrosiana
- Dispensa di appunti sulla pagina web del corso.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Insiemi numerici. Funzioni elementari. Successioni reali. Calcolo differenziale e integrale per funzioni reali di variabile reale in 1D e 2D. Equazioni differenziali ordinarie.

Modalità di esame:

L'esame scritto richiede la soluzione di quattro esercizi (uno di Algebra lineare, uno di statistica e due di Calcolo numerico) e lo svolgimento di un esercizio in laboratorio costituito da un quesito da svolgere in excel e da un quesito da svolgere in MATLAB. Durante l'esame non è ammessa la consultazione di testi o appunti. La prova orale è facoltativa.

Propedeuticità consigliate

Istituzioni di Matematica

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://www.mat.unimi.it/users/zampieri/>

Fisica generale

General physics

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 9

Prof. PARIS MATTEO, DIPARTIMENTO DI FISICA

Indirizzo: 02503 17662 - v. Celoria, 16

Mail: Matteo.Paris@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu FIS/01 , FIS/02 , FIS/03 , FIS/04 , FIS/05 , FIS/06 , FIS/07 , FIS/08

Obiettivi

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i metodi della fisica sperimentale ed alcuni concetti fondamentali della fisica classica, nonché di iniziare gli studenti alla modellizzazione e alla soluzione di semplici problemi di interesse applicativo, attraverso la scelta di approssimazioni e l'uso di metodi di calcolo appropriati. Gli argomenti trattati includono la meccanica del punto e del corpo rigido, la termodinamica, l'elettromagnetismo e l'ottica.

Programma

Meccanica

1. Grandezze fisiche ed unità di misura.
2. Cinematica del punto materiale. Sistemi di riferimento.
3. Dinamica del punto materiale. Le leggi di Newton.
4. Lavoro ed energia. Conservazione dell'energia meccanica.
5. Momento angolare e momento torcente.
6. Quantità di moto e urti.
7. Cinematica e dinamica dei corpi rigidi.

Termodinamica

1. Cenni di teoria cinetica dei gas.
2. Trasformazioni in un sistema termodinamico: il primo principio della Termodinamica.
3. Termodinamica dei gas perfetti. Cicli termodinamici.
4. L'entropia e il secondo principio della Termodinamica.

Elettromagnetismo

1. Elettrostatica: legge di Coulomb e principio di sovrapposizione.
2. Campo elettrico. Potenziale elettrico.
3. Legge di Gauss e sue applicazioni.
4. Energia elettrostatica. Dielettrici.
5. Corrente elettrica e conservazione della carica. Legge di Ohm.
6. Magnetostatica: il campo magnetico.
7. La forza magnetica su cariche e correnti: forza di Lorentz.
8. Il campo magnetico creato da correnti stazionarie. La legge di Biot-Savart e la legge di Ampère.
9. Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo. Correnti indotte: legge di Faraday-Lenz. Corrente di spostamento: legge di Ampère-Maxwell.

Ottica

1. Onde elettromagnetiche e spettro elettromagnetico.
2. Ottica geometrica e strumenti ottici
3. Ottica fisica: diffrazione e interferenza.

Materiale di riferimento

Testo consigliato e materiale depositato alla pagina <http://mparisf.ariel.ctu.unimi.it/>

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti: Nessuno

Modalità di esame: scritto e orale

Scritto: dura due ore e consiste nella soluzione di 4/5 problemi di fisica generale analoghi quelli svolti durante il corso.

Orale: riguarda tutti gli argomenti trattati durante il corso.

Propedeuticità consigliate

Matematica

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Altro: Sono previste prove parziali durante il corso (riservate alle matricole). Durante le prove scritte sarà necessario disporre di una calcolatrice scientifica e non sarà possibile consultare persone, libri o appunti, né utilizzare strumenti in grado di immagazzinare testi e/o formule o di comunicare con l'esterno. La prova orale è obbligatoria se il voto dello scritto è sotto una certa soglia a discrezione del docente mentre diventa facoltativa in caso contrario.

Pagine web

<http://mparisf.ariel.ctu.unimi.it>

Istituzioni di matematica

Fundamentals of mathematics

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; totale cfu 9

Prof. BONETTI ELENA, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16089 - v. Saldini, 50

Mail: Elena.Bonetti@unimi.it

Prof. LOMBARDI LUIGI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Mail: Luigi.Lombardi@unimi.it

Prof. TARSI CRISTINA, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16121 - v. Saldini, 50

Mail: Cristina.Tarsi@unimi.it

L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu MAT/01 , MAT/02 , MAT/03 , MAT/04 , MAT/05 , MAT/06 , MAT/07 , MAT/08 , MAT/09

Competenze Acquisite

Conoscenza degli strumenti del calcolo differenziale e integrale e loro applicazioni. Risoluzione di problemi di Cauchy per equazioni differenziali lineari.

Obiettivi

Il corso si propone di fornire agli studenti gli elementi essenziali del calcolo differenziale e integrale per funzioni di una e più variabili reali. Si intende inoltre dare le prime nozioni per trattare lo studio di equazioni differenziali.

Programma

Il campo ordinato dei numeri reali. Numeri complessi. Successioni reali. Serie e criteri di convergenza. Calcolo differenziale e integrale per funzioni reali di una variabile reale. Calcolo differenziale e integrale per funzioni reali di due variabili reali. Campi vettoriali. Equazioni differenziali lineari del I e II ordine (a coefficienti costanti) e problemi di Cauchy.

Materiale di riferimento

- M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa: Matematica. Calcolo infinitesimale e algebra lineare. Seconda edizione. Ed. Zanichelli, Bologna, 2004

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Prerequisiti di matematica previsti per l'ammissione al corso di laurea

Modalità di esame

Scritto e orale: l'esame consisterà in uno scritto composto da più esercizi inerenti al programma del corso e da alcuni quesiti di natura teorica. Si intende infatti verificare sia l'acquisizione dei concetti di base della teoria trattata, che la capacità di applicare le competenze acquisite alla soluzione di problemi specifici. Lo studente potrà poi sostenere una prova orale ad integrazione dello scritto; tale prova sarà obbligatoria se richiesto dal docente per raggiungere una votazione superiore a 27/30 o nel caso in cui lo scritto non sia ritenuto pienamente sufficiente.

Propedeuticità consigliate

Nessuna

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://www.mat.unimi.it/users/bonetti/Teaching.html>

Laboratorio di chimica fisica I - Corso A

Physical chemistry I laboratory

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. ARDIZZONE SILVIA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14219 - v. Golgi, 19 02503 14225 - v. Golgi, 19

Mail: silvia.ardizzone@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente apprende i principi che determinano le condizioni di spontaneità delle reazioni chimiche e ne verifica sperimentalmente la validità. Apprende, inoltre, come trattare serie di dati raccolti tramite misure strumentali e come stendere una relazione corredata da grafici ed elaborazioni numeriche.

Obiettivi

Il corso si propone di combinare l'illustrazione degli aspetti più significativi della termodinamica chimica con esperienze sperimentali, condotte dagli studenti in laboratorio, volte alla raccolta di dati sperimentali, alla relativa elaborazione numerica e alla stima dell'errore sui parametri termodinamici ottenuti.

Programma

Le proprietà dei gas. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione di Maxwell-Boltzman. Gas reali. Primo Principio della Termodinamica. Calore e lavoro. Calorimetria. Capacità termiche. Entalpia. Transizioni isoterme ed adiabatiche di gas perfetti. Secondo principio. Variazioni di entropia di sistema ed intorno. Terzo principio. Macchine termiche. Energie di Helmholtz e di Gibbs. Equazione di Gibbs-Helmholtz. Potenziale chimico. Descrizione termodinamica delle miscele. Equazione di Gibbs-Duhem. Diagrammi di stato di sostanze pure. Stabilità di fase e transizioni. Equazioni di Clapeyron e Clausius-Clapeyron. Equilibrio chimico. Effetti di temperatura e pressione sull'equilibrio. Equazione di van't Hoff.

Durante il Laboratorio Sperimentale vengono determinate grandezze chimico-fisiche (valori di ΔU e ΔH , K equilibrio, CMC di tensioattivi) tramite la raccolta di dati sperimentali (dati calorimetrici, spettrofotometrici, di conducibilità, tensioni di vapore) che vengono poi diagrammati ed elaborati sulla base di relazioni termodinamiche.

Materiale di riferimento

- P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.

- Materiale didattico fornito dal docente.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Orale con la soluzione di semplici esercizi. L'esame prevede la discussione delle esperienze di laboratorio e la verifica dell'apprendimento dei principi della termodinamica inerenti alle esperienze. Il voto finale è determinato anche dalla valutazione della Relazione sulle esperienze svolte in Laboratorio.

Propedeuticità consigliate

Corsi di matematica e fisica.

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Obbligatoria per le esperienze di laboratorio

Modalità di erogazione: Tradizionale

Laboratorio di chimica fisica I - Corso B

Physical chemistry I laboratory

Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Prof. **CAPPELLETTI GIUSEPPE**, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14228 - v. Golgi, 19

Mail: giuseppe.cappelletti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente apprende i principi che determinano le condizioni di spontaneità delle reazioni chimiche e ne verifica sperimentalmente la validità. Apprende, inoltre, come trattare serie di dati raccolti tramite misure strumentali e come stendere una relazione corredata da grafici ed elaborazioni numeriche.

Obiettivi

Il corso si propone di combinare l'illustrazione degli aspetti più significativi della termodinamica chimica con esperienze sperimentali, condotte dagli studenti in laboratorio, volte alla raccolta di dati sperimentali, alla relativa elaborazione numerica e alla stima dell'errore sui parametri termodinamici ottenuti.

Programma

Le proprietà dei gas. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione di Maxwell-Boltzman. Gas reali. Primo Principio della Termodinamica. Calore e lavoro. Calorimetria. Capacità termiche. Entalpia. Transizioni isoterme ed adiabatiche di gas perfetti. Secondo principio. Variazioni di entropia di sistema ed intorno. Terzo principio. Macchine termiche. Energie di Helmholtz e di Gibbs. Equazione di Gibbs-Helmholtz. Potenziale chimico. Descrizione termodinamica delle miscele. Equazione di Gibbs-Duhem. Diagrammi di stato di sostanze pure. Stabilità di fase e transizioni. Equazioni di Clapeyron e Clausius-Clapeyron. Equilibrio chimico. Effetti di temperatura e pressione sull'equilibrio. Equazione di van't Hoff.

Durante il Laboratorio Sperimentale vengono determinate grandezze chimico-fisiche (valori di ΔU e ΔH , K equilibrio, CMC di tensioattivi) tramite la raccolta di dati sperimentali (dati calorimetrici, spettrofotometrici, di conducibilità, tensioni di vapore) che vengono poi diagrammati ed elaborati sulla base di relazioni termodinamiche.

Materiale di riferimento

- P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.
- Materiale didattico fornito dal docente.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Orale con la soluzione di semplici esercizi. L'esame prevede la discussione delle esperienze di laboratorio e la verifica dell'apprendimento dei principi della termodinamica inerenti alle esperienze. Il voto finale è determinato anche dalla valutazione della Relazione sulle esperienze svolte in Laboratorio.

Propedeuticità consigliate

Corsi di matematica e fisica.

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Obbligatoria per le esperienze di laboratorio

Modalità di erogazione: Tradizionale

Laboratorio di chimica organica

Organic chemistry lab

Per i Corsi di laurea:

- **F5X**; moduli/unità didattiche: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1 , Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2 totale cfu 10

Prof. LAY LUIGI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14062 - v. Venezian, 21

Mail: luigi.lay@unimi.it

Prof. AROSIO DANIELA

Mail: Daniela.Arosio@unimi.it

Prof. CAVAZZINI MARCO

Mail: Marco.Cavazzini@unimi.it

Prof. PIGNATARO LUCA LUIGI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14090 - v. Venezian, 21

Mail: Luca.Pignataro@unimi.it

Prof. POLITO LAURA

Mail: laura.polito@unimi.it

Prof. PUGLISI ALESSANDRA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14189 -

Mail: alessandra.puglisi@unimi.it

Prof. RAIMONDI LAURA MARIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14168 - v. Venezian, 21

Mail: lauramaria.raimondi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 10 cfu CHIM/06 (10 cfu)

Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1 5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2 5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

Competenze Acquisite

Al termine del laboratorio lo studente sarà in grado di eseguire le operazioni basilari della chimica organica sperimentale e di valutare correttamente la purezza dei prodotti isolati.

Obiettivi

Il corso si propone di familiarizzare lo studente con le principali tecniche sperimentali della Chimica Organica, di insegnare l'esecuzione di semplici reazioni organiche con l'isolamento dei prodotti di reazione utilizzando metodi standard di purificazione e di determinazione della struttura, dandogli così modo di eseguire dal punto di vista pratico le reazioni studiate durante i corsi teorici di Chimica Organica. Al fine di abituare gli studenti ad una maggior indipendenza nell'attività sperimentale, il lavoro in laboratorio verrà svolto prevalentemente a banco singolo.

Short Course Description

Objective of the course

The aim of the present course is to introduce the student to the main experimental procedures in Organic Chemistry (extraction, crystallization, chromatography techniques, distillation), allowing him to perform synthetic sequences, isolating and purifying the products. The student will be trained to operate appropriately and independently in a laboratory of organic chemistry. In order to pursue this goal, the experimental work will be developed individually by any student.

Prerequisites and examination methods

Fundamentals of Organic Chemistry and basic General Chemistry laboratory techniques

Examination methods: practical and oral

The examination will consist in the communication of the score (maximum 30/30), which represent the average of the evaluations of the two session of practical experiences. The student will then have the possibility to sustain an oral examination in order to improve the score. The oral examination will be focused on all the arguments treated during the course. The oral examination not necessarily implies an improvement of the rating.

Teaching language

Italian

Mode of examination

Discussion of the activities carried out during the frequency in the laboratory and the proposed final evaluation .

Other informations

Kind of attendance: Obligatory

Type of course: Traditional

Reference material for students

- M.D. Ischia: La Chimica Organica in Laboratorio, Piccin, Padova, 2002;

- B.S. Furniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell: Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Group, UK Limited, 1989;

- D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz: Il Laboratorio di Chimica Organica, Edizioni Sorbona, MI, 1994.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Aver acquisito i concetti fondamentali della Chimica Organica, come esposti nel corso di Chimica Organica I.

Modalità di esame

Pratico e orale: essendo il corso di natura prettamente sperimentale, la valutazione si basa essenzialmente sui risultati conseguiti in laboratorio e sulle relazioni presentate e inerenti le attività pratiche svolte dallo studente a banco singolo. Al termine di ogni unità didattica viene assegnato un voto in trentesimi; al termine del corso, verrà proposto allo studente un voto, basato sulla media delle valutazioni conseguite nelle due unità didattiche. Lo studente potrà accettare il voto proposto o, se lo riterrà opportuno, sostenere una prova orale per integrare il voto. La discussione orale verterà su tutti gli argomenti, sperimentali e teorici trattati durante il corso con riferimento alle attività svolte in laboratorio. Il sostenere la prova orale non implicherà necessariamente un miglioramento del voto.

Propedeuticità consigliate

Aver seguito i corsi di Chimica Generale e Inorganica e Chimica Organica I; frequentare o aver frequentato il corso di Chimica Organica II. Aver frequentato con una valutazione positiva ($\geq 18/30$) l'unità didattica "Laboratorio di Chimica Organica I" è obbligatorio per l'ammissione all'unità didattica "Laboratorio di Chimica Organica II"

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Obbligatoria
Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://lraimondiapuglisilcoa.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Modulo/Unità didattica: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1

Programma

Esercitazioni in aula (prelaboratorio): 8h

1. Sicurezza e prevenzione nei laboratori chimici: introduzione al rischio chimico (incendi, esplosioni, tossicità); etichettatura delle sostanze chimiche; schede di sicurezza (MSDS); corretto comportamento in laboratorio.
2. Principali tecniche di isolamento e purificazione di composti organici (separazioni estrattive, cristallizzazione, distillazione semplice e frazionata, cromatografia).
3. Introduzione alla spettroscopia IR.
4. Aspetti sperimentali delle reazioni basilari della chimica organica e valutazione della purezza dei prodotti ottenuti (ad esempio mediante TLC).

Esercitazioni in Laboratorio: 64h

Esecuzione di procedure di separazione e purificazione di composti organici (separazione estrattiva, cristallizzazione, cromatografia, distillazione) e di semplici reazioni di chimica organica riguardanti la reattività di gruppi funzionali. In particolare verranno eseguite estrazioni chemoselettive, reazioni di ossidazioni di alcoli, di riduzione di carbonili, di esterificazione e di condensazione aldolica. Gli studenti impareranno anche a preparare correttamente i campioni per l'esecuzione di spettri IR, a registrarli correttamente e ad interpretarli, valutando così la purezza dei prodotti ottenuti sperimentalmente. Tutte le esperienze verranno per lo più eseguite a banco singolo.

Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- M. D'Ischia: La Chimica Organica in Laboratorio, Piccin, Padova, 2002;
- B. S. Furniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell: Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Group, UK Limited, 1989;
- D. L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz: Il Laboratorio di Chimica Organica, Edizioni Sorbona, MI, 1994.

Modulo/Unità didattica: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2

Programma

Esercitazioni in aula (prelaboratorio): 8h

- 1- Introduzione alla spettroscopia NMR ed UV e loro utilizzo nell'ambito delle esperienze che verranno eseguite in laboratorio.
- 2- Cromatografia analitica e preparativa, aspetti applicativi.
- 3- Valutazione dei parametri di reazione (scelta del solvente, della temperatura, ordine aggiunta reattivi etc.).
- 4- Richiamo delle reazioni di funzionalizzazione aromatica relative alle esperienze condotte in laboratorio.

Esercitazioni in Laboratorio: 64h

Esecuzione di semplici sequenze sintetiche multistep, basate sulla chimica dei composti aromatici. In particolare verranno eseguite reazioni di sostituzione elettrofila e nucleofila aromatica, diazotazione e Sandmeyer, addizione 1,4-coniugata di Michael. Tutte le esperienze verranno eseguite a banco singolo.

E' prevista l'esecuzione della sintesi dei seguenti composti:

- Sintesi dell'1-fenil-3-fenilamminopirrolidin-2,5-dione
- Sintesi di un fine chemical di uso comune
- Sintesi del 2,4-dinitrofenil-2'-naftil etere
- Sintesi della para-nitroacetanilide e sua conversione nella para-nitro anilina
- Sintesi del p-iodonitrobenzene

Si impareranno le metodologie per il riconoscimento dei principali gruppi funzionali della chimica organica, utilizzando sia metodi spettroscopici

che lo studio della loro reattività attraverso la preparazione di opportuni derivati funzionali.

Inoltre verranno eseguite separazioni di miscele di composti incogniti, con successiva purificazione e caratterizzazione. Le classi di prodotti esaminati sono: ammine primarie, secondarie e terziarie, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, eteri, alogeno e nitroderivati, idrocarburi. Le separazioni verranno eseguite sia con tecniche cromatografiche che di estrazione selettiva.

COURSE CONTENT

Analytical chemistry I with lab

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica analitica I , Modulo: Laboratorio di chimica analitica I
I total credits 12,0

Prof. FALCIOLA LUIGI , Department of Chemistry

Address: 02503 14057 - v. Venezian, 21 02503 14210 -

Email: luigi.falciola@unimi.it

Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA , Department of Chemistry

Address: 02503 14211 - v. Golgi, 19 02503 14213 - v. Golgi, 19

Email: patrizia.mussini@unimi.it

Prof. PIFFERI VALENTINA , Department of Chemistry

Address: 02503 14222 - v. Golgi, 19

Email: Valentina.Pifferi@unimi.it

Goals

Acquisition of procedures and basic calculations in Analytical Chemistry; mastery titrations and colorimetric techniques of electroanalytical base.

Acquired skill

Applying basic statistics to estimate reliability and significance of analytical data, also in connection with the laboratory module.

Managing solution equilibria and electrode potentials, also in terms of ionic activities, and application for prediction and interpretation of titration curves based on acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with full instrumental monitoring or end point detection by colorimetric indicators, also in connection with the laboratory module.

Basic knowledge of fundamental electroanalytic techniques (conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry) also in connection with the laboratory module.

Website

<http://users.unimi.it/ECEA>

<http://users.unimi.it/ELAN>

Module: Analytical chemistry I

Goals

Fundamental definitions and concepts in Analytical Chemistry; Elements of statistics applied to analytical chemistry; interpretation of acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with application to volumetric analysis; electroanalysis: conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry.

Acquired skill

Criteria for evaluating the reliability of analytical data; ability to interpret acido/base, precipitation, complexation and redox equilibria, particularly concerning titration curves; basic knowledge of the fundamental electroanalytic techniques (conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry)

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Fundamental definitions and concepts in Analytical Chemistry; Elements of statistics applied to analytical chemistry; interpretation of acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with application to volumetric analysis; electroanalysis fundamentals: conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry

Acquired skills

Applying basic statistics to estimate reliability and significance of analytical data, also in connection with the laboratory module.

Managing solution equilibria and electrode potentials, also in terms of ionic activities, and application for prediction and interpretation of titration curves based on acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with full instrumental monitoring or end point detection by colorimetric indicators, also in connection with the laboratory module.

Basic knowledge of fundamental electroanalytic techniques (conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry) also in connection with the laboratory module.

Course content [required]

Part 1 Propedeutic concepts Analytical Chemistry: definition, history, significance. Analytical methods. Sequence of steps in a typical quantitative analysis. Sampling (hints). Elements of theory of errors applied to analytical chemistry; criteria for data treatment and statistical tests. Concentration scales, ionic strength, activities, activity coefficients. Equilibrium constants, standard states. Nernst law, galvanic cells, ion-reversible electrodes, electrode potential scale.

Part 2 Equilibria in solution and volumetric analysis. Titration methods: definitions, classification, standards. Acid/base, precipitation, complexation and redox titrations: mathematical description of the corresponding equilibria and elaboration and interpretation of titration diagrams for model systems. Speciation diagrams and Pourbaix diagrams.

Part 3 Electroanalysis. Conductimetry, potentiometry (ion-selective electrodes, pH-metry, p-Ionometry, redox potential, water hardness), voltammetry (cyclic voltammetry, polarography, pulsed techniques, stripping techniques for trace analysis), amperometry (trace water by Karl

Fischer method, dissolved oxygen by Clark method), biosensors and electronic tongues/noses (hints). Fundamentals, instrumentation, protocols (standardization, direct measurements, instrumental titrations). Model cases in the analytical laboratory and in fundamental and applied research.

Suggested prerequisites

General and Inorganic Chemistry and General and Inorganic Chemistry Laboratory; Mathematics courses.

Reference material

Recommended general scope textbook: Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole (or corresponding Italian edition)

Supporting material and model electronic spreadsheets provided by the instructor (available on her website under password)

Other general scope textbook: Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co. (or corresponding Italian edition)

For a deeper insight and attractive treatment of acid base equilibria and corresponding titration curve: Robert De Levie, Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations, Oxford Chemistry Primers.

Prerequisites

Fundamentals of General and Inorganic Chemistry; basic stoichiometric calculations: elements of mathematical analysis and of numerical methods.

Assessment method

The global mark of the Analytical Chemistry and Laboratory of Analytical Chemistry I Course will be assigned combining the marks obtained for the theoretical and experimental modules (details concerning the latter evaluation are provided in the corresponding

Concerning the evaluation of the theoretical module, it will consist in

A 3-hour written examination concerning the program Part 1 and 2 (mainly problems and exercises, plus several short questions)

A 15-minutes oral examination concerning the program Part 3 (electroanalytical techniques). Students can register for this interview, enabling them to complete the examination and to receive their global mark for the entire course, after having passed both the above written examination and the laboratory module examination.

Language of instruction

Italian

Attendance policy

Attendance is strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<http://users.unimi.it/ECEA>

Program's information

Testo raccomandato

Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole (o l'edizione corrispondente italiana) Materiale integrativo e fogli elettronici modello forniti dal docente (scaricabili dal sito con password)

Altro testo di carattere generale: Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co. (o l'edizione corrispondente italiana).

Per un approfondimento degli equilibri acido/base e della costruzione delle corrispondenti curve di titolazione: Robert De Levie Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations, Oxford Chemistry Primers.

Module: Laboratory of analytical chemistry I

Goals

Knowledge of the procedures, the experimental protocols and the fundamental calculations in Analytical Chemistry. Knowledge of colorimetric titrations and of the basic electroanalytical techniques: conductimetry, potentiometry, amperometry.

Acquired skill

Use, also at experimental level, of the basic analytical techniques: colorimetric titrations and fundamental electroanalytical methodologies. Use of an electronic spreadsheet for data treatment. Principles of statistical data treatment and error theory.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Knowledge of the procedures, the experimental protocols and the fundamental calculations in Analytical Chemistry. Knowledge of colorimetric titrations and of the basic electroanalytical techniques: conductimetry, potentiometry, amperometry.

Acquired skills

Use, also at experimental level, of the basic analytical techniques: colorimetric titrations and fundamental electroanalytical methodologies. Use of an electronic spreadsheet for data treatment. Principles of statistical data treatment and error theory.

Course Content

Lessons [16 hours] Concentration and concentration scales. Dilutions. Laboratory materials and reagents. Instrumentation for mass and volume measurements. Analytical methods characteristics, prediction and analysis methodologies. Safety regulations. Good laboratory practice.

General principles of acid-base, precipitation, complexometric and redox titrations. General principles of conductimetry, potentiometry and pH-metry, amperometry. Survey of experimental procedures.

Numerical exercises [8 hours] Calculations concerning solution preparation and titrations. Excel electronic spreadsheet use for experimental

data treatment.

Laboratory experiments [48 hours]

1) Volumetric analysis with colorimetric indicators: preparation of standard solutions, acid/base titrations (KHP, TRIS, vinegar, bicarbonates), complexation titrations (water hardness with EDTA), precipitation titrations (chlorides with Mohr and Fajans methods), redox titrations (iodine, ascorbic acid) [24 hours].
2) Electroanalysis: Conductimetry: conductimeter calibration, direct measurement of specific conductivity, conductimetric titrations [4 hours]. Potentiometry: ion-selective electrode assembling, calibration and use for direct p-Ion determination; pH-meter standardization and direct pH measurements; potentiometric acid/base (HCl, HCl+CH₃COOH, unknown aminoacid detection), precipitation (chlorides in egg pasta), complexation (water hardness) and redox (iron determination) titrations [16 hours]. Amperometry: dead stop end point amperometric detection of Vitamin C in real samples (tablets and fruit juices) [4 hours].

Suggested prerequisites

General and inorganic chemistry Course with Lab, Mathematics Courses.

Reference Material

Lessons Power Point presentations, model electronic spreadsheets, solved exercises, laboratory experimental procedures. All this material is available and downloadable from the instructors' web site.

Recommended text: Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.

Alternatively: Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co.

Prerequisites

Fundamentals of general and inorganic chemistry, stoichiometry principles, fundamentals of mathematics.

Assessment method

Written Exam (2 hours) based on 5 questions with long open answers. In particular: 2 exercises on stoichiometric/analytical calculations + 2 questions related to laboratory experiments and 1 question on the theoretical part of the course.

The laboratory booklet and the two intermediate reports will be evaluated during the laboratory period.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Obligatory

Mode of teaching

Traditional

Website

<http://users.unimi.it/ELAN>

Program's information

Materiale di riferimento

- Presentazioni Power Point delle lezioni, fogli elettronici modello, esercizi risolti, metodiche sperimentali di laboratorio. Tutto questo materiale è scaricabile dal sito web dei docenti.

Testo raccomandato:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.

In alternativa:

- Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co.

Analytical chemistry II with lab

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica analitica II, Modulo: Laboratorio di chimica analitica

II total credits 12,0

Prof. BRUNI SILVIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14393 - v. Venezian, 21

Email: silvia.bruni@unimi.it

Prof. FERMO PAOLA, Department of Chemistry

Address: 02503 14246 - v. Golgi, 19 02503 14388 - v. Venezian, 21

Email: paola.fermo@unimi.it

Prof. VILLA ALBERTO, Department of Chemistry

Address: 02503 14361 - v. Venezian, 21

Email: Alberto.Villa@unimi.it

Goals

Acquisition of basic knowledge on the theoretical foundations and applications of the principal techniques of instrumental chemical analysis, spectroscopic and chromatographic, for elementary analysis and molecular level.

Acquired skill

Ability to select the most adequate methodologies for solving a given analytical problem and interpreting their results at a base level

Website

<http://sbrunica2.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Module: Analytical chemistry II

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Acquisition of base knowledge about theory and application of the most common instrumental techniques, mainly spectroscopic ones, for elemental and molecular analysis

acquired skills

Ability to select the most adequate methodologies for solving a given analytical problem and interpreting their results at a base level

Course content

Choice criteria of an analytical method. Introduction to spectroscopic techniques. Methods for elemental analysis: optical atomic spectroscopy, atomic mass spectrometry, X-ray fluorescence. Methods for molecular analysis: IR and Raman vibrational spectroscopies, UV-visible absorption and luminescence spectroscopy, nuclear magnetic resonance, molecular mass spectrometry also combined with chromatographic techniques.

Suggested prerequisites

Chimica analitica I

Reference material

- D. A. Skoog, F. J. Holler, S. R. Crouch, Chimica Analitica Strumentale, EdiSES

Assessment method

Written: the exam is divided into two written tests, one for each module. For the Analytical Chemistry II module there is a questionnaire with 10 open-ended but short questions concerning the theoretical and applicative aspects of the analytical techniques covered in the course. The exam lasts 75 minutes.

For the Analytical Chemistry Laboratory module there is a questionnaire of 6 open questions concerning, also in this case, the theoretical and applicative aspects of the analytical techniques covered in the course; the exam duration is one hour.

For the final result, evaluations of laboratory practice reports will also be considered.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Strongly advised

Mode of teaching

Traditional - Frontal lessons

Website

<http://sbrunica2.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

D. A. Skoog, F. J. Holler, S. R. Crouch, Chimica Analitica Strumentale, EdiSES

Module: Laboratory of analytical chemistry II

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Learning characteristics and use of the most common types of instrumentation for chemical analysis.

acquired skills

Acquiring the ability to choose an analytical method and set up simple analytical protocols.

Course content

Theoretical lessons- 3 CFU:

First part: processing of analytical data; Type of data-related errors; Accuracy and precision; Standard deviation, RSD and confidence limits; Calibration methods (construction of the calibration line and method of standard additions); t and F tests; Validation of an analytical method; MR and MRC; Sensitivity; Definitions of LOD and LOQ; Control cards; Methods for sample preparation: acid dissolution, digestion and mineralizing in microwave oven, extraction using SPE and SPME techniques; Comparison and choice of a method.

Second part: Classification of chromatographic methods and general principles of chromatographic techniques, gas chromatography (GC), high performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), liquid chromatography mass spectrometry (HPLC-MS).

Suggested prerequisites

General and inorganic chemistry; analytical chemistry I

Reference material

Slides provided by the teachers and available on Ariel's course website;

text:

- Skoog, West Holler, Introduction to Analytical Chemistry

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Compulsory for the laboratory; Strongly recommended for theoretical lessons

Mode of teaching

traditional

Website

<http://labca2.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

Slides fornite dai docenti e disponibili sul sito Ariel del corso;

testo:

Skoog, West Holler, Introduzione alla chimica analitica

Biological chemistry

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. ALIVERTI ALESSANDRO, Department of Life Sciences

Address: 02503 14897 - v. Celoria, 26

Email: alessandro.aliverti@unimi.it

Goals

To understand biology as an emergent property arising from the physico-chemical interactions among the molecules forming the living matter. To understand the chemical logic at the basis of the molecular structure of the living organisms and of the transformations they undergo. To understand the role of weak interactions in molecular recognition. To understand, by an evolutionary point of view, the organization and function of biological macromolecules and metabolic processes. To know the principles of biological catalysis. To understand the basic concepts of bioenergetics and the adaptive meaning of metabolism. To understand the ecological meaning of the biogeochemical cycles of the major bioelements.

Acquired skill

Ability to relate the fundamental features of living systems and of the transformations that occur in them to the underlying chemical and physical principles governing the involved chemical species. Ability to handle quantitatively protein-ligand interactions and enzyme kinetics. Ability to interpret biological phenomena based on the principles of thermodynamics. Ability to recognize the biological meaning of the main pathways of intermediate metabolism, with a focus on energy metabolism, and to identify their interconnections. Ability to recognize how global metabolic balance in living organisms is linked to biogeochemical cycles of major bioelements.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

To understand biology as an emergent property arising from the physico-chemical interactions among the molecules forming the living matter. To understand the chemical logic at the basis of the molecular structure of the living organisms and of the transformations they undergo. To understand the role of weak interactions in molecular recognition. To understand, by an evolutionary point of view, the organization and function of biological macromolecules and metabolic processes. To understand the principles of biological catalysis. To understand the basic concepts of bioenergetics and the adaptive meaning of metabolism. To understand the ecological meaning of the biogeochemical cycles of the major bioelements.

acquired skills

Ability to relate the fundamental features of living systems and of the transformations that occur in them to the underlying chemical and physical principles governing the involved chemical species. Ability to handle quantitatively protein-ligand interactions and enzyme kinetics. Ability to interpret biological phenomena based on the principles of thermodynamics. Ability to recognize the biological meaning of the main pathways of intermediate metabolism, with a focus on energy metabolism, and to identify their interconnections. Ability to recognize how global metabolic balance in living organisms is linked to biogeochemical cycles of major bioelements.

Course content

The fundamental unity of biological organization at the cellular and molecular levels. Bioelements and biomolecules. Weak interactions in aqueous environment and their effect on the properties of biomolecules. Hydrophobic interactions and amphipathic molecules. Macroions and polyampholites in aqueous solution. Macromolecules and supramolecular structures. Nucleotides and nucleic acids. Levels of organization in the structure of nucleic acids. Amino acids, polypeptides and proteins. Properties of the peptide bond. Levels of protein structure: primary, secondary, supersecondary (motifs and domains), tertiary, quaternary. Conformation of protein molecules. Properties of proteins in solution. Examples of structure and function of proteins: keratin, collagen, silk fibroin, myoglobin, hemoglobin. Allosteric proteins. Structure and properties of lipids. Biological membranes. Membrane proteins. Biological meaning of cell compartmentation. Carbohydrates. Structure and functions of monosaccharides and polysaccharides. Glycogen, amylose amylopectin and cellulose. Enzymes and enzyme kinetics. Functional classification of enzymes. Factors affecting the rate of enzyme reactions. Michaelis-Menten equation. Determination of the catalytic and Michaelis constants of an enzyme reaction. Enzyme inhibition. Kinetics of reversible enzyme reactions. Multi-substrate enzyme reactions. Examples of enzyme mechanisms: lysozyme, serine proteases. Bioenergetics. Energy variations in biochemical processes. Equilibria and steady states. Energy flows and "high energy" compounds. Coupled reactions. ATP system. Biological redox reactions and biological electron transporters. General aspects of metabolism. Glycolysis and fermentations. Polysaccharides degradation: starch digestion and glycogen mobilization. Pyruvate oxidative decarboxylation and tricarboxylic acid cycle. Respiratory chain and oxidative phosphorylation. Gluconeogenesis. Pentose phosphate pathway. Catabolism of triacylglycerols and β -oxidation of fatty acids. Biosynthesis of fatty acids and triacylglycerols. General aspects of nitrogen containing compounds: biological nitrogen fixation and organication, amino acid catabolism, urea cycle. Oxygenic photosynthesis. Aspects of metabolism regulation and integration. Biogeochemical cycles of carbon, oxygen and nitrogen.

Suggested prerequisites

General and Inorganic Chemistry, Organic Chemistry I

Reference material

One textbook chosen among the following:

D.L. Nelson & M.M. Cox, Lehninger Principles of Biochemistry, 7th Edition, W.H. Freeman.

D. Voet, J.G. Voet & C.W. Pratt, Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level, 5th Edition, Wiley.

C.K. Matthews, K.E. van Holde, D.R. Appling, S.J. Anthony-Cahill, Biochemistry, 4th Edition, Prentice Hall.

Assessment method:

Written exam, consisting in a series of open questions aimed to assess the degree of knowledge, understanding of the matter, as well as ability of the student to handle concepts and topics covered by the course. Answering some questions includes applying a few algebraic equations and making some simple calculations, drawing structural formulae and graphs. Allowed time is 2 h.

Possibility of oral exam, upon request by the student. Partial exams for students attending the course during the teaching semester are not planned.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly suggested

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<http://aaliverticb.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

Lo studente è invitato a dotarsi di un libro di testo, scegliendolo tra i seguenti, diversi per estensione, approfondimento e prezzo:

- D.L. Nelson e M.M. Cox, I Principi di Biochimica di Lehninger, Settima Edizione Italiana, Zanichelli. (Testo molto chiaro, completo e approfondito, utile anche in futuro come opera di consultazione).
- D. Voet, J.G. Voet e C.W. Pratt, Fondamenti di Biochimica, Quarta Edizione Italiana, Zanichelli. (Un altro testo chiaro, completo e approfondito, utile anche per futura consultazione).
- D. Voet, J.G. Voet e C.W. Pratt, Principi di Biochimica, Zanichelli. (Versione ridotta del testo precedente, in cui non è compresa la sezione sul metabolismo informativo, non coperta dall'insegnamento).
- C.K. Matthews, K.E. van Holde, D.R. Appling, S.J. Anthony-Cahill, Biochimica, Quarta Edizione, Piccin. (Testo didatticamente molto valido e completo di prezzo contenuto).
- R.H. Garrett e C.M. Grisham Principi di Biochimica, Piccin (Un testo approfondito ed economico).
- H.R. Horton, L.A. Moran, K.G. Scrimgeour, M.D. Pery, J.D. Rawn, Principi di Biochimica, Quarta Edizione, Pearson Paravia Bruno Mondadori. (Testo meno esteso dei precedenti, che esclude opportunamente argomenti più adatti a corsi di biologia molecolare, proposto in due diverse vesti editoriali, di cui una estremamente economica).
- D.R. Appling, S.J. Anthony-Cahill, C. K. Mathews, Biochimica. Molecole e Metabolismo. Pearson Italia. (Un testo relativamente breve ed economico).
- M.K. Campbell e S.O. Farrell, Biochimica, Quarta Edizione, EdiSES. (Un testo relativamente breve e molto economico).

Website

<http://aaliverticb.ariel.ctu.unimi.it>

Chemistry of coordination compounds with laboratory

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 10,0

Prof. CARLUCCI LUCIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14445 - v. Venezian, 21 02503 14461 - v. Venezian, 21

Email: lucia.carlucci@unimi.it

Prof. CASELLI ALESSANDRO, Department of Chemistry

Address: 02503 14372 - v. Venezian, 21

Email: alessandro.caselli@unimi.it

Prof. DRAGONETTI CLAUDIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14358 - v. Venezian, 21 02503 14425 - v. Venezian, 21

Email: claudia.dragonetti@unimi.it

Goals

To understand the key features of coordination compounds. The course is designed to provide the basics of traditional coordination chemistry and organometallic chemistry, both in theoretical and practical aspects.

Acquired skill

The student will be able to understand: the structure and the stereochemistry of transition metal complexes; The metal to ligand interaction; The principal aspects concerning the stability and the reactivity of coordination compounds; Their role in chemical synthesis.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

To understand the key features of coordination compounds. The course is designed to provide the basics of traditional coordination chemistry and organometallic chemistry, both in theoretical and practical aspects

acquired skills

The student will be able to understand: the structure and the stereochemistry of transition metal complexes; The metal to ligand interaction; The principal aspects concerning the stability and the reactivity of coordination compounds; Their role in chemical synthesis.

Course content

a) classroom lectures (7 credits).

Introduction, coordination numbers and geometries, isomerisms (structural, geometrical, optical), nomenclature and formulae, mono- and poly-dentate ligands. Crystal field and ligand field theories. Metal-ligand interactions of σ - and π -bonding types. Electron counting. Thermodynamics (formation constants, chelate and macrocyclic effects) and kinetics (lability, inertness and electronic configuration). Substitution, association, inter-exchange and electron transfer mechanisms.

Complexes with M-H bonds (classical and non-classical hydrides, agostic interactions), M-Sn, M-N (imides, nitrenes e nitrydes), M-S, M-O (alkoxydes, acetylacetonates, oxo, peroxy e superoxy), M-X (X:halogen). Complexes with π -type ligands (carbonyls, nitriles, isonitriles, nitrosyls, dinitrogen, phosphanes). π -type complexes (olefines, acetylenes, allyls, cyclopentadienyls and aromatic rings).

b) laboratory experiments (3 credits).

Syntheses of inorganic and coordination compounds, specifically selected to present the most representative separation and purification techniques and some important aspects of the properties and the chemical behavior of metals and ligands (oxidation state of metals, type of ligands, coordination modes, chelate effect, geometrical, ligand and optical isomerism).

Suggested prerequisites

Courses of: General and inorganic chemistry, Inorganic chemistry I

Reference material

Recommended textbooks:

- P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong – Inorganic Chemistry – Oxford University Press (2006), Fourth edition

- G.L. Miessler, D.A. Tarr – Chimica Inorganica – ed. Piccin (2012)

- Lecture slides provided by the teacher

Assessment method:

The exam comprise a report on the experiences conducted during the lab exercises and a written test on the topics developed during the frontal lessons. This written test requires answers to about 8 questions over a period of about three hours.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended for frontal lessons, mandatory for the lab

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<http://labchimicacomposticoord.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

Testi consigliati:

- P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong – Inorganic Chemistry – Oxford University Press (2006), Fourth edition
- G.L. Miessler, D.A. Tarr – Chimica Inorganica – ed. Piccin (2012)
- Lucidi delle lezioni fornite dal docente.

Website

<http://labchimicacomposticoord.ariel.ctu.unimi.it>

Complements of mathematics and calculus

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. BRESSAN NICOLETTA, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16133 - v. Saldini, 50 02503 16163 - v. Saldini, 50

Email: nicoletta.bressan@unimi.it

Prof. FIERRO FRANCESCA, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16179 - v. Saldini, 50

Email: francesca.fierro@unimi.it

Prof. ZAMPIERI ELENA, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16119 - v. Saldini, 50 02503 16188 - v. Saldini, 50

Email: elena.zampieri@unimi.it

Goals

The course aims at:

- 1) completing the Students' knowledge in Mathematics, by studying some of the problems frequently encountered in Applied Sciences;
- 2) providing the basic tools regarding the numerical simulation of mathematical problems of applicative interest;
- 3) providing the basic tools for an appropriate usage of Scientific Computing software.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Basic knowledge of Numerical Computing, regarding both the theory and the implementation (in MATLAB language). The course will also complete some mathematical topics introduced in the math course of the first semester.

Course content:

Floating-Point representation of real numbers. Vectors, products, matrices, linear algebra, determinants, matrix inverse. Linear systems. Direct methods, Gaussian elimination, pivoting, LU factorization. Eigenvalues and eigenvectors of a matrix. Iterative methods, Jacobi and Gauss-Seidel, convergence criteria, stopping tests. Polynomial approximation of functions and data. Polynomial interpolation, Lagrange polynomials, interpolation error. Spline functions. Least square methods, linear regression. Nonlinear equations. Bisection and Newton methods, theoretical results, stopping tests. Numerical integration. Open and close Newton-Cotes formulae, midpoint, trapezoidal and Simpson rules. Error analysis and composite formulae. Ordinary differential equations. Existence and uniqueness results. One-step methods, explicit and implicit Euler, Crank-Nicolson, Heun. Consistency and local truncation error, order of convergence. Global error evaluation and adaptivity. Absolute stability. Runge-Kutta methods. Multistep methods. Systems of ordinary differential equations, kinetic reactions.

Suggested prerequisites:

The concepts introduced in the math course of the first semester will be necessary.

Reference material:

- A., Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, Calcolo scientifico. Springer, 2012.
- G. Naldi, L. Pareschi: MATLAB Concetti e progetti. Milano, Apogeo 2002.
- G. Naldi, L. Pareschi, G. Russo, Introduzione al calcolo scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab, McGraw-Hill Education.

Prerequisites:

The math course of the first semester.

Assesment methods:

Written exam.

The written exams consists if the solution of both theoretical and Matlab problems.

Attendance policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Frontal lectures + Malab Lab

Course webpage: http://www.mat.unimi.it/users/beirao/Chimici_2015.htm

Program's information

- G. Naldi, L. Pareschi, G. Russo, Introduzione al calcolo scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab, McGraw-Hill Education.
- Bramanti-Pagani-Salsa MATEMATICA, calcolo infinitesimale e algebra lineare Ed. Zanichelli
- D. Benedetto e altri. Matematica per le scienze della vita, 2a ed. Ambrosiana
- Dispensa di appunti sulla pagina web del corso.

Website

<http://www.mat.unimi.it/users/zampieri/>

Fundamentals of mathematics

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 9,0

Prof. BONETTI ELENA, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16089 - v. Saldini, 50

Email: Elena.Bonetti@unimi.it

Prof. LOMBARDI LUIGI, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Email: Luigi.Lombardi@unimi.it

Prof. TARSİ CRISTINA, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16121 - v. Saldini, 50

Email: Cristina.Tarsi@unimi.it

Goals

Knowledge of basis notion of integral and differential calculus for real functions.

Acquired skill

Applications of differential and integral calculus for real functions. Solutions of differential linear equations

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Knowledge of basis notion of integral and differential calculus for real functions.

Acquired skills

Applications of differential and integral calculus for real functions. Solutions of differential linear equations

Course content

Real and complex numbers. Sequences and series. Differential and integral calculus for real functions defined for one or more variables. Linear differential equations of I and II order.

Suggested prerequisites

Nothing

Reference material

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa:

Matematica. Calcolo infinitesimale e algebra lineare.

Seconda edizione. Ed. Zanichelli, Bologna, 2004

Prerequisites

Prerequisites required for the admission test

Assessment method

The exam consists in a written part for the resolution of exercises (concerning all the arguments of the course) as well as some theoretical questions. Hence, the student may choose to integrate the exam with a colloquium to get a better result (e.g. in the case when it is required an evaluation more than 27/30).

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Suggested

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<http://www.mat.unimi.it/users/bonetti/Teaching.html>

Program's information

- M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa: Matematica. Calcolo infinitesimale e algebra lineare. Seconda edizione. Ed. Zanichelli, Bologna, 2004

Website

<http://www.mat.unimi.it/users/bonetti/Teaching.html>

General and inorganic chemistry with lab

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica generale e inorganica , Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica total credits 12,0

Prof. RAGAINI FABIO ATTILIO CIRILLO , Department of Chemistry

Address: 02503 14373 - v. Venezian, 21

Email: fabio.ragaini@unimi.it

Prof. TESSORE FRANCESCA , Department of Chemistry

Address: 02503 14397 - v. Venezian, 21

Email: francesca.tessore@unimi.it

Goals

The aim of the course is to introduce the basics of chemistry from both a theoretical and a practical point of view. The course is splitted into two parts, with classroom lessons, stoichiometry practices and seven laboratory practices.

Acquired skill

Comprehension of the basic structure of atoms and molecules and of the basics of thermodynamics and kinetics.

To understand and solve any kind of stoichiometry problems. To identify and use lab facilities. To be aware of the security rules. To perform simple lab operations (to weigh, to prepare a solution, to crystallize, to filter, to carry out a synthesis). To draw up a report.

Website

<http://ftessorel cgi. ariel. ctu. unimi. it/v3/home/Default.aspx>

Module: Module: general and inorganic chemistry

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim of the course is to introduce the basics of chemistry from both a theoretical and a practical point of view. The course is splitted into two parts, with classroom lessons, stoichiometry practices and seven laboratory practices.

Acquired skills

Comprehension of the basic structure of atoms and molecules and of the basics of thermodynamics and kinetics.

To understand and solve any kind of stoichiometry problems. To identify and use lab facilities. To be aware of the security rules. To perform simple lab operations (to weigh, to prepare a solution, to crystallize, to filter, to carry out a synthesis). To draw up a report.

Course content

General and Inorganic Chemistry: Atoms and their structure. Quantum numbers and atomic orbitals. The periodic properties of the elements. Ionization potential and electronic affinity. The chemical bond. Ionic compounds. Covalent bond. Electronegativity. Hydrogen Bond. Hybrid orbitals. Molecular orbitals. The metallic bond. Shapes of molecules and Lewis formulas. The VSEPR model. Solid state. Crystal structures. Ideal gases. Solutions and dispersions. Vapour pressures of pure liquids and solutions, Raoult law. Distillation. Colligative properties. Thermochemistry and thermodynamics. Thermodynamics laws: enthalpy, entropy and free energy. Spontaneous processes and chemical equilibrium. Chemical kinetic. Reaction order. Reaction rate and temperature. Activation energy. The catalysts. Arrhenius, Brønsted and Lewis acids and bases. Strengths of acids and bases. Ion-product of water and pH. Electrochemistry. Electrolytes and electric conductivity. Free energy and electric work. Galvanic cells and reduction potentials. The Nernst equation. Batteries and electrolysis. Coordination compounds: chelating ligands, isomery in coordination compounds, π complexes. Radiochemistry. Principles of Inorganic chemistry. Chemical properties of hydrogen, and of its compounds. Some chemical industrial processes.

Suggested prerequisites

none

Reference material

General and Inorganic Chemistry:

Brown, LeMay, Bursten, Murphi, Fondamenti di Chimica, 3a ed., EdiSES.

Shriver, Atkins, Chimica Inorganica, 2a italian ed., Zanichelli

Assessment method

Written exam.

For the General and Inorganic Chemistry part: 20 questions, many of which with multiple choice.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Mandatory for the practical lab experiments (28 hrs)

Strongly recommended for the classroom lectures

Mode of teaching:

Traditional

Program's information

- Brown, LeMay, Bursten, Murphi, Fondamenti di Chimica, 3a ed., EdiSES.

- Shriver, Atkins, Chimica Inorganica, 2a ediz italiana, Zanichelli

Module: Module: Laboratory of general and inorganic chemistry

Goals

Learning of the theoretical principles and of the main calculation methodologies to solve stoichiometry problems.

Acquisition of problem solving skills.

Acquired skill

To understand and solve any kind of stoichiometry problems. To identify and use lab facilities. To be aware of the security rules. To perform simple lab operations (to weigh, to prepare a solution, to crystallize, to filter, to carry out a synthesis). To draw up a report.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Learning of the theoretical principles and of the main calculation methodologies to solve stoichiometry problems.

Acquisition of problem solving skills.

acquired skills

To understand and solve any kind of stoichiometry problems. To identify and use lab facilities. To be aware of the security rules. To perform simple lab operations (to weigh, to prepare a solution, to crystallize, to filter, to carry out a synthesis). To draw up a report.

Course content

Matter and measurements. Avogadro's number. The mole. Atomic and molecular weight. Chemical formulas. Weight composition of a chemical compound and of a mixture of compounds. Molar and ponderal relations in a reaction. How to balance a chemical equation. Limiting reactant. Yield, conversion and selectivity of a chemical reaction. Precipitation, acid-base, redox reactions. Chemical equivalent. Solutions and concentrations. Ideal gases and relative laws. Chemical equilibrium: equilibrium constants, the effect of concentration, pressure and temperature variations. Ionic equilibria in aqueous solution: strong and weak electrolytes; neutral, acidic and basic solutions; pH and pOH; acids and bases, hydrolysis, buffer solutions, multiple equilibria. Complexometry. Precipitation equilibria: solubility and solubility-product constant. Effect of the presence of a common ion, of the pH, and of complexation on precipitation equilibria. Practical laboratory experiments (28 hrs).

Suggested prerequisites

none

Reference material

Slides and exercises used during the lessons. Booklet of the lab practical experiments.

Bibliography:

- 1) Caselli-Rizzato-Tessore, "Stechiometria dal testo di M. Freni e A. Sacco", EdiSES
- 2) Lausarot-Vaglio "Stechiometria per la Chimica Generale" - Piccin
- 3) Clerici-Morrocchi "Esercitazioni di Chimica" - Schonenfeld & Ziegler

Prerequisites

Assessment method

Written exam: the student has to solve five problems on the whole program. The aim is to verify not only the learning of concepts, but also the acquisition of problem solving skills.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Mandatory for the practical lab experiments (28 hrs)
Strongly recommended for the classroom lectures

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<https://ftessorelcgi.ariel.ctu.unimi.it> (access with UniMi login and password)

Program's information

Slides presentate dal docente ed esercizi svolti a lezione. Dispense delle esercitazioni di laboratorio.

Testi di riferimento:

- 1) Caselli-Rizzato-Tessore, "Stechiometria dal testo di M. Freni e A. Sacco", EdiSES
- 2) Lausarot-Vaglio "Stechiometria per la Chimica Generale" - Piccin
- 3) Clerici-Morrocchi "Esercitazioni di Chimica" - Schonenfeld & Ziegler

General physics

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 9,0

Prof. PARIS MATTEO, Department of Physics

Address: 02503 17662 - v. Celoria, 16

Email: Matteo.Paris@unimi.it

Program with reference to descriptor 1 and 2

- Course Description

General Physics is a one-and-a-half semester course designed to present concepts and applications of the following topics: kinematics, dynamics, gravitation, thermodynamics, electromagnetism and optics. There are four hours of lecture/exercise each week.

Mechanics

1. Physical quantities and their measurement.
2. Kinematics of point masses. Reference frames.
3. Dynamics of point masses. Newton's laws.
4. Work and energy. Energy conservation.
5. Angular momentum and torques.
6. Linear momentum. Scattering of point masses.
7. Kinematic and dynamics of rigid bodies.

Thermodynamics

1. Kinetic theory of gases (outline).
2. Transformations of thermodynamic systems: the first principle of thermodynamics.
3. Applications of the first principle to perfect gases.
4. Entropy and the second principle of thermodynamics.

Elettromagnetism

1. Electrostatic: Coulomb's law and principle of superposition.
 2. Electric field. Electric potential.
 3. Gauss law and its applications.
 4. Electrostatic energy. Dielectrics.
 5. Electric current and charge conservation. Ohm's law.
 6. Magnetostatics: the magnetic field.
 7. Magnetic force on charges and currents: Lorentz force.
 8. Magnetic field generated by stationary currents. Biot-Savart law and Ampère's law.
 9. Time dependent electric and magnetic fields. Induced currents. Faraday's law.
- Displacement current: Ampere-Maxwell's law.

Optics

1. Electromagnetic waves and the electromagnetic spectrum.
2. Geometric optics.
3. Physical optics: diffraction and interference.

- Exams: written and oral examinations. Written exam: 4/5 exercises similar to those carried out during classes (examples and previous exams)

available at the Ariel web page). Oral exams: topics from the program.

- Textbook (and other material): see <http://mparisf.ariel.ctu.unimi.it/>
- Course Prerequisites: Mathematics
- Attendance: recommended (strongly)
- Remote/traditional/online: traditional (blackboard)

Other infos: freshman may access intermediate exams.
Contact the teacher for details.

Program's information

Testo consigliato e materiale depositato alla pagina <http://mparisf.ariel.ctu.unimi.it/>

Website

<http://mparisf.ariel.ctu.unimi.it>

Inorganic Chemistry

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 8,0

Prof. PROSERPIO DAVIDE MARIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14446 - v. Golgi, 19

Email: davide.proserpio@unimi.it

Goals

Show the models and theories necessary to rationalize the stereochemistry and reactivity of the compounds of the elements of the main groups. Analyze and discuss the periodic behavior of chemical properties. Build a conceptual framework that allows the student to organize events related to the chemistry of the elements of the main groups and transition metals (limited to their binary compounds with non-metals).

Acquired skill

Discuss the models and theories necessary to rationalize the stereochemistry and reactivity of the compounds of the elements of the main groups and the periodic behavior of chemical properties. Know the chemistry of the elements of the main groups and transition metals (limited to their binary compounds with non-metals).

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Show the models and theories necessary to rationalize the stereochemistry and reactivity of the compounds of the elements of the main groups. Analyze and discuss the periodic behavior of chemical properties. Build a conceptual framework that allows the student to organize events related to the chemistry of the elements of the main groups and transition metals (limited to their binary compounds with non-metals).

acquired skills

Discuss the models and theories necessary to rationalize the stereochemistry and reactivity of the compounds of the elements of the main groups and the periodic behavior of chemical properties. Know the chemistry of the elements of the main groups and transition metals (limited to their binary compounds with non-metals).

Course content

Foundations: Atomic structure; Molecular structure and bonding; Molecular symmetry; Stereochemistry Models; Structures of simple solids; Acids & bases; Oxidation and reduction; The elements and their compounds: Periodic trends, Chemistry and stereochemistry of Group 1-2, 13-18 elements; Chemical trends and representative compounds of d-block metals.

Suggested prerequisites

To have taken the first year course of General Chemistry

Reference material

- 1) P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong – Chimica Inorganica – Zanichelli (2012), 2nd Ed. on the 5th English Ed.
- 2) G. Rayner-Canham, T. Overton – Chimica Inorganica Descrittiva - Edises (2017)
- 3) The 'slides' shown at lesson (available from the web site Ariel)

Prerequisites [optional]

General Chemistry course

Assessment method

The exam is organized as written test consisting of 60 multiple choice questions and 6-7 exercises/questions of more general content to which the student has to respond in details. It is possible to bring the textbooks (nothing else). Students with a grade greater than or equal to 27 may

ask for an oral exam that do not necessarily result in an improvement of the vote.

Language of instruction
Italian

Attendance Policy:
Mandatory

Mode of teaching:
Lessons with slides available on Ariel and exercises preparing for the written exam.

Website: <https://ariel.unimi.it/>

Program's information

- 1) P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong – Chimica Inorganica – Zanichelli (2012), seconda edizione italiana (condotta sulla quinta edizione inglese)
- 2) G. Rayner-Canham, T. Overton – Chimica Inorganica Descrittiva - Edises (2017)
- 3) Copia delle 'slides' proiettate a lezione (da prelevare dal sito Ariel)

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Instrumental analytical chemistry applications

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. COLOMBO VALENTINA, Department of Chemistry

Address: 02503 14450 - v. Venezian, 21

Email: Valentina.Colombo@unimi.it

Prof. VASILE FRANCESCA, Department of Chemistry

Address: 02503 14085 - v. Venezian, 21

Email: Francesca.Vasile@unimi.it

Goals

The course highlights the analytical application of powder diffraction and thermal analysis in material chemistry and furnishes the basic notions of Mass Spectrometry and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for the structural elucidation of organic compounds.

Acquired skill

At the end of the course the student is able to:

- interpret thermal events in DSC and TGA analyses
- interpret powder diffraction patterns, use the crystallographic databases and perform simple quantitative and qualitative analyses on polycrystalline mixtures.
- interpret the result of a multivariate analysis
- interpret spectra and to identify the structure of simple organic compounds from ^1H and ^{13}C NMR and MS spectra.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course highlights the analytical application of powder diffraction and thermal analysis in material chemistry and furnishes the basic notions of Mass Spectrometry and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for the structural elucidation of organic compounds.

Acquired skills

At the end of the course the student is able to:

- interpret thermal events in DSC and TGA analyses
- interpret powder diffraction patterns, use the crystallographic databases and perform simple quantitative and qualitative analyses on polycrystalline mixtures.
- interpret the result of a multivariate analysis
- interpret spectra and to identify the structure of simple organic compounds from ^1H and ^{13}C NMR and MS spectra.

Course content

Principles of diffraction analysis, practice of diffraction analysis, qualitative and quantitative phase analysis, ICDD Powder diffractions files, NIST standard reference materials, microstructure characterization. Examples of industrial applications of powder diffraction in the field of pharmaceuticals and materials. Thermal analysis: principles. Thermogravimetry and differential scanning calorimetry. Principles of multivariate analysis.

Principles of Mass Spectrometry (MS), structural determination of organic compounds, applications of HPLC-MS. Fundamentals of ^1H and ^{13}C

NMR spectroscopy. Chemical shift and spin coupling. Dependence of chemical shift and spin coupling from the structure of organic compounds. NMR monodimensional techniques. Interpretation of NMR and MS spectra.

Suggested prerequisites

Positive assessment of organic chemistry I and II
General and inorganic chemistry.
Mathematics and numerical calculation.

Reference material

- Analisi di Materiali Policristallini Mediante Tecniche di Diffrazione, Guagliardi & Masciocchi Ed.s, Insubria University Press, Varese 2007.
- Guida Pratica alla Interpretazione di Spettri NMR, Antonio Randazzo, Loghia, 2018
- Lecturers notes

Prerequisites

Knowledge of the basic concepts of organic chemistry and molecular structure.
Mathematics and numerical calculation (as in the first year program).

Assessment method

Written: The exam is organized in a written test of the maximum value of 30/30 (thirty). The test will be divided into two parts, one part will cover the diffraction program and another one the MS and NMR techniques. Each part will consist of questions on the theory and exercises and will award 15 (fifteen) points.

Any additional information on the assessment methods will be explained during the course.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly suggested

Mode of teaching:

Traditional

Website:

Program's information

- Analisi di Materiali Policristallini Mediante Tecniche di Diffrazione, Guagliardi & Masciocchi Ed.s, Insubria University Press, Varese 2007.
- Guida Pratica alla Interpretazione di Spettri NMR, Antonio Randazzo, Loghia, 2018
- Dispense dei docenti

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Organic chemistry advanced

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. PASSARELLA DANIELE, Department of Chemistry

Address: 02503 14081 - v. Venezian, 21

Email: daniele.passarella@unimi.it

Goals

The aim of the course is to drive the student to develop a basic knowledge of the organic reactions in the frame of the synthesis of organic compounds. The course has to enable the student to face the understanding of the modern literature concerning the organic synthesis and to plan simple synthetic sequences. The course is accompanied by two or three seminars given by experts of chemical companies that are involved in organic synthesis

Acquired skill

Design of synthesis based on retrosynthetic analysis. Use of basic concepts for the understanding of the role of reagents, solvents and reaction conditions. Suggesting of reasonable mechanisms to justify the formation of unexpected products. Taking into account drawbacks associated to the scale-up of particular reactions or preparations

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim of the course is to drive the student to develop a basic knowledge of the organic reactions in the frame of the synthesis of organic compounds. The course has to enable the student to face the understanding of the modern literature concerning the organic synthesis and to plan simple synthetic sequences. The course is accompanied by two or three seminars given by experts of chemical companies that are

involved in organic synthesis

Acquired skills

Design of synthesis based on retrosynthetic analysis. Use of basic concepts for the understanding of the role of reagents, solvents and reaction conditions. Suggesting of reasonable mechanisms to justify the formation of unexpected products. Taking into account drawbacks associated to the scale-up of particular reactions or preparations

Course content

Retrosynthetic analysis and synthetic strategies (compounds 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5 - 1,6 difunctionalized. (7 ore)

Functional group interconversion: a) conversion of alcohols to alkylating agents, b) introduction of functional groups by nucleophilic substitution, c) interconversion of carboxylic acids derivatives. (6 ore)

Protective groups (OH, NH₂, CO, COOH): principal protective groups, revision of the mechanisms involved in the principal reactions for the introduction and removal of protective groups. (14 ore)

Oxidation reactions: oxidation of alcohols to aldehydes, ketones and carboxylic acids; addition of oxygen at carbon-carbon double bond; allylic oxidation; oxidative cleavage of carbon-carbon double bond; oxidation of ketones and aldehydes. (10 ore)

Reduction reactions: addition of hydrogen to carbon-carbon multiple bonds; catalytic hydrogenation of carbonyl group; hydrogen transfer; hydride-donors reagents (groups III and IV); dissolving-metal reductions; reductive deoxygenation of carbonyl groups. (7 ore)

Critical analysis of synthetic strategies reported in the literature with reference to the topics of the course. (4 ore)

Suggested prerequisites

Courses of Organic Chemistry I and II

Reference material

a) F. A. Carey, R. J. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis*, V Edition, 2007 Springer Science.

b) S. Warren, P. Wyatt – *Organic Synthesis: The Disconnection approach*. 2008 Wiley

c) S. Warren, P. Wyatt – *Workbook for Organic Synthesis: The Disconnection approach*. II Edition, 2008 Wiley

d) J. Clayden, N. Greeves, S. Warren – *Organic Chemistry*, II Edition, 2012 Oxford

Prerequisites

Basic concepts of organic chemistry. Standard techniques for purification and structure elucidation (NMR, MS, IR).

Assessment method

Written and Oral examination. The written exam is usually composed by 6-10 question/exercises related to guided synthesis, reaction mechanisms, synthesis of simple organic molecules and critical analysis of synthetic schemes reported in the recent literature. The oral examination is aimed to deepen the concepts of the written examination.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Recommended. The attendance is accompanied by two written tests to evaluate the level of the learning and the efficacy of the course

Mode of teaching:

traditional

Website

<http://dpassarellaaco.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/default.aspx>

Further Information

Copies of the lecture slides and other material considered useful for an in-depth study are available on Ariel web page after the end of each lesson.

Program's information

a) F. A. Carey, R. J. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis*, V Edition, 2007 Springer Science.

b) S. Warren, P. Wyatt – *Organic Synthesis: The Disconnection approach*. 2008 Wiley

c) S. Warren, P. Wyatt – *Workbook for Organic Synthesis: The Disconnection approach*. II Edition, 2008 Wiley

d) J. Clayden, N. Greeves, S. Warren – *Organic Chemistry*, II Edition, 2012 Oxford

Website

<http://dpassarellaaco.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/default.aspx>

Organic chemistry I

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 7,0

Prof. BERNARDI ANNA, Department of Chemistry

Address: 02503 14092 - v. Venezian, 21 02503 14111 - v. Venezian, 21

Email: anna.bernardi@unimi.it

Goals

This course aims at providing the student with the knowledge required to tackle all the fundamental problems of organic chemistry, with particular emphasis on the study of the chemical properties and reactivity of aliphatic compounds.

Acquired skill

Understanding of the chemical properties and reactivity of aliphatic compounds. Synthesis and retro-synthesis of molecules of low complexity.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

This course aims at providing the student with the knowledge required to tackle all the fundamental problems of organic chemistry, with particular emphasis on the study of the chemical properties and reactivity of aliphatic compounds.

Acquired skills

Understanding of the chemical properties and reactivity of aliphatic compounds. Synthesis and retro-synthesis of molecules of low complexity

Course content

The concepts of chemical bonding and atom hybridization will be briefly summarized, followed by an introduction to stereochemistry and conformational analysis. Then, the standard classification of organic compounds on the basis of their reactivity deriving from the presence of functional groups will be presented in the following sequence: alkanes, haloalkanes, alcohols, alkenes, alkynes, polyenes, allylic and other delocalized systems, carbonyl compounds, carboxylic acids and their derivatives, amines.

The student will be trained in solving simple problems of organic chemistry and retro-synthetic analysis of relatively complex structures.

Suggested prerequisites

basic knowledge of General Chemistry

Reference material

Any Organic Chemistry textbook can be used for this course.

As an example, the following ones are cited. They should be used in the most recent Italian version.

- Gorzynski Smith: Chimica Organica, Mc Graw Hill
- J. Clayden, N.Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press- Brown, Foote, Iverson, Anslyn: Chimica Organica, EdiSES
- M. Loudon: Chimica Organica, EdiSES
- J. McMurry: Chimica Organica, Piccin
- K. P. Volhardt, N.E. Schore: Chimica Organica, Zanichelli

Assessment method

A written test must be passed.

The test can be split in two sessions in progress.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Strongly recommended

Mode of teaching

Both in class teaching and exercises are used

Website

<https://abernardico1.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/>

Program's information

Puo' essere utilizzato qualunque testo di Chimica Organica, di base, ma completo. Ad esempio, uno dei seguenti:

- J. Gorzynski Smith, Chimica Organica, McGraw Hill
- M. Loudon, Chimica Organica, Edises
- B. Botta et al Chimica Organica, edi-ermes
- Brown, Foote, Iverson: Chimica Organica, EdiSES srl
- Volhardt, Schore Chimica Organica, Zanichelli
- J. Clayden, N.Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press

Website

<http://abernardico1.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/>

Organic chemistry II

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 7,0

Prof. SPERANZA GIOVANNA, Department of Chemistry
Address: 02503 14097 - v. Venezian, 21 02503 14100 - v. Venezian, 21
Email: giovanna.speranza@unimi.it

Goals

The course is a continuation of Organic Chemistry I and aims at providing an introduction to the chemistry of aromatic compounds. Additional topics include the chemistry of biologically relevant organic molecules.

Acquired skill

Knowledge of structure, nomenclature, properties, synthesis and reactivity of aromatic compounds (both carbocyclic and heterocyclic) as well as of some biomolecules such as carbohydrates, aminoacids, peptides.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course is a continuation of Organic Chemistry I and aims at providing an introduction to the chemistry of aromatic compounds. Additional topics include the chemistry of biologically relevant organic molecules.

Acquired skills

Knowledge of structure, nomenclature, properties, synthesis and reactivity of aromatic compounds (both carbocyclic and heterocyclic) as well as of some biomolecules such as carbohydrates, aminoacids, peptides.

Course content

Monocyclic aromatic compounds.

Benzene: principles of aromaticity, resonance, the Hückel rule. Nomenclature. Electrophilic aromatic substitution: mechanism and orientation. Halogenation, alkylation, acylation, nitration, sulfonation. Nitro compounds. Aromatic amines: synthesis and reactivity. Diazonium salts and their industrial importance. Aryl sulfonic acids. Sulfonamides. Aromatic halogen compounds: synthesis and reactivity. Nucleophilic aromatic substitution. Phenols and phenyl ethers. Fries and Claisen rearrangements. Kolbe synthesis. Reaction with formaldehyde, Reimer-Tiemann and copulation reactions. Quinones. preparation and reactivity. Oxidation and reduction of aromatic compounds. Side-chain reaction: benzyl radical and carbocation.

Polycyclic aromatic compounds.

Biphenyls and atropisomerism. Fluorene and analogs. Naphthalene: synthesis, halogenations, sulfonation, nitration and Friedel-Crafts reactions. Anthracene and phenanthrene.

Heterocyclic compounds.

Classification and nomenclature. Heteroaromaticity. Synthesis and reactivity of five-membered heterocycles: pyrrole, furan and thiophene. Indole. Pyridine: structure, synthesis and properties. Pyridine N-oxide. Nucleophilic substitution. Quinoline and isoquinoline. Examples of biologically active heterocyclic compounds: pyrimidine and purine bases, nucleotides.

Amino acids and peptides.

Alpha-amino acids: structure, nomenclature, acid-base properties, isoelectric point, titration curves, stereochemistry, separation. Synthesis and resolution of amino acids. Protecting groups. Synthesis of peptides. Solid-phase synthesis.

Carbohydrates.

Classification and nomenclature. Monosaccharides: structure, stereochemistry, Fischer projections and reactivity. Cyclic hemiacetals. Mutarotation. Formation of glycosides. Reducing sugars. Oxidation and reduction. Chain lengthening and shortening. Disaccharides: sucrose, maltose, lactose. Polysaccharides.

Suggested prerequisites

Organic Chemistry I course

Reference material

- Any comprehensive textbook of Basic Organic Chemistry
- John D. Hepworth, David R. Waring and Michael J. Waring, Aromatic Chemistry, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2002

Assessment method

Written and oral examination.

The exam consists of two compulsory parts: a written test and an oral test. The written test will include problems related to all the topics discussed in the course. In the oral exam the conceptual as well as theoretical aspects of the subject will be assessed.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Attendance is highly recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<https://gsperanzaco2.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Program's information

Materiale di riferimento

- Qualunque testo di Chimica Organica di base purchè completo
- John D. Hepworth, David R. Waring and Michael J. Waring, Aromatic Chemistry, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2002

Website

<http://gsperanzaco2.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Organic chemistry lab

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; moduli/unità didattiche: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1 , Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2 total credits 10,0

Prof. LAY LUIGI , Department of Chemistry

Address: 02503 14062 - v. Venezian, 21

Email: luigi.lay@unimi.it

Prof. AROSIO DANIELA

Email: Daniela.Arosio@unimi.it

Prof. CAVAZZINI MARCO

Email: Marco.Cavazzini@unimi.it

Prof. PIGNATARO LUCA LUIGI , Department of Chemistry

Address: 02503 14090 - v. Venezian, 21

Email: Luca.Pignataro@unimi.it

Prof. POLITO LAURA

Email: laura.polito@unimi.it

Prof. PUGLISI ALESSANDRA , Department of Chemistry

Address: 02503 14189 -

Email: alessandra.puglisi@unimi.it

Prof. RAIMONDI LAURA MARIA , Department of Chemistry

Address: 02503 14168 - v. Venezian, 21

Email: lauramaria.raimondi@unimi.it

Short Course Description

Objective of the course

The aim of the present course is to introduce the student to the main experimental procedures in Organic Chemistry (extraction, crystallization, chromatography techniques, distillation), allowing him to perform synthetic sequences, isolating and purifying the products. The student will be trained to operate appropriately and independently in a laboratory of organic chemistry. In order to pursue this goal, the experimental work will be developed individually by any student.

Prerequisites and examination methods

Fundamentals of Organic Chemistry and basic General Chemistry laboratory techniques

Examination methods: practical and oral

The examination will consist in the communication of the score (maximum 30/30), which represent the average of the evaluations of the two session of practical experiences. The student will then have the possibility to sustain an oral examination in order to improve the score. The oral examination will be focused on all the arguments treated during the course. The oral examination not necessarily implies an improvement of the rating.

Teaching language

Italian

Mode of examination

Discussion of the activities carried out during the frequency in the laboratory and the proposed final evaluation .

Other informations

Kind of attendance: Obligatory

Type of course: Traditional

Reference material for students

- M.D. Ischia: La Chimica Organica in Laboratorio, Piccin, Padova, 2002;

- B.S. Furniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell: Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Group, UK Limited, 1989;

- D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz: Il Laboratorio di Chimica Organica, Edizioni Sorbona, MI, 1994.

Goals

The aim of the present course is to introduce the student to the main experimental procedures in Organic Chemistry (extraction, crystallization, chromatographic techniques, distillation), allowing him to perform synthetic sequences, isolating and purifying the products. The student will be trained to operate appropriately and independently in a laboratory of organic chemistry. In order to pursue this goal, the experimental work will be developed individually by all students.

Acquired skill

At the end of the laboratory, students will acquire a basic familiarity with the practical operations of experimental Organic Chemistry, and the capability to correctly evaluate the purity of isolated products.

Website

<http://iraimondiapuglisilcoa.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Module: Unit: Laboratory of organic chemistry 1

Program with reference to descriptor 1 and 2

Classroom exercises (pre-laboratory): 8h

1- Safety and accident prevention in the chemical laboratory.

2- Main techniques of isolation and purification of organic compounds (extraction, crystallization, simple distillation, fractional distillation, chromatography).

3- Introduction to IR spectroscopy.

4- Experimental aspects of some fundamental organic reactions and evaluation of the purity grade of the obtained products through TLC.

Laboratory Chemical Manipulations: 64 hrs

Practical execution of separation and purification procedures of organic compounds (extractions, crystallization, chromatography, distillation) and of simple organic reactions referring to the reactivity of functional groups. In particular, oxidations of alcohols, reduction of carbonyls, esterifications and aldol condensations will be performed. The students will learn also to prepare samples for IR spectroscopy and to register IR spectra. At the end of the laboratory, students will have to demonstrate at least a basic familiarity with the practical operations of experimental organic chemistry, and capability to correctly evaluate the purity of isolated products.

Suggested prerequisites

To have attended the General Chemistry and Organic Chemistry I course; to have attended or attend the Organic Chemistry II course. It is mandatory to have attended the first module of the Organic Chemistry Laboratory to be admitted to the second module.

Reference material

Suggested reference books:

- M.D. Ischia: La Chimica Organica in Laboratorio, Piccin, Padova, 2002;

- B.S. Furniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell: Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Group, UK Limited, 1989;

- D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz: Il Laboratorio di Chimica Organica, Edizioni Sorbona, MI, 1994.

Prerequisites

Knowledge of the basic principles of Organic Chemistry.

Assessment method

practical and oral

Due to the experimental nature of the course, the examination will be based on the practical results obtained in the lab as well as on the required reports. The score (maximum 30/30), will represent the average of the evaluations of the two session of practical experiences. The student will have the possibility to sustain an oral examination in order to improve the score. The oral examination will be focused on all the topics treated during the course, with attention to the practical experiences performed in the lab. The oral examination not necessarily implies an improvement of the rating.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Obligatory

Mode of teaching

Traditional

Website

<https://iraimondiapuglisilcoa.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Program's information

Testi consigliati:

- M. D'Ischia: La Chimica Organica in Laboratorio, Piccin, Padova, 2002;

- B. S. Furniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell: Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Group, UK Limited, 1989;

- D. L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz: Il Laboratorio di Chimica Organica, Edizioni Sorbona, MI, 1994.

Module: Unit: Laboratory of organic chemistry 2

Program with reference to descriptor 1 and 2

Classroom exercises (pre-laboratory): 8h

1- Brief introduction of the key concepts of NMR and UV spectroscopy and their utilization for the determination of the structure of compounds prepared in laboratory.

2- Analytical and preparative chromatography from an applicative point of view.

3- Evaluation of reaction parameters, such as: right choice of the solvent, temperature, order of the addition of reagents, etc.

4- Functionalization reactions of aromatic compounds referring to the multistep synthetic syntheses to be performed.

Laboratory Chemical Manipulations: 64 hrs

Practical execution of simple multistep synthesis sequences referring to the chemistry of aromatic compounds. All of the experiences are "single bench".

In particular, aromatic electrophilic and nucleophilic reactions, diazotation, Sandmeyer, Michael 1,4-addition are carried out.

In addition several small molecules are synthesized:

- 1-phenyl-3-phenylaminopyrrolidin-2,5-dione
- Synthesis of a fine chemical of common use
- 2,4-dinitrophenyl-2'-naphthyl ether
- para-nitroacetanilide, and its conversion into para-nitro aniline
- p-iodonitrobenzene

The main organic functional groups will be identified by both spectroscopic methods and the study of their reactivity through the preparation of selected derivatives.

Mixture of unknown compounds, different for each student, will be separated, and the components purified and characterized. Products belong to the classes of: primary, secondary and tertiary amines; aldehydes, ketones, carboxylic acids, ethers, halo and nitro derivatives, hydrocarbons.

Mixtures will be separated by column chromatography and through the acid-base separation.

Suggested prerequisites

To have attended the General Chemistry and Organic Chemistry I course; to have attended or attend the Organic Chemistry II course. It is mandatory to have attended the first module of the Organic Chemistry Laboratory to be admitted to the second module.

Reference material

Suggested reference books:

- M.D. Ischia: La Chimica Organica in Laboratorio, Piccin, Padova, 2002;
- B.S. Furniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell: Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Group, UK Limited, 1989;
- D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz: Il Laboratorio di Chimica Organica, Edizioni Sorbona, MI, 1994.

Prerequisites

Knowledge of the basic principles of Organic Chemistry.

Assessment method

practical and oral

Due to the experimental nature of the course, the examination will be based on the practical results obtained in the lab as well as on the required reports. The score (maximum 30/30), will represent the average of the evaluations of the two sessions of practical experiences. The student will have the possibility to sustain an oral examination in order to improve the score. The oral examination will be focused on all the topics treated during the course, with attention to the practical experiences performed in the lab. The oral examination not necessarily implies an improvement of the rating.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Obligatory

Mode of teaching

Traditional

Website

<https://lraimondiapuglisilcoa.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Physical chemistry I

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. SIRONI MAURIZIO, Department of Chemistry

Address: 02503 14251 - v. Golgi, 19

Email: maurizio.sironi@unimi.it

Program with reference to descriptor 1 and 2

The failures of classical physics. The principles of quantum mechanics. Quantum mechanical description of simple systems: free particle, particle in a box (one and two dimensions), rotational motions (two and three dimensions). The hydrogen atom and the structures of many electron atoms. The electronic molecular description of molecules: the Molecular Orbital and the Valence Bond approaches. An introduction to spectroscopy: the time dependent Schrödinger equation. Rotational spectroscopy of diatomic molecules. Vibrational and vibro-rotational spectroscopy of diatomic molecules. The vibrations of polyatomic molecules.

Program's information

P.W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press

Physical chemistry I laboratory

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. ARDIZZONE SILVIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14219 - v. Golgi, 19 02503 14225 - v. Golgi, 19

Email: silvia.ardizzone@unimi.it

Goals

The goal of the course is to combine the most significant aspects of chemical thermodynamics with didactic experiments, performed by the students in the laboratory. During the experiments the students measure experimental data and subsequently elaborate them numerically to obtain the requested thermodynamic parameter. The students produce a written report of their work.

Acquired skill

The student becomes familiar with the principles underlying the spontaneous direction of chemical reactions; by experimental measurements he verifies the validity of thermodynamic laws. The student learns further how to treat a series of experimental data and how to prepare a report containing graphs and numerical elaborations.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The goal of the course is to combine the most significant aspects of chemical thermodynamics with didactic experiments, performed by the students in the laboratory. During the experiments the students measure experimental data and subsequently elaborate them numerically to obtain the requested thermodynamic parameter. The students produce a written report of their work.

Acquired skills

The student becomes familiar with the principles underlying the spontaneous direction of chemical reactions; by experimental measurements he verifies the validity of thermodynamic laws. The student learns further how to treat a series of experimental data and how to prepare a report containing graphs and numerical elaborations.

Course content

The properties of gases. The kinetic theory of gases. The Maxwell-Boltzman distribution. Real gases. The First Law. Work and heat. Thermochemistry. Heat capacity. The Second Law. Entropy changes of specific processes. The Third Law. Heat engines. The Helmholtz and Gibbs energies. The Gibbs-Helmholtz equation. The chemical potential. The thermodynamic description of mixtures. The Gibbs-Duhem equation. Colligative properties. Physical transformation of pure substances. Phase stability and phase transitions. The Clapeyron e Clausius-Clapeyron equations. Chemical equilibrium. The response of equilibria to pressure and temperature. The van't Hoff equation.

During the Experimental Laboratory physico-chemical parameters are determined (ΔU , ΔH , equilibrium constants, CMC of surfactants) through the elaboration of different measurements (calorimetry, spectrophotometry, conductivity, vapor tension) on the grounds of thermodynamic relations.

Suggested prerequisites

The student should have passed the exams of mathematics and physics

Reference material

P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.

Teaching material provided by the professor.

Assessment method:

The assessment method is an oral examination combined with the solution of simple exercises. During the exam the student discusses the laboratory experiments and the thermodynamic principles underlying the experiments.

The final mark is also determined by the evaluation of the Laboratory Relation.

Attendance Policy: The attendance to the laboratory experiments is compulsory.

Mode of teaching: Class room lessons and laboratory experiments

Language: Italian

Program's information

- P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.
- Materiale didattico fornito dal docente.

Physical chemistry I laboratory

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. CAPPELLETTI GIUSEPPE, Department of Chemistry

Address: 02503 14228 - v. Golgi, 19

Email: giuseppe.cappelletti@unimi.it

Goals

The goal of the course is to combine the most significant aspects of chemical thermodynamics with didactic experiments, performed by the students in the laboratory. During the experiments the students measure experimental data and subsequently elaborate them numerically to obtain the requested thermodynamic parameter. The students produce a written report of their work.

Acquired skill

The student becomes familiar with the principles underlying the spontaneous direction of chemical reactions; by experimental measurements he verifies the validity of thermodynamic laws. The student learns further how to treat a series of experimental data and how to prepare a report containing graphs and numerical elaborations.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The goal of the course is to combine the most significant aspects of chemical thermodynamics with didactic experiments, performed by the students in the laboratory. During the experiments the students measure experimental data and subsequently elaborate them numerically to obtain the requested thermodynamic parameter. The students produce a written report of their work.

Acquired skills

The student becomes familiar with the principles underlying the spontaneous direction of chemical reactions; by experimental measurements he verifies the validity of thermodynamic laws. The student learns further how to treat a series of experimental data and how to prepare a report containing graphs and numerical elaborations.

Course content

The properties of gases. The kinetic theory of gases. The Maxwell-Boltzman distribution. Real gases. The First Law. Work and heat. Thermochemistry. Heat capacity. The Second Law. Entropy changes of specific processes. The Third Law. Heat engines. The Helmholtz and Gibbs energies. The Gibbs-Helmoltz equation. The chemical potential. The thermodynamic description of mixtures. The Gibbs-Duhem equation. Colligative properties. Physical transformation of pure substances. Phase stability and phase transitions. The Clapeyron e Clausius-Clapeyron equations. Chemical equilibrium. The response of equilibria to pressure and temperature. The van't Hoff equation.

Suggested prerequisites

The student should have passed the exams of mathematics and physics

Reference material

P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.

Teaching material provided by the professor.

Assessment method:

The assessment method is an oral examination combined with the solution of simple exercises. During the exam the student discusses the laboratory experiments and the thermodynamic principles underlying the experiments.

Attendance Policy:

The attendance to the laboratory experiments is compulsory.

Mode of teaching:

Class room lessons and laboratory experiments

Language:

Italian

Program's information

- P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.
- Materiale didattico fornito dal docente.

Physical chemistry II with lab

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica fisica II , Modulo: Laboratorio di chimica fisica II total credits 12,0

Prof. DOZZI MARIA VITTORIA , Department of Chemistry

Address: 02503 14298 - v. Golgi, 19

Email: MariaVittoria.Dozzi@unimi.it

Prof. LONGHI MARIANGELA , Department of Chemistry

Address: 02503 14226 - v. Golgi, 19

Email: mariangela.longhi@unimi.it

Prof. SELLI ELENA , Department of Chemistry

Address: 02503 14237 - v. Golgi, 19

Email: elena.sell@unimi.it

Prof. VERTOVA ALBERTO , Department of Chemistry

Address: 02503 14232 - v. Golgi, 19

Email: alberto.vertova@unimi.it

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Module: Module: Physical chemistry II

Program with reference to descriptor 1 and 2

Chemical Kinetics: Rate expressions and rate constants. First order, second order, zero order reactions. Parallel, consecutive and opposite reactions, the steady state approximation; reaction mechanism, rate determining step.

Temperature effects on reaction rates: the Arrhenius equation, the collisions theory for bimolecular and unimolecular reactions; the transition state theory, potential energy surfaces, the Eyring equation, activation parameters.

Acid-base and enzymatic catalysis. Heterogeneous catalysis: adsorption, the Langmuir-Hishelwood mechanism. Chain reactions, explosive reactions. Kinetic aspects of photoinduced reactions and of photocatalysis.

The thermodynamic description of mixtures. The basis of chemical thermodynamic. Non ideal behaviour, fugacity. Phase transitions: phase stability, phase diagrams. The thermodynamics of mixing; ideal, ideal-dilute and real solutions. The solvent activity, the solute activity.

Colligative properties. Phase diagrams of binary systems: temperature-composition diagrams, liquid-liquid phase diagrams, liquid-solid phase diagrams.

Molecular interactions. Electric properties of molecules: electric dipole moments, polarizability, polarization. Interactions between dipoles, repulsive and total interactions.

Program's information

- Dispense di Cinetica Chimica e Catalisi, scritte dal docente

- Testo raccomandato: P. Atkins and J. De Paula. "Atkins' Physical Chemistry – 9th edition". Oxford University Press.

Module: Module: Laboratory of physical chemistry II

Goals

Electrochemistry

Introduction to the electrochemistry and the kinetics of electrochemistry, discussing both theoretical and application-oriented aspects. Ability in describing electrolysers and batteries, their working condition and parameters. Capacity in discussing the fundamental aspects of kinetics of electrochemistry.

Laboratory

Introduce students to face and drive chemical and electrochemical kinetics experiments.

Acquired skill

Electrochemistry

Figures of merit of electrochemical cells. Comprehension of double layer structure and double layer potential; ability in defining and calculating the potentials of galvanic half-cell and cell: Nernst equation. Comprehension of solvent-ion and ion-ion interactions. Ability in handling the Butler Volmer and Tafel equations and relevant plots.

Laboratory

Capacity to plan experiments for investigating the kinetics of chemical and electrochemical reactions.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Electrochemistry

Introduction to the electrochemistry and the kinetics of electrochemistry, discussing both theoretical and application-oriented aspects. Ability in describing electrolysers and batteries, their working condition and parameters. Capacity in discussing the fundamental aspects of kinetics of electrochemistry.

Laboratory

Introduce students to face and drive chemical and electrochemical kinetics experiments.

acquired skills

Electrochemistry

Figures of merit of electrochemical cells. Comprehension of double layer structure and double layer potential; ability in defining and calculating the potentials of galvanic half-cell and cell: Nernst equation. Comprehension of solvent-ion and ion-ion interactions. Ability in handling the Butler Volmer and Tafel equations and relevant plots.

Laboratory

Capacity to plan experiments for investigating the kinetics of chemical and electrochemical reactions.

Course content

Electrochemistry

Introduction to fundamental electrochemical phenomena. The structure of the double layer: Volta, surface and Galvani potentials. The models describing the double layer: Helmholtz, Gouy-Chapman, Stern. Nernst equation. The electrical capacity of the double layer. Solvent and electrolyte effects. Kinetics in electrochemistry: Butler Volmer equation, approximation at low and high overpotentials. Tafel equation. Exchange current density and symmetry factor. Diffusion limit current density.

Laboratory

Acidic hydrolysis of esters; bromination of ketones; clock reaction; enzymatic catalysis; exchange current density and symmetry factor determination for oxygen reduction reaction.

Suggested prerequisites

Mathematics, Physics, Laboratory of Physical chemistry I.

Reference material

Slides presented and discussed in the classroom will be provided.

Recommended texts:

- J.O.M. Bockris, A.K.N. Reddy "Modern Electrochemistry – 2A" Kluwer Academic Publishers;
- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner; "ELECTROCHEMICAL METHODS: Fundamentals and Applications" – Wiley and Sons INC, New York.
- P. Atkins and J. de Paula. "ATKINS' PHYSICAL CHEMISTRY – 8th edition". W. H. Freeman and Company, New York.

Prerequisites

Laboratory of Physical chemistry I must be already attended.

Assessment method (use at least 2 lines):

Oral. Student must be able to discuss topics presented during the lectures. Student will be asked to face some mathematical exercises and problems, connected with the thermodynamics and the kinetics of electrochemistry. Capacity to comment and discuss graphs, linked with electrochemical parameters, will be tested. Laboratory outcomes will be presented and discussed.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Students are warmly asked to attend the lessons

Students must attend the laboratory.

Mode of teaching:

Traditional

Website

<https://ariel.unimi.it/>

Program's information

Verranno forniti i file PPT delle lezioni.

Testi raccomandati:

- J.O.M. Bockris, A.K.N. Reddy "Modern Electrochemistry – 2A" Kluwer Academic Publishers;
- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner; "ELECTROCHEMICAL METHODS: Fundamentals and Applications" – Wiley and Sons INC, New York.
- P. Atkins and J. de Paula. "ATKINS' PHYSICAL CHEMISTRY – 8th edition". W. H. Freeman and Company, New York.

Physical chemistry III

Degrees:

- **F5X - Chemistry (Classe L-27)**; total credits 6,0

Prof. MARTINAZZO ROCCO, Department of Chemistry

Address: 02503 14287 - v. Golgi, 19

Email: rocco.martinazzo@unimi.it

Goals

Complete the Physico-Chemical background of the students, by providing a systematic and detailed microscopic interpretation of thermodynamics and of the matter at the solid state, as well as a brief account of the kinetic theory of gases and its application to transport phenomena and chemical kinetics.

Acquired skill

Mastering basic thermodynamics and molecular computation of thermodynamic properties. Knowledge of the matter at the solid state, its structure and its properties.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Complete the Physico-Chemical background of the students, by providing a systematic and detailed microscopic interpretation of thermodynamics and of the matter at the solid state, as well as a brief account of the kinetic theory of gases and its application to transport phenomena and chemical kinetics.

Acquired skills

Mastering basic thermodynamics and molecular computation of thermodynamic properties. Knowledge of the matter at the solid state, its structure and its properties.

Course content

Statistical Thermodynamics - the concepts. The need of a statistical description. Derivation of the Boltzmann distribution and partition function. Canonical ensemble, configurations and weights, a second derivation of Boltzmann distribution. Basic properties. Molecular Partition Function. Mechanical variables, internal energy and generalized forces. Simple examples. Entropy, temperature, Helmholtz free energy. Thermodynamic potentials. Gibbs energy and Gibbs-Duhem equation.

Statistical Thermodynamics. Applications. Statistical mechanics of molecules: translational, rotational, vibrational and electronic contributions to the molecular partition function. Mean energies, heat capacities, entropy. Real gases: configurational integral, virial expansion, van der Waals equation. Chemical equilibrium.

Crystalline Solids. Lattices, basis vectors and unit cells. Bravais lattices. Reciprocal lattice, lattice planes, Miller indices. Scanning Tunneling Microscopy, Atomic Force Microscopy, Transmission Electron Microscopy. X-ray diffraction: interference, diffraction, von Laue condition, structure factor. Bonding and packing in solids: metallic, ionic, covalent and molecular solids. 2D and 1D materials. Electronic structure of solids: band theory, group velocity, electron transport. Metals, semiconductors and insulators. Doping in semiconductors, p-n junctions. Optical properties: Drude's and Lorentz models, dielectric permittivity, wave propagation. Excitons and polarons in condensed phases.

Molecules in Motion. Maxwell-Boltzmann distribution, cross-section, collisional frequency, mean free path. Elementary transport coefficients: diffusion coefficient, thermal and electric conductivity. Partial equilibrium. State-to-state rate constants, canonical rate constants. Dynamics: potential energy surfaces, reaction dynamics, minimum energy paths, transition state, energy partitioning. Transition state theory.

Suggested prerequisites

Basic math courses.

Reference material

P. W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press

Prerequisites

Physical Chemistry I and II.

Assessment method

The examination is written, 3 hours long, and consists of two open questions on topics discussed in classroom lectures, and two exercises aimed at establishing the degree of understanding of the course. The student is given with a short formulary, whose use requires though some knowledge of the topics addressed.

Language of instruction [required]

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

The course is organized as a series of lectures with the aid of a PP presentation and on blackboard for in-depth analysis. The .pdf print of the PP presentation is part of the auxiliary material made available to the students

Website:

Students can download the .pdf file of the lectures from the web, as indicated in the web Ariel page dedicated to the course.

Other information:

Teacher is always available for any explanation upon fixing an appointment via email.

Program's information

- P. W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press

Website

<http://ariel.unimi.it/>

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN
CHIMICA INDUSTRIALE
(L-27)**

MANIFESTO DEGLI STUDI

GENERALITA'

Classe di laurea di appartenenza: L-27 SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

Titolo rilasciato: Dottore

Durata del corso di studi: 3 anni

Cfu da acquisire totali: 180

Annualità attivate: 1°, 2°, 3°

Modalità accesso: Programmato

Codice corso di studi: F6X

RIFERIMENTI

Presidente Collegio Didattico

Prof.ssa Laura Maria Raimondi

Docenti tutor

Proff. Domenico Albanese, Elena Cariati, Dr. Alessandro Minguzzi

Sito web del corso di laurea

<http://www.ccdchim.unimi.it>

Referente AQ del Corso di Laurea

Prof. Dominique Roberto

Dipartimento di Chimica

Via Golgi, 19 - 20133 MILANO <http://www.chimica.unimi.it>

IMMATRICOLAZIONI E AMMISSIONI

<http://www.unimi.it/studenti/matricole/77598.htm>

Segreterie Studenti

Via Celoria, 22 - 20133 MILANO <http://www.unimi.it/studenti/segreterie/773.htm> <http://www.unimi.infostudente.it>

Ufficio Didattica del Dipartimento di Chimica

Via Golgi, 19 - 20133 MILANO Tel. 02 50314419 dal lunedì al venerdì dalle ore 10 alle ore 12, in altri orari previo appuntamento <http://users.unimi.it/chimp> Email: didattica.dipchi@unimi.it, skype: [segreteriachimica](https://www.skype.com/en/contacts/segreteriachimica)

CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI

Premessa

Il Corso di laurea in Chimica Industriale sviluppa un percorso formativo in grado di fornire agli studenti un'adeguata conoscenza dei diversi settori della chimica, negli aspetti di base e in quelli applicativi di interesse industriale, e di formarli a svolgere compiti di sviluppo di prodotti e di processi, con il passaggio dalla scala di laboratorio a quella industriale.#

Il corso di studi si propone di formare un laureato che possieda le abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali, anche contribuendo ad attività in ambito industriale, nei laboratori di ricerca, di controllo di impianti; nei settori della sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali, dell'ambiente e dell'energia, oltre che nei settori chimici e affini in enti pubblici e privati.

Il laureato in Chimica Industriale è interlocutore privilegiato tra il chimico "puro" e l'ingegnere chimico.

Il laureato potrà fornire pareri in materia di chimica pura e applicata e svolgere ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di chimico-junior.

EUROBACHELOR®. Il corso di laurea in Chimica Industriale dell'Università degli Studi di Milano è tra i primi in Italia ad avere ricevuto nel dicembre 2009 l'Eurobachelor Label. L'accreditamento Eurobachelor viene assegnato da un'apposita commissione designata dalla European Thematic Association, che riunisce università e società chimiche europee.

L'Eurobachelor Label qualifica il titolo di studio, fornito dalla laurea triennale in Chimica Industriale, come laurea riconosciuta dalle altre istituzioni universitarie europee e dà il diritto di accesso automatico ai corsi delle Lauree Magistrali di carattere chimico in ambito europeo.

Obiettivi formativi generali e specifici

E' obiettivo specifico del corso di laurea in Chimica Industriale mettere in grado lo studente sia di proseguire con studi superiori sia di inserirsi immediatamente in un'attività professionale.

Il corso permette di acquisire un'adeguata conoscenza di base, non solo teorica ma anche sperimentale e applicativa, nei principali settori della chimica e di fornire un'adeguata preparazione nelle discipline matematiche, e fisiche.

Inoltre si propone di realizzare i seguenti obiettivi formativi:

- acquisizione di un'adeguata conoscenza degli strumenti per l'approfondimento di tematiche applicative, quale la connessione

prodotto-processo

- acquisizione delle conoscenze necessarie per valutare i diversi aspetti teorici e pratici della produzione di prodotti chimici dalla scala di laboratorio a quella industriale, nel rispetto dell'ambiente.
- acquisizione di una buona conoscenza delle metodiche sperimentali in campo chimico ed industriale
- acquisizione di strumenti adeguati per inquadrare le conoscenze di chimica e di chimica industriale in relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche
- sviluppo di approfondite conoscenze di base di carattere chimico-industriale, utili per l'inserimento in attività lavorative che richiedano capacità di applicazione di metodi e di tecniche scientifiche moderne

Le competenze acquisite permettono al laureato di svolgere attività adeguate negli specifici ambiti professionali, di interagire con le professionalità culturalmente contigue e di continuare gli studi nei corsi di Laurea Magistrale.

Abilità e competenze acquisite

Conoscenze della scienza e tecnologia chimica nei settori della chimica e della chimica industriale.

Capacità di raccogliere, analizzare ed elaborare i dati ottenuti in laboratorio, di eseguire procedure sperimentali e di compilare relazioni al riguardo con riferimento a: sintesi e caratterizzazione di composti, tecniche e metodologie chimico-fisico (calorimetria, elettrochimica), riconoscimento delle proprietà molecolari e strutturali di prodotti e materiali, utilizzo in sicurezza e smaltimento delle sostanze chimiche.

Acquisizione di consapevole autonomia di giudizio con riferimento a: valutazione e interpretazione di dati sperimentali di laboratorio, progettazione, programmazione e conduzione di esperimenti, formulazione e proposta di soluzione di problemi analitici, collocazione delle conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline, reperimento e vaglio di fonti di informazione, dati e letteratura chimica.

I laureati del corso di Chimica Industriale dovranno essere in grado di comunicare gli esiti delle proprie analisi e valutazioni in modo chiaro ed efficace, utilizzando la lingua più diffusa nei contesti lavorativi internazionali di riferimento (inglese) e avvalendosi, con padronanza dei moderni strumenti informatici per l'analisi e la presentazione di dati. Dovranno altresì essere in grado di lavorare in gruppo e di operare con definiti gradi di autonomia.

I risultati d'apprendimento attesi sono: l'acquisizione di adeguate capacità per lo sviluppo e l'aggiornamento delle competenze per quanto riguarda le ricerche bibliografiche, banche dati e altre informazioni in rete, l'acquisizione di un'autonomia che consenta di consultare libri di testo avanzati e riviste specializzate nei settori di ricerca della chimica e delle discipline scientifiche, e la capacità di un pronto inserimento nel mondo del lavoro.

Profilo professionale e sbocchi occupazionali

I laureati saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali, anche concorrendo ad attività quali quelle della progettazione e sintesi di nuovi prodotti industriali per gli usi più svariati e successivamente di seguirne la realizzazione nelle aziende; di concorrere al collaudo e al controllo di impianti chimici di produzione, nonché di impianti di depurazione e disinquinamento, garantendone la sicurezza.

Il chimico industriale può trovare impiego presso industrie ed aziende chimiche e petrolchimiche, farmaceutiche, metalmeccaniche, relative a diversi settori (per esempio, materie plastiche, coloranti, detersivi, adesivi, cosmetici, tessili, agroalimentari, energetico) o operanti in campo ambientale. In ambito pubblico, i laureati in Chimica Industriale possono lavorare presso uffici tecnici ed ecologici di enti locali, nei laboratori delle dogane, in quelli di igiene e profilassi e di analisi o in servizi di prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Inoltre in particolare i laureati saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali e relative funzioni nei seguenti ambiti occupazionali:

- Ricerca e Sviluppo Prodotti, Processi (effettuazione di prove di laboratorio per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e formulazioni ed il miglioramento di quelli esistenti nel rispetto delle normative vigenti e gli standard di sicurezza);
- Gestione e Funzionamento Impianti di Produzione (gestione del funzionamento degli impianti nel rispetto della sicurezza e dell'ambiente).

Per il laureato di questa classe è prevista l'iscrizione all'Albo dell'Ordine nazionale dei Chimici come Chimico junior, previo superamento dell'Esame di Stato.

Conoscenze per l'accesso

Conoscenze di base in matematica, chimica e capacità di operare semplici deduzioni logiche secondo livelli di competenza non superiori a quelli derivanti dalla preparazione fornita dalla scuola secondaria superiore.

Lauree Magistrali a cui si può accedere

Il conseguimento della Laurea in Chimica Industriale consente l'accesso alle seguenti lauree magistrali attive presso l'Università degli Studi di Milano: LM in Scienze Chimiche (classe LM-54) e LM in Industrial Chemistry (classe LM-71).

Struttura del corso

Il corso di laurea in Chimica Industriale si presenta strutturato nell'arco di tre anni e si articola in un solo curriculum di tipo Culturale Metodologico.

Il corso prevede lo svolgimento di un periodo di tirocinio finale sperimentale, prevalentemente dedicato ad esperienze in campo sintetico e/o strumentale presso i laboratori dell'Università degli Studi di Milano oppure presso aziende od enti, mediante stipula di apposite convenzioni. Un tutor universitario, poi relatore di laurea, si farà garante del livello qualitativo di predetta attività. Il lavoro svolto viene accertato attraverso l'elaborazione di una relazione finale e, in caso di tirocinio presso enti esterni, la certificazione da parte dell'ente ospitante.

Tipo percorso

La durata normale del corso di laurea in Chimica Industriale è di tre anni. Per il conseguimento della laurea lo studente deve acquisire 180 crediti formativi (CFU).

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in CFU, articolati secondo quanto disposto dal Regolamento didattico d'Ateneo.

I CFU sono una misura del lavoro di apprendimento richiesto allo studente e corrispondono ciascuno ad un carico standard di 25 ore di attività, comprendenti:

- 8 ore di lezioni frontali con annesse 17 ore di studio individuale;
- 16 ore di esercitazioni e di laboratorio con 9 ore di studio individuale;
- 25 ore di attività formative relative alla preparazione della prova finale.

Articolazione degli insegnamenti

La didattica è organizzata per ciascun anno di corso in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 13 settimane ciascuno. Sono previste lezioni frontali, esercitazioni pratiche, corsi di laboratorio. Alcuni corsi sono annuali.

Obbligo di frequenza

La frequenza ai laboratori è obbligatoria, in tutti gli altri casi fortemente consigliata.

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI**PROPEDEUTICITA'**

- Gli esami di "Istituzioni di matematica" e di "Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica" devono essere sostenuti prima degli esami del 2° anno e del 3° anno.
- Gli esami di "Fisica Generale" e di "Complementi di matematica e Calcolo Numerico" devono essere sostenuti prima degli esami del 3° anno.
- L'esame di "Chimica organica I" deve essere sostenuto prima di quelli di "Laboratorio di chimica organica", di "Chimica biologica" e di "Chimica macromolecolare".
- Gli esami di "Chimica Fisica I" e "Laboratorio di Chimica Fisica" devono essere sostenuti prima di quello di "Chimica Fisica Industriale".
- Gli esami indicati come I corso devono essere sostenuti prima dei corrispondenti esami indicati come II corso.

Si consiglia, comunque, di sostenere gli esami di ciascun semestre prima di sostenere quelli dei semestri successivi.

1° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie					
Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
<i>annuale</i>	Fisica generale		9	FIS/08, FIS/07, FIS/06, FIS/05, FIS/04, FIS/03, FIS/02, FIS/01	64 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>1 semestre</i>	Accertamento di lingua inglese - livello B1 (3 CFU)		3	L-LIN/12	
<i>1 semestre</i>	Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica generale e inorganica	6	CHIM/03	32 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
		Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica	6	CHIM/03	16 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
<i>1 semestre</i>	Istituzioni di matematica		9	MAT/09, MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08	56 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
<i>2 semestre</i>	Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica analitica I	6	CHIM/01	48 ore Lezioni
		Modulo: Laboratorio di chimica analitica I	6	CHIM/01	32 ore Lezioni, 12 ore Esercitazioni, 20 ore Laboratori
<i>2 semestre</i>	Chimica organica I		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>2 semestre</i>	Complementi di matematica e calcolo numerico		6	MAT/09, MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08	36 ore Lezioni, 24 ore Esercitazioni
		Totale CFU obbligatori	58		
2° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie					
Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
<i>annuale</i>	Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica (tot. cfu:12)	Modulo: Chimica inorganica	6	CHIM/03	48 ore Lezioni
		Modulo: Laboratorio di chimica inorganica	6	CHIM/03	16 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
<i>annuale</i>	Chimica organica II		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>annuale</i>	Laboratorio di chimica organica (tot. cfu:10)	Unità didattica: Laboratorio di chimica organica 1	5	CHIM/06	8 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
		Unità didattica: Laboratorio di chimica organica 2	5	CHIM/06	8 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
<i>1 semestre</i>	Chimica Analitica II / Laboratorio di Chimica Analitica II (tot. cfu:12)	Modulo: Laboratorio di Chimica Analitica II	6	CHIM/01	8 ore Lezioni, 48 ore Esercitazioni, 32 ore Laboratori
		Modulo: Chimica Analitica II	6	CHIM/01	48 ore Lezioni
<i>1 semestre</i>	Chimica fisica I		6	CHIM/02	44 ore Lezioni, 8 ore Esercitazioni
<i>2 semestre</i>	Chimica fisica II		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>2 semestre</i>	Laboratorio di chimica fisica		6	CHIM/02	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
		Totale CFU obbligatori	59		

3° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie					
Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
<i>1 semestre</i>	Chimica biologica		6	BIO/10	48 ore Lezioni
<i>1 semestre</i>	Chimica fisica industriale		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
<i>1 semestre</i>	Chimica Industriale		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
<i>1 semestre</i>	Chimica macromolecolare		6	CHIM/04	32 ore Lezioni, 32 ore Laboratori
<i>2 semestre</i>	Impianti chimici con laboratorio (tot. cfu:12)	Modulo: Impianti chimici	6	ING-IND/25	48 ore Lezioni
		Modulo: Laboratorio di impianti chimici	6	ING-IND/25	16 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
<i>2 semestre</i>	Tirocinio		12		
		Totale CFU obbligatori	48		
Attività a scelta					
<p>Nel terzo anno di corso lo studente deve acquisire 12 CFU scegliendo liberamente tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo che risultino funzionali al percorso formativo della LT in Chimica Industriale.</p> <p>Si consiglia agli studenti di attingere alla lista degli insegnamenti da 6 CFU delle LM in Scienze Chimiche ed in Industrial Chemistry</p>					
Attività conclusive					
	Prova finale		3		
		Totale CFU obbligatori	3		

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

Chimica Analitica II / Laboratorio di Chimica Analitica II

Analytic chemistry II with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica Analitica II , Modulo: Laboratorio di Chimica Analitica II totale cfu 12

Prof. PRATI LAURA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14357 - v. Venezian, 21

Mail: laura.prati@unimi.it

Prof. GIANNINI CLELIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14148 - v. Venezian, 21

Mail: clelia.giannini@unimi.it

Prof. GUGLIELMI VITTORIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14426 - v. Venezian, 21

Mail: vittoria.guglielmi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/01 (12 cfu)

Modulo: Laboratorio di Chimica Analitica II 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Modulo: Chimica Analitica II 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Al termine del corso lo studente è in grado di risolvere piccoli problemi analitici quali e quantitativi con la scelta della tecnica strumentale più idonea. Capacità di individuare la struttura di semplici composti organici dai relativi spettri IR, NMR e MS.

Obiettivi

Strumentazione e principi delle principali tecniche analitiche e di separazione. Risoluzione di problematiche quali- e quantitative comuni.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame:

L'esame prevede:

- Prova scritta di 5 domande/esercizi basate su esercitazioni in aula ed esperienze di laboratorio.

- Prova scritta suddivisa in due parti:

- 6 quesiti di rapida soluzione che, solo se risolti, permettono di continuare la prova

- 5 domande aperte che vertono su teoria e interpretazione di spettri.

Le due prove si svolgono in momenti diversi ma costituiscono unica votazione.

Propedeuticità consigliate

Chimica Analitica I

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata, laboratorio obbligatorio

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di Chimica Analitica II

Programma

Esercitazioni pratiche quali e quantitative sulle principali tecniche spettroscopiche (AAS, AES, UV-Vis, IR, fluorescenza) e cromatografiche (GC, HPLC) presentate nelle lezioni teoriche.

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica Analitica II

Programma

Principi dei metodi spettrofotometrici e fotoelettronici. Assorbimento ed emissione atomica. Spettroscopia molecolare: assorbimento UV-vis, infrarosso e Raman, fluorescenza e fosforescenza.

Spettrometria di massa.

Risonanza Magnetica Nucleare: tecniche monodimensionali ^1H - e ^{13}C -NMR. Analisi dei parametri spettrali: chemical shift e costanti di accoppiamento. Effetto Overhauser

Principi e metodi delle separazioni cromatografiche (GC e HPLC).

Impostazione di analisi quali e quantitative.

Esercitazioni sulla interpretazione degli spettri NMR, UV-Vis, IR, massa per la determinazione strutturale di molecole organiche. Applicazione pratica dei concetti esposti durante le lezioni teoriche. Esercitazioni numeriche sulle applicazioni quantitative delle tecniche spettroscopiche e cromatografiche presentate.

Materiale di riferimento

- Holler, Skoog, Crouch "Chimica Analitica Strumentale" EdiSES, VCH;
- R.M. Silverstein, F.X. Webster, Identificazione spettroscopica di composti organici, Ed. CEA,
- Dispense del docente

Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I **Analytic chemistry with lab**

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica analitica I , Modulo: Laboratorio di chimica analitica I totale cfu 12

Prof. FALCIOLA LUIGI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14057 - v. Venezian, 21 02503 14210 -

Mail: luigi.falciola@unimi.it

Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14211 - v. Golgi, 19 02503 14213 - v. Golgi, 19

Mail: patrizia.mussini@unimi.it

Prof. PIFFERI VALENTINA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14222 - v. Golgi, 19

Mail: Valentina.Pifferi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/01 (12 cfu)

Modulo: Chimica analitica I 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica analitica I 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di applicare elementi di statistica per valutare l'affidabilità e significatività di dati analitici, anche in collegamento con le esercitazioni in laboratorio.

Capacità di trattare gli equilibri in soluzione e i potenziali elettrodi anche in termini di attività, e di applicare tali conoscenze per la previsione e l'interpretazione di curve di titolazione basate su equilibri acido/base, redox, di precipitazione e di complessazione, seguite strumentalmente o colorimetricamente, come in parte sperimentato in laboratorio.

Conoscenza di base di principi, protocolli e applicazioni di fondamentali tecniche elettroanalitiche (conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria), con la possibilità di sperimentarne alcune nelle esercitazioni di laboratorio.

Obiettivi

Definizioni e concetti di base in Chimica Analitica; elementi di statistica applicata alla chimica analitica; interpretazione di equilibri acido/base, di precipitazione, di complessazione e redox in soluzioni acquose, e applicazione all'analisi volumetrica; fondamenti di elettroanalisi: conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Fondamenti di chimica generale ed inorganica, calcoli stechiometrici di base; elementi di analisi matematica e di metodi numerici.

Modalità di esame

Il voto del corso globale di Chimica Analitica I e Laboratorio (12 CFU) viene assegnato combinando le valutazioni ottenute per il modulo di teoria e quello di laboratorio (vedi scheda relativa sulle modalità di questa parte di esame).

Per il modulo di teoria sono previste:

- 1 prova scritta di 3 ore sulle prime due parti del corso (principalmente problemi ed esercizi numerici; alcune brevi domande);
- 1 prova orale (15 minuti circa) sulla terza parte del corso (tecniche elettroanalitiche).

A questa prova, con la quale si completa l'esame acquisendo il voto complessivo, si può accedere solo avendo già concluso sia la prova scritta di teoria sia quella di laboratorio, ambedue con valutazione almeno sufficiente.

Per il modulo di laboratorio

Esame scritto (2 ore) basato su 4 domande a risposta aperta lunga. In particolare: 1 esercizio di calcoli stechiometrici/analitici; 1 domanda relativa alle prove di laboratorio; 1 domanda relativa alla parte teorica del corso; 1 domanda relativa al controllo di qualità.

Verranno valutati in itinere anche il comportamento in laboratorio, il quaderno di laboratorio, la relazione intermedia di laboratorio, la relazione intermedia sugli strumenti del controllo di qualità.

Il corso è integrato con il Corso di Chimica Analitica 1, la cui modalità di esame è descritta nella relativa scheda.

Propedeuticità consigliate

Corso di Chimica generale e inorganica con Laboratorio, Corsi di Matematica.

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

- Fortemente consigliata per il modulo Chimica Analitica I
- Obbligatorio per il modulo Laboratorio di Chimica Analitica I

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

Pagine web

<http://users.unimi.it/ECEA> <http://users.unimi.it/ELAN>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica analitica I

Obiettivi

Definizioni e concetti di base in Chimica Analitica; elementi di statistica applicata alla chimica analitica; interpretazione di equilibri acido/base, di precipitazione, di complessazione e redox in soluzioni acquose, e applicazione all'analisi volumetrica; fondamenti di elettroanalisi: conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria.

Programma

Parte 1 Concetti propedeutici. La Chimica Analitica: definizione, storia, rilevanza. Metodi analitici. Passi nella messa a punto ed esecuzione di una analisi, con cenni al problema del campionamento. Elementi di teoria degli errori applicata alla chimica analitica; criteri per il trattamento dei dati e test statistici. Scale di concentrazione, forza ionica, attività, coefficienti di attività. Costanti di equilibrio, stati standard. Legge di Nernst, pile ed elettrodi ionoreversibili, scala dei potenziali elettrodi.

Parte 2 Equilibri in soluzione e analisi volumetrica. I metodi di titolazione: definizioni, classificazione, standard. Titolazioni acido/base, per precipitazione, per complessazione, redox: descrizione matematica dei corrispondenti equilibri e costruzione e interpretazione di diagrammi di titolazione per sistemi modello. Diagrammi di speciazione e di Pourbaix.

Parte 3 Elettroanalisi. Conduttimetria, potenziometria (elettrodi ionoselettivi, pH-metria e p-Ionometria, potenziale redox, durezza delle acque), voltammetria (voltammetria ciclica, polarografia, tecniche pulsate e di stripping per l'analisi di tracce), amperometria (acqua in tracce con metodo Karl Fischer, ossigeno disciolto con metodo Clark), biosensori e lingue/nasi elettronici (cenni). Fondamenti teorici, strumentazione, protocolli operativi (standard, misure dirette, titolazioni strumentali) ed esempi di applicazione.

Materiale di riferimento

Testo raccomandato:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole (o l'edizione corrispondente italiana)
- Materiale integrativo e fogli elettronici modello forniti dal docente (scaricabili dal sito con password)

Altro testo di carattere generale:

- Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co. (o l'edizione corrispondente italiana).

Per un approfondimento degli equilibri acido/base e della costruzione delle corrispondenti curve di titolazione:

- Robert De Levie Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations, Oxford Chemistry Primers.

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica analitica I

Obiettivi

Conoscenza delle procedure, dei protocolli sperimentali e dei calcoli di base in Chimica Analitica. Principi di base delle titolazioni colorimetriche e delle tecniche elettroanalitiche fondamentali: conduttimetria, potenziometria, amperometria. Conoscenza dei principi di base del controllo di qualità dei prodotti e dei processi chimici.

Programma

Obiettivi

Conoscenza delle procedure, dei protocolli sperimentali e dei calcoli di base in Chimica Analitica. Principi di base delle titolazioni colorimetriche e delle tecniche elettroanalitiche fondamentali: conduttimetria, potenziometria, amperometria. Conoscenza dei principi di base del controllo di qualità dei prodotti e dei processi chimici.

Competenze acquisite

Conoscenza delle principali tecniche analitiche di base: titolazioni colorimetriche e tecniche elettroanalitiche fondamentali. Utilizzo di un foglio elettronico per il trattamento dei dati. Principi del trattamento statistico del dato analitico e della teoria degli errori. Principi del controllo di qualità dei prodotti e dei processi chimici.

Programma

Lezioni prima parte [16 ore] Concentrazione e scale di concentrazione. Diluizioni. Materiali e reagenti in laboratorio. Strumentazione per le misure di volume e di massa. Caratteristiche di un metodo analitico, metodi di predizione e analisi. Norme di sicurezza. Good laboratory practice. Principi generali delle titolazioni acido-base, per precipitazione, di complessazione, redox.

Principi generali di conduttimetria, potenziometria e pH-metria, amperometria.

Illustrazione delle metodiche di laboratorio.

Lezioni seconda parte [12 ore]

Controllo di qualità dei prodotti e dei processi chimici. I sette strumenti classici per il controllo di qualità: Flow Charts, Control Charts, Scatter Plots, Diagrammi Causa-Effetto (Ishikawa), Diagrammi di Pareto, Istogrammi, Check Sheets. Cenni alla Norma ISO 9001 per il Controllo di Qualità.

Esercitazioni numeriche prima parte [8 ore] Calcoli relativi alla preparazione di soluzioni e alle titolazioni. Utilizzo del foglio elettronico Excel per il trattamento dei dati sperimentali acquisiti in Laboratorio.

Esercitazioni numeriche seconda parte [8 ore]

Utilizzo del foglio elettronico Excel per la realizzazione e l'implementazione degli strumenti del controllo di qualità.

Esercitazioni sperimentali [20 ore]

- 1) Titolazioni per precipitazione (determinazione dei cloruri con metodi di Mohr, di Fajans e potenziometrico);
- 2) titolazioni con formazione di complessi (determinazione colorimetrica e potenziometrica della durezza delle acque con EDTA);
- 3) titolazioni per ossidoriduzione (determinazioni iodometriche dell'acido ascorbico per via colorimetrica e amperometrica);
- 4) Conduttimetria: taratura del conduttimetro, misure dirette di conduttività specifica, titolazioni conduttimetriche;
- 5) pH-metria: taratura e misure dirette di pH; titolazioni acido/base colorimetriche e potenziometriche (HCl, HCl+CH₃COOH,).

Propedeuticità consigliate

Corso di Chimica generale e inorganica con Laboratorio, Corsi di Matematica.

Prerequisiti

Fondamenti di chimica generale ed inorganica, stechiometria di base, matematica di base.

Modalità di esame:

Esame scritto (2 ore) basato su 5 domande a risposta aperta lunga. In particolare: 2 esercizi di calcoli stechiometrici/analitici; 1 domanda relativa alle prove di laboratorio; 1 domanda relativa alla parte teorica del corso; 1 domanda relativa al controllo di qualità.

Verranno valutati in itinere anche il comportamento in laboratorio, il quaderno di laboratorio, la relazione intermedia di laboratorio, la relazione intermedia sugli strumenti del controllo di qualità.

Il corso è integrato con il Corso di Chimica Analitica 1, la cui modalità di esame è descritta nella relativa scheda.

Modalità di frequenza:

Obbligatoria

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

Pagina web del corso

<http://users.unimi.it/ELAN>

Materiale di riferimento

- Presentazioni Power Point delle lezioni, fogli elettronici modello, esercizi risolti, metodiche sperimentali di laboratorio. Tutto questo materiale è scaricabile dal sito web dei docenti.

Testi raccomandati:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.
- Kaoru Ishikawa, Guide to Quality Control, Asian Productivity Organization.

Chimica biologica

Biological chemistry

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 6

Prof. CAUTERUCCIO SILVIA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Mail: Silvia.Cauteruccio@unimi.it

Prof. NARDINI MARCO, DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE

Indirizzo: 02503 14893 - v. Celoria, 26

Mail: Marco.Nardini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu BIO/10 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenze biochimiche di base relative a strutture macromolecolari, processi enzimatici e percorsi metabolici.

Obiettivi

L'obiettivo del corso consiste nel fornire allo studente tutte le conoscenze necessarie per padroneggiare le basi della chimica biologica, con particolare riguardo alla comprensione ed allo studio dei principali processi biologici negli organismi viventi. Il corso è strutturato in due unità didattiche.

Programma

Struttura, proprietà e reattività dei carboidrati (mono-, di- e polisaccaridi).

Acidi nucleici: nucleobasi, nucleosidi, nucleotidi; accoppiamento tra le basi, struttura del DNA.

La chimica degli amminoacidi, con particolare accento su struttura, proprietà acido/base, reattività, ed utilizzo nella sintesi chimica dei peptidi (gruppi protettivi, sintesi in soluzione ed in fase solida).

Proteine: livelli di organizzazione strutturale, fattori determinanti la struttura secondaria, terziaria e quaternaria. Folding delle proteine.

Proteine trasportatrici di ossigeno: mioglobina ed emoglobina.

Enzimi: principi della catalisi enzimatica; cofattori e coenzimi; equazione di Michaelis-Menten; regolazione dell'attività enzimatica.

Inibizione enzimatica: inibitori reversibili (competitivi, incompetitivi, noncompetitivi o misti) ed inibitori irreversibili (inattivatori).

Proteasi a serina. Proprietà generali, struttura tridimensionale, attivazione e meccanismo catalitico. Bioenergetica: Composti ad alta energia.

ATP ed altri composti fosforilati. Reazioni di ossidoriduzione. Trasportatori di elettroni: NAD⁺ e FAD.

Metabolismo: glicolisi e fermentazione, sintesi dell'acetil-CoA e ciclo dell'acido citrico, il trasporto degli elettroni e la fosforilazione ossidativa.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Nessuno

Modalità di esame

L'esame consiste in una prova scritta obbligatoria che punta ad accertare le conoscenze dello studente sugli aspetti teorici e pratici della materia trattati nelle due unità didattiche del corso. La prova scritta richiede la risposta a domande aperte e/o la soluzione di esercizi di tipo applicativo, aventi contenuti e difficoltà analoghi a quelli affrontati durante il corso. Durante l'esame non è ammessa la consultazione di testi o appunti.

Propedeuticità consigliate

Corsi di base di Chimica Generale ed Inorganica e di Chimica Organica.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Voet, Voet, Pratt: Fondamenti di Biochimica, volume unico, 2a Edizione, Zanichelli

- Garrett, Grisham: Principi di Biochimica, Piccin

- Nelson, Cox: I Principi di Biochimica di Lehninger, 5a Edizione, Zanichelli

- Petsko, Ringe, Struttura e Funzione delle Proteine, Zanichelli

I materiali videoproiettati durante le lezioni, oltre ad altri sussidi, sono disponibili presso il sito ARIEL, portale della didattica online dell'Università degli Studi di Milano (<http://ariel.ctu.unimi.it>). Questi materiali didattici non sostituiscono il libro di testo. Il loro uso è inoltre riservato agli studenti iscritti al Corso di Laurea e pertanto la loro diffusione non è autorizzata.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Altre informazioni

Alla fine del corso sono previsti seminari tematici tenuti da ricercatori in ambito industriale orientati a proiettare il sapere acquisito nell'insegnamento di Chimica Biologica in una prospettiva applicativa e professionalizzante.

Pagine web

<http://mnardinicb.ariel.ctu.unimi.it/>

Chimica fisica I
Physical chemistry I

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 6

Prof. GERVASINI ANTONELLA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14056 - v. Golgi, 19 02503 14254 - v. Golgi, 19

Mail: antonella.gervasini@unimi.it

Prof. SELLI ELENA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14237 - v. Golgi, 19

Mail: elena.selli@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Al termine del corso, lo studente possiede conoscenze di Termodinamica applicabili a sistemi di interesse chimico in condizioni di equilibrio. Utilizza la Termodinamica classica nello studio di equilibri di fase in sistemi monocomponente e a più componenti e nella trattazione dell'equilibrio chimico. Lo studente acquisisce le competenze necessarie per comprendere i principi fisici che sono alla base dei fenomeni chimici ed è introdotto alle applicazioni della termodinamica a problemi applicativi che saranno utili per affrontare i corsi più avanzati del corso di laurea.

Obiettivi

Comprensione degli aspetti teorici e pratici della Termodinamica Chimica che si prefigge di interpretare i fenomeni chimici mediante leggi di validità generale. Studio degli scambi di energia tra il sistema in studio e l'ambiente nelle condizioni in cui il sistema è in equilibrio oppure in cui il sistema tende ad evolvere spontaneamente.

Programma

Le proprietà dei gas: gas perfetti e miscele gassose perfette, gas reali, equazioni di stato.

Primo, secondo e terzo principio della Termodinamica: lavoro, energia interna, calore, entalpia, entropia, energie di Helmholtz e di Gibbs, l'equazione fondamentale, il potenziale chimico.

Termochimica: variazioni standard di entalpia, entalpie standard di formazione, dipendenza dalla temperatura, misure calorimetriche.

Equilibri di fase: regola delle fasi, diagrammi di stato, equilibri di fase in sistemi a un solo componente, l'equazione di Clausius-Clapeyron, la tensione di vapore, diagrammi di fase di sistemi binari.

Termodinamica delle soluzioni: soluzioni ideali, leggi di Raoult e di Henry, proprietà colligative per soluzioni ideali; soluzioni non ideali, attività, coefficienti di attività e loro determinazione.

Equilibri di reazione: costante di equilibrio per reazioni in fase gassosa e in soluzione, dipendenza della costante di velocità dalla temperatura, reazioni simultanee e indipendenti.

Soluzione numerica di problemi di termodinamica chimica.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

La modalità di esame prevede una prova scritta preliminare, consistente nella risoluzione di problemi di termodinamica chimica, e un colloquio con i due docenti del corso sugli argomenti svolti da ciascuno di loro.

Durante il colloquio, gli studenti saranno chiamati a dimostrare di aver compreso i fondamenti della termodinamica chimica e di essere in grado di sviluppare le equazioni termodinamiche, di saperle applicare in modo logico e di saper argomentare i risultati che si ottengono in applicazione a diversi sistemi illustrati nel corso delle lezioni.

Propedeuticità consigliate

Matematica, buona conoscenza e utilizzo del calcolo differenziale e integrale

Lingua di insegnamento

italiano

Materiale di riferimento

- P.W. Atkins, J. De Paula, Physical Chemistry, Oxford University Press, 9th edition, o altre edizioni per i capitoli attinenti gli argomenti trattati.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Chimica fisica II Physical chemistry II

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 6

Prof. RONDININI SANDRA, Department of Chemistry
Address: 02503 14217 - v. Golgi, 19
Email: sandra.rondinini@unimi.it

Prof. MINGUZZI ALESSANDRO, Department of Chemistry
Address: 02503 14224 - v. Golgi, 19
Email: Alessandro.Minguzzi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente dovrà acquisire le conoscenze fondamentali della chimica-fisica per quanto riguarda la struttura della materia a livello atomico e molecolare, utilizzando i concetti di base della meccanica quantistica. Nel contempo, egli acquisirà le competenze necessarie per comprendere i fenomeni alla base dell'elettrochimica e dei relativi dispositivi e processi industriali.

Obiettivi

Introduzione alla struttura della materia ed in particolare alla meccanica quantistica con la discussione della struttura atomica e molecolare e le proprietà derivanti. Fondamenti di Elettrochimica: aspetti termodinamici e cinetici delle reazioni d'elettrodo. Sistemi generatori e elettrolizzatori.

Programma

Elettrochimica.

Termodinamica dei sistemi elettrochimici: Energia delle reazioni di pila e di elettrolisi. Pile primarie e secondarie. Potenziali d'elettrodo. Proprietà delle soluzioni elettrolitiche. Diagrammi di Pourbaix.

Cinetica delle reazioni elettrochimiche: fenomeni di interfase. trasferimento elettronico e di carica. Trasporto di massa e di carica.

Struttura atomica e molecolare. Teoria quantistica: la dualità onda-particella; l'equazione di Schroedinger; autovalori e autofunzioni; il principio di indeterminazione. Moti traslazionali, vibrazionali e rotazionali: la particella nella scatola, il tunnelling quanto-meccanico; livelli energetici, funzioni d'onda. La struttura atomica: atomi idrogenoidi; atomi a più elettroni. Struttura molecolare: le teorie del legame di valenza e dell'orbitale molecolare: lo ione H₂⁺; molecole diatomiche omonucleari e dinucleari; orbitali molecolari per sistemi poliatomici. Spettroscopia molecolare: Interazione radiazione-materia. Spettroscopia rotazionale, vibrazionale, elettronica

Esercitazioni: l'insegnamento prevede un'attività in aula dedicata all'approfondimento e all'esemplificazione degli argomenti trattati

Prerequisiti e modalità d'esame, con riferimento ai descrittori 1 e 2

Scritto: può essere attivato l'esame scritto su richiesta motivata dello studente (es. specifici motivi di salute)

Orale: colloquio con possibilità di brevi esercizi e interpretazione di diagrammi

Scritto e orale: NO

Propedeuticità consigliate

nessuna

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Donald A. McQuarrie, "Quantum Chemistry", University Science Books, 2008

- Christopher M. A. Brett, Ana Maria Oliveira Brett, "Electrochemistry: Principles, Methods, and Applications", Oxford University Press, 1994

- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, "Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications", 2001, John Wiley & Sons, 2nd Edition

- Materiale distribuito dal docente (sito Ariel)

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://srdinific2.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Chimica fisica industriale

Physical chemistry Industrial

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 6

Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14059 -

Mail: ilenia.rossetti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente deve essere in grado di eseguire calcoli quantitativi (bilanci di massa, energia, forze) applicati al moto dei fluidi. Deve essere in grado di quantificare l'energia persa per dissipazioni durante il moto dei fluidi e di dimensionare le apparecchiature per fornire energia al fluido. Si acquisiscono competenze relative alla quantificazione del trasferimento di calore (per conduzione, convezione ed irraggiamento) ed al dimensionamento delle relative apparecchiature.

Infine, lo studente deve saper valutare e quantificare le problematiche di trasferimento di massa che limitano la velocità di una trasformazione chimica, ponendovi rimedio.

Obiettivi

Introduzione ai fenomeni di trasporto ed applicazioni (p.es. catalisi eterogenea). Principi alla base della progettazione di impianti chimici. Elementi di fluidodinamica.

Programma

Teoria unificata del trasporto. Trasporto molecolare. Bilancio energetico. Eq. del moto dei fluidi. Analisi dimensionale. Moto dei fluidi nei condotti. Moto di fluidi attraverso masse porose. Filtrazione. Fluidizzazione. Pompe e compressori. Conduzione stazionaria. Trasmissione del calore nei fluidi. Convezione e coefficienti laminari. Scambiatori di calore. Irraggiamento. Diffusione (stazionaria e non). Equaz. di continuità generalizzata. Coefficienti di trasferimento di massa. Trasferimento simultaneo di massa e calore. Trasferimento di massa tra fasi fluide a contatto. Trasferimento di massa e calore all'interno di masse solide porose. Il modulo di Thiele e l'efficienza dei catalizzatori. Introduzione alla catalisi ed aspetti applicativi

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Lo studente deve avere sufficiente padronanza dei concetti acquisiti nei corsi di base di matematica e fisica: le regole di base di integrazione e derivazione, i concetti di forza, accelerazione, attrito. Deve conoscere la stechiometria. Deve avere chiari i concetti fondamentali della termodinamica, tra cui la definizione ed il significato delle principali grandezze (calore, lavoro, entalpia, entropia, calori specifici, calori latenti, ecc.).

Modalità d'esame

L'esame consta di una prova scritta e di una orale. Per la prova scritta è richiesta la risoluzione di un problema simile agli esercizi svolti a lezione, di cui è riportata ampia casistica sia sul sito Ariel del corso, sia sul libro di testo adottato, suddivisi in esercizi risolti e non risolti. Gli studenti possono portare tutto il materiale che ritengono opportuno, inclusi testi, dispense, ecc. Ovviamente non è concessa la comunicazione tra gli studenti e con l'esterno, quindi non sono ammessi PC o tablet. La durata è 2 ore. Se la prova è sufficiente (votazione $\geq 15/30$), lo studente è ammesso all'orale. La prova orale è costituita da due domande su altrettanti argomenti trattati durante il corso. Durante la valutazione della prova scritta si accerta, oltre alla capacità di impostare la soluzione, la capacità di riconoscere la ragionevolezza di un risultato. Durante la valutazione della prova orale, lo studente deve innanzitutto dimostrare di aver compreso il fondamento fisico dell'argomento trattato, i presupposti e la sua importanza in ambito applicativo. Parallelamente, deve dimostrare di riuscire a quantificare il fenomeno in esame utilizzando i modelli visti durante il corso.

Propedeuticità consigliate

E' necessario aver sostenuto gli esami di "Chimica Fisica I" e "Laboratorio di Chimica Fisica".

Lingua di insegnamento

italiano

Materiale di riferimento

- L. Forni, I. Rossetti, Fenomeni di Trasporto, Cortina, Milano 2009;
- L. Forni, Introduzione alla Catalisi, CUSL, Milano, 1993; R. B. Bird, W. E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Ed., Wiley, London, 2002.
- Dispense fornite dalla docente (sito ariel del corso)
- Materiale video (sito ariel del corso)
- Raccolta di problemi (sito ariel del corso)

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica General and inorganic chemistry with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica generale e inorganica , Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica totale cfu 12

Prof. CARIATI ELENA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14370 - v. Venezian, 21

Mail: elena.cariati@unimi.it

Prof. COLOMBO ALESSIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14414 - v. Golgi, 19

Mail: Alessia.Colombo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/03 (12 cfu)

Modulo: Chimica generale e inorganica 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Acquisition of the fundamentals of General Chemistry: Atomic Structure, Chemical bonding, Thermodynamics, Kinetics, Chemical Equilibrium, introduction to the Chemistry of the Elements. Stoichiometry. The laboratory is aimed at providing an introduction to basic techniques used in experimental chemistry and at deepening theoretical aspects treated in classroom.

Obiettivi

Apprendimento dei fondamenti di Chimica Generale: Struttura atomica, Legame Chimico, Stati della Materia, Termodinamica, Equilibrio Chimico, introduzione alla chimica degli elementi. Acquisizione dei principi del calcolo stechiometrico per la risoluzione dei problemi applicativi di Chimica Generale. Primi rudimenti delle tecniche di Laboratorio.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame:

L'esame consiste in una prova scritta.

In particolare verranno proposte domande aperte sul programma svolto a lezione e problemi stechiometrici inerenti gli argomenti trattati.

Propedeuticità consigliate

L'esame deve essere superato prima di sostenere gli esami del secondo anno.

Lingua di insegnamento

italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza:

Fortemente consigliata per le lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Obbligatoria per il Laboratorio.

Modalità di erogazione:

Tradizionale costituita da lezioni frontali ed esercitazioni in aula.
Per il Laboratorio sono previsti 8 pomeriggi (32 ore) di laboratorio

Pagine web

<http://cgi.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica generale e inorganica

Programma

Lezioni

Struttura atomica. Numeri quantici e orbitali atomici. Proprietà periodiche degli elementi. Energia di ionizzazione. Affinità elettronica. Il legame chimico. Legame ionico e covalente. Elettronegatività. Legame di idrogeno. Orbitali molecolari localizzati e delocalizzati. Orbitali ibridi. Legame metallico. Semiconduttori e isolanti. Formule di Lewis e modello VSEPR. Stato solido. Stato gassoso. Stato liquido. Legge di Raoult. Distillazione. Proprietà colligative. Fasi e diagrammi di stato. Termochimica. Calorimetria. Funzioni di stato. Principi della Termodinamica. Processi spontanei ed equilibrio chimico. Cinetica. I catalizzatori. Acidi e basi. Prodotto ionico dell'acqua e pH. Elettrochimica. Potenziali di ossidoriduzione. Equazione di Nernst. Elettrolisi e pile. Pile di pratico impiego. Soluzioni sature e solubilità. Cenni di Radiochimica. Chimica Inorganica. Sistematica dei principali elementi e dei loro composti più comuni. Alcune produzioni industriali.

Esercitazioni in aula

Materia e misure. Il concetto di mole. Pesi atomici e molecolari. Reazioni di precipitazione, acido-base, ossidazione-riduzione. Tipi di soluzione, unità di concentrazione. Stato gassoso. Equilibrio chimico, costanti di equilibrio, effetto delle variazioni di concentrazione e temperatura. Equilibri ionici in soluzione acquosa, acidi e basi, idrolisi, soluzioni tampone, equilibri multipli. Equilibri di precipitazione.

Materiale di riferimento

- Kotz – Treichel – Townsend, Chimica, EdiSES;
 - Atkins-Jones Fondamenti di Chimica Generale – Zanichelli;
 - Petrucci-Herring-Madura-Bissonette Chimica Generale – PICCIN
- e un testo a libera scelta fra i seguenti eserciziari:
- Esercitazioni di Chimica, A. Clerici-S. Morrocchi, Ed. Spiegel;
 - Stechiometria, M. Freni-A. Sacco, Ed. Edises;
 - P. Michelin Lausarot-G. A. Vaglio, Stechiometria per la Chimica Generale, Ed. Piccin

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica

Programma

Il Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica ha lo scopo di illustrare le principali tecniche sperimentali necessarie per lo studio della Chimica (tecniche di sintesi, di purificazione e di analisi). In particolare, verrà dato risalto a due aspetti fondamentali della chimica di base: l'aspetto numerico/stechiometrico (saper applicare in modo corretto i concetti teorici) e l'aspetto puramente pratico/sperimentale (utilizzo della dotazione di base del laboratorio chimico). Lo studente acquisirà autonomia nella pianificazione e nella conduzione delle attività di laboratorio nel rispetto delle norme di sicurezza in esso vigenti.

Materiale di riferimento

- un testo a libera scelta fra i seguenti eserciziari:
- Esercitazioni di Chimica, A. Clerici-S. Morrocchi, Ed. Spiegel;
 - Stechiometria, M. Freni-A. Sacco, Ed. Edises;
 - P. Michelin Lausarot-G. A. Vaglio, Stechiometria per la Chimica Generale, Ed. Piccin

Chimica Industriale
Industrial chemistry

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 6

Prof. ALBANESE DOMENICO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14165 - v. Venezian, 21

Mail: domenico.albanese@unimi.it

Prof. BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14253 - v. Golgi, 19

Mail: claudia.bianchi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/04 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Processi di base della chimica industriale organica e inorganica. Cenni di economia e gestione di un impianto.

Obiettivi

Obiettivo principale del corso è quello di fornire agli studenti una panoramica esaustiva dei processi principali dell'industria chimica mondiale. Il corso è composto da due moduli che coprono sia la chimica industriale inorganica che organica. Inoltre è presente una piccola parte di economia per introdurre agli studenti i concetti principali legati al costo di un prodotto e alle spese di gestione di un impianto chimico, concetti che verranno approfonditi nella Laurea Magistrale.

Programma

LEZIONI PROF.SSA BIANCHI

Definizione di processo chimico e lettura di un flow-sheet (esempi di flowsheet reali).

Cenni sulle operazioni unitarie (ripresi poi nei corsi di Impianti)

Sintesi industriale dell'ammoniaca da syngas

Sintesi dell'acido nitrico

Sintesi dell'acido solforico

Sintesi industriale del carbonato di sodio via ammoniaca

Chimica industriale del fosforo e sintesi dell'acido ortofosforico

Impianto di produzione di soda/cloro: celle a mercurio e a diaframma. Confronto tra sintesi per via chimica ed elettrochimica.

Produzione dell'alluminio: confronto tra processo Bayer e processo Hall-Héroult

Chimica dell'idrogeno

Tecnologie per il controllo delle emissioni in aria

L'industria ceramica: materie prime e gestione dei forni

Cenni di economia di impresa

LEZIONI PROF. ALBANESE

Materie prime e fonti energetiche.

Introduzione alla chimica industriale: importanza delle materie prime e delle fonti energetiche; definizione di conversione; dati statistici sulla rilevanza dell'industria chimica in Italia e nel mondo; classificazione dei principali settori della chimica industriale; definizione di building block; principali prodotti della chimica industriale.

Petrolio: origine, composizione, raffinazione

Carbone e gas naturali; shale oil e sua estrazione

Panoramica sulle principali serie dei building blocks (C1-C6)

Serie C1: gas di sintesi e metanolo

Processo Fischer Tropsch

Idroformilazione

Sintesi di olefine C2 -C4: etilene, propilene, buteni e butadiene

Sintesi di cloruro di vinile

Sintesi di anidride maleica e acido tereftalico.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Scritto: L'esame si svolge attraverso una prova scritta in cui lo studente dimostra la padronanza degli argomenti presentati a lezione.

Le conoscenze acquisite e la capacità di comprensione degli argomenti presentati nelle lezioni del prof. Albanese verranno valutate attraverso un colloquio orale. Durante il colloquio lo studente dovrà anche dimostrare le proprie capacità di collegare i vari argomenti e di usare la corretta terminologia.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- E. Stocchi, Chimica Industriale Inorganica, Vol. 1, Edisco ed.

- K. Weissermel, H. I. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 5a Ed. VHC, Weinheim, 2003

- diapositive proiettate a lezione disponibili sulla piattaforma Ariel <http://dalbaneseci.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Pagine web

<http://dalbaneseci.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica

Inorganic chemistry with Lab

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica inorganica , Modulo: Laboratorio di chimica inorganica totale cfu 12

Prof. ROBERTO DOMINIQUE MARIE , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14399 - v. Venezian, 21

Mail: dominique.roberto@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu CHIM/03 (12 cfu)

Modulo: Chimica inorganica 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di chimica inorganica 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente acquisisce buone conoscenze nel campo della chimica inorganica e della chimica di coordinazione. In particolare, impara come preparare, purificare e caratterizzare vari composti di coordinazione e come fare una ricerca bibliografica.

Obiettivi

L'obiettivo del corso "Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica" è di fornire buone conoscenze nel campo della chimica inorganica e della chimica di coordinazione, di insegnare come preparare, purificare e caratterizzare vari composti di coordinazione e come fare una ricerca bibliografica.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Buone conoscenze di chimica generale

Modalità di esame

Scritto: L'esame sarà scritto e punterà ad accertare le conoscenze dello studente sia sugli aspetti teorici della materia sia sulla parte di laboratorio (tramite esercizi o a risposta aperta).

Propedeuticità consigliate

Chimica generale ed inorganica

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di erogazione: Tradizionale

Modalità di frequenza

La frequenza delle esperienze in laboratorio è obbligatoria. La frequenza delle lezioni è fortemente consigliata.

Pagine web

<http://ariel.unimi.it>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Chimica inorganica

Programma

Modulo: Chimica inorganica (48 h lezioni, 6 CFU)

- 1) Correlazione tra struttura elettronica degli atomi secondo Slater, livelli elettronici e proprietà degli elementi. Caratteristiche periodiche. Elettronegatività e polarizzabilità. Energie di atomizzazione e forze di coesione. I solidi. Periodicità nella distribuzione e nella preparazione degli elementi. Aspetti generali dei processi metallurgici.
- 2) Caratteristiche dei solventi e correlazioni tra solubilità e energie reticolari dei solidi. Acidi e basi. Superacidi e superbasi in solventi non acquosi. Acidi e basi soft e hard. Ossoacidi.
- 3) La Tabella periodica. La chimica degli elementi dei gruppi 1,2, 11-18 e i lantanidi: Aspetti generali ed industriali.

Materiale di riferimento

Materiale fornito dal docente.

Libri suggeriti ma non obbligatori:

- Basic inorganic chemistry of Cotton and Wilkinson, John Wiley and sons; Chimica Inorganica di Peter Atkins et al. Zanichelli

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di chimica inorganica

Programma

Modulo: Laboratorio di chimica inorganica (16 h lezioni, 2 CFU; 8 h esercitazioni + 56 h laboratori, 4 CFU)

Chimica di coordinazione: concetti di base, effetto trans, teoria del campo cristallino. Introduzione alla chimica metallorganica.

Preparazione, purificazione e caratterizzazione di composti di coordinazione di Cr, Mn, Fe, Co, Mo, Cu per imparare: (i) come effettuare semplici reazioni inorganiche o metallorganiche; (ii) come isolare e purificare dei composti di coordinazione, in particolare utilizzando la tecnica di cristallizzazione o di cromatografia; (iii) come caratterizzare i composti di coordinazione, in particolare attraverso la misura del punto di fusione, l'utilizzo delle spettroscopie infrarossa, UV-visibile e ¹H NMR e della suscettività magnetica. Esercitazione in biblioteca: impostazione delle regole per la ricerca bibliografica. Esercitazioni scritte riguardanti la chimica di coordinazione e la chimica metallorganica: magnetismo degli ioni dei metalli di transizione (alto e basso spin); la regola dei 18 elettroni.

Chimica macromolecolare

Macromolecular chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F6X; totale cfu 6

Prof. MANFREDI AMEDEA GIUSEPPINA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14181 - v. Venezian, 21

Mail: amedeamanfredi@unimi.it

Prof. RANUCCI ELISABETTA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14132 - v. Venezian, 21

Mail: elisabetta.ranucci@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/04 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Gli studenti acquisiranno conoscenze sia teoriche che pratiche sui metodi classici di sintesi di polimeri di interesse industriale e sui metodi classici di determinazione dei pesi molecolari.

Obiettivi

L'obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze di base indispensabili per affrontare lo studio della scienza dei polimeri. In esso saranno discussi i meccanismi di polimerizzazione classici che trovano impiego nella sintesi industriale di polimeri di massa. Particolare rilievo verrà dato alle caratterizzazioni legate allo studio della loro natura macromolecolare.

Nel corso di laboratorio si acquisirà dimestichezza con gli argomenti base trattati nella sezione teorica. Verranno pertanto eseguite esperienze di sintesi di polimeri e di determinazione dei pesi molecolari.

Programma

Sezione teorica

1. Introduzione e definizioni generali: definizione di polimero, monomero distribuzione dei pesi molecolari, copolimeri, conformazione e configurazione, temperatura di transizione vetrosa, temperatura di fusione etc..
2. Sintesi di polimeri: polimerizzazione con meccanismo radicalico, a stadi e con meccanismo ionico. polimerizzazione con meccanismo coordinato.
3. Processi di polimerizzazione con meccanismo radicalico: processo in massa, soluzione, sospensione. Polimerizzazione in sospensione: stabilizzanti delle sospensioni. Luogo della polimerizzazione. Velocità di polimerizzazione e andamento dei pesi molecolari. Recupero del prodotto di polimerizzazione in forma di polvere.
4. Processi di polimerizzazione con meccanismo radicalico: processo in emulsione. Definizione di emulsione. Luogo della polimerizzazione. Velocità di polimerizzazione e contributo a questa delle varie specie in soluzione o in fase dispersa. Andamento del grado di polimerizzazione medio numerale. Recupero del prodotto di polimerizzazione in forma di lattice.
5. Determinazione dei pesi molecolari dei polimeri: cromatografia SEC.
6. Sintesi e proprietà di: polistirene (PS); polivinilcloruro (PVC); polietilentereftalato; Nylon 6,6; polietilene (PE); polipropilene (PP).

Sezione di laboratorio

1. Sintesi di un polimero lineare mediante polimerizzazione a stadi in soluzione acquosa.
2. Sintesi di un poliesametilene maleato mediante polimerizzazione a stadi in massa.
3. Sintesi di polistirene mediante polimerizzazione con meccanismo radicalico in sospensione.
4. Sintesi di polimetilmetacrilato mediante polimerizzazione con meccanismo radicalico in emulsione.
5. Sintesi di polietilmetacrilato mediante polimerizzazione con meccanismo anionico.

- Determinazione dei pesi molecolari dei polimeri lineari sintetizzati.
- Analisi IR ed ¹H NMR dei polimeri solubili.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti: Conoscenze di base di chimica organica.

Modalità d'esame:

Sezione teorica: test scritto con domande aperte vertenti su tutti gli aspetti generali del corso.

Sezione di laboratorio: valutazione delle relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio. Valutazione del comportamento generale, in termini di impegno, giudizio critico sulla conduzione delle esperienze, rispetto delle regole di sicurezza.

Propedeuticità consigliate

Chimica organica di base

Metodi Didattici

Modalità d'erogazione: tradizionale

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- "Textbook of Polymer Science" Fred W. Billmeyer, Wiley 3rd edition.

- Copia delle slides mostrare a lezione e dispense sulle esperienze di laboratorio fornite dal docente disponibili sulla piattaforma ARIEL.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza:

Sezione laboratorio: obbligatoria

Lezioni: altamente raccomandata.

Pagine web

<http://eranuccicm.ariel.ctu.unimi.it>

Chimica organica I

Organic chemistry I

Per i Corsi di laurea:

- F6X; totale cfu 7

Prof. BENAGLIA MAURIZIO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14171 - v. Venezian, 21

Mail: maurizio.benaglia@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

Competenze Acquisite

Sapere attribuire il nome ad una molecola organica.

Saper riconoscere i gruppi funzionali e gli elementi stereogenici presenti in una struttura di un composto organico.

Saper manipolare e convertire i gruppi funzionali (ossidazioni e riduzioni).

Conoscere la reattività base dei gruppi funzionali presentati e le reazioni elementari di formazione di legami C-C.

Sapere affrontare la sintesi di semplici molecole organiche variamente funzionalizzate mediante l'approccio dell'analisi retrosintetica.

Obiettivi

Il corso si propone di fornire allo studente tutte le conoscenze necessarie per affrontare i problemi fondamentali della chimica organica, con particolare riguardo allo studio ed alla comprensione delle proprietà e delle reazioni dei composti alifatici. In particolare, obiettivi del corso sono la presentazione dei fondamenti di chimica organica: struttura e nomenclatura di composti organici, concetti base di stereochimica, reattività di gruppi funzionali, reazioni elementari di formazione di legami C-C; la descrizione della sintesi, delle proprietà e della reattività di composti bifunzionali (carbonilici e derivati acidi carbossilici); lo sviluppo di un approccio razionale alla sintesi organica attraverso l'analisi retrosintetica; la descrizione dei concetti di reazioni chemio- e stereoselettive.

Programma

Introduzione alla chimica organica. Legame chimico. Acidità e basicità in chimica organica. Legame a idrogeno. Presentazione dei gruppi funzionali. Principi di nomenclatura. Analisi conformazionale introduzione alla stereochimica (10 ore).
Alogenuri alifatici. Proprietà e nomenclatura. Reattività: sostituzioni nucleofile ed eliminazioni. Alcoli, tioli, eteri, epossidi e solfuri (10 ore).
Reattività alcheni (reazioni con acidi, con alogeni, sintesi aloidrine); reazioni di ossidrilazione; reazione di ozonolisi; sintesi e reattività di epossidi; sintesi di ciclopropani (6 ore).
Reazioni di alchini; reazioni di alchini terminali; sistema allilico; dieni; cicloadizione di Diels Alder (4 ore).
Carbonili: sintesi per ossidazione di alcoli; reattività: tautomeria chetoenolica; acetali/chetali; sintesi di immine ed enammine; reazione di Strecker; reazione di Wolf Kishner e di Clemmensen; reazione di Wittig. Enolati: condensazione aldolica e crotonica; reazione nitroaldolica (reazione di Henry); reazione di Mannich e reazione dell'aloformio (10 ore).
Acidi carbossilici e derivati: classificazione esteri-amidi-anidridi-cloruri acilici e loro proprietà; sintesi di esteri, di cloruri e di ammidi; acidità dei protoni in alfa; esterificazione di Fisher; riduzione di derivati di acidi carbossilici per idrogenazione e tramite idruri metallici. Reattività: condensazione aciloinica; reazione di Darzens; reazione di Reformatsky; reazione di Michael; reazione di Claisen; trasposizione di Beckmann e di Hofmann; composti dicarbonilici, cheto esteri e diesteri: sintesi malonica e acetoacetica (12 ore).
Ammine: sintesi per riduzione di nitro derivati, di nitrili, di ammidi; sintesi di Gabriel; reazione di amminazione riduttiva; reazione di Eshweiler-Clark (2 ore).
Principi di retrosintesi: disconnessione posizione di gruppi funzionali 1,2 - 1,3- 1,5 e di anelli a sei termini (4 ore).
Le esercitazioni in aula (16 ore in tutto) servono allo studente per verificare se è in grado di affrontare e risolvere autonomamente semplici problemi di chimica organica e di analisi retrosintetica di molecole di limitata complessità strutturale.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenza dei concetti di base della chimica generale.

Modalità di esame

Scritto e orale: l'esame prevede una prova scritta ed una orale. La prova scritta può essere superata o svolgendo due prove in itinere parziali (composte ciascuna da 15 esercizi da tenersi una durante ed una alla fine del corso) o svolgendo un esame scritto comprensivo di tutti gli argomenti del corso (anche questa composta da 15 esercizi). Il superamento della prova scritta ammette all' orale. L' esame orale comprende lo svolgimento alla lavagna di una sintesi in piu' passaggi di una molecola relativamente complessa, una discussione dell'esame scritto, ed una serie di domande teoriche sul contenuto del corso.

Propedeuticità consigliate

Chimica generale

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Brown, Foote, Iverson, Anslyn: Chimica Organica IV Ed., EdiSES srl, Napoli

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://chimorg1.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/>

Chimica organica II

Organic chemistry II

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 7

Prof. CAUTERUCCIO SILVIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Mail: Silvia.Cauteruccio@unimi.it

Prof. LICANDRO EMANUELA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14143 - v. Venezian, 21 02503 14151 - v. Venezian, 21

Mail: emanuela.licandro@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

Competenze Acquisite

Le competenze acquisite dagli studenti alla fine del corso consistono nella conoscenza della chimica dei sistemi aromatici, in particolare si acquisirà la capacità di progettare sintesi di molecole aromatiche ed eteroaromatiche, anche di interesse farmaceutico, utilizzando le competenze apprese durante il corso.

Obiettivi

Gli obiettivi del corso sono fornire allo studente le più importanti nozioni relative alla chimica dei composti aromatici carbociclici e delle principali classi di composti eteroaromatici. Lo studente quindi apprenderà le caratteristiche strutturali, di reattività e le metodologie di sintesi dei composti aromatici ed eteroaromatici, acquisendo una buona conoscenza della chimica aromatica ed eterociclica ed una familiarità nella progettazione di sintesi delle suddette classi di composti.

Programma

Nel corso si illustrano i concetti di aromaticità ed eteroaromaticità, si presentano le i sistemi aromatici carbociclici (benzene e derivati), e le loro caratteristiche strutturali che sono alla base della reattività. Si descrivono quindi le principali classi di reazioni quali sostituzioni elettrofile aromatiche e sostituzioni nucleofile aromatiche, illustrando a fondo i meccanismi. Si passa poi alla trattazione delle principali classi di composti aromatici, in particolare si descrivono caratteristiche, reattività e metodi di sintesi di areni ed alchilareni, naftalene, alogenuri arilici ed arilalifatici, derivati azotati (nitro-, nitroso-, e azocomposti, arildrossilammine, mono- e diarilidrazine, ammine aromatiche, sali di diazonio) fenoli e derivati, aldeidi e chetoni, nitrili, acidi carbossilici e derivati, composti solforati, chinoni. Nella seconda parte del corso vengono illustrate le principali classi di composti eteroaromatici, presentandone le caratteristiche strutturali, la reattività ed i principali metodi di sintesi. In particolare si discutono pirrolo, furano e tiofene e i loro benzocondensati indolo, benzofurano e benzotiofene. Gli anelli a sei atomi presi in esame sono piridina, chinolina e isochinolina. Vengono fatti infine cenni ai sistemi eterociclici pentaatomici contenenti due eteroatomi, quali imidazolo, pirazolo ed isossazolo. TOTALE 64 h (48+16)

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Scritto: Considerato il vasto programma del corso, al fine di agevolare l'apprendimento della materia, che si realizza anche con numerose esercitazioni in aula, sono previsti tre compitini durante l'anno, ognuno riferito alla parte di programma discussa precedentemente al compitino. Il voto finale risulterà dalla media dei tre voti parziali. Per coloro che non hanno seguito il corso e le esercitazioni, o che non hanno ottenuto conseguito almeno 18/30 nei tre compitini, sono previsti gli esami scritti nelle sessioni regolari degli appelli, che sono 10 l'anno.

Propedeuticità consigliate

Chimica Generale, Chimica Organica I

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Agli studenti viene fornita una esauriente dispensa costituita dalle fotocopie di tutti i lucidi presentati a lezioni, integrati con parti descrittive.

Sono inoltre consigliati i seguenti libri:

1] Brown, Foote, Iverson, Anslyn, CHIMICA ORGANICA IV edizione

2] Marc Loudon, CHIMICA ORGANICA

Gli studenti possono inoltre interloquire con il docente tramite e-mail, o prendendo appuntamento per usufruire dell'orario di ricevimento settimanale.

Informazioni sul programma

Fortemente consigliata

Dato il particolare e vasto argomento trattato nel corso, gli studenti sono caldamente incoraggiati a seguire tutte le lezioni per apprendere anche il giusto linguaggio della materia e sono soprattutto invitati a seguire tutte le esercitazioni che, essendo interattive, sono particolarmente utili per acquisire una giusta familiarità con la materia stessa.

Modalità di erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://elicandroco2.ariel.ctu.unimi.it/v5/Home/>

Complementi di matematica e calcolo numerico Complements of mathematics and calculus (F6X)

Per i Corsi di laurea:

- F6X; totale cfu 6

Prof. FIERRO FRANCESCA , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16179 - v. Saldini, 50

Mail: francesca.fierro@unimi.it

Prof. LOVADINA CARLO , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16187 - v. Saldini, 50

Mail: Carlo.Lovadina@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu MAT/01 , MAT/02 , MAT/03 , MAT/04 , MAT/05 , MAT/06 , MAT/07 , MAT/08 , MAT/09

Competenze Acquisite

Capacità di inquadramento di alcuni problemi matematici di interesse applicativo; utilizzo di software per il Calcolo Scientifico.

Obiettivi

- 1) Completare le conoscenze di Matematica dello Studente, con lo studio di alcuni problemi ubiquitari nelle Scienze Applicate;
- 2) fornire allo Studente le basi delle tecniche numeriche di risoluzione dei problemi matematici di interesse applicativo;
- 3) fornire allo Studente gli strumenti di base necessari per un utilizzo critico e consapevole di software per il Calcolo Scientifico.

Programma

Algebra lineare. Vettori e matrici. Operazioni di vettori e matrici. Applicazioni lineari. Determinante di una matrice. Autovalori ed autovettori di matrici. Matrice inversa. Alcune classi di matrici: matrici simmetriche, matrici definite, matrici triangolari, etc.

Trattamento numerico di sistemi lineari. Metodi diretti: decomposizione LU e metodo di eliminazione di Gauss; decomposizione di Cholesky.

Metodi iterativi: metodo di Jacobi e metodo di Gauss-Seidel; test di arresto.

Approssimazione polinomiale di funzioni e dati. Interpolazione polinomiale; rappresentazione di Lagrange e errore di interpolazione; funzioni spline; metodo dei minimi quadrati e regressione lineare.

Equazioni non lineari. Metodi di bisezione; metodo di Newton e sua convergenza; test d'arresto.

Integrazione numerica. Formule di Newton-Côtes chiuse e aperte (punto medio, trapezi, Simpson); analisi dell'errore e formule composite.

Equazioni differenziali ordinarie. Metodi a un passo (Eulero esplicito, Eulero implicito, Crank-Nicolson, Heun); consistenza ed errore locale di troncamento, ordine di convergenza; assoluta stabilità.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Scritto: Esame scritto in due parti separate: la prima parte prevede la risoluzione di esercizi di natura teorica, la seconda la risoluzione di esercizi mediante l'utilizzo del software MATLAB. L'esame è superato se entrambe le prove risultano superate.

Propedeuticità consigliate

Corso di "Istituzioni di Matematica"

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, Calcolo scientifico. Springer, 2012.

- G. Naldi, L. Pareschi: MATLAB Concetti e progetti. Milano, Apogeo 2002.

- G. Naldi, L. Pareschi, G. Russo, Introduzione al calcolo scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab, McGraw-Hill Education.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione

Tradizionale, alla lavagna mediante lezioni frontali per quanto riguarda la parte teorica e di esercizi teorici; in laboratorio di Calcolo, per la parte riguardante le esperienze numeriche sviluppate con il software MATLAB.

Fisica generale

General physics

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 9

Prof. LODATO GIUSEPPE , DIPARTIMENTO DI FISICA

Indirizzo: 02503 17449 - v. Celoria, 16

Mail: Giuseppe.Lodato@unimi.it

Prof. PUDDU GIOVANNI , DIPARTIMENTO DI FISICA

Indirizzo: 02503 17233 - v. Celoria, 16

Mail: giovanni.puddu@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu FIS/01 , FIS/02 , FIS/03 , FIS/04 , FIS/05 , FIS/06 , FIS/07 , FIS/08

Competenze Acquisite

Alla fine del corso gli studenti saranno in grado di risolvere problemi standard di fisica classica, avranno acquisito gli strumenti teorici e matematici per razionalizzare un problema concreto di fisica e per la sua risoluzione.

Obiettivi

Fornire le conoscenze di base della fisica classica (meccanica, elettromagnetismo, termodinamica e ottica), con particolare attenzione agli aspetti rilevanti per un corso di laurea in Chimica Industriale.

Programma

Meccanica e termodinamica (approx 4 CFU)

Meccanica

1. Grandezze fisiche ed unità di misura.
2. Cinematica del punto materiale. Sistemi di riferimento.
3. Dinamica del punto materiale. Le leggi di Newton.
4. Lavoro, energia cinetica ed energia potenziale. Conservazione dell'energia.
5. Momento angolare e momento torcente.
6. Quantità di moto e urti.
7. Cinematica e dinamica dei corpi rigidi.
8. Oscillazioni ed onde.

Termodinamica

1. Trasformazioni in un sistema termodinamico: il primo principio della Termodinamica.
2. Applicazioni del primo principio della termodinamica ai gas perfetti.
3. Macchine termiche. Il ciclo di Carnot. L'entropia e il secondo principio della Termodinamica.
4. Cenni di teoria cinetica dei gas.

Elettromagnetismo e ottica (approx 4 CFU)

Elettromagnetismo

1. Elettrostatica: legge di Coulomb e principio di sovrapposizione.
2. Campo elettrico. Potenziale elettrico.
3. Legge di Gauss e sue applicazioni.
4. Energia elettrostatica. Dielettrici: dipolo elettrico e polarizzazione.
5. Corrente elettrica e conservazione della carica. Legge di Ohm.
6. Magnetostatica: il campo magnetico.
7. La forza magnetica su cariche e correnti: forza di Lorentz.
8. Il campo magnetico creato da correnti stazionarie. La legge di Biot-Savart e la legge di Ampère.
9. Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo. Correnti indotte: legge di Faraday-Lenz.
10. Corrente di spostamento: legge di Ampère-Maxwell.

Ottica

1. Equazioni di Maxwell. Campo di radiazione: onde sferiche ed onde piane. Spettro elettromagnetico.
2. Interferenza e diffrazione. Riflessione e rifrazione di onde piane.
3. Ottica geometrica.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Scritto e orale: L'esame scritto richiede la soluzione di tre esercizi (da scegliere tra sei proposti). L'ammissione all'orale necessita di un voto minimo di 15/30 allo scritto.

Propedeuticità consigliate

Matematica

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Serway-Jewett "Principi di Fisica" - EdiSES Edizioni

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

http://www2.fisica.unimi.it/lodato/Homepage_di_Giuseppe_Lodato/Fisica_Generale.html

Impianti chimici con laboratorio

Chemical plants with lab

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; moduli/unità didattiche: Modulo: Impianti chimici , Modulo: Laboratorio di impianti chimici totale cfu 12

Prof. PIROLA CARLO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14283 - v. Venezian, 21 02503 14302 - v. Golgi, 19

Mail: carlo.pirola@unimi.it

Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14059 -

Mail: ilenia.rossetti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 12 cfu ING-IND/25 (12 cfu)

Modulo: Impianti chimici 6 cfu ING-IND/25 (6 cfu)

Modulo: Laboratorio di impianti chimici 6 cfu ING-IND/25 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Le competenze finali saranno la capacità di procedere al dimensionamento di singole apparecchiature e di valutarne la sostenibilità economica e l'integrazione in un dato processo.

Nel corso di laboratorio gli studenti acquisiranno le conoscenze di base per la gestione sperimentale di apparecchiature in continuo di separazione e di equilibri termodinamici, per quanto riguarda il funzionamento base, le procedure analitiche ed il controllo strumentale. Inoltre avranno acquisito le nozioni per la raccolta e elaborazione dati per la verifica dei bilanci di massa e energia la determinazione dei principali parametri chimico-fisici coinvolti. Sapranno infine utilizzare le funzioni base di un software commerciale di simulazione di impianti.

Obiettivi

Gli studenti dovranno acquisire le seguenti conoscenze:

equilibrio tra fasi in condizioni non ideali;

principali tecnologie impiantistiche di separazione (conoscenze di base) e loro integrazione in uno schema di processo;

criteri di dimensionamento di colonne di assorbimento, rettifica ed estrattori (conoscenze più approfondite);

cenni sulla valutazione economica di alternative processistiche e sull'intensificazione di processo;

introduzione ai reattori chimici ideali.

Il modulo di laboratorio si propone l'obiettivo di trasmettere agli studenti le competenze della gestione di impianti chimici su scala pilota in continuo e nella relativa elaborazione dati e simulazione di processo, in particolare riferimento alle operazioni di distillazione/rettifica e assorbimento.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Lo studente deve conoscere la stechiometria, i fondamenti di matematica e fisica trattati nei corsi di base, deve aver almeno chiari qualitativamente i concetti trattati nel corso di chimica fisica industriale.

Modalità di esame

Modulo Impianti chimici L'esame consta di una prova scritta e di una orale. Per la prova scritta è richiesta la risoluzione di un problema simile agli esercizi svolti a lezione, di cui è riportata casistica sia sul sito Ariel del corso, sia sui libri di testo adottati. Gli studenti possono portare tutto il materiale che ritengono opportuno, inclusi testi, dispense, ecc. Devono munirsi di fogli di carta millimetrata per eventuali costruzioni grafiche. Ovviamente non è concessa la comunicazione tra gli studenti e con l'esterno, quindi non sono ammessi PC o tablet. La durata è 2 ore. Se la prova è sufficiente (votazione $\geq 15/30$), lo studente è ammesso all'orale. La prova orale è costituita da due domande su altrettanti argomenti trattati durante il corso. Inoltre, durante la prova orale si farà la discussione di un flow sheet di processo. Durante la valutazione della prova scritta si accerta, oltre alla capacità di impostare la soluzione, la capacità di riconoscere la ragionevolezza di un risultato. Durante la valutazione della prova orale, lo studente deve innanzitutto dimostrare di aver compreso il fondamento fisico dell'argomento trattato, i presupposti e la sua importanza in ambito applicativo. Parallelamente, deve dimostrare di riuscire a quantificare il fenomeno in esame utilizzando i modelli visti

durante il corso.

Modulo Laboratorio. Gli studenti svolgeranno le esercitazioni pratiche in gruppi di 3-4 persone. Al termine del laboratorio ogni gruppo dovrà preparare una relazione scritta, con i risultati raccolti e le elaborazioni numeriche e di simulazione spiegate a lezione. Ogni studente dovrà quindi affrontare un colloquio finale orale, sulla base di questa relazione. In questo colloquio verrà accertata la conoscenza degli impianti e delle procedure sperimentali, delle elaborazioni numeriche e della simulazione di processo per quanto riguarda le esercitazioni svolte.

Propedeuticità consigliate

Per il modulo di Impianti Chimici è caldamente raccomandato l'apprendimento preliminare dei concetti trattati nel corso di Chimica Fisica Industriale

Per la parte di laboratorio sono indispensabili delle conoscenze di Chimica Fisica (termodinamica e cinetica) e di fenomeni di trasporto.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata per tutte le lezioni in aula di entrambi i moduli, obbligatoria per le esercitazioni in laboratorio.

L'iscrizione al laboratorio è obbligatoria e va fatta durante le prime lezioni del corso. Solo gli studenti regolarmente iscritti al Corso di Laurea possono accedere al laboratorio.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it>

Modulo/Unità didattica: Modulo: Impianti chimici

Programma

Reperibilità di dati termodinamici e cenni sui metodi a contributo di gruppo.

Termodinamica Applicata: modelli per la definizione di coefficienti di fugacità ed attività.

Equilibrio Liquido-Vapore (ELV) nei diversi casi di idealità o meno delle fasi; consistenza termodinamica dell'ELV. Diagrammi per l'ELV.

Equilibrio Liquido-Liquido (ELL): diagrammi relativi per sistemi binari e ternari. Criteri termodinamici per lo smiscelamento di due liquidi.

Assorbimento: descrizione delle operazioni di assorbimento (absorption) /de assorbimento (stripping). Apparecchiature e corpi di riempimento.

Calcolo dell'altezza del riempimento, del diametro e della perdita di carico in una colonna di assorbimento; assorbimento in colonna a piatti: determinazione del numero di piatti. Distillazione e Rettifica. Apparecchiature. Distillazione continua in uno stadio (Flash). Rettifica continua in colonna a piatti: miscele binarie e miscele a più componenti: calcolo numero di stadi teorici. Distillazione e rettifica discontinue. Criteri per il calcolo dell'efficienza.

Estrazione Liquido-Liquidi. Descrizione delle operazioni. Apparecchiature continue e discontinue. Coefficienti di ripartizione e di selettività.

Scelta del solvente.

Criteri per la quantificazione dei costi fissi e variabili nei processi di separazione.

Process intensification: esempi applicativi.

Software per la simulazione di processo: potenzialità e limiti, esercitazioni pratiche.

Le lezioni frontali si alterneranno ad esercitazioni numeriche. Saranno previste anche alcune esercitazioni in aula informatica per acquisire conoscenze di base nell'uso di alcuni software di simulazione di processo. Il corso frontale è strettamente collegato al modulo di laboratorio.

Materiale di riferimento

Per la parte di Impianti chimici:

- B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell, "The Properties of Gases and Liquids" McGraw-Hill, 2001.
- W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriot, "Unit operations of chemical engineering", Mc Graw Hill, 2001.
- J.M. Douglas, "Conceptual design of chemical processes", Mc Graw Hill, 1988.

Dispense e altro materiale didattico a cura della docente, messo a disposizione tramite la piattaforma Ariel.

Modulo/Unità didattica: Modulo: Laboratorio di impianti chimici

Programma

Verranno svolte in laboratorio le seguenti esperienze:

Esercitazione 1: Misura della tensione di vapore di un liquido a diverse temperature

Esercitazione 2: Raccolta di dati di equilibrio liquido/vapore di una miscela binaria in condizione isobare

Esercitazione 3: Conduzione di una colonna di rettifica a rapporto di riflusso finito e infinito

Esercitazione 4: Conduzione di una colonna di assorbimento con diversi rapporti di portate liquido/gas

Esercitazione 5: Visita e esercitazioni in un impianto virtuale di Crude Distillation Unit tramite sistema ITS (Immersive Training System)

Verrà inoltre svolta la elaborazione dati e la simulazione di processo per tutte le esperienze.

Materiale di riferimento

- V. Ragaini, C. Pirola, "Processi di Separazione nell'Industria Chimica", Hoepli
- Slides presentate a lezione
- Dispense delle esercitazioni

Istituzioni di matematica **Fundamentals of mathematics**

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 9

Prof. VERDI CLAUDIO, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16126 -

Telefono: 16184

Mail: claudio.verdi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu MAT/01 , MAT/02 , MAT/03 , MAT/04 , MAT/05 , MAT/06 , MAT/07 , MAT/08 , MAT/09

Competenze Acquisite

Capacità di utilizzare strumenti matematici di base e riconoscerne elementari applicazioni nelle scienze chimiche.

Obiettivi

Fornire gli strumenti matematici di base per le applicazioni della matematica alle altre scienze (chimica in particolare).

Programma

- I numeri: interi, razionali, reali; ordinamento. Richiami di trigonometria piana; numeri complessi e loro radici. Vettori e operazioni fra vettori; rette e piani nello spazio.
- Successioni e loro limiti, monotonia, confronti, forme di indecisione; il numero "e" di Nepero. Serie e criteri di convergenza.
- Funzioni di una variabile reale: limiti, continuità, asintoti; composta e inversa. Funzioni elementari e loro grafici: potenze e radicali, esponenziali e logaritmi, funzioni trigonometriche e loro inverse.
- Calcolo differenziale in una variabile: derivate, massimi e minimi, convessità, studi di funzione; formula di Taylor.
- Calcolo integrale in una variabile: integrale definito, primitive (per decomposizione, sostituzione e per parti), relazioni fra integrale definito e primitive. Applicazioni fisiche e geometriche; integrali impropri.
- Funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente, Hessiano; ottimizzazione in due variabili. Retta di regressione lineare.
- Equazioni differenziali ordinarie: del primo ordine lineari e a variabili separabili; del secondo ordine lineari a coefficienti costanti. Condizioni iniziali, teorema di esistenza e unicità.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Materiale didattico on-line relativo al progetto MINIMAT (Matematica di base): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Modalità di esame

Scritto (articolato con domande di teoria - tese a verificare la comprensione degli argomenti principali - e semplici esercizi di verifica)

Propedeuticità consigliate

Aver superato il test di autovalutazione in matematica di base

Metodi Didattici

Lezioni ed esercitazioni

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- C. Pagani e S. Salsa: MATEMATICA. Ed. Zanichelli.

- Materiale didattico on-line relativo al progetto MATASS (Matematica assistita): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale (Lezioni frontali, esercitazioni tenute dal docente, esercizi tenuti da un tutor).

Altre informazioni

Sono previste due verifiche scritte (intermedia e finale) che, se positive, possono sostituire la prova d'esame.

Pagine web

<http://www.mat.unimi.it/users/verdi/>

Laboratorio di chimica fisica

Laboratory of physical chemistry

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; totale cfu 6

Prof. CHIARELLO GIAN LUCA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14281 - v. Golgi, 19

Mail: GianLuca.Chiarello@unimi.it

Prof. GERVASINI ANTONELLA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14056 - v. Golgi, 19 02503 14254 - v. Golgi, 19

Mail: antonella.gervasini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Dopo aver seguito il corso e superato l'esame finale lo studente sarà in grado di:

- impostare lo studio cinetico di una reazione chimica e/o catalitica con ottenimento dei parametri significativi legati alla velocità di reazione e alla sua dipendenza dalla temperatura.
- Organizzare la sperimentazione per lo studio cinetico di reazioni chimiche.
- Stendere una Relazione tecnico-scientifica su esperienze svolte in un laboratorio chimico.
- Collaborare con colleghi in un lavoro di gruppo.

Obiettivi

Il corso fornisce gli aspetti teorici e pratici della cinetica chimica e per questo comprende sia lezioni in aula che esercitazioni di laboratorio. Gli argomenti trattati forniscono le basi della cinetica chimica per una corretta comprensione dello svolgimento delle reazioni in funzione dei parametri che ne governano la velocità, in particolare concentrazione dei reagenti, temperatura, e presenza di specie catalitiche.

Programma

Velocità di reazione. Equazione di velocità e costante di velocità. Ordine di reazione e molecolarità. Equazioni cinetiche integrate per gli ordini di reazione principali (ordine zero, primo ordine, secondo ordine e ordine ennesimo di reazione). Tempo di semitrasformazione. Determinazione dell'ordine di reazione: metodo integrale, metodo differenziale, metodo del semiperiodo e metodo dell'isolamento. Reazioni consecutive e approssimazione dello stato stazionario. Reazioni parallele. Reazioni opposte e di equilibrio. Dipendenza della costante di velocità dalla temperatura. Equazione di Arrhenius. Equazione di Eyring e teoria dello stato di transizione. Reazioni catalizzate. Catalisi omogenea. Catalisi acido-base. Esperimenti pratici in laboratorio: reazioni isoterme realizzate in reattori batch con catalizzatori omogenei in fase liquida acquosa e in solvente organico e reazione svolta con incremento lineare della temperatura.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Conoscenze dei principali strumenti matematici (derivate ed integrali). Conoscenza della chimica inorganica, chimica organica e chimica analitica di base e della chimica analitica strumentale.

Modalità di esame: Scritto e orale

Relazione scritta sul lavoro svolto nelle esercitazioni di laboratorio e esame orale su tutti gli aspetti svolti in aula e in laboratorio. Gli studenti dovranno dimostrare di aver compreso i fondamenti della cinetica chimica e di essere in grado di sviluppare le principali equazioni cinetiche, di saperle applicare in modo logico. Gli studenti potranno accedere all'esame orale solo se la Relazione sul lavoro svolto in laboratorio sarà giudicata positivamente.

Propedeuticità consigliate

Conoscenza delle principali nozioni del calcolo differenziale e integrale. Conoscenza informatica per l'uso di fogli di calcolo.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- P. Atkins, J. De Paula, Elementi di Chimica Fisica, Zanichelli, 2007, Capitoli 10 e 11; o altre edizioni per i capitoli attinenti gli argomenti del corso.

- Dispense del corso sulla piattaforma ARIEL_UNIMI a tutti gli studenti UNIMI.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza:

Fortemente consigliate le lezioni in aula (3 CFU). Alcune lezioni in aula in cui verranno spiegate le esperienze che si svolgeranno in laboratorio prevedono la frequenza obbligatoria.

Obbligatorie le esercitazioni in laboratorio (3 CFU)

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Laboratorio di chimica organica

Organic chemistry lab

Per i Corsi di laurea:

- **F6X**; moduli/unità didattiche: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1 , Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2 totale cfu 10

Prof. BELVISI LAURA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14086 - v. Venezian, 21

Mail: laura.belvisi@unimi.it

Prof. BENAGLIA MAURIZIO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14171 - v. Venezian, 21

Mail: maurizio.benaglia@unimi.it

Prof. CAUTERUCCIO SILVIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Mail: Silvia.Cauteruccio@unimi.it

Prof. SATTIN SARA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14096 - v. Venezian, 21

Mail: Sara.Sattin@unimi.it

Prof. SILVANI ALESSANDRA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14080 - v. Venezian, 21

Mail: alessandra.silvani@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 10 cfu CHIM/06 (10 cfu)

Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1 5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2 5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

Competenze Acquisite

Saper riconoscere le attrezzature e la vetreria utilizzata normalmente nelle esperienze svolte in un laboratorio di chimica organica.

Saper svolgere le operazioni fondamentali che vengono effettuate di routine in un laboratorio di chimica organica, con particolare attenzione alle norme di sicurezza: filtrazione, separazione di fasi, isolamento di un grezzo di reazione mediante work up acido o basico, analisi della reazione tramite lastrina TLC, purificazione mediante cristallizzazione, distillazione o colonna cromatografica.

Obiettivi

Il corso di laboratorio ha l'obiettivo di insegnare agli studenti le operazioni fondamentali che vengono effettuate di routine in un laboratorio di chimica organica, con una particolare attenzione alle norme di sicurezza. In particolare gli studenti dovranno apprendere le principali tecniche di separazione e purificazione dei composti organici. Inoltre vengono proposti alcuni esempi di reazioni organiche. Gli studenti dovranno imparare a caratterizzare i prodotti ottenuti mediante determinazione dei punti di fusione e analisi spettroscopica (lettura e interpretazione di spettri IR e NMR).

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenza dei concetti di base della chimica organica.

Modalità di esame

Pratico, con eventuale orale. La valutazione terrà conto sia delle esperienze guidate a banco singolo svolte durante il corso (ciascuna delle quali verrà descritta dagli studenti tramite relazione scritta), sia delle prove individuali finali, volte ad accertare le competenze acquisite dallo studente e la sua capacità di muoversi in un laboratorio di chimica organica con autonomia e sicurezza. Sulla base dei contenuti delle relazioni scritte, la eventuale discussione orale verterà su tutti gli argomenti trattati nel corso.

Propedeuticità consigliate

Modulo unità didattica: Laboratorio di chimica organica 1

E' fortemente consigliato che lo studente abbia superato il corso di chimica organica I, o almeno che lo abbia seguito con continuità; si richiede infatti che lo studente conosca la nomenclatura di base e la reattività dei composti organici descritti nel corso di chimica organica I, incluse ossidazioni e riduzioni.

Modulo unità didattica: Laboratorio di chimica organica 2

E' consigliato che lo studente svolga il modulo di laboratorio in concomitanza con la frequenza del corso di chimica organica II.

Lingua di insegnamento

Italiano

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Obbligatoria

Modalità di erogazione

Tradizionale

Pagine web

<http://mbenagliaico.ariel.ctu.unimi.it/v1/home/Default.aspx>

Modulo/Unità didattica: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1

Programma

1. Sicurezza e prevenzione nei laboratori chimici.
2. Principali tecniche di isolamento e purificazione di composti organici (separazioni estrattive, cristallizzazione, distillazione semplice e frazionata, cromatografia).
3. Introduzione alla spettroscopia IR.
4. Aspetti sperimentali delle reazioni basilari della chimica organica e valutazione della purezza dei prodotti ottenuti (mediante TLC e misura del punto di fusione).
5. Le esperienze svolte in laboratorio sono mirate a esemplificare mediante il lavoro sperimentale gli argomenti trattati a lezione.

Materiale di riferimento

Materiale a disposizione sul sito web del corso

Modulo/Unità didattica: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2

Programma

Trasformazioni di gruppi funzionali: sintesi di eteri, esteri e ammidi. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatiche. Introduzione alla spettroscopia NMR.

Le esperienze comuni svolte in laboratorio sono mirate a esemplificare mediante il lavoro sperimentale gli argomenti trattati a lezione:

- trasformazioni di gruppi funzionali: sintesi di un'amide da un acido carbossilico aromatico
- sequenza sintetica a piu' passaggi: sintesi di un composto aromatico, mediante reazione di sostituzione elettrofila aromatica
- sintesi di un colorante azoico via formazione di un sale di diazonio
- un esempio di reazione di sostituzione nucleofila aromatica
- un'altra sequenza sintetica (reazione di Friedel Crafts seguita da una reazione di ciclizzazione): sintesi di una molecola eterociclica aromatica
- caratterizzazione dei prodotti ottenuti mediante punto di fusione e spettroscopia IR.

Vi saranno infine due prove individuali:

- determinazione di un composto carbonilico incognito mediante sintesi di derivati
- separazione di una miscela di due composti incogniti e loro caratterizzazione mediante sintesi di derivati.

La caratterizzazione e l'individuazione dei prodotti avverrà mediante misurazione di punti di fusione, lastre TLC, spettroscopia IR e analisi degli spettri H-NMR delle sostanze incognite.

Materiale di riferimento

Materiale a disposizione sul sito web del corso

COURSE CONTENT

Analytic chemistry II with lab

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica Analitica II , Modulo: Laboratorio di Chimica Analitica II total credits 12,0

Prof. PRATI LAURA , Department of Chemistry

Address: 02503 14357 - v. Venezian, 21

Email: laura.prati@unimi.it

Prof. GIANNINI CLELIA , Department of Chemistry

Address: 02503 14148 - v. Venezian, 21

Email: clelia.giannini@unimi.it

Prof. GUGLIELMI VITTORIA , Department of Chemistry

Address: 02503 14426 - v. Venezian, 21

Email: vittoria.guglielmi@unimi.it

Goals

Instrumentations and fundamentals of main analytical and separation techniques. Qualitative and quantitative problem solving.

Acquired skill

At the end of the course the student will be able to solve qualitative and quantitative analytical problems with the most suitable technique. He will develop the expertise to characterize simple organic structure from the corresponding IR, NMR and MS spectra.

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Module:

Program with reference to descriptor 1 and 2

Qualitative and quantitative experiences on the main spectroscopic (AAS, AES, UV-Vis, IR, fluorescence) and chromatographic (GC, HPLC) techniques presented during the lectures.

Module:

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course content

Principles of spectrophotometric and photoelectronic methods. Atomic adsorption and emission. Molecular spectroscopy: UV-vis, IR and Raman, fluorescence and phosphorescence.

Mass spectrometry.

Nuclear Magnetic Resonance: monodimensional ¹H- and ¹³C-NMR techniques. Spectrum parameter analyses: chemical shift and coupling constant. Overhauser effect.

Principles and methods of chromatographic techniques (GC and HPLC).

Set-up of qualitative and quantitative analyses.

Exercises on structure disclosing based on NMR, IR, UV and MS spectra. Practices of theoretical concepts. Numerical exercises on quantitative analyses involving spectroscopic and chromatographic techniques.

Suggested prerequisites

Positive assessment of analytical chemistry I

Reference material

- Holler, Skoog, Crouch "Chimica Analitica Strumentale" EdiSES, VCH;

- R.M. Silverstein, F.X. Webster, Identificazione spettroscopica di composti organici, Ed. CEA,

- lecture notes.

Assessment method [required] (use at least 2 lines):

The exam will be constitute by:

- Written test of 5 questions/exercises based on exercises and laboratory experiments

- Written test divided into two parts:

o 6 questions of short solution which, only if correctly solved, allow to pass to the second part

o 5 questions on theory and spectra interpretation

The two tests will be held in different day but they will be assessed with a single mark.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Strongly suggested, compulsory frequency at the laboratory

Mode of teaching

Traditional

Website
ARIEL

Program's information

- Holler, Skoog, Crouch "Chimica Analitica Strumentale" EdiSES, VCH;
- R.M. Silverstein, F.X. Webster, Identificazione spettroscopica di composti organici, Ed. CEA,
- Dispense del docente

Analytic chemistry with lab

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica analitica I , Modulo: Laboratorio di chimica analitica I total credits 12,0

Prof. FALCIOLA LUIGI , Department of Chemistry
Address: 02503 14057 - v. Venezian, 21 02503 14210 -
Email: luigi.falciola@unimi.it

Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA , Department of Chemistry
Address: 02503 14211 - v. Golgi, 19 02503 14213 - v. Golgi, 19
Email: patrizia.mussini@unimi.it

Prof. PIFFERI VALENTINA , Department of Chemistry
Address: 02503 14222 - v. Golgi, 19
Email: Valentina.Pifferi@unimi.it

Goals

Fundamental definitions and concepts in Analytical Chemistry; Elements of statistics applied to analytical chemistry; interpretation of acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with application to volumetric analysis; electroanalysis: conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry.

Acquired skill

Applying basic statistics to estimate reliability and significance of analytical data, also in connection with the laboratory module. Managing solution equilibria and electrode potentials, also in terms of ionic activities, and application for prediction and interpretation of titration curves based on acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with full instrumental monitoring or end point detection by colorimetric indicators, also in connection with the laboratory module. Basic knowledge of fundamental electroanalytic techniques (conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry) also in connection with the laboratory module.

Website

<http://users.unimi.it/ECEA>
<http://users.unimi.it/ELAN>

Module: Analytic chemistry

Goals

Fundamental definitions and concepts in Analytical Chemistry; Elements of statistics applied to analytical chemistry; interpretation of acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with application to volumetric analysis; electroanalysis: conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry.

Acquired skill

Applying basic statistics to estimate reliability and significance of analytical data, also in connection with the laboratory module. Managing solution equilibria and electrode potentials, also in terms of ionic activities, and application for prediction and interpretation of titration curves based on acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with full instrumental monitoring or end point detection by colorimetric indicators, also in connection with the laboratory module. Basic knowledge of fundamental electroanalytic techniques (conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry) also in connection with the laboratory module.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Fundamental definitions and concepts in Analytical Chemistry; Elements of statistics applied to analytical chemistry; interpretation of acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with application to volumetric analysis; electroanalysis fundamentals: conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry

Acquired skills

Applying basic statistics to estimate reliability and significance of analytical data, also in connection with the laboratory module.
Managing solution equilibria and electrode potentials, also in terms of ionic activities, and application for prediction and interpretation of titration curves based on acid/base, precipitation, complexation and redox equilibria, with full instrumental monitoring or end point detection by colorimetric indicators, also in connection with the laboratory module.
Basic knowledge of fundamental electroanalytic techniques (conductimetry, potentiometry, voltammetry, amperometry) also in connection with the laboratory module.

Course content [required]

Part 1 Propedeutic concepts Analytical Chemistry: definition, history, significance. Analytical methods. Sequence of steps in a typical quantitative analysis. Sampling (hints). Elements of theory of errors applied to analytical chemistry; criteria for data treatment and statistical tests. Concentration scales, ionic strength, activities, activity coefficients. Equilibrium constants, standard states. Nernst law, galvanic cells, ion-reversible electrodes, electrode potential scale.

Part 2 Equilibria in solution and volumetric analysis. Titration methods: definitions, classification, standards. Acid/base, precipitation, complexation and redox titrations: mathematical description of the corresponding equilibria and elaboration and interpretation of titration diagrams for model systems. Speciation diagrams and Pourbaix diagrams.

Part 3 Electroanalysis. Conductimetry, potentiometry (ion-selective electrodes, pH-metry, p-Ionometry, redox potential, water hardness), voltammetry (cyclic voltammetry, polarography, pulsed techniques, stripping techniques for trace analysis), amperometry (trace water by Karl Fischer method, dissolved oxygen by Clark method), biosensors and electronic tongues/noses (hints). Fundamentals, instrumentation, protocols (standardization, direct measurements, instrumental titrations). Model cases in the analytical laboratory and in fundamental and applied research.

Suggested prerequisites

General and Inorganic Chemistry and General and Inorganic Chemistry Laboratory; Mathematics courses.

Reference material

Recommended general scope textbook: Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole (or corresponding Italian edition)

Supporting material and model electronic spreadsheets provided by the instructor (available on her website under password)

Other general scope textbook: Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co. (or corresponding Italian edition)

For a deeper insight and attractive treatment of acid base equilibria and corresponding titration curve: Robert De Levie, Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations, Oxford Chemistry Primers.

Prerequisites

Fundamentals of General and Inorganic Chemistry; basic stoichiometric calculations: elements of mathematical analysis and of numerical methods.

Assessment method

The global mark of the Analytical Chemistry and Laboratory of Analytical Chemistry I Course will be assigned combining the marks obtained for the theoretical and experimental modules (details concerning the latter evaluation are provided in the corresponding

Concerning the evaluation of the theoretical module, it will consist in

A 3-hour written examination concerning the program Part 1 and 2 (mainly problems and exercises, plus several short questions)

A 15-minutes oral examination concerning the program Part 3 (electroanalytical techniques). Students can register for this interview, enabling them to complete the examination and to receive their global mark for the entire course, after having passed both the above written examination and the laboratory module examination.

Language of instruction

Italian

Attendance policy

Attendance is strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<http://users.unimi.it/ECEA>

Program's information

Testo raccomandato:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole (o l'edizione corrispondente italiana)
- Materiale integrativo e fogli elettronici modello forniti dal docente (scaricabili dal sito con password)

Altro testo di carattere generale:

- Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co. (o l'edizione corrispondente italiana).

Per un approfondimento degli equilibri acido/base e della costruzione delle corrispondenti curve di titolazione:

- Robert De Levie Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations, Oxford Chemistry Primers.

Module: Laboratory of analytic chemistry

Goals

Knowledge of the procedures, the experimental protocols and the fundamental calculations in Analytical Chemistry. Basic knowledge of colorimetric titrations and of the fundamental electroanalytical techniques: conductimetry, potentiometry, amperometry.

Acquired skill

Use of the basic analytical techniques: colorimetric titrations and fundamental electroanalytical methodologies. Use of an electronic spreadsheet for data treatment. Principles of statistical data treatment and error theory. Principles of quality control of the chemical products and processes.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Knowledge of the procedures, the experimental protocols and the fundamental calculations in Analytical Chemistry. Basic knowledge of colorimetric titrations and of the fundamental electroanalytical techniques: conductimetry, potentiometry, amperometry.

Acquired skills

Use of the basic analytical techniques: colorimetric titrations and fundamental electroanalytical methodologies. Use of an electronic spreadsheet for data treatment. Principles of statistical data treatment and error theory. Principles of quality control of the chemical products and processes.

Course Content

Lessons first part [16 hours] Concentration and concentration scales. Dilutions. Laboratory materials and reagents. Instrumentation for mass and volume measurements. Analytical methods characteristics, prediction and analysis methodologies. Safety regulations. Good laboratory practice. General principles of acid-base, precipitation, complexometric and redox titrations. General principles of conductimetry, potentiometry and pH-metry, amperometry. Survey of experimental procedures.

Lessons second part [12 hours]

Quality control of the chemical products and processes. The seven basic tools: Flow charts, Control charts, Scatter diagrams, Cause-and-effect diagrams (Ishikawa), Pareto charts, Histograms, Check sheets. Hints about the Quality Control ISO 9001 Norm.

Numerical exercises first part [8 hours] Calculations concerning solution preparation and titrations. Excel electronic spreadsheet use for experimental data treatment.

Numerical exercises second part [8 hours]

Excel electronic spreadsheet use for the preparation and implementation of the quality control tools.

Laboratory experiments [20 hours]

- 1) precipitation titrations (determination of chlorides with Mohr, Fajans and potentiometric methods);
- 2) complexation titrations (colorimetric and potentiometric determination of water hardness with EDTA);
- 3) redox titrations (iodometric determination of ascorbic acid with colorimetric and amperometric methods);
- 4) Conductimetry: conductimeter calibration, direct measurement of specific conductivity, conductimetric titrations;
- 5) pH-metry: pH-meter standardization and direct pH measurements; colorimetric and potentiometric acid/base (HCl, HCl+CH₃COOH) titrations.

Suggested prerequisites

General and inorganic chemistry Course with Lab, Mathematical Courses.

Reference Material

Lessons Power Point presentations, model electronic spreadsheets, solved exercises, laboratory experimental procedures. All this material is available and downloadable from the instructors' web site.

Recommended text: Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.

Kaoru Ishikawa, Guide to Quality Control, Asian Productivity Organization.

Prerequisites

Fundamentals of general and inorganic chemistry, stoichiometry principles, mathematical principles.

Assessment method

Written Exam (2 hours) based on 5 questions with long open answers. In particular: 2 exercise on stoichiometric/analytical calculations; 1 question related to laboratory experiments; 1 question related to the theoretical part of the course; 1 question related to the quality control.

The laboratory behaviour during the laboratory period, the booklet, the laboratory intermediate report and the intermediate report on the quality control tools will be also evaluated.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Obligatory

Mode of teaching

Traditional

Website

<http://users.unimi.it/ELAN>

Program's information

- Presentazioni Power Point delle lezioni, fogli elettronici modello, esercizi risolti, metodiche sperimentali di laboratorio. Tutto questo materiale è scaricabile dal sito web dei docenti.

Testi raccomandati:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.
- Kaoru Ishikawa, Guide to Quality Control, Asian Productivity Organization.

Biological chemistry

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 6,0

Prof. CAUTERUCCIO SILVIA, Department of Chemistry

Email: Silvia.Cauteruccio@unimi.it

Prof. NARDINI MARCO, Department of Life Sciences

Address: 02503 14893 - v. Celoria, 26

Email: Marco.Nardini@unimi.it

Goals

The aim of the course is to provide students with all the knowledge needed to master the basics of biological chemistry, particularly with regard to the understanding and study of the major biological processes in living organisms. The course is structured in two teaching units.

Acquired skill

Basic knowledge of the biological chemistry associated to macromolecular structures, enzymatic processes and metabolic pathways.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim of the course is to provide students with all the knowledge needed to master the basics of biological chemistry, particularly with regard to the understanding and study of the major biological processes in living organisms. The course is structured in two teaching units.

Acquired skills

Basic knowledge of the biological chemistry associated to macromolecular structures, enzymatic processes and metabolic pathways.

Course content [required]

Structure, chemical properties and reactivity of carbohydrates (mono-, di- and polysaccharides).

Nucleic acids: bases, nucleosides, nucleotides, base-pairing, DNA structure

Structure, chemical properties and reactivity of amino acids. Chemical synthesis of peptides (in solution and in solid phase), protective groups.

Protein structure and folding

Oxygen transport proteins: myoglobin and haemoglobin.

Enzymes: basis concepts and kinetics, cofactors and coenzymes, the Michaelis-Menten equation, regulation of the enzymatic activity

Enzymatic inhibition: reversible (competitive, uncompetitive and non-competitive) and irreversible inhibitors

Serine proteases: general properties, three dimensional structure, activation and catalytic mechanism.

Bioenergetics: high-energy compounds. ATP and other phosphorylated compounds. Redox reactions. Electron carriers: NAD⁺ and FAD

Metabolism: basic concepts and regulation, glycolysis, diverse fates of pyruvate, citric acid cycle, electron transport and oxidative phosphorylation

Seminars on the industrial applications of biological chemistry topics

Suggested prerequisites

Organic Chemistry I

Reference material

- Voet, Voet, Pratt: Principles of Biochemistry, Wiley

- Garrett, Grisham: Principles of Biochemistry, Cengage Learning.

- Nelson, Cox: Lehninger Principles of Biochemistry, W H Freeman & Co

- Petsko, Ringe, Protein Structure and Function, Blackwell Publishing Ltd

Copies of the slides projected in the classroom as well as other materials will be made available through the course website on the ARIEL platform of the University of Milano (<http://ariel.ctu.unimi.it>). By no means these materials substitute for the lectures or a textbook. The material is made available only to registered students of the Degree Course in Biological Sciences and should not be distributed to others.

Prerequisites

None

Assessment method

The evaluation of the student's performance will be based on a written examination with open-answer questions and exercises spanning all topics covered in the class. A written examination allows students to show their ability to describe and critically comment (by using diagrams, graphs, equations) the theoretical bases and the practical applications of the biological chemistry topics learned during the course.

During the examination it is not allowed to consult texts or notes.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Highly recommended.

Mode of teaching

Classroom lectures supported by projected material with exercises, data analysis and specific case studies.

Website:

<http://mnardinicb.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

- Voet, Voet, Pratt: Fondamenti di Biochimica, volume unico, 2a Edizione, Zanichelli
- Garrett, Grisham: Principi di Biochimica, Piccin
- Nelson, Cox: I Principi di Biochimica di Lehninger, 5a Edizione, Zanichelli
- Petsko, Ringe, Struttura e Funzione delle Proteine, Zanichelli

I materiali videoproiettati durante le lezioni, oltre ad altri sussidi, sono disponibili presso il sito ARIEL, portale della didattica online dell'Università degli Studi di Milano (<http://ariel.ctu.unimi.it>). Questi materiali didattici non sostituiscono il libro di testo. Il loro uso è inoltre riservato agli studenti iscritti al Corso di Laurea e pertanto la loro diffusione non è autorizzata.

Website

<http://mnardinicb.ariel.ctu.unimi.it/>

Chemical plants with lab

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Impianti chimici , Modulo: Laboratorio di impianti chimici total credits 12,0

Prof. PIROLA CARLO , Department of Chemistry

Address: 02503 14283 - v. Venezian, 21 02503 14302 - v. Golgi, 19

Email: carlo.pirola@unimi.it

Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA , Department of Chemistry

Address: 02503 14059 -

Email: ilenia.rossetti@unimi.it

Goals

The student are required to learn the following knowledge:

Phase equilibria under non-ideal conditions;

Main separation techniques (fundamentals) and their integration in a process scheme;

Sizing and rating criteria for absorption/stripping columns, distillation columns and extraction (deepen);

Criteria for economical evaluation of process alternatives and for process intensification.

LABORATORY

The laboratory module aims to transmit to the students the skills of the management of chemical plants on a continuous pilot scale and in the related data processing and process simulation, in particular the distillation and absorption operations.

Acquired skill

Final competences will be the ability to size single unit operations, to evaluate their economic sustainability and integration in a given process.

LABORATORY

At the end of the course the students will acquire the basic knowledge for the experimental management of continuous separation and thermodynamic equilibrium equipments, with regards to basic operation, analytical procedures and instrumental control. They will also acquire the concepts for the collection and processing of data for the verification of mass and energy balances and the determination of the main chemical-physical parameters involved. Finally, they will be able to use the basic functions of a commercial simulation software for plants

Website

<http://ariel.unimi.it>

Module: Module: Chemical plants

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The student are required to learn the following knowledge:

Phase equilibria under non-ideal conditions;

Main separation techniques (fundamentals) and their integration in a process scheme;

Sizing and rating criteria for absorption/stripping columns, distillation columns and extraction (deepen);

Criteria for economical evaluation of process alternatives and for process intensification.

Final competences will be the ability to size single unit operations, to evaluate their economic sustainability and integration in a given process.

Course content

Finding thermodynamic data and mention to group contribution methods.
Applied thermodynamics: models for activity and fugacity coefficients.
Vapor-liquid equilibrium (VLE) in ideal and non ideal cases; thermodynamic consistency of VLE. VLE diagrams.
Liquid-liquid Equilibrium (LLE): diagrams for binary and ternary mixtures.
Absorption: unit operations for absorption and stripping. Columns and packings, sizing and rating of columns, pressure drop assessment.
Absorption with stage columns, sizing.
Distillation, sizing and rating: flash, stage and packed columns, binary and multi-component mixtures. Discontinuous operations. Theoretical stages and efficiency models.
Liquid-liquid extraction: sizing and rating, partition and selectivity coefficients, choice of the solvent.
Criteria for the quantification of fixed and variable costs for separation processes.
Process intensification: examples.
Process simulation software: potential and limits, practical exercises.

Lectures and exercises will be mixed, to fix the main concepts. Exercises will be planned on licenced software for process simulation. This module is strictly correlated to the lab.

Reference material

B.E.Poling, J.M.Prausnitz, J.P. O'Connell, "The Properties of Gases and Liquids" McGraw-Hill, 2001.
W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriot, "Unit operations of chemical engineering", McGraw Hill, 2001.
J.M. Douglas, "Conceptual design of chemical processes", McGraw Hill, 1988.

Didactic material provided by the teacher through the Ariel platform.

Assessment method

Written + oral examination: The written test includes the solution of exercises similar to those presented during the course. The oral examination includes the discussion of a flow sheet with sizing examples of a unit operation.

Language of instruction

English

Attendance Policy

Frequency suggested

Mode of teaching

Traditional

Program's information

Per la parte di Impianti chimici:

- B.E.Poling, J.M.Prausnitz, J.P. O'Connell, "The Properties of Gases and Liquids" McGraw-Hill, 2001.
- W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriot, "Unit operations of chemical engineering", McGraw Hill, 2001.
- J.M. Douglas, "Conceptual design of chemical processes", McGraw Hill, 1988.

Dispense e altro materiale didattico a cura della docente, messo a disposizione tramite la piattaforma Ariel.

Module: Module: Lab chemical plants

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The laboratory module aims to transmit to the students the skills of the management of chemical plants on a continuous pilot scale and in the related data processing and process simulation, in particular the distillation and absorption operations.

acquired skills

At the end of the course the students will acquire the basic knowledge for the experimental management of continuous separation and thermodynamic equilibrium equipments, with regards to basic operation, analytical procedures and instrumental control. They will also acquire the concepts for the collection and processing of data for the verification of mass and energy balances and the determination of the main chemical-physical parameters involved. Finally, they will be able to use the basic functions of a commercial simulation software for plants

Course content

The following experiences will be carried out in the laboratory:

- Exercise 1: Measure the vapor pressure of a liquid at different temperatures
- Exercise 2: Collection of liquid / vapor equilibrium data of a binary mixture in an isobaric condition
- Exercise 3: Conducting continuous multi-trays distillation column
- Exercise 4: Conduction of an absorption column with different ratios of liquid / gas flow rates
- Exercise 5: Visit and exercise on a virtual plant of Crude Distillation Unit by a ITS (Immersive Training System)

Data processing and process simulation will also be carried out for all experiences.

Suggested prerequisites

Knowledge of Physical Chemistry (thermodynamics and kinetics) and of transport phenomena.

Reference material

- V. Ragaini, C. Pirola, "Processi di Separazione nell'Industria Chimica", Hoepli
- Slides discussed and explained during lessons
- Laboratory notes (available)

Assessment method

Students will carry out practical exercises in groups of 3-4 people. At the end of the laboratory, each group will have to prepare a written report, with the collected results and numerical and simulation elaborations explained in class. Each student will then have to have an oral examination. In this exam, the knowledge of the experimental plants and procedures, of the numerical elaborations and of the process simulation will be verified.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Mandatory only for laboratory activities

Mode of teaching

Traditional

Website:<http://cpirolaicl.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

- V. Ragaini, C. Pirola, "Processi di Separazione nell'Industria Chimica", Hoepli
- Slides presentate a lezione
- Dispense delle esercitazioni

Complements of mathematics and calculus (F6X)

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 6,0

Prof. FIERRO FRANCESCA, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16179 - v. Saldini, 50

Email: francesca.fierro@unimi.it

Prof. LOVADINA CARLO, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16187 - v. Saldini, 50

Email: Carlo.Lovadina@unimi.it

Goals

The course aims at:

- 1) completing the Students' knowledge in Mathematics, by studying some of the problems frequently encountered in Applied Sciences;
- 2) providing the basic tools regarding the numerical simulation of mathematical problems of applicative interest;
- 3) providing the basic tools for an appropriate usage of Scientific Computing software.

Acquired skill

Expertise in dealing with some of the mathematical problems arising from Applied Sciences; basic knowledge of Scientific Computing software.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims at:

- 1) completing the Students' knowledge in Mathematics, by studying some of the problems frequently encountered in Applied Sciences;
- 2) providing the basic tools regarding the numerical simulation of mathematical problems of applicative interest;
- 3) providing the basic tools for an appropriate usage of Scientific Computing software.

Acquired skills

Expertise in dealing with some of the mathematical problems arising from Applied Sciences; basic knowledge of Scientific Computing software.

Course content

Linear Algebra. Vector and matrices. Linear maps. Matrix determinant. Eigenvalues and eigenvectors of a matrix. Inverse matrix. Some relevant classes of matrices: symmetric matrices, definite matrices, triangular matrices, etc. Numerical methods for solving linear systems. Direct methods: LU decomposition and Gauss method; Cholesky decomposition. Iterative methods: Jacobi and Gauss-Seidel methods; stopping criteria.

Polynomial approximation of functions and data. Polynomila interpolation: Lagrange representation and error analysis; spline functions; least squares method and linear regression.
Non-linear equations. Bisection method; Newton method and its convergence properties; stopping criteria.
Numerical quadrature. Open and closed Newton- Cotes quadrature formulae; error analysis and composite quadrature.
Ordinary differential equations. One step methods (forward Euler, backward Euler, Cranck-Nicolson, Heun methods); consistency and local truncation error, convergence order; A-stability.

Suggested prerequisites
The course "Istituzioni di Matematica"

Reference material

- A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, Calcolo scientifico. Springer, 2012.
- G. Naldi, L. Pareschi: MATLAB Concetti e progetti. Milano, Apogeo 2002.
- G. Naldi, L. Pareschi, G. Russo, Introduzione al calcolo scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab, McGraw-Hill Education.

Assessment method

Written exam split into two parts: the first part will require the development and the solution of theoretical exercises; the second one will require the development of exercises using the software MATLAB. The course exam is passed if the Student is successful in both the parts.

Language of instruction
Italian

Attendance Policy
Strongly recommended

Mode of teaching

Traditional frontal lectures, at the blackboard, as far as the theoretical part is concerned. Lab lectures for what concerns the numerical experiments using the software MATLAB.

Program's information

- A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, Calcolo scientifico. Springer, 2012.
- G. Naldi, L. Pareschi: MATLAB Concetti e progetti. Milano, Apogeo 2002.
- G. Naldi, L. Pareschi, G. Russo, Introduzione al calcolo scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab, McGraw-Hill Education.

Fundamentals of mathematics

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 9,0

Prof. VERDI CLAUDIO, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16126 -

Phone: 16184

Email: claudio.verdi@unimi.it

Goals

Provide the basic mathematical tools for the applications of mathematics to the other sciences (in particular chemistry).

Acquired skill

Ability to use basic mathematical tools and to recognize elementary applications in the chemical sciences.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Provide the basic mathematical tools for the applications of mathematics to the other sciences (in particular chemistry).

acquired skills

Ability to use basic mathematical tools and to recognize elementary applications in the chemical sciences.

Course content

- Numbers: integers, rationals, reals; ordering. Recalls of plane trigonometry; complex numbers and their roots. Vectors and vectorial operations; straight lines and planes in space.
- Sequences and their limits, monotonicity, comparisons, indecision forms; Napier's constant "e". Series and convergence criteria.
- Functions of a real variable: limits, continuity, asymptotes; composite and inverse. Elementary functions and their graphs: powers and radicals, exponentials and logarithms, trigonometric functions and their inverse.
- Differential calculus in one variable: derivatives, maxima and minima, convexity, analysis of functions; Taylor's formula.
- Integral calculus in one variable: definite integral, primitives (by decomposition, substitution and by parts), relations between definite integral

and primitives. Physical and geometrical applications; generalized integrals.

- Multivariable functions: partial derivatives, gradient, Hessian; optimization in two variables. Linear regression line.
- Ordinary differential equations: linear first order and separable; linear second order with constant coefficients. Initial conditions, existence and uniqueness theorem.

Suggested prerequisites

Having passed the self-evaluation test of basic mathematics.

Reference material

- C. Pagani and S. Salsa: MATEMATICA. Ed. Zanichelli.
- Online teaching material related to the MATASS (assisted mathematics) project: <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Prerequisites

Online teaching material related to the MINIMAT (basic mathematics) project: <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Assessment method

Written (consisting of theory questions – aimed at verifying the comprehension of the main topics – and simple exercises).

Language of instruction

Italian

Program's information

- C. Pagani e S. Salsa: MATEMATICA. Ed. Zanichelli.
- Materiale didattico on-line relativo al progetto MATASS (Matematica assistita): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Website

<http://www.mat.unimi.it/users/verdi/>

General and inorganic chemistry with lab

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica generale e inorganica , Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica total credits 12,0

Prof. CARIATI ELENA , Department of Chemistry

Address: 02503 14370 - v. Venezian, 21

Email: elena.cariati@unimi.it

Prof. COLOMBO ALESSIA , Department of Chemistry

Address: 02503 14414 - v. Golgi, 19

Email: Alessia.Colombo@unimi.it

Goals

Acquisizione dei principi fondamentali della Chimica Generale e inorganica.

Capacità di risoluzione dei problemi e capacità di utilizzare correttamente le attrezzature di laboratorio di base.

Acquired skill

Acquisition of the basic principles of General and Inorganic Chemistry.

Problem solving skills and ability to properly use basic laboratory equipment.

Website

<http://cgi.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Module: Module: General and inorganic chemistry

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Acquisition of the fundamentals of General Chemistry: Atomic Structure, Chemical bonding, Thermodynamics, Kinetics, Chemical Equilibrium, introduction to the Chemistry of the Elements. Stoichiometry. The laboratory is aimed at providing an introduction to basic techniques used in experimental chemistry and at deepening theoretical aspects treated in classroom.

acquired skills

Acquisition of the basic principles of General and Inorganic Chemistry.

Problem solving skills and ability to properly use basic laboratory equipment.

Course content

Lessons

Atoms and their structures. Quantic numbers and atomic orbitals. The periodic properties of the elements. Ionisation potential and electronic affinity. The chemical bond. The ionic and covalent bond. Electronegativity. Hydrogen bond. Molecular orbitals. Delocalised molecular orbitals. Hybrid orbitals. Lewis structures and VSEPR theory. The metallic bond. The solid state. Ideal and real gases. Solutions and dispersions. Colloids and their properties. The Raoult law. Colligative properties. Phases and state diagrams. Thermochemistry. Calorimetry. State functions. Thermodynamics laws. Spontaneous processes and chemical equilibrium. Chemical kinetic. The catalysts. Acids and bases. Ion-product of water and pH. Electrochemistry. Reduction potentials. The Nernst Equation. Electrolysis and electrical generators. Solubility. Principles of radiochemistry. Inorganic Chemistry. Chemical and physical properties of some elements and their compounds. Examples of industrial inorganic productions.

Classroom Exercises

Matter and measurements. Atomic and molecular weights, the concept of mole. Precipitation, acid-base, oxidation-reduction reaction. Types of solutions, their concentrations. Laws of the gaseous state. Chemical equilibrium, equilibrium constants, effect of concentration and temperature. Ionic equilibria in aqueous solution, acids and bases, hydrolysis, buffer solution, multiple equilibria. Precipitation equilibria.

Suggested prerequisites

None

Reference material

Kotz – Treichel – Townsend, Chimica, EdiSES; Atkins-Jones Fondamenti di Chimica Generale – Zanichelli; Petrucci-Herring-Madura-Bissonette Chimica Generale – PICCIN. Esercitazioni di Chimica, A. Clerici-S. Morrocchi, Ed. Spiegel; Stechiometria, M. Freni-A. Sacco, Ed. Edises; P. Michelin Lausarot-G. A. Vaglio, Stechiometria per la Chimica Generale, Ed. Piccin

Assessment method

The assessment of the acquired knowledge will consist into a written examination. In particular, exercises and open questions concerning the course content will be proposed.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Classroom lessons highly recommended. Laboratory experiences compulsory.

Mode of teaching:

The course will fundamentally consist in lessons and classroom exercises supported by laboratory experiences (32 hours).

Website:

<https://cgi.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Program's information

- Kotz – Treichel – Townsend, Chimica, EdiSES;
 - Atkins-Jones Fondamenti di Chimica Generale – Zanichelli;
 - Petrucci-Herring-Madura-Bissonette Chimica Generale – PICCIN
- e un testo a libera scelta fra i seguenti eserciziari:
- Esercitazioni di Chimica, A. Clerici-S. Morrocchi, Ed. Spiegel;
 - Stechiometria, M. Freni-A. Sacco, Ed. Edises;
 - P. Michelin Lausarot-G. A. Vaglio, Stechiometria per la Chimica Generale, Ed. Piccin

Module: Module: Laboratory of general and inorganic chemistry

Program with reference to descriptor 1 and 2

Laboratory Exercises

The aim of the General and Inorganic Chemistry Laboratory is to show the main experimental techniques in the study of Chemistry (synthetic, purification and analytical techniques). In particular, two important aspects will be highlighted: the numerical/stoichiometric aspect (to be able to properly apply the theoretical concepts) and the purely practical/experimental aspect (use of the principal facilities of a chemistry laboratory). The student will acquire autonomy in planning and conducting laboratory activities in compliance with the safety regulations in force in a Chemical laboratory.

Program's information

- un testo a libera scelta fra i seguenti eserciziari:
- Esercitazioni di Chimica, A. Clerici-S. Morrocchi, Ed. Spiegel;
 - Stechiometria, M. Freni-A. Sacco, Ed. Edises;
 - P. Michelin Lausarot-G. A. Vaglio, Stechiometria per la Chimica Generale, Ed. Piccin

General physics

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 9,0

Prof. LODATO GIUSEPPE, Department of Physics

Address: 02503 17449 - v. Celoria, 16

Email: Giuseppe.Lodato@unimi.it

Prof. PUDDU GIOVANNI, Department of Physics

Address: 02503 17233 - v. Celoria, 16

Email: giovanni.puddu@unimi.it

Goals

Provide basic knowledge of classical physics (mechanics, thermodynamics, electromagnetism, optics), with emphasis on those aspects that are relevant for Industrial Chemistry.

Acquired skill

At the end of the course, the students will be able to solve standard problems in classical physics, they will have acquired the theoretical and mathematical skills to analyse a physics problem and to provide its solution.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Provide basic knowledge of classical physics (mechanics, thermodynamics, electromagnetism, optics), with emphasis on those aspects that are relevant for Industrial Chemistry.

Acquired skills

At the end of the course, the students will be able to solve standard problems in classical physics, they will have acquired the theoretical and mathematical skills to analyse a physics problem and to provide its solution.

Course content

Mechanics

1. Physical quantities and units
2. Kinematics of point masses. Reference frames
3. Dynamics of point masses. Newton's laws
4. Work, kinetic energy and potential energy. Conservation of energy
5. Angular momentum and torque
6. Linear momentum and scattering.
7. Kinematic and dynamics of rigid bodies
8. Waves and oscillations

Thermodynamics

1. Transformation of thermodynamic systems. The first principle of thermodynamics
2. Application of the first principle to ideal gas.
3. Thermal machines. Carnot's cycle. Entropy and the second principle of thermodynamics
4. Kinetic theory of gases.

Electromagnetism

1. Electrostatics: Coulomb's law and superposition principle
 2. The electric field. Electric potential
 3. Gauss law and its applications
 4. Electrostatic energy. Dielectrics: electric dipole and polarization
 5. Electric currents and charge conservation. Ohm's law.
 6. Magnetostatics: the magnetic field
 7. Lorentz force. Magnetic force of charges and particles
 8. Magnetic field produced by currents: Biot-Savart's law. Ampere's law.
 9. Time-dependent electric and magnetic fields. Faraday's law
 10. Displacement current and Ampere-Maxwell law
- Optics
1. Maxwell's equations. Electromagnetic radiation
 2. Interference and diffraction. Reflexion and refraction of plane waves.
 3. Geometric optics: mirrors and lenses.

Suggested prerequisites

Mathematics

Reference material

Serway-Jewett "Principi di Fisica" - EdiSES Edizioni

Assessment method

Written-oral. The written exam requires solving three out of six proposed questions. A minimum mark of 15/30 is required for the admission to the oral exam.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:
Strongly suggested

Mode of teaching:
Traditional

Website:
http://www2.fisica.unimi.it/lodato/Homepage_di_Giuseppe_Lodato/Fisica_Generale.html

Program's information

- Serway-Jewett "Principi di Fisica" - EdiSES Edizioni

Website

http://www2.fisica.unimi.it/lodato/Homepage_di_Giuseppe_Lodato/Fisica_Generale.html

Industrial chemistry

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 6,0

Prof. ALBANESE DOMENICO, Department of Chemistry

Address: 02503 14165 - v. Venezian, 21

Email: domenico.albanese@unimi.it

Prof. BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA, Department of Chemistry

Address: 02503 14253 - v. Golgi, 19

Email: claudia.bianchi@unimi.it

Goals

Main objective is to give a wide scenario on the most important processes of the worldwide industrial chemistry. The course consists of two modules covering both inorganic and organic industrial chemistry. There is also a small part of the economy to introduce students to the key concepts related to the cost of a product and the costs of managing a chemical plant, concepts that will be deepened in the Master's Degree.

Acquired skill

Basic processes of organic and inorganic industrial chemistry. Economics and management of a plant.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Main objective is to give a wide scenario on the most important processes of the worldwide industrial chemistry. The course consists of two modules covering both inorganic and organic industrial chemistry. There is also a small part of the economy to introduce students to the key concepts related to the cost of a product and the costs of managing a chemical plant, concepts that will be deepened in the Master's Degree.

Acquired skills

Basic processes of organic and inorganic industrial chemistry. Economics and management of a plant.

Course content

LECTURES PROF. BIANCHI

Definition of chemical process and reading of a flow sheet (examples of real flowsheets).

Notes on unitary operations (then resumed in Plant Courses)

Synthesis industrial ammonia synthesis

Synthesis of nitric acid

Synthesis of sulfuric acid

Industrial synthesis of sodium carbonate via ammonia

Phosphorous industrial chemistry and orthophosphoric acid synthesis

Soda / chlorine production plant: mercury and diaphragm cells. Comparison between chemical and electrochemical synthesis.

Aluminum Production: Comparison of Bayer Process and Hall-Héroult Process

Hydrogen chemistry

Technologies for air emission control

The ceramic industry: raw materials and ovens management

Business Economics

LECTURES PROF. ALBANESE

Energy source and raw materials: coal, natural gas, alternative energy sources. Worldwide geopolitical analysis of energy source distribution. Introduction to organic industrial chemistry: main features of the synthesis of organic compounds on scale.

Classification of organic compounds which represents bulk products of industrial chemistry. Analysis of the "top ten" organic products.

Definition of primary, secondary and tertiary building blocks.

Oil refinery: topping and vacuum distillation. Introductory description of thermal, catalytic cracking and steam cracking. Description of the production lines of organic compounds from primary building block. Analysis of products and main reaction classes.

C1 building blocks: syngas and methanol

C2-C4 building blocks: ethylene, propylene, butenes and butadiene. Olefin hydroformylation. Fischer-Tropsch process.

Examples of the industrial synthesis of organic compounds: synthesis of maleic anhydride, phthalic acids, vinyl chloride.

Reference material

- E. Stocchi, Chimica Industriale Inorganica, Vol. 1, Edisco ed.

- H. I. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 5a Ed. VHC, Weinheim, 2010

- the slides of all lectures are available on Ariel platform

<http://dalbaneseci.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Assessment method

A written exam will ascertain the knowledge of the course topics described during lessons in class given by prof. Bianchi.

The student knowledge and understanding of the subjects presented in class by prof. Albanese will be evaluated through an oral examination aiming to assess the capability to have a global picture of the program and to use the proper terminology.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Strongly recommended

Mode of teaching

traditional

Website

<http://dalbaneseci.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

- E. Stocchi, Chimica Industriale Inorganica, Vol. 1, Edisco ed.

- K. Weissermel, H. I. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 5a Ed. VHC, Weinheim, 2003

- diapositive proiettate a lezione disponibili sulla piattaforma Ariel <http://dalbaneseci.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Website

<http://dalbaneseci.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Inorganic chemistry with Lab

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; moduli/unità didattiche: Modulo: Chimica inorganica , Modulo: Laboratorio di chimica inorganica total credits 12,0

Prof. ROBERTO DOMINIQUE MARIE , Department of Chemistry

Address: 02503 14399 - v. Venezian, 21

Email: dominique.roberto@unimi.it

Goals

The goal of the course "Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica" is to give a good knowledge in the field of inorganic chemistry and coordination chemistry, to show how to prepare, purify and characterize various coordination compounds and to explain how to do a search in the literature.

Acquired skill

The student will acquire a good knowledge in the field of inorganic chemistry and coordination chemistry, learn how to prepare, purify and characterize various coordination compounds and how to do a search in the literature.

Website

<http://ariel.unimi.it>

Module: Module: Inorganic chemistry

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The goal of the course "Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica" is to give a good knowledge in the field of inorganic chemistry and coordination chemistry, to show how to prepare, purify and characterize various coordination compounds and to explain how to do a search in the literature.

acquired skills

The student will acquire a good knowledge in the field of inorganic chemistry and coordination chemistry, learn how to prepare, purify and characterize various coordination compounds and how to do a search in the literature.

Course content [required]

Modulo: Chimica inorganica (48 h lectures, 6 CFU)

- 1) Correlation between the electronic structure of atoms according to Slater, electronic levels and elements properties. Periodic characteristics. Electronegativity and polarizability. Binding energies. Solids. Periodicity in the distribution and preparation of elements. General aspects of metallurgic processes.
- 2) Characteristics of solvents and correlations between solubility and lattice energies in solids. Acids and bases. Superacids and superbases in non aqueous solvents. Soft and hard acids and bases. Oxoacids.
- 3) The Periodic table. Chemistry of the elements in groups 1,2, 11-18 and lanthanides: General and industrial aspects.

Suggested prerequisites

Chimica generale ed inorganica

Reference material

Material given by the professor. Suggested books: Basic inorganic chemistry di Cotton and Wilkinson, John Wiley and sons; Chimica Inorganica di Peter Atkins et al. Zanichelli

Prerequisites

Good knowledge of general chemistry

Assessment method

written: the exam is written with exercises and questions with open answer; it is about the theoretical and experimental aspects of the course.

Language of instruction

italian

Attendance Policy

Laboratory attendance is mandatory. Lectures attendance is recommended.

Mode of teaching

Traditional

Website

Ariel site of the course "Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica".

Program's information

Materiale fornito dal docente.

Libri suggeriti ma non obbligatori:

- Basic inorganic chemistry di Cotton and Wilkinson, John Wiley and sons; Chimica Inorganica di Peter Atkins et al. Zanichelli

Module: Module: Laboratory of inorganic chemistry

Program with reference to descriptor 1 and 2

Modulo: Laboratorio di chimica inorganica (16 h lectures, 2 CFU; 8 h exercises + 56 h laboratory, 4 CFU)

Coordination chemistry: basic concepts, trans effect, crystal field theory. Introduction to metallorganic chemistry. Preparation, purification and characterization of coordination compounds of Cr, Mn, Fe, Co, Mo, Cu in order to learn: (i) how to carry out simple inorganic and metallorganic reactions; (ii) how to isolate and purify coordination compounds, in particular using crystallization and chromatography techniques; (iii) how to characterize coordination compounds, in particular by measuring the melting point, by using infrared, UV-visible and ¹H NMR spectroscopies and magnetic susceptibility. Exercise in library to understand the rules for bibliographic research. Written exercises on coordination chemistry and metallorganic chemistry: magnetism of transition metal ions (high and low spin); the 18 electrons rule.

Laboratory of physical chemistry

Degrees:

- F6X - Industrial Chemistry (Class L-27); total credits 6,0

Prof. CHIARELLO GIAN LUCA, Department of Chemistry

Address: 02503 14281 - v. Golgi, 19

Email: GianLuca.Chiarello@unimi.it

Prof. GERVASINI ANTONELLA, Department of Chemistry

Address: 02503 14056 - v. Golgi, 19 02503 14254 - v. Golgi, 19

Email: antonella.gervasini@unimi.it

Goals

The course provides the theoretical and practical aspects of chemical kinetics and for this includes both classroom lessons and laboratory exercises. The topics covered provide the bases of chemical kinetics for a correct understanding of the course of reactions according to the parameters that govern their velocity, in particular concentration of the reagents, temperature, and presence of catalytic species.

Acquired skill

After following the course and passing the final exam, the student will be able to:

- set the kinetic study of a chemical and / or catalytic reaction with obtaining the significant parameters related to the reaction rate and to its dependence on temperature.
- Organize the experimentation for the kinetic study of chemical reactions.
- Draw up a technical-scientific report on experiences carried out in a chemical laboratory.
- Collaborate with colleagues in a group work.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course provides the theoretical and practical aspects of chemical kinetics and for this includes both classroom lessons and laboratory exercises. The topics covered provide the bases of chemical kinetics for a correct understanding of the course of reactions according to the parameters that govern their velocity, in particular concentration of the reagents, temperature, and presence of catalytic species.

Acquired skills

After following the course and passing the final exam, the student will be able to:

- set the kinetic study of a chemical and / or catalytic reaction with obtaining the significant parameters related to the reaction rate and to its dependence on temperature.
- Organize the experimentation for the kinetic study of chemical reactions.
- Draw up a technical-scientific report on experiences carried out in a chemical laboratory.
- Collaborate with colleagues in a group work.

Course content

Reaction rate. Rate equation and rate constant. Order reaction and molecularity. Integrated kinetic equations for the principal order reactions (zero order-, first order-, second order-, and nth order- reactions). Half-period of reaction. Determination of the reaction order: integral method, differential method, half-period method, and isolation method. Consecutive reactions and the steady-state approximation. Parallel reactions. Opposing and equilibrium reactions. Dependence of the rate constant on temperature. Arrhenius equation. Eyring equation and transition state theory. Catalysed reactions. Homogeneous catalysis. Practical experiments: isothermal reactions in batch reactors with homogeneous catalysts in aqueous liquid phase and in organic solvent; reaction taking place with linearly increasing temperature.

Suggested prerequisites

Knowledge of the main concepts of differential and integral calculus. Computer knowledge for the use of spreadsheet.

Reference material

- P. Atkins, J. De Paula, Elementi di Chimica Fisica, Zanichelli, 2007, Chapters 10 and 11; or other editions for the chapters concerning the course topics.
- Lecture notes on the ARIEL_UNIMI platform to all UNIMI students.....

Prerequisites

Knowledge of the main mathematical tools (derivatives and integrals). Knowledge of inorganic chemistry, organic chemistry and basic analytical chemistry and instrumental analytical chemistry

Assessment method

Written report on the work done in the laboratory exercises and oral examination on all aspects performed in the classroom and in the laboratory. Students will have to demonstrate that they understand the fundamentals of chemical kinetics and be able to develop the main kinetic equations and to be able to apply them logically. Students will be admitted to the oral exam only if the Report on the work done in the laboratory will be judged positively.

Mode of teaching

Lessons in classroom are strongly recommended (3 CFU). Some lessons in the classroom that will explain the experiences that will take place in the laboratory provide for mandatory attendance.

Required laboratory exercises (3 ECTS)

Language of instruction

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Students can access the oral examination only if the Report on the work done in the laboratory has been judged positively.

Website

<http://sites.unimi.it/gervasinigroup/index.php/about/>

Program's information

- P. Atkins, J. De Paula, Elementi di Chimica Fisica, Zanichelli, 2007, Capitoli 10 e 11; o altre edizioni per i capitoli attinenti gli argomenti del corso.

- Dispense del corso sulla piattaforma ARIEL_UNIMI a tutti gli studenti UNIMI.

Macromolecular chemistry

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 6,0

Prof. MANFREDI AMEDEA GIUSEPPINA, Department of Chemistry

Address: 02503 14181 - v. Venezian, 21

Email: amedeamanfredi@unimi.it

Prof. RANUCCI ELISABETTA, Department of Chemistry

Address: 02503 14132 - v. Venezian, 21

Email: elisabetta.ranucci@unimi.it

Goals

The aim of the course is to provide the basic knowledge necessary to tackle the study of polymer science. It will discuss the classic polymerization mechanisms that are used in the industrial synthesis of polymers. Particular emphasis will be given to their characterization, which presents peculiarities linked to their macromolecular nature. In the laboratory course students will become familiar with the basic topics covered in the theoretical section. Polymer synthesis and molecular weight determination experiments will therefore be carried out.

Acquired skill

Students will acquire both theoretical and practical knowledge on the classical methods of synthesis of industrial polymers and on classical methods of determination of molecular weights.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim of the course is to provide the basic knowledge necessary to tackle the study of polymer science. It will discuss the classic polymerization mechanisms that are used in the industrial synthesis of polymers. Particular emphasis will be given to their characterization, which presents peculiarities linked to their macromolecular nature. In the laboratory course students will become familiar with the basic topics covered in the theoretical section. Polymer synthesis and molecular weight determination experiments will therefore be carried out.

acquired skills

Students will acquire both theoretical and practical knowledge on the classical methods of synthesis of industrial polymers and on classical methods of determination of molecular weights.

Course content

Theoretical section

1. Introduction and general definitions: definition of polymer, monomer, molecular weight distribution, copolymers, conformation and configuration, glass transition temperature, melting temperature, etc.
2. Synthesis of polymers: polymerization with radical, step-wise and ionic mechanisms. Introduction to polymerization with coordinated mechanism (Ziegler-Natta catalysts).
3. Radical polymerization processes: mass, solution and suspension processes. Suspension polymerization: suspension stabilizers. Polymerization site. Polymerization rate and molecular weights. Recovery of the polymerization product in powder form.
4. Radical polymerization processes: emulsion process. Definition of emulsion. Polymerization site. Polymerization rate and molecular weight dependence on polymerization parameters. Recovery of the polymerization product in the form of latex.
5. Determination of molecular weights of polymers: SEC chromatography.
6. Synthesis and properties of: polystyrene (PS); polyvinyl chloride (PVC); polyethylene terephthalate; Nylon 6.6; polyethylene (PE); polypropylene (PP).

Laboratory section

1. Synthesis of linear polymers by step-wise polymerization in aqueous solution.
2. Synthesis of polyhexamethylene maleate by bulk step-wise polymerization.
3. Synthesis of polystyrene with radical mechanism by a suspension process.
4. Synthesis of polymethylmethacrylate with radical mechanism by an emulsion process.
5. Synthesis of polyethyl methacrylate by polymerization with anionic mechanism.
6. Determination of the molecular weights of the synthesized linear polymers.
7. IR and ¹H NMR analysis of soluble polymers.

Suggested prerequisites [required]

Basic knowledge in organic chemistry

Reference material

“Textbook of Polymer Science” Fred W. Billmeyer, Wiley 3rd edition.

Instructor notes will be available on the ARIEL platform.

Assessment method

Written test with open questions. Students will be asked to answer general questions regarding all the topics covered in the course. The final score will be proportional to the number of correct answers.

Laboratory section: evaluation of students' written reports on laboratory experiences. Evaluation of their behavior in laboratory in terms of commitment, critical judgment on the experiment progress, compliance with safety rules.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website: [optional]

<https://eranuccicm.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

- "Textbook of Polymer Science" Fred W. Billmeyer, Wiley 3rd edition.

- Copia delle slides mostrare a lezione e dispense sulle esperienze di laboratorio fornite dal docente disponibili sulla piattaforma ARIEL.

Website

<http://eranuccicm.ariel.ctu.unimi.it>

Organic chemistry I

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 7,0

Prof. BENAGLIA MAURIZIO, Department of Chemistry

Address: 02503 14171 - v. Venezian, 21

Email: maurizio.benaglia@unimi.it

Goals

To provide the student with the basic tools necessary to tackle and solve problems of introductory organic chemistry.

In particular: presentation of nomenclature, physical chemical properties of organic compounds and reactivity of functional groups, C-C bond formation basic reactions; development of a rational approach to the organic synthesis through the disconnection methodology; description of the concepts of chemo- and stereoselective reactions.

Acquired skill

The student will be able to:

give the correct name to an organic molecule; individuate the functional groups and stereogenic elements of an organic compound;

use and convert functional groups, also through oxidation and reduction reactions;

know the basic reactivity of organic molecules and the fundamental reactions for C-C bond formation;

tackle the synthesis of simple, functionalized molecules, by exploiting the principles of the retro-synthetic approach.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

To provide the student with the basic tools necessary to tackle and solve problems of introductory organic chemistry.

In particular: presentation of nomenclature, physical chemical properties of organic compounds and reactivity of functional groups, C-C bond formation basic reactions; development of a rational approach to the organic synthesis through the disconnection methodology; description of the concepts of chemo- and stereoselective reactions.

Acquired skills

The student will be able to:

give the correct name to an organic molecule; individuate the functional groups and stereogenic elements of an organic compound;

use and convert functional groups, also through oxidation and reduction reactions;

know the basic reactivity of organic molecules and the fundamental reactions for C-C bond formation;

tackle the synthesis of simple, functionalized molecules, by exploiting the principles of the retro-synthetic approach.

Course content

This course aims at providing the student with the knowledge required to tackle all the fundamental problems of organic chemistry, with

particular emphasis focussed on the study and the understanding of the chemical properties and reactivity of aliphatic compounds. In the theory part of the course the concepts of chemical bonding and atom hybridization will be briefly summarized, followed by an introduction to stereochemistry and conformational analysis (10 hours). Then, the standard classification of organic compounds on the basis of their reactivity deriving from the presence of functional groups will be presented in the following sequence: alkanes, haloalkanes, alcohols, thiols, amines, alkenes, alkynes, polyenes, allylic and other delocalized systems (12 hours). Carbonyl compounds and their reactivity (10 hours). Carboxylic acids and their derivatives (12 hours). Retrosynthetic analysis (4 hours).

With the in-class exercises (16 hours) the student will be trained in solving simple problems of organic chemistry and of retro-synthetic analysis of relatively complex structures.

Suggested prerequisites
Basic knowledge of general and inorganic chemistry

Reference material
Brown, Foote, Iverson, Anslyn: Organic Chemistry V Ed., Thomson Learning, Inc., Glendale, CA, USA.

Assessment method
Written and oral examination: the written test will include problems related to all the topics discussed in the course; after passing the written exam, the student will take an oral examination that involves the discussion on the synthesis of an organic molecule on the blackboard and, possibly, some questions on the theory (reaction mechanisms, characteristics and properties of organic molecules and reagents).

Language of instruction
Italian

Attendance Policy:
Attendance: recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website: [optional]
<http://chimorg1.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/>

Program's information
- Brown, Foote, Iverson, Anslyn: Chimica Organica IV Ed., EdiSES srl, Napoli

Website
<http://chimorg1.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/>

Organic chemistry II

Degrees:
- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 7,0

Prof. CAUTERUCCIO SILVIA, Department of Chemistry
Email: Silvia.Cauteruccio@unimi.it

Prof. LICANDRO EMANUELA, Department of Chemistry
Address: 02503 14143 - v. Venezian, 21 02503 14151 - v. Venezian, 21
Email: emanuela.licandro@unimi.it

Goals
The objective of the course is to provide the student with the most important knowledge related to the chemistry of carbocyclic and heterocyclic aromatic compounds, and to give them the most useful information and concepts to become familiar in the design of the synthesis of the above mentioned classes of molecules.

Acquired skill
Skills acquired by the students at the end of the course are the knowledge of the chemistry of aromatic systems. In particular, thanks to the knowledge get in the course, they will achieve competences in the design of the synthesis of aromatic and heteroaromatic systems, even of pharmacological interest.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The objective of the course is to provide the student with the most important knowledge related to the chemistry of carbocyclic and heterocyclic aromatic compounds, and to give them the most useful information and concepts to become familiar in the design of the synthesis of the above mentioned classes of molecules.

Acquired skills

Skills acquired by the students at the end of the course are the knowledge of the chemistry of aromatic systems. In particular, thanks to the knowledge get in the course, they will achieve competences in the design of the synthesis of aromatic and heteroaromatic systems, even of pharmacological interest.

Course content

The course is composed of both theoretical classes and exercises. During theoretical classes, the concepts of aromaticity and antiaromaticity, and the fundamental structural characteristics of aromatic carbocyclic systems (benzene and derivatives) on which is based their reactivity are illustrated. Then, the main classes of reactions such as electrophilic and nucleophilic aromatic substitution, are presented, showing in details the mechanism and scope. The main classes of aromatic compounds are described. In particular, characteristics, reactivity and synthesis of arenes and alkylarenes, naphthalene, aryl and arylaliphatic arenes, nitrogen derivatives (nitro-, nitroso-, and azocompounds, arylhydroxylamines, mono- and diarylhydrazines, aromatic amines, diazonium salts), phenols and derivatives, aldehydes and ketones, nitriles, carboxylic acids and derivatives, sulfur compounds, quinones. In the second part of the course, the most important classes of heteroaromatic compounds are described, with their structural characteristics, reactivity and synthesis. In particular, pyrrole, furan, thiophene and their benzocondensed indole, benzofuran and benzothiophene are presented, some six-member atoms heterocyclic compounds such as pyridine, quinoline and isoquinoline are described. Finally, some selected information about five-member heterocycles containing two heteroatoms such as imidazole, pyrazole and isooxazole is given. The course is divided in three parts: after each part a set of interactive exercises related to the topic described are organized. TOTAL 64h (48h+16)

Suggested prerequisites

General chemistry, Organic Chemistry I

Reference material

Students will be provided with the complete set of copies of slides presented during lessons, with several integration with written explanations. In addition, the following books are recommended:

- 1] Brown, Foote, Iverson, Anslyn, CHIMICA ORGANICA IV edizione
- 2] Marc Loudon, CHIMICA ORGANICA

Students can communicate with the teacher through e-mail, or making an appointment to take advantage of the weekly reception time.

Assessment method

In order to simplify the learning of the subject, and to facilitate the verification of knowledge, three examinations are organized, each at the end of the three parts of the course. The final marks will result from the average of the three marks. Students that will not attend exercise lessons and therefore will not be admitted to these three examinations, or that will not reach the 18/30 marks, can take the entire exam in one of the ten ordinary exam sessions.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Theoretical lessons: Highly recommended.

Exercises lessons: mandatory

Mode of teaching:

traditional

Website: [optional]

<https://elicandroco2.ariel.ctu.unimi.it/v5/Home/>

Program's information

Agli studenti viene fornita una esauriente dispensa costituita dalle fotocopie di tutti i lucidi presentati a lezioni, integrati con parti descrittive.

Sono inoltre consigliati i seguenti libri:

- 1] Brown, Foote, Iverson, Anslyn, CHIMICA ORGANICA IV edizione
- 2] Marc Loudon, CHIMICA ORGANICA

Gli studenti possono inoltre interloquire con il docente tramite e-mail, o prendendo appuntamento per usufruire dell'orario di ricevimento settimanale.

Website

<http://elicandroco2.ariel.ctu.unimi.it/v5/Home/>

Organic chemistry lab

Degrees:

- F6X - Industrial Chemistry (Class L-27); moduli/unità didattiche: Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 1 , Unita' didattica: Laboratorio di chimica organica 2 total credits 10,0

Prof. BELVISI LAURA , Department of Chemistry
Address: 02503 14086 - v. Venezian, 21
Email: laura.belvisi@unimi.it

Prof. BENAGLIA MAURIZIO , Department of Chemistry
Address: 02503 14171 - v. Venezian, 21
Email: maurizio.benaglia@unimi.it

Prof. CAUTERUCCIO SILVIA , Department of Chemistry
Email: Silvia.Cauteruccio@unimi.it

Prof. SATTIN SARA , Department of Chemistry
Address: 02503 14096 - v. Venezian, 21
Email: Sara.Sattin@unimi.it

Prof. SILVANI ALESSANDRA , Department of Chemistry
Address: 02503 14080 - v. Venezian, 21
Email: alessandra.silvani@unimi.it

Goals

The aim of the present course is to introduce the student to the main experimental procedures in Organic Chemistry. In order to pursue this goal, the experimental work will be developed individually by each student. Particular care will be devoted to safety rules. The student will learn the main techniques for the isolation and purification of organic compounds. The student will be also introduced to some basic organic reactions, and he/she will learn some procedures for the characterization of the obtained compounds, such as the measurement of the melting point and spectroscopic analysis (IR and NMR).

Acquired skill

The student will be able to:
Recognize and choose the appropriate glassware to carry out simple organic chemistry procedures.
Carry out the routine operations in an organic chemistry lab, paying special attention to the safety aspects:
Filtration, phase separation, crude reaction mixture isolation, acidic and basic work up, TLC analysis, purification through crystallization, distillation or column chromatography.

Website

<http://mbenaglia@co.ariel.ctu.unimi.it/v1/home/Default.aspx>

Module: Unit: Laboratory of organic chemistry 1

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim of the present course is to introduce the student to the main experimental procedures in Organic Chemistry. In order to pursue this goal, the experimental work will be developed individually by each student. Particular care will be devoted to safety rules. The student will learn the main techniques for the isolation and purification of organic compounds. The student will be also introduced to some basic organic reactions, and he/she will learn some procedures for the characterization of the obtained compounds, such as the measurement of the melting point and spectroscopic analysis (IR and NMR).

Acquired skills

The student will be able to:
Recognize and choose the appropriate glassware to carry out simple organic chemistry procedures.
Carry out the routine operations in an organic chemistry lab, paying special attention to the safety aspects:
Filtration, phase separation, crude reaction mixture isolation, acidic and basic work up, TLC analysis, purification through crystallization, distillation or column chromatography.

Course content

Modulo unità didattica: Laboratorio di chimica organica 1 (5 cfu)

1. Safety and accident prevention in the chemical laboratory
2. Main techniques for the isolation and purification of organic compounds (extraction, crystallisation, simple and fractional distillation, chromatography)
3. Introduction to IR spectroscopy
4. Experimental aspects of some fundamental organic reactions (oxidations, reductions, condensations, nucleophilic substitutions, Fischer synthesis), evaluation of the purity grade of the obtained products through TLC and melting point measurement
5. The experimental activities performed in the laboratory aim at applying the topics discussed in classroom.

Modulo unità didattica: Laboratorio di chimica organica 2 (5 cfu)

Selected examples of chemical transformations and functional groups conversions are presented, including reactions related to electrophilic aromatic substitution. Introduction to NMR spectroscopy. The experimental activities developed in the organic chemistry laboratory are aimed at applying the topics discussed in classroom:
the synthesis of an amide of an aromatic carboxylic acid, an example of aromatic heterocycle synthesis, a two steps reaction sequence for the preparation of a substituted aniline, the use of diazonium salt in the preparation of an indicator, a phase transfer-catalyzed transformation.

Finally the determination of an unknown carbonyl compound, the separation of a mixture of two unknown compounds, their recognition and preparation of their suitable derivatives are the topics of the last week in lab.

The characterization of the products will be accomplished by melting point, TLC analysis, IR and NMR spectroscopy.

The common purification techniques for organic compounds are employed: crystallization, acid/base separation, distillation under vacuum, chromatographic separation on a silica gel column.

Suggested prerequisites

Modulo unità didattica: Laboratorio di chimica organica 1

It is strongly recommended that the student has passed the exam of Chimica Organica I, or at least that he/she has attended the course with continuity. The student should indeed know organic compounds nomenclature and functional groups reactivity discussed in the Chimica Organica I course, including oxidations and reductions.

Modulo unità didattica: Laboratorio di chimica organica 2

It is recommended that the student attend the laboratory module concurrently with the the Chimica Organica II course.

Reference material

Slides on course website

Prerequisites

Basic knowledge of organic chemistry

Assessment method (use at least 2 lines):

Practical (an additional oral assessment is possible upon request of the student). The evaluation will consider both the experimental activities developed individually by each student and the final test, with the aim to verify the skills acquired by the student and his/her ability to work with confidence in a laboratory of Organic Chemistry, and in compliance with the safety rules. Based on the content of the written reports (prepared by the student and describing each experimental activity), the oral assessment will be about the different subjects presented during the course.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Mandatory

Mode of teaching:

Traditional

Website: <http://mbenaglialco.ariel.ctu.unimi.it/v1/home/Default.aspx>

Program's information

Materiale a disposizione sul sito web del corso

Module: Unit: Laboratory of organic chemistry 2

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course content

Selected examples of chemical transformations and functional groups conversions are presented, including reactions related to electrophilic aromatic substitution. Introduction to NMR and UV spectroscopy. The experimental activities developed in the organic chemistry laboratory are aimed at applying the topics discussed in classroom:

the synthesis of an amide of an aromatic carboxylic acid, an example of aromatic heterocycle synthesis, a two steps reaction sequence for the preparation of a substituted aniline, the use of diazonium salt in the preparation of an indicator, a phase transfer-catalyzed transformation. Finally the determination of an unknown carbonyl compound, the separation of a mixture of two unknown compounds, their recognition and preparation of their suitable derivatives are the topics of the last week in lab.

The characterization of the products will be accomplished by melting point, TLC analysis, IR and NMR spectroscopy.

The common purification techniques for organic compounds are employed: crystallization, acid/base separation, distillation under vacuum, chromatographic separation on a silica gel column.

Program's information

Materiale a disposizione sul sito web del corso

Physical chemistry I

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 6,0

Prof. GERVASINI ANTONELLA, Department of Chemistry

Address: 02503 14056 - v. Golgi, 19 02503 14254 - v. Golgi, 19

Email: antonella.gervasini@unimi.it

Prof. SELLI ELENA, Department of Chemistry

Address: 02503 14237 - v. Golgi, 19

Email: elena.sell@unimi.it

Goals

Understanding of the theoretical and practical aspects of Chemical Thermodynamics, which aims to interpret chemical phenomena through laws of general validity. Study of energy exchanges between the study system and the environment in conditions where the system is in equilibrium or in which the system tends to evolve spontaneously.

Acquired skill

At the end of the course, the student will be able to apply the principles of Thermodynamics to chemical systems under equilibrium conditions. He/she will be able to use classical Chemical Thermodynamics in the study of phase equilibrium in single- and multi-component systems and in chemical equilibrium. He/she will understand the physical principles at the basis of chemical phenomena and will be able to apply them to practical problems he/she will encounter in more advanced courses of the degree.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Understanding of the theoretical and practical aspects of Chemical Thermodynamics, which aims to interpret chemical phenomena through laws of general validity. Study of energy exchanges between the study system and the environment in conditions where the system is in equilibrium or in which the system tends to evolve spontaneously.

Acquired skills

At the end of the course, the student will be able to apply the principles of Thermodynamics to chemical systems under equilibrium conditions. He/she will be able to use classical Chemical Thermodynamics in the study of phase equilibrium in single- and multi-component systems and in chemical equilibrium. He/she will understand the physical principles at the basis of chemical phenomena and will be able to apply them to practical problems he/she will encounter in more advanced courses of the degree.

Course content

The properties of gases: perfect gases and their mixtures, real gases, state equations.

The first, second, and third law of thermodynamics: work, internal energy, heat, enthalpy, entropy, the Helmholtz and Gibbs energies, the fundamental equation, the chemical potential.

Thermochemistry: standard enthalpy changes, standard enthalpies of formation, temperature dependence, calorimetric measurements.

Phase equilibria: the phase rule, phase diagrams, phase equilibria in single component systems, the Clausius-Clapeyron equation, the vapour pressure, phase diagrams for binary systems.

Thermodynamics of solutions: ideal solutions, the Raoult's and Henry's laws, colligative properties of ideal solutions; non-ideal solutions, activity, activity coefficients and their determination.

Reaction equilibria: equilibrium constants for gas phase reactions and reactions in solution, temperature dependence, simultaneous and independent reactions.

Numerical solution of problems of chemical thermodynamics.

Suggested prerequisites

Knowledge of the main concepts of differential and integral calculus.

Reference material

P.W. Atkins, J. De Paula, Physical Chemistry, Oxford University Press, 9th edition, o altre edizioni per i capitoli attinenti gli argomenti trattati.

Prerequisites

Knowledge of the main mathematical tools (derivatives and integrals). Knowledge of inorganic chemistry, organic chemistry and basic analytical chemistry and instrumental analytical chemistry

Assessment method

Written report on the work done in the laboratory exercises and oral examination on all aspects performed in the classroom and in the laboratory. Students will have to demonstrate that they understand the fundamentals of chemical kinetics and be able to develop the main kinetic equations and to be able to apply them logically

Mode of teaching

Traditional

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Strongly suggested

Program's information

- P.W. Atkins, J. De Paula, Physical Chemistry, Oxford University Press, 9th edition, o altre edizioni per i capitoli attinenti gli argomenti trattati.

Physical chemistry II

Degrees:

- F6X - Industrial Chemistry (Class L-27); total credits 6,0

Prof. RONDININI SANDRA, Department of Chemistry

Address: 02503 14217 - v. Golgi, 19

Email: sandra.rondinini@unimi.it

Prof. MINGUZZI ALESSANDRO , Department of Chemistry

Address: 02503 14224 - v. Golgi, 19

Email: Alessandro.Minguzzi@unimi.it

Goals

Introduction to the structure of matter: quantum mechanics, atomic and molecular structure and deriving properties. Fundamentals of Electrochemistry: thermodynamic and kinetics. Primary and secondary cells and batteries. Electrolytic Processes.

Acquired skill

The student will learn physical-chemistry basic concepts on the structure of matter at atomic and molecular level, by means of quantum mechanics. In parallel, she/he will acquire the fundamentals of electrochemistry and of the relevant devices and industrial processes.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Introduction to the structure of matter: quantum mechanics, atomic and molecular structure and deriving properties. Fundamentals of Electrochemistry: thermodynamic and kinetics. Primary and secondary cells and batteries. Electrolytic Processes.

Acquired skills

The student will learn physical-chemistry basic concepts on the structure of matter at atomic and molecular level, by means of quantum mechanics. In parallel, she/he will acquire the fundamentals of electrochemistry and of the relevant devices and industrial processes.

Course content

Electrochemistry:

Thermodynamics of electrochemical cells: Energy of electrochemical cell reactions. Primary and secondary Cells. Electrode potentials. Electrolyte solutions. Pourbaix Diagrams.

Kinetics of electrochemical reactions: Phenomena at the interfaces. Electron and charge transfers. Transport of mass and charge

Molecular and Atomic Structure:

- wave-particle duality; the Schroedinger equation; eigenvalues and eigenfunctions; the uncertainty principle

- a particle in a box, quantum mechanical tunnelling; energy levels, wavefunctions

- Atomic structure: hydrogenic atoms; many-electron atoms

- Molecular structure: Valence Bond and Molecular Orbital theories

Molecular Spectroscopy: Radiation-matter interactions. Rotational, vibrational and electronic spectroscopy

Non-laboratory exercises dedicated to in-depth analysis and exemplification of all the course topics.

Suggested prerequisites

none

Reference material

- Donald A. McQuarrie, "Quantum Chemistry", University Science Books, 2008

- Christopher M. A. Brett, Ana Maria Oliveira Brett, "Electrochemistry: Principles, Methods, and Applications", Oxford University Press, 1994

- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, "Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications", 2001, John Wiley & Sons, 2nd Edition

- Materiale distribuito dal docente (sito Ariel)

Website

<http://srdinincf2.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

- Donald A. McQuarrie, "Quantum Chemistry", University Science Books, 2008

- Christopher M. A. Brett, Ana Maria Oliveira Brett, "Electrochemistry: Principles, Methods, and Applications", Oxford University Press, 1994

- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, "Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications", 2001, John Wiley & Sons, 2nd Edition

- Materiale distribuito dal docente (sito Ariel)

Website

<http://srdinincf2.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Physical chemistry Industrial

Degrees:

- **F6X - Industrial Chemistry (Class L-27)**; total credits 6,0

Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA , Department of Chemistry

Address: 02503 14059 -

Email: ilenia.rossetti@unimi.it

Goals

Introduction to transport phenomena with their applications (e.g. in heterogeneous catalysis and in sizing of chemical plants).
Principles for sizing of chemical plants.
Fluid dynamics.

Acquired skill

The student should be able to perform quantitative calculations (mass, heat and force balances) applied to fluid motion. He/she should quantify energy dissipation during fluid motion and size the equipment to supply energy to fluids.
The student gets competences to quantify heat transfer (conduction, convection and radiation) with sizing of the relative equipment. The student should quantify mass transfer problems, which limit the rate of chemical transformations, finding appropriate solutions.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Introduction to transport phenomena with their applications (e.g. in heterogeneous catalysis and in sizing of chemical plants).
Principles for sizing of chemical plants.
Fluid dynamics.

Acquired skills

The student should be able to perform quantitative calculations (mass, heat and force balances) applied to fluid motion. He/she should quantify energy dissipation during fluid motion and size the equipment to supply energy to fluids.
The student gets competences to quantify heat transfer (conduction, convection and radiation) with sizing of the relative equipment. The student should quantify mass transfer problems, which limit the rate of chemical transformations, finding appropriate solutions.

Course content

Unified transport theory. Molecular definition of transport phenomena. Balances (Energy, mass, force). Equations for fluid motion. Dimensional analysis. Motion of fluids in pipes and through porous systems. Filtration. Fluidization. Pumps, compressors. Heat conduction (steady, unsteady). Convection, determination of laminar coefficients. Heat exchangers. Heat transfer by radiation. Diffusion (steady, unsteady). Generalized continuity equation. Mass transfer coefficients. Simultaneous heat and mass transfer. Mass transfer through porous media. Thiele modulus and catalyst effectiveness. Introduction to heterogeneous catalysts and applicative aspects

Suggested prerequisites

The student should know the fundamentals of physics and physical chemistry

Reference material

L. Forni, I. Rossetti, Fenomeni di Trasporto, Cortina, Milano 2009;
L. Forni, Introduzione alla Catalisi, CUSL, Milano, 1993; R. B. Bird, W. E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Ed., Wiley, London, 2002.

Assessment method

Written + oral examination. The written test is constituted by the solution of one problem similar to those done during lectures. The oral examination is constituted by 2 questions on any topic of the program.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website

<https://ariel.unimi.it/>

Program's information

- L. Forni, I. Rossetti, Fenomeni di Trasporto, Cortina, Milano 2009;
- L. Forni, Introduzione alla Catalisi, CUSL, Milano, 1993; R. B. Bird, W. E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Ed., Wiley, London, 2002.

- Dispense fornite dalla docente (sito ariel del corso)
- Materiale video (sito ariel del corso)
- Raccolta di problemi (sito ariel del corso)

Website

<http://ariel.unimi.it/>

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
SCIENZE CHIMICHE LM-54**

MANIFESTO DEGLI STUDI

GENERALITA'

Classe di laurea di appartenenza:

LM-54 SCIENZE CHIMICHE

Titolo rilasciato:

Dottore Magistrale

Durata del corso di studi:

2 anni

Crediti richiesti per l'accesso:

180

Cfu da acquisire totali:

120

Annualità attivate:

1°, 2°

Modalità accesso:

Libero con valutazione dei requisiti di accesso

Codice corso di studi:

F5Y

RIFERIMENTI

Presidente Collegio Didattico

Prof.ssa Laura Maria Raimondi

Docenti tutor

Prof. Emma Gallo, Emanuela Licandro, Maurizio Sironi

Sito web del corso di laurea

<http://www.ccdchim.unimi.it>

*** Referente AQ del Corso di Laurea ***

Prof. Fabio Ragaini

Dipartimento di Chimica

Via Golgi, 19 - 20133 MILANO <http://www.chimica.unimi.it>

IMMATRICOLAZIONI E AMMISSIONI

<http://www.unimi.it/studenti/matricole/77648.htm>

Segreterie Studenti

Via Celoria, 22 - 20133 MILANO <http://www.unimi.it/studenti/segreterie/773.htm> <http://www.unimi.infostudente.it>

Ufficio Didattica del Dipartimento di Chimica

Via Golgi 19 - 20133 MILANO Tel. 02 50314419 dalle ore 10 alle ore 12 dal lunedì al venerdì, in altri orari previo appuntamento

<http://users.unimi.it/chimp> Email: didattica.dipchi@unimi.it - skype: [segreteriachimica](#)

CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI

Premessa

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche ha l'obiettivo di fornire una solida preparazione culturale nei diversi settori della chimica in tutti i suoi aspetti sia teorici sia sperimentali che permetta di raggiungere un'avanzata padronanza del metodo scientifico di indagine.#

Il laureato avrà conoscenze approfondite nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei.

La sua preparazione lo metterà in grado di raggiungere una ampia autonomia nell'ambito lavorativo che gli consentirà di raggiungere una elevata responsabilità nell'attuazione di progetti e strutture.

EUROMASTER®. Il corso di laurea in Scienze Chimiche dell'Università degli Studi di Milano è tra i primi in Italia ad avere ricevuto nel settembre 2010 l'EuroMaster Label. L'accreditamento EuroMaster viene assegnato da un'apposita commissione designata dalla European Thematic Association, che riunisce università e società chimiche europee.

L'EuroMaster Label qualifica il titolo di studio, fornito dalla laurea magistrale in Scienze Chimiche, come laurea riconosciuta dalle altre istituzioni universitarie europee e dà il diritto di accesso ai corsi post Laurea di carattere chimico in ambito europeo.

Obiettivi formativi generali e specifici

I laureati del corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche avranno una formazione volta a fornire:

- una approfondita preparazione culturale nei diversi settori della chimica, nei suoi aspetti teorici e sperimentali;
- la piena padronanza del metodo scientifico di indagine e degli strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'ampia autonomia nell'ambito del lavoro, che permetta l'assunzione di posizioni elevate di responsabilità nella

realizzazione di progetti e strutture;

- l'acquisizione delle tecniche utili per la comprensione di fenomeni a livello molecolare e delle competenze specialistiche in uno specifico settore della chimica e della biochimica;
- vaste conoscenze nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei;
- una solida preparazione per l'applicazione ai sistemi chimici di metodi teorici di simulazione e di modellistica computazionale.

Abilità e competenze acquisite

Il laureato magistrale in Scienze Chimiche ha l'abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali altamente qualificate nell'ambito della gestione aziendale e dei laboratori di ricerca in campo chimico e chimico-farmaceutico. Egli possiede, oltre ad una approfondita conoscenza della scienza e tecnologia chimica e delle mansioni gestionali, anche il rigore necessario ad applicare puntualmente il metodo scientifico.

E' in grado di organizzare il lavoro di ricerca, di definire i temi di sviluppo ed i programmi relativi, di assicurare l'integrazione congiunta dei vari settori della ricerca, di garantire l'aggiornamento scientifico nonché di verificare i risultati raggiunti e promuovere il loro sviluppo e la loro applicazione ed ha la capacità di adeguarsi alla continua evoluzione delle discipline chimiche e d'interagire con le professionalità culturalmente contigue.

Profilo professionale e sbocchi occupazionali

Tra le attività che i laureati magistrali svolgeranno si indicano in particolare: le attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie, e l'esercizio di funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione. Per il laureato di questa classe è prevista l'iscrizione all'Albo dell'Ordine nazionale dei Chimici come Chimico, previo superamento dell'Esame di Stato.

Conoscenze per l'accesso

I requisiti curriculari richiesti per l'ammissione al corso di Laurea in Scienze Chimiche sono quelli propri dei laureati delle classi L-27 in particolare sono richiesti:

- almeno 20 CFU nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche
- almeno 70 CFU nei settori scientifico-disciplinari degli ambiti caratterizzanti della Tabella della classe L27:
 - discipline chimico-analitiche e ambientali CHIM/01 e CHIM/12
 - discipline chimico-inorganiche e chimico-fisiche CHIM/03 e CHIM/02
 - discipline chimico-industriali e tecnologiche CHIM/04, CHIM/05, ING-IND/21-22, ING-IND/25
 - discipline chimico-organiche e biochimiche CHIM/06, BIO/10-12

Struttura del corso

Il corso di laurea Magistrale in Scienze Chimiche è strutturato in semestri.

Le attività formative saranno costituite da corsi di insegnamento, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, attività didattiche a piccoli gruppi, corsi liberi, partecipazione a seminari, conferenze, convegni, tirocinio/stage (svolto in strutture universitarie e/o all'esterno), attività di ricerca relative alla tesi di laurea, attività di ricerca bibliografica. I corsi di insegnamento potranno essere organizzati per moduli.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi (CFU), corrispondenti a 25 ore di lavoro per lo studente.

La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o alle altre attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico è così determinata:

- nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento e 17 ore di studio personale;
- nel caso di esercitazioni numeriche e di laboratorio, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio personale;
- nel caso del lavoro di tirocinio e di tesi, 25 ore di lavoro.

Per conseguire la laurea magistrale lo studente deve avere acquisito 120 crediti.

Tipo percorso

Il corso di laurea in Scienze Chimiche si presenta strutturato nell'arco di due anni e si articola in un solo curriculum, caratterizzato da una notevole flessibilità nella costruzione delle conoscenze e delle competenze, in modo da soddisfare alle esigenze dei diversi ambiti della chimica.

Oltre al percorso standard, illustrato successivamente, il corso di laurea in Scienze Chimiche offre la possibilità di acquisire un doppio titolo (Double Degree Scienze Chimiche – In Silico Drug Design) seguendo il percorso formativo internazionale sotto descritto. Un secondo Double Degree è attualmente in fase di realizzazione.

DOPPIO TITOLO LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE – MASTER IN SILICO DRUG DESIGN

L'Università degli Studi di Milano in collaborazione con l'Università Paris-Diderot e l'Università di Strasbourg propone un percorso formativo internazionale volto al rilascio del doppio titolo (double degree) di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche (rilasciato dall'Università degli Studi di Milano) e di Master In Silico Drug Design (rilasciato congiuntamente dalle Università di Paris-Diderot e Strasbourg: <http://isddteach.sdv.univ-paris-diderot.fr/en/ismb.html>)

Il percorso ha l'obiettivo di fornire una preparazione avanzata negli ambiti della chimica fisica, della modellistica molecolare e delle metodologie per la progettazione e lo sviluppo di nuovi farmaci.

Il percorso è articolato in semestri e prevede un insieme di attività didattiche ben definite per il raggiungimento degli obiettivi formativi di entrambi i corsi di Laurea. Le attività didattiche si svolgeranno nel primo e secondo semestre presso l'Università degli Studi di Milano e nel terzo semestre presso l'Università Paris-Diderot. Il quarto semestre, dedicato interamente allo svolgimento della tesi di Laurea, potrà essere trascorso presso l'Università degli Studi di Milano o l'Università Paris-Diderot o l'Università di Strasbourg o presso un altro ateneo con cui esista un accordo per la mobilità degli studenti. La tesi dovrà essere svolta nel rispetto dei regolamenti di ciascuna istituzione e, nel caso in cui gli studenti svolgano la tesi in una università estera, dovrà essere individuato un relatore interno. L'elaborato finale dovrà essere redatto in lingua inglese.

In particolare, la distribuzione degli insegnamenti nel I° e nel II° anno è la seguente:

- PRIMO ANNO (MILANO)

Chimica Fisica A (9 CFU, CHIM/02); Chimica Fisica B (9 CFU, CHIM/02) oppure Chimica Organica A (9 CFU, CHIM/06); Programming C (6 CFU, INF/01); Structural Biology and Enzymology (6 CFU, BIO/10); Medicinal Chemistry (6 CFU, CHIM/08); Simulation Modeling of Biomolecules (6 CFU, CHIM/02).

Lo studente deve scegliere inoltre: un corso CHIM/01 tra i seguenti insegnamenti da 6 CFU: Analisi chimiche ambientali; Chimica elettroanalitica avanzata; Fotoluminescenza e risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorganica e metallorganica.

Lo studente deve scegliere inoltre un corso a libera scelta da 6 CFU.

Lo studente deve infine acquisire i 3 CFU relativi alle conoscenze linguistiche in inglese (livello B2).

- SECONDO ANNO 1 SEMESTRE

Lo studente deve seguire presso l'Università Paris Diderot gli insegnamenti: Modeling of target (3 CFU, BIO/10); Molecular Modeling (3 CFU, CHIM/02); Data analysis in drug design (8 CFU, CHIM/02); Structure and ligand based (6 CFU, CHIM/06); Toxicology, molecular medicine (4 CFU, BIO/11); Preparation for research in drug design (6 CFU); quest'ultimo è parte integrante del Laboratorio di tesi.

SECONDO ANNO 2 SEMESTRE: Laboratorio di tesi con prova finale (33 CFU)

Gli studenti interessati dovranno contattare il Presidente del CD entro il 15 gennaio 2020. Potranno essere ammessi al percorso internazionale al massimo 10 studenti.

Articolazione degli insegnamenti

Il corso di laurea magistrale in Scienze Chimiche è articolato in semestri.

La distribuzione degli insegnamenti nei semestri del I° e II° anno prevede:

I° ANNO

I° Semestre

- 1 corso da 9 CFU dalla Tabella 1, 2 corsi da 6 CFU dalla Tabella 2 e 1 corso tra gli Affini ed Integrativi

II° Semestre

- 1 corso da 9 CFU dalla Tabella 1, 3 corsi da 6 CFU dalla Tabella 2 e 1 corso tra gli Affini ed Integrativi

II° ANNO

I° Semestre

1 corso da 6 CFU dalla Tabella 2, corsi a libera scelta per un totale di 12 CFU e inizio della tesi sperimentale

II° semestre

- Tesi e prova finale

Obbligo di frequenza

La frequenza dei corsi/moduli di laboratorio è obbligatoria, in tutti gli altri casi fortemente consigliata.

MODALITA' DI ACCESSO: 1° ANNO LIBERO CON VALUTAZIONE DEI REQUISITI DI ACCESSO

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

1° ANNO DI CORSO Attività a scelta

L'articolazione degli insegnamenti nei semestri è descritta nel paragrafo "articolazione degli insegnamenti".

=

NOTA BENE: GLI INSEGNAMENTI DENOMINATI IN INGLESE SONO TENUTI IN TALE LINGUA

=

TABELLA 1

Lo studente deve scegliere 2 tra i seguenti insegnamenti

1 semestre	Chimica Fisica A		9	CHIM/02	48 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
1 semestre	Chimica Inorganica A		9	CHIM/03	48 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
1 semestre	Chimica Organica A		9	CHIM/06	48 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Fisica B		9	CHIM/02	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni, 32 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Inorganica B		9	CHIM/03	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni, 32 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Organica B		9	CHIM/06	56 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni

Lo studente deve scegliere 2 tra i seguenti insegnamenti Affini e Integrativi

1 semestre	Metodi matematici applicati alla chimica		6	MAT/09, MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
1 semestre	Patents and Management of Innovation		6	SECS-P/07	48 ore Lezioni
2 semestre	Chemical Safety <i>sottoscritto dalla LM in Industrial Chemistry</i>		6	IUS/07	48 ore Lezioni
2 semestre	Medicinal chemistry		6	CHIM/08	48 ore Lezioni
2 semestre	Programming C		6	INF/01	48 ore Lezioni

2° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie

Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
annuale	Laboratorio di tesi con Prova Finale		39		
		Totale CFU obbligatori	39		

Attività a scelta

Lo studente deve inserire nel piano di studio insegnamenti a libera scelta per un totale di 12 CFU, scegliendoli in piena libertà tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo, purchè funzionali al progetto formativo.

Comunque, si consiglia vivamente di utilizzare gli insegnamenti caratterizzanti o, eventualmente, gli Affini ed Integrativi delle Lauree Magistrali Chimiche e coerenti con il progetto formativo.

ANNO DI CORSO NON DEFINITO Attività formative obbligatorie

Erogazione	Attività formativa	Modulo/Unità didattica	Cfu	Settore	Form.Didatt.
1 semestre	Accertamento di lingua inglese - livello B2 (3 CFU)		3	L-LIN/12	
		Totale CFU obbligatori	3		

Altre attività a scelta**TABELLA 2**

Al primo e al secondo anno lo studente deve scegliere, dalla seguente tabella, insegnamenti per un totale di 36 CFU in

modo che
 - almeno 6 CFU appartengono alle discipline chimico-analitiche e ambientali: CHIM/01 e CHIM/12
 - almeno 6 CFU appartengono alle discipline chimico-organiche: CHIM/06
 - almeno 12 CFU appartengono all'ambito disciplinare "discipline chimico-inorganiche e chimico-fisiche": CHIM/03 e CHIM/02

1 semestre	Advanced methods in organic synthesis 2° anno		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Analisi chimiche ambientali		6	CHIM/01	48 ore Lezioni
1 semestre	Catalytic Methodologies in organic synthesis		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica dell'ambiente		6	CHIM/12	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica delle sostanze organiche naturali		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica elettroanalitica avanzata		6	CHIM/01	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Metallorganica		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica quantistica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Cristallochimica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Environmental electrochemistry <i>sottoscritto dalla LM in Industrial Chemistry - Non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Metodi fisici avanzati in Chimica Organica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Photochemistry		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Processi Catalitici		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Sintesi e applicazioni di materiali inorganici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Sintesi e tecniche speciali organiche		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Banche dati ed elementi di chemoinformatica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Bioinorganica		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Bioorganica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica dei composti eterociclici		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica dello stato solido		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Fisica dello stato solido e delle superfici		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica supramolecolare		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica teorica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Elettrochimica		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Laboratori
2 semestre	Fotoluminescenza e risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorganica e metallorganica		6	CHIM/01	48 ore Lezioni
2 semestre	Homogeneous catalysis		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Metodi chimico-fisici di indagine applicati a sistemi molecolari e nanostrutturati		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Nanoparticelle: chimica ed applicazioni		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Physical chemistry of disperse systems and of interfaces		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Laboratori
2 semestre	Simulation modeling of biomolecules		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Structural biology and enzymology <i>Corso mutuato da "Protein engineering and molecular enzymology" (LM in Molecular Biotechnology and Bioinformatics)</i>		6	BIO/10	48 ore Lezioni
2 semestre	Strutturistica Chimica		6	CHIM/03	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni

NORME TRANSITORIE

- Gli studenti che provengono dalle Lauree Triennali in Chimica Applicata ed Ambientale delle classi 21 e L-27 possono scegliere come insegnamenti Caratterizzanti sia da 6 che 9 CFU anche insegnamenti attivati per la Laurea Magistrale in Industrial Chemistry, sempre previa approvazione della Commissione Piani di studio.

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

Advanced methods in organic synthesis

Advanced methods in organic synthesis

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. GENNARI CESARE MARIO ARTURO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14091 - v. Venezian, 21 02503 14093 - v. Venezian, 21

Mail: cesare.gennari@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

At the end of the course, the student should be able to select suitable reactions for a particular organic synthesis, based on the identification of the most effective possibilities among the available ones.

Obiettivi

The objective of the course is to make students develop a fundamental base of knowledge of the most innovative organic reactions in the realm of organic synthesis.

Programma

Metodi Didattici

Informazioni sul programma

Analisi chimiche ambientali

Environmental analytical chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. FERMO PAOLA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14246 - v. Golgi, 19 02503 14388 - v. Venezian, 21

Mail: paola.fermo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenze inerenti l'impiego di tecniche analitiche sia di base che avanzate per la caratterizzazione di aria, acqua e suolo e per l'individuazione degli inquinanti presenti anche a livello di tracce.

Obiettivi

Fornire conoscenze nel campo della chimica analitica applicata alla caratterizzazione delle tre matrici aria, acqua e suolo.

Programma

Programma in italiano

Il campione: aria, acqua e suolo. Metodi di campionamento, preparazione, trattamento e conservazione del campione. Qualità e validazione del dato analitico.

Acqua e suolo: tecniche analitiche per l'analisi degli inquinanti. Tecniche cromatografiche. Inquinanti pericolosi e prioritari in acqua e suolo.

Inquinanti inorganici: metalli e specie metalliche. Inquinanti organici: composti organici volatili (VOC), composti organici semivolatili, prodotti fitosanitari (antiparassitari, pesticidi), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCB).

Aria: particolato atmosferico (PM); metodi cromatografici (GC, GC-MS, HPLC, cromatografia ionica) e loro applicazione in campo ambientale; tecniche termoanalitiche (TGA e TOT) e loro applicazione all'analisi del carbonio nel particolato atmosferico; tecniche di analisi elementare (ICP-OES, ASS, ICP-MS) e loro applicazione all'analisi del PM; analisi di inquinanti gassosi mediante metodi spettroscopici.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenze inerenti la chimica analitica con particolare riferimento alla chimica analitica strumentale; conoscenze acquisite nel corso di chimica ambientale.

Modalità di esame:

L'esame è scritto e prevede 4-5 domande che spaziano sull'intero programma d'esame; la durata dell'esame è di circa 1 ora; per i soli studenti frequentanti è prevista una prova orale.

Ai fini della valutazione si considereranno prerequisiti fondamentali le conoscenze inerenti la chimica analitica acquisite nei corsi di chimica analitica I e chimica analitica II.

Propedeuticità consigliate

Chimica generale, Chimica Analitica I, Chimica Analitica II, Chimica Ambientale

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- C. Baird "Chimica Ambientale" Zanichelli, 1997.
- S. E. Manahan "Chimica dell'Ambiente" Ed. It. Piccin
- Slides fornite dal docente e disponibili sul sito Ariel

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://pfeaaa.ariel.ctu.unimi>

Banche dati ed elementi di chemoinformatica

Databases and Cheminformatics Fundamentals

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CIVERA MONICA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14082 - v. Venezian, 21

Mail: monica.civera@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Al termine del corso, lo studente acquisisce la capacità di:

- gestire ed estrarre le informazioni chimiche contenute in diverse banche dati
- leggere e modificare i formati elettronici più comuni per definire strutture chimiche (SMILES, SDF, MOL, PDB)
- riconoscere e calcolare i principali descrittori molecolari
- costruire e valutare dei modelli multivariati
- impostare ed analizzare un calcolo di analisi conformazionale
- preparare e analizzare una procedura di virtual screening

Obiettivi

Il corso si propone di illustrare la struttura e l'uso di alcune banche dati in chimica, con particolare riferimento alla chimica organica, e di fornire allo studente una introduzione alla chemoinformatica, i principi generali e i concetti di base della disciplina. In dettaglio, i principali obiettivi saranno:

- la conoscenza delle principali banche di dati in Chimica (SciFinder, CSD, PDB, Reaxys, PubChem, ChEMBL)
- la conoscenza degli elementi di base della chemoinformatica
- i principi di funzionamento dei principali metodi di analisi multivariata utilizzati per trattare sistemi complessi, in particolare nel settore del drug design.
- la conoscenza delle principali tecniche utilizzate per il virtual screening

Programma

Il corso prevede una parte di lezioni frontali (36 ore) e una parte di attività in aula informatica (12 ore). Le lezioni tratteranno i seguenti argomenti:

- Rappresentazione molecolare lineare, bidimensionale e tridimensionale: concetto di similarità chimica ed aspetti di analisi conformazionale
- Descrittori molecolari e farmacofori: definizione e descrizione dei principali metodi di analisi multivariata utilizzati per costruire modelli di predizione struttura-attività
- Metodi di screening virtuale: docking, funzioni di scoring ed analisi dei risultati
- Accenni ai metodi di machine learning applicati alla chemoinformatica e al drug discovery
- Utilizzo delle principali banche di dati in Chimica (SciFinder, CSD, PDB, Reaxys, PubChem, ChEMBL)

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Corsi di base degli anni precedenti.

Modalità di esame:

Scritto.

L'esame prevede 4 o 5 domande aperte volte ad accertare le conoscenze dello studente sui temi trattati nelle lezioni frontali ed una breve relazione sulle attività svolte in laboratorio informatico.

Propedeuticità consigliate

Corsi fondamentali di chimica di una laurea triennale in ambito chimico.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- A. Leach and V. Gillet, 'An Introduction to chemoinformatics', Revised Edition Springer 2007
- A. Varnek, Tutorials in Chemoinformatics, John Wiley & Sons Ltd 2017

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale. Oltre alle lezioni frontali (36 ore) è prevista un'attività in laboratorio informatico (12 ore) e seminari di approfondimento su argomenti del corso.

Catalytic Methodologies in organic synthesis

Catalytic Methodologies in organic chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y , F7Y; totale cfu 6

Prof. **BENAGLIA MAURIZIO** , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14171 - v. Venezian, 21

Mail: maurizio.benaglia@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Saper descrivere meccanismi delle più importanti reazioni organocatalizzate.

Conoscere le attività, chimiche e stereochimiche dei principali catalizzatori organici, suddivisi per classi di composti, in base al loro meccanismo di azione

Sapere affrontare la sintesi enantioselettiva di molecole organiche chirali, sfruttando come strategia, l'uso di semplici sistemi catalitici privi di metallo.

Obiettivi

Presentazione dei più moderni e attualmente usati sistemi catalitici organici sia achirali che chirali. Particolare attenzione sarà dedicata ai catalizzatori enantiomericamente puri e alla loro applicazione in sintesi stereoselettive.

Programma

Il corso è sostanzialmente composto da una introduzione sui concetti generali di catalisi nel campo della sintesi organica nella prospettiva di nuove tendenze di chimica sostenibile. Viene quindi introdotto il concetto di catalizzatori organici e una panoramica delle diverse tipologie di reazioni promosse da tali specie (8 ore).

Di seguito saranno quindi presentati i catalizzatori organici, le diverse classi e diversi meccanismi d'azione; verranno discussi per prima gli esempi più importanti nel campo della ammino catalisi (8 ore). Poi sarà discussa in dettaglio la catalisi via sali di immonio, generati a partire da ammine secondarie enantiomericamente pure (8 ore). Quindi viene studiata la catalisi attraverso basi di Lewis, anche come agenti coordinanti di trichlorosilil derivati, a dare nuovi acidi di Lewis chirali in grado di promuovere reazioni organo catalizzate (8 ore). Derivati degli alcaloidi e derivati da aminoacidi sono quindi presentati, anche come punto di partenza per la progettazione e preparazione di nuovi catalizzatori bifunzionali chirali (8 ore). Catalisi enantioselettiva in trasferimento di fase e uso di acidi di Bronsted enantiopuri in organo catalisi saranno anche oggetto di presentazione (4 ore).

Per ciascuna classe di composti verranno discussi i principali aspetti meccanicistici, presentando per le diverse classi di catalizzatori i più recenti studi pubblicati.

Infine saranno trattati esempi di catalizzatori organici immobilizzati, recuperabili e riciclabili (4 ore).

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Buona conoscenza dei concetti di base della chimica organica.

Modalità di esame

Esame Orale: l'esame consiste in una discussione riguardo le principali classi di catalizzatori e delle reazioni illustrate nel corso. Partendo da una classe di organocatalizzatori, piuttosto ampia, lo studente deve illustrarne meccanismi d'azione e le principali trasformazioni stereoselettive promosse da quelle specie catalitiche, evidenziandone, se possibile, punti di forza e limiti della metodologia catalitica oggetto di discussione.

Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II

Lingua di insegnamento

Inglese

Materiale di riferimento

Reviews e articoli di letteratura indicati dal docente. Slides fornite dal docente come traccia degli argomenti e delle nozioni affrontate a lezione.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://mbenagliamcso.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Chemical Safety

Per i Corsi di laurea:

- F5Y , F7Y; totale cfu 6

Prof. MAUTONE GIUSEPPE , DIPARTIMENTO DI SCIENZE GIURIDICHE "CESARE BECCARIA"

Indirizzo: 02503 12529 - v. Festa del Perdono, 7

Mail: giuseppe.mautone@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu IUS/07 (6 cfu)

Obiettivi

Lingua di insegnamento

English

Informazioni sul programma

Goals

The main goal of the course is to provide students with awareness of the legal framework concerning use of chemicals in an working environment.

Acquired skills

Students will reach an extensive knowledge of the legislation on health and safety on the workplace, with a special emphasis on the risks related to chemicals, so to be able to answer to questions such as: what are the duties on chemicals producers in order to minimize health risks on the employees of firms that do actually use these chemicals in their production ? What are the statutory obligations of every single employer in Europe in order to provide the highest possible safety on the workplace when using dangerous chemicals or carcinogens ? How is the legislative framework enforced ?

In addition to this, classes will focus on legal assessment of chain of causation between use of chemicals and illnesses or death from cancer, which turns to be the main point in criminal and civil law cases where employers are held responsible for health problems allegedly related to use of chemicals. This is essential to the aim of having a clear understanding of the law of chemicals in the workplace.

Attention will be drawn especially on the rationale behind the rules and on cases, with an aim at delivering a real competence and understanding, trying to avoid useless memorizing just a set of procedures and rules.

Course content

Concerning the health and safety legislation, we will go through specific subjects including the following: the legal basis according to which the European Union provides rules on health and safety at work; the integration of legislation with technical standards at the European and national level (EN and UNI Rules); the definitions and identifications of the individuals and entities involved in health and safety management in the workplace (the employer, the head of the protective and preventive services and its members, the workers' representative, the doctor on the workplace nominated by the employer; the producer of chemical substances); their exclusive duties and their cooperation; the risk assessment principles (exam of the working process, identification of risks and the criteria concerning their grading as more or less important); the design of the working environment focused on eliminating or minimizing risks (according to the "best available technology" standard instead of the "reasonably practicable" standard); specific rules concerning chemicals and its specific additional legislation: in particular the labeling standards and evaluation process of the chemical hazards under the REACH regulation.

The actual responsibilities of the employer also depend on the criteria that establish causation in the law. We will see how the degree of probability that is deemed necessary to state that a certain occupational factor has caused a damage is different in the civil and in the criminal setting. We will study what are the relationships between probability in science (epidemiology, chemistry and medicine) and causation in the law, by means of examples drawn from actual relevant cases. We will focus on the principles concerning the standard of good care and due diligence in civil and criminal law, that also have a relevant impact on chemical safety and liabilities.

Suggested prerequisites

None

Reference material

Lecture notes; reading of pieces of legislations and essays distributed in class.

Assessment method

Written examination based on questions on specific issues discussed in class; intermediate exams will be available for attending students.

Language of instruction

English

Attendance Policy

strongly recommended

Mode of teaching

Lessons including an ongoing open discussion in class through cases and examples.

Website

All materials from the course is available on a page of the University ARIEL website
<https://ariel.unimi.it/>

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Chimica Bioinorganica

Bioinorganic chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. **SANTAGOSTINI LAURA**, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14379 - v. Venezian, 21

Mail: laura.santagostini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Comprensione del meccanismo di interazione metallo-proteina e sua funzione nel meccanismo catalitico dell'enzima di appartenenza; applicazione di metodi spettroscopici per la caratterizzazione dei metalli nei sistemi biologici

Obiettivi

Conoscenza dei principali sistemi enzimatici contenenti metalli (ferro, rame, zinco, cobalto, nichel) come cofattori essenziali per la funzionalità enzimatica, delle caratteristiche impartite al metallo dal sistema biologico di coordinazione, del ciclo catalitico dei principali sistemi in esame.

Programma

Introduzione generale al significato di Chimica Bioinorganica, presenza e funzione dei principali metalli di transizione nei sistemi biologici, modo di coordinazione dei singoli metalli ai donatori biologici. Studio delle principali famiglie di metallo-proteine: sistemi contenenti ferro, rame, zinco, cobalto, nichel. Ferro-proteine: classificazione, sistemi contenenti ferro-eme, cluster ferro-zolfo, ferro-ossigeno. Rame proteine: classificazione e funzione dei sistemi rame-T1, Cu T2, Cu T3, CuA, CuB, CuZ. Zinco proteine: classificazione e funzione. Cobalto proteine. Sistemi proteici contenenti nichel. Per ogni famiglia di proteine si valuteranno struttura e funzione dei principali enzimi rappresentanti, con particolare attenzione al meccanismo catalitico.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenza della configurazione elettronica dei singoli metalli e delle principali molecole di interesse biologico (ossigeno molecolare e derivati, azoto molecolare e derivati). Modi e geometria di coordinazione dei metalli. Interazioni metallo- legante sulla base della teoria Hard/Soft, trasferimenti di carica, interazioni elettroniche. Conoscenza delle principali tecniche spettroscopiche molecolari.

Modalità di esame

Orale: L'esame orale consisterà di almeno una domanda per ogni famiglia di metallo-enzimi studiati, volta a valutare la comprensione delle modalità di coordinazione del metallo e dell'attività da esso svolta.

Propedeuticità consigliate

Chimica dei composti di coordinazione, Chimica Analitica II

Lingua di insegnamento

italiano

Materiale di riferimento

Slide presentate a lezione e presenti sul sito Ariel del corso, articoli e review caricate sul sito Ariel. Testi di Chimica Bioinorganica (presenti in Biblioteca)

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://lsantagostinicb.ariel.ctu.unimi.it/>

Chimica Bioorganica Bioorganic chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. MORELLI CARLO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14099 - v. Venezian, 21

Mail: carlo.morelli@unimi.it

Prof. RIVA SERGIO

Mail: Sergio.Riva@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente dovrebbe acquisire la conoscenza di alcuni dei più comuni meccanismi enzimatici osservati in Natura attraverso i quali si ottengono reazioni di idrolisi, di ossido-riduzione, di interconversione di gruppi funzionali e di formazione di legami carbonio-carbonio. Lo studente dovrebbe essere inoltre in grado di integrare le proprie conoscenze di Chimica Organica con gli strumenti interdisciplinari propri della Chimica Bioorganica al fine di avanzare ipotesi in grado di interpretare l'andamento di una reazione enzimatica e di proporre esperimenti a verifica delle ipotesi formulate. Dovrebbe infine acquisire una conoscenza di massima sul possibile impiego di enzimi come catalizzatori nella sintesi organica.

Obiettivi

Il corso si propone di illustrare le più comuni reazioni coinvolte nei processi metabolici sulla base dei principi della chimica organica meccanicistica. Obiettivo del corso è di fornire la conoscenza dei fondamenti della catalisi enzimatica illustrando l'applicazione di strumenti concettuali (teorie acido-base, teoria dello stato di transizione, controllo stereochimico...), tecniche sperimentali (misure cinetiche, uso di substrati marcati e di composti modello...) e supporti informatici allo studio delle reazioni catalizzate da enzimi. Parte del corso verterà sull'utilizzo di enzimi per scopi preparativi nella sintesi organica.

Programma

Introduzione al corso: gli obiettivi e gli strumenti della Chimica Bioorganica.

Struttura e funzioni degli enzimi: ricapitolazione sulla struttura delle proteine; il sito attivo.

I meccanismi della catalisi enzimatica.

Cofattori e coenzimi.

La classificazione IUBMB degli enzimi.

Strumenti informatici e risorse disponibili in rete per lo studio della chimica bioorganica.

Applicazione degli strumenti della Chimica Bioorganica precedentemente descritti attraverso case-study di:

Reazioni enzimatiche con trasferimento di gruppo: idrolisi, fosforilazione, transaminazione.

Reazioni biocatalizzate di formazione e rottura del legame carbonio-carbonio: condensazioni aldoliche e di Claisen; reazioni catalizzate da enzimi tiaminadifosfato-dipendenti e piridossalfosfato-dipendenti; decarbossilazioni e carbossilazioni.

Reazioni di ossidoriduzione: trasferimento formale di ioni idruro.

Reazioni catalizzate da enzimi flavino-dipendenti; ossidasi, monoossigenasi, diossigenasi. Reazioni catalizzate da enzimi contenenti il gruppo eme.

Reazioni radicaliche biocatalizzate.

Ove appropriato sarà illustrato l'utilizzo di particolari classi di enzimi quali biocatalizzatori a scopi preparativi sintetici.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenze di base: teorie acido-base; principi di cinetica chimica e fondamenti di termodinamica.

Conoscenze di chimica organica: struttura, proprietà e reattività dei principali gruppi funzionali della chimica organica; fondamenti di stereochimica. Auspicabile una conoscenza di massima delle principali vie metaboliche (biochimica) e delle più comuni tecniche spettroscopiche.

Modalità di esame

Orale: l'esame consisterà in un colloquio che, partendo da un argomento trattato a lezione, si svilupperà successivamente così da consentire la valutazione di:

- grado di comprensione e conoscenza degli argomenti trattati;
- capacità di collegamento tra argomenti diversi;
- grado di padronanza degli strumenti concettuali e sperimentali a disposizione del chimico bioorganico;
- capacità del candidato di affrontare problematiche differenti sulla base delle competenze acquisite.

Propedeuticità consigliate

Chimica Organica I e II della laurea triennale.

Lingua di insegnamento

italiano

Materiale di riferimento

- T. D. H. Bugg. Introduction to enzyme and coenzyme chemistry, Third Edition. Wiley, 2012.

Per l'utilizzo di enzimi come biocatalizzatori in sintesi organica:

- Riferimenti a review e articoli originali sono riportati in calce al materiale illustrativo distribuito a lezione (eventualmente contattare il docente).

Per consultazione:

- R. B. Silvermann. The organic chemistry of enzyme-catalyzed reactions. Academic Press, 2000.

- J. McMurry, T. Begley. Chimica bio-organica. Zanichelli, 2007

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Chimica dei composti eterociclici

Chemistry of heterocyclic compounds

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. GIANNINI CLELIA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14148 - v. Venezian, 21

Mail: clelia.giannini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

A fine corso lo studente avrà acquisito conoscenze su composti eterociclici aromatici e non (anelli da 3 a 7 termini). Per gli eterocicli presi in considerazione verranno analizzate le proprietà strutturali, fisiche e spettroscopiche, le procedure di sintesi e la reattività. Le metodiche di sintesi verranno trattate con l'approccio della retrosintesi. Saranno descritti composti naturali e composti biologicamente attivi (di sintesi e non) contenenti anelli eterociclici e saranno analizzati i loro utilizzi in sintesi organica.

Obiettivi

Il corso si propone di fornire allo studente conoscenze sui composti eterociclici, aromatici e non, partendo dai cicli a 3 per arrivare a quelli a 7 termini, esaminando le loro proprietà e reattività e illustrando i principali metodi di sintesi.

Il corso inizia con una breve introduzione sulla definizione e struttura generale dei composti eterociclici, seguita da un capitolo relativo alla loro nomenclatura sistematica IUPAC, (nomenclatura secondo Hantzsch-Widman e nomenclatura sistematica alternativa).

Programma

La descrizione di ogni anello eterociclico è divisa in cinque parti, in ognuna delle quali sono riportate le seguenti informazioni:

1. struttura, proprietà fisiche e spettroscopiche
2. proprietà chimiche e reazioni
3. metodi di sintesi: strategie di formazione dei cicli, addizioni 1,3-dipolari
4. derivati importanti, prodotti naturali, farmaci, composti biologicamente attivi, intermedi industriali
5. uso come reagenti, building-blocks o ausiliari in sintesi organica

In particolari, gli anelli eterociclici che vengono trattati secondo quanto sopra riportato sono:

- Anelli a tre termini: Ossirani, Tiranani e Aziridine

- Anelli a quattro termini: Ossetani, Tietani e Azetidina
- Anelli a cinque termini: Furano, Benzofurano, tetraidrofurano, Tiofene, benzotiofene, Pirrolo, Indolo, Pirrolidina, 1,2 e 1,3 –Azoli
- Anelli a 6 termini: Piridina, Piperidina, Chinolina, Isochinolina
- Basi puriniche e pirimidiniche
- Anelli a 7 termini: Azepine

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame): Scritto e orale: lo scritto è caratterizzato da una serie di esercizi (circa 9-10) che coprono tutto il programma: nomenclatura, sintesi e reattività. L'orale prevede la visione e il commento del compito scritto e domande di approfondimento.

Propedeuticità consigliate

Chimica Organica 1

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Appunti di lezione
- libro: "The Chemistry of Heterocycles", T. Eicher, S. Hauptmann, seconda edizione.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Chimica dell'ambiente **Environmental chemistry**

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. FERMO PAOLA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14246 - v. Golgi, 19 02503 14388 - v. Venezian, 21

Mail: paola.fermo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/12 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenze inerenti le tre matrici ambientali (aria, acqua e suolo) ed i meccanismi di interazione tra di esse.

Obiettivi

Fornire le conoscenze fondamentali inerenti le caratteristiche chimico-fisiche delle tre matrici aria, acqua e suolo; fornire le conoscenze inerenti i principali inquinanti ambientali presenti nelle tre matrici aria, acqua e suolo; illustrare infine possibili metodologie di disinquinamento chiarendo anche quali sono le politiche da attuare ai fini della tutela e della sostenibilità ambientale.

Programma

Introduzione alla chimica ambientale: Definizioni di aspetti generali della Chimica dell'Ambiente; interazione di inquinanti con i vari comparti ambientali. Le fonti di contaminazione, le reazioni, il trasporto, gli effetti, il destino finale. Aspetti generali relativi al monitoraggio ambientale. Chimica dell'atmosfera ed inquinamento: struttura e composizione dell'atmosfera. Inquinanti inorganici gassosi: CO, CO₂, SO₂, NO_x; ozono; ozono troposferico; effetto serra e piogge acide; deplezione dell'ozono stratosferico; CFC; Smog fotochimico. Particolato atmosferico: sorgenti, metodi di campionamento, composizione, proprietà, effetti sulla salute umana sul clima e sul patrimonio culturale.

La chimica delle acque naturali: proprietà chimico-fisiche dei sistemi acquosi. Parametri per la classificazione delle acque per qualità ambientale: proprietà fisiche e chimiche (pH, BOD, durezza, ecc.) Eutrofizzazione, principali inquinanti delle acque; sistemi per il trattamento e la disinfezione delle acque di rete; l'acquedotto di Milano (visita ad un acquedotto milanese); depurazione di acque reflue e di liquami; contaminazione e risanamento delle acque di falda; cenno agli inquinanti emergenti.

Metalli pesanti tossici: mercurio, piombo, cadmio, arsenico, cromo: sorgenti, destino ambientale, biomagnificazione e bioaccumulo, effetti sulla salute umana.

Il comparto suolo: caratteristiche chimico-fisiche della geosfera. Il suolo ed i suoi costituenti. I sedimenti. Processi di alterazione geochimica;

capacità di scambio cationico e principali caratteristiche di un suolo; presenza e monitoraggio di inquinanti organici e metalli pesanti nel suolo; cenni alle tecniche di bonifica e biorisanamento.

Energia e fonti rinnovabili

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenze relative alla chimica generale ed alla chimica analitica

Modalità di esame

L'esame è scritto e prevede 4-5 domande che spaziano sull'intero programma d'esame; la durata dell'esame è di circa 1 ora; non è previsto un orale integrative.

Propedeuticità consigliate

Chimica generale, Chimica Analitica I, Chimica Analitica II

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- C. Baird "Chimica Ambientale" Zanichelli, 1997.

- S. E. Manahan "Chimica dell'Ambiente" Ed. It. Piccin

- Slides fornite dal docente e disponibili sul sito Ariel

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza Fortemente consigliata

Modalità di erogazione Tradizionale

Pagine web

<http://pfermoCA.ariel.ctu.unimi.it>

Chimica delle sostanze organiche naturali

Chemistry of organic natural substances

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. SPERANZA GIOVANNA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14097 - v. Venezian, 21 02503 14100 - v. Venezian, 21

Mail: giovanna.speranza@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenze della struttura, reattività e biosintesi delle principali classi di sostanze naturali e della loro rilevanza in vari ambiti applicativi.

Obiettivi

Il corso intende fornire una panoramica generale della chimica dei prodotti naturali con particolare attenzione ai metaboliti secondari (presenza in vivo, struttura, biosintesi, proprietà e applicazioni).

Programma

Metabolismo primario e secondario. Enzimi e coenzimi. Aspetti meccanicistici e stereochimici delle principali reazioni in vivo: reazioni di ossidazione, riduzione, carbossilazione, decarbossilazione, alchilazione e glicosilazione. Cammini biosintetici. Metodi di indagine nello studio della biosintesi delle sostanze naturali. Uso di traccianti: radioisotopi e isotopi stabili.

Terpeni - Classificazione. Biosintesi di IPP e DMAPP. Monoterpeni cicloesani e iridoidi. Sesquiterpeni. Diterpeni. Triterpeni. Carotenoidi.

Steroidi - Trasformazione del lanosterolo in colesterolo. Steroidi naturali. Fitosteroli. Veleni cardiaci. Saponine. Ormoni degli insetti. Vitamina D. Corticosteroidi. Progestinici. Androgeni. Estrogeni.

Via dell'acido shikimico - Amminoacidi aromatici. Derivati della fenilalanina via acido cinnamico. Fenilpropanoidi. Lignani. Lignine. Flavonoidi.

Isoflavonoidi.

Via dell'acetato - Polichetidi aromatici. Naftochinoni e antrachinoni. Antibiotici. Acidi grassi.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenza dei concetti di base della chimica organica (gruppi funzionali, reattività, meccanismi di reazione). Conoscenza delle principali classi di composti organici di rilevanza biologica (amminoacidi, peptidi, zuccheri) trattate nei corsi di base di chimica organica.

Modalità di esame

Esame orale in una sessione d'esame ufficiale con una/due domande a risposta aperta. Criteri di valutazione: conoscenza e padronanza dei contenuti del corso; capacità di cogliere gli aspetti multidisciplinari del corso; proprietà espressive e utilizzo della terminologia appropriata.

Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- P. M. Dewick, Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach, Third Ed., Wiley, Chichester, 2009

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione

Tradizionale

Pagine web

<http://gsperanzacson.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Chimica dello stato solido

Solid state chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. COLOMBO VALENTINA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14450 - v. Venezian, 21

Mail: Valentina.Colombo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente con questo corso acquisirà competenze nell'utilizzo di tecniche avanzate di caratterizzazione di stato solido, in particolare della diffrazione di polveri, e nella descrizione delle proprietà di materiali molecolari e polimerici allo stato solido. Inoltre, lo studente avrà modo di mettere in relazione la struttura cristallina di tali materiali con le relative proprietà chimico-fisiche.

Obiettivi

Acquisizione di competenze riguardanti la caratterizzazione e le proprietà di composti molecolari e polimerici allo stato solido. In particolare, in questo corso, verrà trattata la caratterizzazione delle fasi solide tramite tecniche avanzate di diffrazione di polveri (raggi-X, neutroni). Inoltre, verranno descritte le proprietà di stato solido di materiali di interesse energetico e ambientale (materiali porosi, composti di intercalazione, solidi conduttori) e di interesse industriale (pigmenti e Active Pharmaceutical Ingredients). Per queste classi di materiali verrà data particolare attenzione alle transizioni di fase solido-solido, al problema del polimorfismo, allo studio e caratterizzazione delle proprietà termiche e delle interazioni host-guest.

Programma

Parte 1. Teoria (3 crediti)

1. Ripasso di fondamentali di diffrazione di polveri
2. Tecniche sperimentali
3. Interpretazione dei dati da polveri
4. Simulazione di pattern di polveri: il metodo Rietveld
5. Determinazione della cella unitaria e affinamenti Le Bail/Pawley
6. Risoluzione strutturale da polveri (metodi nello spazio reale)
7. Software per analisi di diffrazione di polveri
8. Proprietà microstrutturali
9. Tecniche di diffrazione in condizioni non ambientali
 - Temperatura variabile
 - Pressione di gas variabile
 - Alta pressione (Diamond Anvil Cell, DAC)
10. Fluorescenza di raggi-X
11. Diffrazione di neutroni
12. Struttura locale tramite Total Scattering e PDF

Parte 2. Applicazioni (3 crediti)

13. Il polimorfismo e le transizioni di fase in stato solido
 - caratterizzazione termodinamica: analisi termiche
 - caratterizzazione strutturale: termodiffrazione
14. Materiali molecolari e polimerici:
 - Active Pharmaceutical Ingredients (APIs)
 - Pigmenti
 - Materiali porosi: zeoliti e metal-organic frameworks
 - Materiali magnetici, conduttori ionici e intercalati.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Esame Orale: l'insegnamento prevede un colloquio finale con attribuzione di un voto. L'esito del colloquio è in trentesimi: il colloquio si ritiene esauriente se il candidato ottiene una votazione pari ad almeno 18/30.

Il colloquio orale relativo agli argomenti del corso prevede almeno un quesito sulla parte teorica e almeno due quesiti sulla parte relativa alle applicazioni. È facoltà dello studente chiedere di esporre, in maniera autonoma e completa, un argomento a propria scelta, tra quelli presentati nelle lezioni a carattere frontale, che non sarà comunque esaustivo dell'intero colloquio. Il voto assegnato dal docente tiene conto sia di correttezza e qualità delle risposte (80%), sia della capacità comunicativa dimostrata dal candidato durante il colloquio (20%).

Propedeuticità consigliate

Applicazioni Di Chimica Analitica Strumentale
Chimica Inorganica

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Libro 1: Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition. Pecharsky, Vitalij, Zavalij, Peter

Libro 2. Powder Diffraction: Theory and Practice. Dinnebier and Billige

Libro 3. Polymorphism in molecular crystals. Bernstein

Libro 4. Polymorphism in the pharmaceutical Industry. R. Hilfiker.

Libro 5. Solid State Chemistry: an Introduction. Moore and Smart.

Libro 6. Solid State Chemistry and Its Applications. A.R. West

Il materiale didattico prevede anche la consegna allo studente delle slide proiettate al corso e delle dispense prodotte dal docente sugli argomenti trattati in classe.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Chimica elettroanalitica avanzata

Advanced electroanalytical chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. FALCIOLA LUIGI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14057 - v. Venezian, 21 02503 14210 -

Mail: luigi.falciola@unimi.it

Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14211 - v. Golgi, 19 02503 14213 - v. Golgi, 19

Mail: patrizia.mussini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Principi, protocolli ed applicazioni delle tecniche elettroanalitiche conduttimetriche, potenziometriche, voltammetriche ed amperometriche e dei sensori e biosensori ad esse collegate.

Obiettivi

Conoscenza a livello avanzato delle tecniche elettroanalitiche e delle loro potenzialità applicative.

Chimica Fisica A

Physical chemistry A

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 9

Prof. CEOTTO MICHELE , DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Mail: Michele.Ceotto@unimi.it

Prof. SIRONI MAURIZIO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14251 - v. Golgi, 19

Mail: maurizio.sironi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu CHIM/02 (9 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenza di alcune tecniche modellistiche quantomeccaniche di ampio utilizzo e loro possibile utilizzo. Utilizzo di programmi quantomeccanici e di interfacce grafiche.

Obiettivi

Il Corso vuole fornire una panoramica delle principali e moderne tecniche computazionali basate sull'impiego della Meccanica Quantistica. Le diverse tecniche vengono illustrate secondo lo schema seguente: introduzione teorica, vantaggi e svantaggi, utilizzo pratico. Completano il corso una serie di esercitazioni pratiche al computer.

Programma

Cenno ai metodi Force Fields. Il problema della parametrizzazione. Differenze e validazione dei force fields. Considerazioni computazionali. Vantaggi e limitazioni dei force fields.

Cenno alle tecniche di ottimizzazione e problemi numerici associati.

Determinazione della struttura elettronica. L'approssimazione di Born-Oppenheimer. La teoria SCF. L'energia di un determinante. Il teorema di Koopman. Tecniche SCF. Cenno ai sistemi periodici. I metodi semi-empirici. Vantaggi e limitazioni dei metodi semiempirici.

Il problema della correlazione elettronica. Determinanti di Slater eccitati. Il metodo dell'interazione di configurazione. Cenno ai metodi perturbativi. I metodi MPn.

Il metodo del funzionale Densita'. Cenni storici. Il metodo Kohn Sham. Utilizzo delle tecniche DFT: vantaggi e svantaggi.

I metodi Valence Bond. Il metodo Generalized Valence Bond. Vantaggi e limitazioni.

Considerazioni pratiche per i calcoli ab-initio. Definizione dei basis set. Determinazione di proprieta' Molecolari. Il problema del Basis Set Superposition Error. Spettri vibrazionali. Determinazione del potenziale elettrostatiche. Tecniche di localizzazione degli orbitali.

Determinazione ab-initio della densita' elettronica. Cenno all'analisi di Bader.

I metodi ibridi QM/MM. Teoria ed implementazione. Vantaggi e limitazioni

L'analisi conformazionale. Metodi sistematici e casuali. Algoritmi genetici. Il metodo distance geometry.

Utilizzo della Termodinamica statistica per la determinazione di grandezze termodinamiche con metodi ab-initio.

LABORATORIO:

11 pomeriggi al computer dove vengono svolte in modo individuale esperienze di calcolo quantomeccanico per sistemi molecolari usando codici standard, quali Gaussian o Quantum Espresso. Lo studente apprendera' come scrivere un input file, come leggere un output, nozioni di zmatrix, di basis set, di calcolo HF, post-HF e DFT, la termochimica, calcolo di costanti di reazioni e profili reattivi di potenziale, di strutture in stato solido e di stati elettronici eccitati. Infine lo studente scrivera' una relazione individuale su un argomento a scelta.

Prerequisiti e modalita' d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalita' di esame:

- parte teorica: L'esame si articola in una prova scritta obbligatoria ed una eventuale prova orale. La prova scritta richiede la risposta a quesiti teorici.

- laboratorio: colloquio per accertare la comprensione del lavoro svolto, documentato da una relazione scritta.

Propedeuticita' consigliate

Istituzioni di matematiche, Fisica generale I, Fisica generale II, Chimica fisica I , Chimica fisica II

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Introduction to Computational Chemistry F.Jensen – Wiley

Informazioni sul programma

Modalita' di frequenza: Fortemente consigliata per le lezioni e obbligatoria per il laboratorio

Modalita' di erogazione: Tradizionale

Chimica Fisica B

Physical chemistry B

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 9

Prof. MARTINAZZO ROCCO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14287 - v. Golgi, 19

Mail: rocco.martinazzo@unimi.it

Prof. SCAVINI MARCO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14221 - v. Golgi, 19 02503 14270 - v. Golgi, 19

Mail: marco.scavini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu CHIM/02 (9 cfu)

Competenze Acquisite

Padronanza con il concetto di struttura a bande e sua relazione con i fenomeni ottici e di trasporto elettronico. Classificazione in metalli, semiconduttori ed isolanti e loro proprietà elettriche e termiche. Comprensione dei diagrammi delle transizioni di fase nei solidi e della loro reattività in relazione alla termodinamica dei difetti. Conoscenza di tecniche di indagine quali diffrazione da polveri, calorimetria, EPR, Spettroscopia di impedenza, Microscopia Elettronica.

Obiettivi

Il corso propone agli studenti una esposizione sistematica dei concetti fondamentali dello stato solido della materia e delle sue proprietà. L'obiettivo è quello di fornire una solida base per la comprensione della vasta e variegata fenomenologia che accompagna la materia allo stato solido, che possa essere di aiuto per razionalizzare le proprietà strutturali, microstrutturali, termiche, ottiche e di trasporto dei materiali.

Programma

Semplici modelli di metalli. Modello di Drude: conducibilità DC e AC, magnetotrasporto e effetto Hall, conducibilità termica, termopotenza. Modello di Sommerfeld: sfera di Fermi, densità degli stati; energia, pressione ed entropia del gas quantistico di elettroni liberi. Statistica di Fermi-Dirac: funzione di partizione gran-canonica, funzione di Fermi, espansione di Sommerfeld. Struttura cristallina. Reticoli, vettori di base e celle unitarie. Reticoli di Bravais. Reticolo reciproco. Piani reticolari, indici di Miller. Studio delle strutture cristalline: diffusione Thomson, diffrazione di raggi X, leggi di von Laue e di Bragg, fattore di struttura. Elettroni in potenziali periodici. Teorema di Bloch, funzioni di Bloch, bande di energia. Metodo tight-binding e applicazione a sistemi modello: catene lineari, materiali bi- e tri- dimensionali. Distorsione di Peirls. Struttura elettronica del grafene: coni di Dirac, fermioni chirali. Dinamica elettronica semiclassica. Pacchetti d'onda, principio di indeterminazione, equazioni di moto semiclassiche, funzione di distribuzione nello spazio delle fasi. Proprietà fondamentali: inerzia delle bande piene, elettroni e buche, tensore di massa efficace, teoria di Drude-Boltzmann, trasporto DC e AC. Conducibilità ottica. Trasporto diffusivo e trasporto balistico. Sistemi disordinati. Semiconduttori. Densità di portatori di carica in equilibrio termico, legge di azione di massa, potenziale chimico. Drogaggio di tipo p e drogaggio di tipo n. Semiconduttori eterogenei: giunzione p-n, profilo di potenziale, corrente. Interfacce: semiconduttore/metallo, etero-strutture di semiconduttori, quantum wells. Delta doping e drogaggio remoto. Gas elettronico bidimensionale e gating electrostatico. Superfici e Fermi level pinning. Fononi. Modi normali, meccanica statistica di oscillatori armonici. Curve di dispersione fononica, fononi acustici e fononi ottici. Capacità termiche fononiche, modello di Einstein e modello di Debye. Conducibilità termica, scattering fonone-fonone. Diagrammi di Fase: sistemi a uno o due componenti con formazione di composti intermedi e soluzioni solide parziali e complete. Transizioni di Fase dai punti di vista termodinamico e strutturale. Cinetica delle transizioni di Fase. Difetti e Reattività. Difetti puntuali nei solidi, diffusione di materia e di carica. Mmecanismi all'origine della reattività in fase solida. Tecniche di Indagine delle proprietà dei solidi: XRPD, SEM/EMPA, TEM/EELS, AFM, EPR, IS, UV, DSC.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Chimica Fisica A.

Modalità di esame

Prerequisito per accedere all'esame è l'elaborazione di una Relazione sulle prove effettuate in Laboratorio. L'esame consiste in un scritto di 3 ore di durata, nel quale sono posti due quesiti a risposta aperta su argomenti trattati nel corso e due semplici esercizi numerici volti a stabilire il grado di comprensione del corso. Lo scritto è seguito da una parte orale incentrata sulla discussione critica della relazione di laboratorio e degli argomenti ad essa connessi.

Propedeuticità consigliate

Chimica quantistica, Metodi matematici applicati alla chimica.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- N. W. Ashcroft and D. N. Mermim, Solid State Physics, Saunders College Publishing
- T. Ihn, Semiconductor Nanostructures, Oxford University Press,
- Anthony R. West, Solid State Chemistry and its applications Wiley India

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata per le lezioni di teoria, obbligatoria per il modulo di laboratorio.

Modalità di erogazione:

Il corso si articola in lezioni frontali alla lavagna. Il laboratorio si svolge sia nei locali dei laboratori didattici sia in laboratori di ricerca dove sono posizionate le apparecchiature coinvolte.

I docenti offrono la massima disponibilità al ricevimento degli studenti, previo appuntamento.

Pagina web del corso

Materiale ausiliario viene fornito dai docenti su richiesta degli studenti.

Chimica Fisica dello stato solido e delle superfici

Physical chemistry of solid state and surface

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. **SCAVINI MARCO**, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14221 - v. Golgi, 19 02503 14270 - v. Golgi, 19

Mail: marco.scavini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Padronanza della simmetria nei solidi e della struttura delle principali famiglie di solidi inorganici. Comprensione della termodinamica dei difetti puntuali ed estesi. Conoscenza delle principali tecniche di indagine strutturale mediante diffrazione ed assorbimento. Comprensione delle proprietà elettroniche e magnetiche dei solidi con particolare attenzione a fenomeni quali la localizzazione elettronica, la superconduzione, e gli ordinamenti collettivi magnetici, elettrici ed elastici.

Obiettivi

Obiettivo del corso è introdurre gli studenti alla Chimica Fisica dello Stato Solido, enfatizzando l'intima interconnessione tra struttura, microstruttura, termodinamica, chimica dei difetti e proprietà fisiche nei solidi di interesse scientifico e tecnologico. A tal fine, verranno presentati i concetti fondamentali dello stato solido della materia, delle sue proprietà e delle tecniche sperimentali di indagine utilizzate per determinarle. Gli esempi mostrati riguarderanno materiali magnetoresistivi, ferrocici, multiferrocici, conduttori ionici e superconduttori.

Programma

Struttura dei solidi: simmetrie nei solidi cristallini usando la notazione di Hermann-Mauguin. Gruppi spaziali facendo uso delle Tabelle Internazionali di Cristallografia. Classificazione delle principali famiglie di solidi inorganici. Struttura e termodinamica nei vetri.

Difetti nei solidi: Classificazione dei difetti puntuali nei metalli, semiconduttori e composti cristallini. Loro influenza sulle proprietà fisiche dei solidi (struttura, trasporto di carica, magnetismo). Meccanismi di diffusione atomica. Misure di conducibilità ionica. Introduzione ai difetti mono e bi-dimensionali

Proprietà magnetiche dei solidi: fondamenti di magnetismo, origine atomica del magnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo, anisotropia magnetocristallina, magnetoresistenza ed immagazzinamento dati.

Metodi di indagine della Struttura dei solidi: Ricapitolazione dei concetti fondamentali dell'interazione tra luce e materia e della diffrazione. Cenni di Relatività ristretta. Introduzione alle sorgenti di Luce di Sincrotrone e di neutroni. Applicazione della diffrazione da polveri alla scienza dei materiali. Funzione di distribuzione a coppie. Extended X-ray Absorption Fine Structure.

Elettroni nei solidi: cenni sulla struttura a bande; fenomeni di correlazione elettronica e localizzazione: modello di Hubbard, polaroni, localizzazione tipo Anderson. Materiali magnetoresistivi, e con proprietà ferrociche quali ferro-magnetici, ferro-elettrici e ferro-elastici. Introduzione alla superconduttività ed ai materiali superconduttori.

Prerequisiti e modalità d'esame, con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

L'esame consiste in un orale di durata generalmente di 30-40 min., nel quale sono posti diversi quesiti di ampio respiro su argomenti trattati nel corso. Il dialogo tra studente ed esaminatori è importante per valutare la preparazione dell'esaminanda/o.

Propedeuticità consigliate

Conoscenza elementare della simmetria nei solidi, della diffrazione e della struttura a bande Tali contenuti sono erogati estesamente nei corsi di: cristallografia, strutturalistica chimica e/o Chimica Fisica B.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- "Solid State Chemistry and its applications", Anthony R. West, Wiley India ed. 2007
- "Magnetic Materials", N. Spaldin, Cambridge University Press, 2006
- "The Electronic Structure and Chemistry of solids" P.A. Cox, Oxford Univ. Press

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Il corso si articola in lezioni frontali e si avvale dell'utilizzo sia di diapositive preventivamente fornite agli studenti sia di trattazioni fatte alla lavagna.

I docenti offrono la massima disponibilità al ricevimento degli studenti, previo appuntamento.

Oltre alle diapositive delle lezioni, materiale ausiliario viene fornito dai docenti su richiesta degli studenti.

Chimica Inorganica A

Inorganic chemistry A

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 9

Prof. CASELLI ALESSANDRO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14372 - v. Venezian, 21

Mail: alessandro.caselli@unimi.it

Prof. GALLO EMMA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14374 - v. Venezian, 21

Mail: emma.gallo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu CHIM/03 (9 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente acquisirà competenze teoriche sia nel campo della sintesi e caratterizzazione dei complessi metallorganici sia della reattività di tali complessi. Le lezioni prevedono una forte partecipazione degli studenti in modo da sviluppare una loro autonoma analisi critica degli argomenti trattati.

Le attività di laboratorio sono perfettamente integrate con la parte teorica del corso e costituiscono lo strumento indispensabile per una comprensione profonda della chimica dei complessi metallorganici.

Obiettivi

L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze di chimica metallorganica necessarie per la comprensione del ruolo dei complessi metallici in diversi ambiti della chimica di sintesi e della catalisi.

Programma

L'insegnamento prevede 6 crediti (48 ore) di lezioni frontali e 3 crediti (48 ore) di esercitazioni di laboratorio. Le lezioni frontali vertono sulle proprietà generali dei complessi metallorganici che vengono classificati in base alla natura dei legandi coordinati al centro metallico.

L'insegnamento illustra: i) le principali metodiche di sintesi e caratterizzazione dei complessi metallici; ii) le caratteristiche chimico-fisiche dei complessi; iii) le reazioni in cui i complessi metallici sono implicati (reazioni di somma ossidativa ed eliminazione riduttiva; reazioni di inserzione ed eliminazione, addizioni nucleofile ed elettrofile ai leganti coordinati); iv) cenni dell'attività catalitica dei complessi metallici.

Il corso prevede altresì la sintesi e la caratterizzazione di alcuni complessi. Le esercitazioni di laboratorio prevedono l'approfondimento di alcuni argomenti trattati nelle lezioni frontali: i) sintesi template; ii) sintesi di complessi idrurici; iii) attivazione dell'ossigeno molecolare; iv) reazioni di sostituzione dei leganti, v) reazioni di somma ossidativa.

Le esercitazioni sono precedute da un pre-laboratorio durante il quale verranno analizzate le problematiche teoriche e pratiche delle singole esperienze. Le sintesi dei complessi sensibili all'umidità e/o all'ossigeno dell'aria sono eseguite in atmosfera inerte utilizzando la tecnica Schlenk (vuoto/azoto). Gli studenti in questa fase del corso utilizzeranno rampe e vetreria speciale.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti: conoscenze di base della Chimica Inorganica e di Coordinazione

Modalità di esame

Orale (ca. 45 minuti): L'esame, che parte dalla discussione di un'esperienza effettuata in laboratorio, è volto a verificare la preparazione dello studente su tutto il programma svolto.

Propedeuticità consigliate

Chimica dei composti di coordinazione.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Appunti dei docenti.
- The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, 6th Edition. R. H. Crabtree; J. Wiley & Sons, N.Y.
- Organometallics. Ch. Elschenbroich; VCH.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza:

Fortemente consigliata per le lezioni teoriche e obbligatoria per la parte di laboratorio.

Modalità di erogazione:

Tradizionale (lezioni frontali. Tutto il materiale presentato a lezione e le procedure delle esercitazioni di laboratorio a banco singolo sono rese disponibili agli studenti tramite la pagina web del corso che viene costantemente aggiornata)

Pagine web

<http://egallocia.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Chimica Inorganica B

Inorganic Chemistry B

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 9

Prof. MERCANELLI PIERLUIGI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14447 - v. Venezian, 21

Mail: pierluigi.mercandelli@unimi.it

Prof. PROSERPIO DAVIDE MARIA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14446 - v. Golgi, 19

Mail: davide.proserpio@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu CHIM/03 (9 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente sarà in grado di descrivere qualitativamente la struttura elettronica dei complessi dei metalli di transizione e di impiegare queste informazioni per razionalizzare o prevedere la loro geometria e reattività.

Obiettivi

Il corso presenta alcune tecniche basate sulla teoria qualitativa degli orbitali molecolari utili nello studio della struttura elettronica, della geometria molecolare e della reattività dei complessi dei metalli di transizione. Le esperienze di laboratorio guideranno lo studente nell'esecuzione di calcoli degli orbitali molecolari di alcune specie organometalliche.

Programma

LEZIONI: Conteggio degli elettroni nei complessi. Principi di interazione tra orbitali. Orbitali del metallo e dei leganti. Campo dei leganti principale: interazioni sigma (geometria ottaedrica, quadrato planare, piramidale a base quadrata, bipiramidale trigonale, planare trigonale e lineare). Interazioni pi (leganti pi-donatori e pi-accettori, complessi pi). Applicazioni (problemi conformazionali, interazioni agostiche, complessi carbenici, legami metallo-metallo, eliminazione riduttiva, analogia isolobale).

LABORATORIO: Verifica pratica dei modelli descritti durante il corso grazie allo svolgimento degli esercizi del libro di testo adottato, mediante l'impiego di un programma di calcolo semiempirico Extended Hückel (EHT).

Prerequisiti e modalità d'esame, con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenze di base della chimica di coordinazione.

Modalità di esame

Orale. L'esame consiste di una prova orale e verte su tutti gli argomenti trattati nel corso a partire da un argomento delle applicazioni scelto dallo studente. Comporta anche la valutazione di una relazione su due esercitazioni di laboratorio assegnate dal docente.

Propedeuticità consigliate

Chimica dei composti di coordinazione.

Lingua di insegnamento

italiano

Materiale di riferimento

- Yves Jean "Molecular orbitals of transition metal complexes" Oxford University Press, 2005.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata per le lezioni, obbligatoria per il laboratorio.

Modalità di erogazione

Tradizionale

Chimica Metallorganica
Organometallic chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CASELLI ALESSANDRO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14372 - v. Venezian, 21

Mail: alessandro.caselli@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Il corso è strutturato in modo che nei 6 crediti (48 ore) lo studente che si confronta per la prima volta con la chimica organometallica siano in grado di comprenderne gli aspetti fondamentali. Il materiale presentato è una miscela di aspetti fondamentali di base (da libro di testo) e esempi selezionati dalla letteratura più recente. Il corso è il frutto del tentativo di organizzare sistematicamente la chimica organometallica attraverso il confronto delle strutture molecolari con il numero e la natura degli elettroni di frontiera. In più sono presentate diverse applicazioni dei composti organometallici in sintesi organica e in processi industriali basati sulla catalisi omogenea.

Obiettivi

Questo corso è incentrato sulla chimica dei complessi metallorganici: relazioni tra struttura e reattività, caratterizzazione spettroscopica ed applicazioni in sintesi organica e meccanismi di reazione. Si tratta di un corso per studenti della laurea magistrale e ha come obiettivo la formazione degli studenti sugli aspetti di frontiera delle applicazioni della chimica organometallica.

Programma

- 1) Introduzione.
- 2) Energia, polarità e reattività del legame M-C.
- 3) Composti organometallici del "Main group": metodi generali di preparazione.
- 4) Chimica organometallica dei metalli alcalini.
- 5) Composti organometallici dei gruppi 2 e 12.
- 6) Chimica organometallica di boro, alluminio e indio.
- 7) Composti organometallici del gruppo 4.
- 8) Chimica organometallica di rame, argento e oro.
- 9) Classificazione dei complessi organometallici dei metalli di transizione secondo i leganti. Strutture e reattività. Applicazioni in chimica organica.
- 9a) Leganti σ -donatori: composti alchilici e arilici dei metalli di transizione.
- 9b) Leganti σ -donatori - π -donatori / π -accettori: complessi olefinici e allilici. 9c) Leganti σ -donatori / π -accettori: complessi carbenici e carbinici dei metalli di transizione.
- 10) Utilizzo della spettroscopia NMR (^1H , ^{13}C , ^{31}P ed eteronuclei) nella caratterizzazione e nello studio della reattività dei complessi organometallici.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame: Orale

L'esame orale (circa 45 minuti) tende a valutare la preparazione su tutto il programma svolto, a partire da un'analisi dettagliata di un articolo di letteratura (rilevante rispetto al programma svolto) a scelta dello studente.

Propedeuticità consigliate

E' consigliata una buona conoscenza della chimica organica e inorganica di base. Lo studente deve inoltre aver già acquisito i principi fondamentali della chimica di coordinazione

Lingua di insegnamento

Italiano

Inglese (su richiesta)

Materiale di riferimento

Non esiste un testo obbligatorio: il materiale didattico verrà fornito dal docente sotto forma di file.pdf scaricabili dalla rete. Si raccomanda comunque l'accesso ad uno o più dei libri elencati di seguito:

- Crabtree, Robert H. The Organometallic Chemistry of the Transition Metals. 5th ed. New York, NY: John Wiley, 2009.

- Elschenbroich, Christoph Organometallics 3rd, completely revised and extended ed. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2006.

- Cotton, F. Albert; Wilkinson, Geoffrey; Murillo, Carlos A.; Bochmann, Manfred Advanced Inorganic Chemistry 6th ed. New York, NY: John Wiley, 1999.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Tradizionale (lezioni frontali, comunque tutto il materiale presentato a lezione è reso disponibile agli studenti tramite la pagina web del corso e costantemente aggiornato)

Se l'orario lo consente, il corso è tenuto in 24 lezioni in 12 settimane: 2 ore / lezione

Pagine web

<http://acasellicm.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Chimica Organica A **Organic chemistry A**

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 9

Prof. BERNARDI ANNA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14092 - v. Venezian, 21 02503 14111 - v. Venezian, 21

Mail: anna.bernardi@unimi.it

Prof. LICANDRO EMANUELA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14143 - v. Venezian, 21 02503 14151 - v. Venezian, 21

Mail: emanuela.licandro@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu CHIM/06 (9 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente acquisirà competenze complementari a quelle già acquisite nella stereochimica, nel campo della sintesi organica avanzata e nei meccanismi di reazione meno comuni e delle reazioni pericicliche. Dal modulo di laboratorio lo studente acquisirà una buona manualità ed indipendenza nella esecuzione di reazioni di sintesi organica in ambiente inerte e con implicazioni stereochimiche.

Obiettivi

- Approfondire la conoscenza della struttura dei composti organici e dei meccanismi di reazione.
- Fornire nozioni su reazioni organiche non comunemente studiate in corsi introduttivi, ma di grande interesse in sintesi organica.
- Approfondire alcune tecniche sperimentali di laboratorio ed acquisire una certa indipendenza

Programma

1° parte: Chimica Organica A (6 cfu)

Stereochimica. Configurazione. Simmetria e chiralità. Unità stereogeniche. Centri stereogenici. Configurazione al carbonio tetraedrico. Configurazione dei doppi legami. Configurazione nei sistemi ciclici. Centri prochirali. Topismo. Molecole con due o più centri stereogenici. Chiralità ed attività ottica. Atomi, gruppi, facce diastereotopiche ed enantiotopiche. Configurazione assoluta. Analisi e separazione di miscele racemiche. Conformazione. Analisi conformazionale. Conformazione in sistemi aciclici. Conformazione in anelli a sei membri. Conformazione in anelli a sei membri contenenti eteroatomi. Conformazione in altri anelli. Stereoselettività. Sintesi stereoselettive e stereospecifiche. Sintesi enantioselettive. Effetti conformazionali, torsionali e stereoelettronici sulla reattività. Doppia stereodifferenziazione. Meccanismi di reazione. Tipi di meccanismo (eterolitico, omolitico, periciclico). Tipi di reazioni (sostituzioni, addizioni a doppi o tripli legami, β -eliminazioni, riarrangiamenti). Intermedi di reazione (ionici, radicalici, organometallici). Metodi di determinazione del meccanismo (determinazione della presenza di un intermedio, marcatura isotopica, evidenza stereochemica, studio della catalisi, effetti isotopici, evidenza cinetica). Meccanismi "multi-step" con formazione di intermedi. Carbocationi (struttura e stabilità; formazione e reattività dei carbocationi, carbocationi non classici). Meccanismo SN1. Addizione a doppi legami multipli carbonio-carbonio (alcheni, dieni allil/vinil silani, allil/vinil stannani). Meccanismi E1. Radicali liberi (struttura e stabilità, formazione e reattività dei radicali). Addizioni radicaliche a doppi legami. Ciclizzazioni radicaliche. Reazioni di legami C-H non attivati. Meccanismi "one-step" senza formazione di intermedi. Meccanismo SN2. Meccanismo E2. Reazioni pericicliche. Idrometallazione e carbometallazione. Cicloaddizioni concertate. La teoria perturbazionale. La reazione di Diels-Alder (Regioselettività e stereoselettività. Effetto dei sostituenti. Catalisi. Diels-Alder diastereoselettive usando ausiliari chirali. Catalisi enantioselettiva delle reazioni di Diels-Alder. Reazioni di Diels-Alder intramolecolari. Scopo e applicazioni sintetiche. Cicloaddizioni 1,3-dipolari. (Regiochimica e stereochemica. Catalisi. Scopo ed applicazioni). Cicloaddizioni [2+2] (Reazioni di cicloaddizione di alcheni e cheteni. Sintesi di ciclobutani). Riarrangiamenti Unimolecolari. Riarrangiamenti sigmatropici [1,j]. Riarrangiamenti sigmatropici [3,3] (Riarrangiamento di Cope. Riarrangiamento di Claisen e Claisen modificati). Riarrangiamenti sigmatropici [2,3] (Riarrangiamento di solfossidi allilici, di ossidi di ammine, di ilidi di solfonio e di ammonio. Riarrangiamento di Wittig e di aza-Wittig). Eliminazioni termiche unimolecolari (reazioni cheletropiche, decomposizioni di azo-composti ciclici, β Beta-eliminazioni via stati di transizione ciclici).

2° parte: Laboratorio di Chimica Organica A (3 cfu)

Il corso si propone di mettere in pratica alcune delle reazioni presentate nel corso teorico, evidenziando tematiche stereochemiche ed utilizzando tecniche di lavoro in ambiente inerte.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Sono prerequisiti i corsi di Chimica Organica fondamentali della Laurea Triennale in Chimica o Chimica Industriale

Modalità di esame

Il modulo di Chimica Organica prevede una prova finale scritta e, a discrezione del docente, una prova orale, qualora, sulla base del risultato della prova scritta, venisse ritenuto necessario un approfondimento delle conoscenze dello studente. Il modulo di Laboratorio di Chimica prevede come modalità d'esame la valutazione delle prove pratiche effettuate dallo studente durante il corso. Viene verbalizzato un unico voto basato sulla media delle votazioni dei due moduli, pesata in base ai crediti.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- (1) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science;
- (2) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Parte di Chimica Organica: fortemente consigliata

Parte di laboratorio: obbligatoria sia per le lezioni che per le esercitazioni in laboratorio

Modalità di erogazione: Tradizionale

Chimica Organica B Organic chemistry B

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 9

Prof. GENNARI CESARE MARIO ARTURO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14091 - v. Venezian, 21 02503 14093 - v. Venezian, 21

Mail: cesare.gennari@unimi.it

Prof. PIGNATARO LUCA LUIGI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14090 - v. Venezian, 21

Mail: Luca.Pignataro@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 9 cfu CHIM/06 (9 cfu)

Competenze Acquisite

Alla fine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di selezionare una serie di reazioni per una particolare sintesi organica, basandosi sulla valutazione delle possibilità più efficaci tra quelle disponibili.

Obiettivi

L'obiettivo del corso è di sviluppare nello studente una base fondamentale di conoscenza delle reazioni organiche nel contesto della sintesi organica.

Programma

- Alchilazione degli enolati e di altri carboni nucleofili. Generazione e proprietà degli enolati e di altri carbanioni stabilizzati: generazione degli enolati per deprotonazione; regioselettività e stereoselettività della formazione degli enolati; altri metodi di generazione degli enolati; effetto solvente sulla struttura e reattività degli enolati. Alchilazione degli enolati: alchilazione degli enolati altamente stabilizzati; alchilazione al carbonio e all'ossigeno; alchilazione degli enolati dei chetoni; alchilazione di aldeidi, esteri, carbossilati, ammidi e nitrili; generazione ed alchilazione dei dianioni; reazioni di alchilazione intramolecolare degli enolati; controllo della enantioselettività nelle reazioni di alchilazione. Gli analoghi azotati degli enoli e degli enolati: enammine ed anioni delle immine. Problemi.

- Reazioni di nucleofili al carbonio con gruppi carbonilici. Le reazioni di addizione aldolica e condensazione aldolica: studio del meccanismo; le condensazioni aldoliche miste con aldeidi aromatiche; controllo della regiochimica e della stereochimica delle reazioni aldoliche miste di aldeidi e chetoni alifatici; controllo della regio- e stereoselettività di reazioni aldoliche di aldeidi e chetoni; reazioni aldoliche di enolati di esteri e di altri derivati carbonilici; la reazione aldolica di Mukaiyama; controllo della selettività facciale nelle reazioni aldoliche e di Mukaiyama; reazioni aldoliche intramolecolari ed anellazione di Robinson. Reazioni di addizione ad immine e a ioni imminio: la reazione di Mannich; le addizioni di addizione agli ioni N-acilimminio; le reazioni di condensazione catalizzate dalle enammine. Le reazioni di acilazione dei carbanioni: Claisen; Dieckmann; acilazione degli enolati e di altri carboni nucleofili. Reazioni di olefinazione: la reazione di Wittig e reazioni correlate; reazioni di composti carbonilici con alfa-sillil carbanioni; la reazione di olefinazione di Julia. Reazioni che procedono per addizione-ciclizzazione: ilidi dello zolfo e nucleofili correlati; la reazione di Darzens. Reazione di addizione coniugata di nucleofili al carbonio: addizione coniugata degli enolati; addizione coniugata con alchilazione tandem; addizione coniugata di equivalenti di enolati (Mukaiyama-Michael); controllo della selettività facciale nelle reazioni di addizione coniugata; addizione coniugata di reagenti organometallici; addizione coniugata di ione cianuro. Problemi.

- Addizioni elettrofile a legami multipli C-C. Addizioni elettrofile agli alcheni: addizione di acidi alogenidrici, idratazione, ossimercuriazione, addizione di alogeni, reazioni con elettrofilo a base di zolfo e selenio. Reazioni di ciclizzazione elettrofila: alocicizzazioni; sulfenilciclizzazioni e selenilciclizzazioni; ciclizzazioni via ioni mercurinio. Reazioni di sostituzione elettrofila in alfa al gruppo carbonilico: alogenazione, sulfenilazione e selenilazione in alfa a gruppi carbonilici. Addizioni ad alleneni e ad alchini. Addizione a doppi legami attraverso intermedi di organoboro: idroborazione; reazioni degli organoborani (trasformazioni in alcoli, ammine, alogenuri); idroborazione enantioselettiva, idroborazione di alchini. Idroalluminazione, carboalluminazione, idrozirconazione e reazioni correlate. Problemi.

- Composti organometallici del I, II e III gruppo. Preparazione, proprietà e reazioni di composti di organomagnesio, di organolitio, di organozinco, di organocadmio, di organomercurio, di organoindio e di organocerio. Problemi. Carbanioni ed altre specie nucleofile al carbonio (acidità degli idrocarburi; carbanioni stabilizzati da gruppi funzionali; enoli ed enammine; carbanioni come nucleofili nelle reazioni SN2; problemi).

- Esercitazioni alla lavagna sugli argomenti del corso.

Prerequisiti e modalità d'esame, con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Buona conoscenza della chimica organica di base.

Modalità di esame: Test scritti (3 test "in itinere") e esame finale orale. Ciascun test scritto è tipicamente composto di 10-15 esercizi presi dal libro di riferimento (Carey & Sundberg, Part B). Gli esercizi sono simili o di difficoltà comparabile a quelli svolti durante le esercitazioni alla lavagna. L'esame orale finale consisterà soprattutto in una discussione dei test scritti.

Propedeuticità consigliate

I corsi di chimica organica della laurea triennale: Chimica Organica I, Chimica Organica II, Laboratorio di Chimica Organica, Approfondimenti di Chimica Organica.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science.
- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza
Obbligatoria (esercitazioni).
Fortemente consigliata (lezioni).

Modalità di erogazione
Tradizionale.

Chimica quantistica Quantum chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CEOTTO MICHELE, DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Mail: Michele.Ceotto@unimi.it

Prof. SIRONI MAURIZIO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA
Indirizzo: 02503 14251 - v. Golgi, 19

Mail: maurizio.sironi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Obiettivi

Acquisizione dei concetti base della teoria quantistica (funzione d'onda, equazione di Schrodinger, quantizzazione dei livelli energetici, etc.) e del loro utilizzo nella descrizione degli atomi e delle molecole.

Programma

Gli albori della teoria quantistica:

Radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, vibrazioni degli atomi nei cristalli, spettro dell'atomo di idrogeno, onde di De Broglie, Principio di indeterminazione

Equazione d'onda classica:

Equazione d'onda 1D, separazione di variabili, sovrapposizione di modi normali, membrana vibrante.

Equazione di Schrodinger: Operatori Lineari, Problemi ad autovalori, Interpretazione della funzione d'onda, Medie, Particella nella scatola.

Effetto tunnel.

Postulati della Meccanica Quantistica: Funzioni di state, Osservabili, Commutatori, Operatori Hermitiani, Operatori Commutanti, Equazione di Schrodinger dipendente dal tempo.

Oscillatore Armonico: Livelli Energetici e Funzioni d'Onda, Polinomi di Hermite, Molecola Diatomica.

Rotatore Rigido: Livello energetici e Armoniche Sferiche.

Atomo di Idrogeno: Livelli energetici e Orbitali.

Metodi Approssimati: Metodi Variazionali, Teoria delle Perturbazioni indipendenti dal tempo e dipendenti dal tempo

Atomi polielettronici Equazioni Hartree Fock, Campo Autoconsistente, Antisimmetria della Funzione d'onda, Determinante di Slater, Termini atomici, il metodo Thomas-Fermi e Thomas-Fermi-Dirac.

Molecole: Approssimazione di Born-Oppenheimer, Teoria degli Orbitali Molecolari, SCF-LCAO. Funzione MO, Equazioni di Hartree-Fock-Roothaan. Metodi post-Hartree-Fock: interazione di configurazioni (CI), Full CI, metodi multiconfigurazionali, metodi perturbativi (Moeller-Plesset) e Coupled cluster. Teoria del funzionale density (DFT). I teoremi di Hohenberg-Kohn e il funzionale di scambio e correlazione

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame: orale

L'esame consiste in un colloquio orale o una prova scritta, mediamente di 40 minuti. Allo studente è richiesto di aver compreso il significato fisico e le condizioni di applicabilità delle leggi e teoremi discussi nel corso delle lezioni. Per verificarne la comprensione, sarà inoltre richiesto, sotto la guida e la supervisione dei docenti, di svolgere semplici esercizi su argomenti illustrati a lezione.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- D.A. McQuarrie, Quantum chemistry, 2nd ed., University Science Books, USA, 2008
- P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Chimica supramolecolare

Supramolecular chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CARLUCCI LUCIA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14445 - v. Venezian, 21 02503 14461 - v. Venezian, 21

Mail: lucia.carlucci@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Comprendere l'azione e l'importanza delle forze intermolecolari nei processi di formazione di differenti sistemi supramolecolari a partire dai componenti di base, molecolari o ionici. Saper utilizzare i concetti acquisiti sia per analizzare che per progettare una struttura supramolecolare. Comprendere la letteratura specifica relativa ai temi della chimica supramolecolare.

Obiettivi

Apprendere i concetti fondamentali della chimica supramolecolare, le interazioni intermolecolari e le metodologie di sintesi che sfruttano il riconoscimento molecolare. Introdurre lo studente ai diversi campi di applicazione dei sistemi supramolecolari.

Programma

Concetti fondamentali della chimica supramolecolare. Interazioni intermolecolari e aspetti strutturali delle interazioni deboli nei sistemi host-guest.

Riconoscimento molecolare e recettori molecolari. Macro cicli organici: sintesi ed applicazioni. Complessazione di cationi, anioni e molecole neutre in soluzione. Metodi per la determinazione delle stechiometrie e delle costanti di complessazione. Self-assembly e crystal engineering. Architetture supramolecolari di coordinazione: poligoni, gabbie e poliedri molecolari. Composti clatrati inorganici e organici.

Network di coordinazione: metodi di sintesi, strutture e classificazione topologica. Network di coordinazione porosi (Metal-Organic-Framework): cenni alle tecniche di caratterizzazione delle loro proprietà host-guest, applicazioni negli ambiti della catalisi e dell'immagazzinamento di gas di interesse energetico e ambientale.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Di norma esame orale composto di due parti:

- a) interrogazione sugli argomenti trattati durante il corso.
- b) discussione di un articolo di letteratura, scelto e concordato con il docente, riguardante un argomento trattato durante il corso.

Propedeuticità consigliate

Corsi di base degli anni precedenti.

Materiale di riferimento

- J.W. Steed, J.L. Atwood, Supramolecular chemistry, Wiley, Chichester, 2000.
- J.-M. Lehn, Supramolecular chemistry: concepts and perspectives, VCH, Weinheim, 1995

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata
Modalità di erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://carluccics.ariel.ctu.unimi.it>

Chimica teorica

Theoretical chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CEOTTO MICHELE, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Mail: Michele.Ceotto@unimi.it

Prof. MARTINAZZO ROCCO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14287 - v. Golgi, 19

Mail: rocco.martinazzo@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Padronanza della risoluzione di problemi quantistici di ambito chimico, sia statici che dinamici.

Obiettivi

L'obiettivo di questo corso è quello di portare lo studente alla conoscenza e familiarità con i metodi quanto meccanici applicati alla struttura della materia con particolare riferimento alla dinamica quantistica.

Programma

Spazio degli stati ed algebra degli operatori. Risoluzione spettrale. Misura in meccanica quantistica. Evoluzione deterministica ed equazione di Schrodinger dipendente dal tempo. Operatore di evoluzione temporale, sue proprietà e rappresentazione seriale. Derivata dinamica. Descrizioni di Schrodinger, Heisenberg, Dirac. Teoria delle perturbazioni dipendente dal tempo. Applicazioni: la soluzione time-dependent della particella libera; il pacchetto d'onda nello spazio reciproco e diretto; la funzione time-dependent di Heller; sistema a due livelli, polarizzabilità dinamica e fotoassorbimento.

O1 Stati misti, operatore densità, equazione di Liouville-von Neumann. Interazione con l'ambiente, approssimazione di Markov, equazione di Lindblad (cenni). Teoria della risposta lineare, funzioni risposta, relazione di Kubo-Martin-Schwinger, teorema di fluttuazione-dissipazione.

Approssimazione di Born-Oppenheimer. La probabilità di transizione sotto l'effetto di una perturbazione dipendente dal tempo. Le superfici di energia potenziale diabatiche. La probabilità di trasferimento elettronico in rappresentazione diabatica. L'approssimazione adiabatica. Le superfici di energia potenziale adiabatiche. Derivazione delle formula di Landau-Zener. Il metodo surface hopping.

Soluzione numerica esatta dell'equazione di Schrodinger: diagonalizzazione esatta, split-operator, Lanczos. Soluzioni approssimate: il principio variazionale dipendente dal tempo e i metodi variazionali. Metodi configurazionali: TDSCF, MCTDH, ML-MCDTH.

O2 Il problema elettronico: funzione d'onda e densità elettronica. Metodi Hartree-Fock e post-Hartree-Fock: teoria delle perturbazioni, metodi multiconfigurazionali, interazione di configurazione. Teoria del funzionale densità: modello di Thomas-Fermi, teoremi di Hohenberg-Kohn e metodo di Khon-Sham. Funzionali di scambio e di correlazione. Pseudopotenziali.

Approccio macroscopico per la costante di reazione. Approccio microscopico per la costante cinetica. La sezione d'urto collisionale e reattiva.

La teoria dello stato di transizione. Le reazioni unimolecolari e la loro costante cinetica. La teoria del trasferimento elettronico e derivazione della Marcus.

O1 Teoria della risposta lineare, funzioni risposta, relazione di Kubo-Martin-Schwinger, teorema di fluttuazione-dissipazione.

Gli integrali di cammino di Feynman: derivazione e commenti. Teoria semiclassica.

[Per ragioni di tempo O1 e O2 sono mutuamente esclusivi e concordati con gli studenti, in base ai loro interessi.]

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

È consigliabile che lo studente abbia familiarità con i contenuti e gli strumenti matematici dei corsi di Chimica Fisica A, Chimica Quantistica e Metodi matematici applicati alla chimica.

Modalità di esame

L'esame consiste in un colloquio orale, mediamente di 40 minuti per ogni modulo. Allo studente è richiesto di aver compreso il significato fisico e le condizioni di applicabilità delle leggi e teoremi discussi nel corso delle lezioni. Per verificarne la comprensione, sarà inoltre richiesto, sotto la guida e la supervisione dei docenti, di svolgere semplici esercizi su argomenti illustrati a lezione.

Propedeuticità consigliate

Chimica Fisica A, Chimica Quantistica, Metodi matematici applicati alla chimica

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- D. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective, University Science Books, Sausalito, CA, 2007
- R.D. Levine, Molecular Reaction Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 2005
- A. Messiah, Quantum mechanics, Dover Publications, New York, 2000
- A. Nitzan, Chemical Dynamics in Condensed Phases: Relaxation, Transfer and Reactions in Condensed Molecular Systems, Oxford University Press, 2006

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza
Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale. Il corso si articola in una serie di lezioni frontali rigorosamente alla lavagna. A supporto delle lezioni, è disponibile un ricco materiale didattico costituito da dispense scritte dai docenti oltre che dai libri di testo consigliati.

Altre informazioni

I docenti offrono la massima disponibilità al ricevimento degli studenti. Si consiglia di prendere appuntamento via email.

Pagina web del corso

Il materiale per il corso sarà inviato (formato pdf) o indicato dai docenti a lezione

Cristallochimica

Crystal Chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. **LO PRESTI LEONARDO**, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14252 - v. Golgi, 19

Mail: leonardo.lopresti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

- (1) Competenze di cristallografia di base, incluse la capacità di comprendere e interpretare una figura di diffrazione di raggi X da cristallo singolo e giudicare la bontà di un esperimento.
- (2) Competenze di algebra vettoriale in sistemi di riferimento non-cartesiani.
- (3) Conoscenza dei metodi moderni per lo studio del legame chimico nei solidi nello spazio reale, con particolare focus sull'analisi topologica della densità elettronica in accordo con la Teoria Quantistica degli Atomi nelle Molecole.

Obiettivi

Il corso intende fornire una panoramica dei moderni metodi relativi allo studio del legame chimico nei solidi tramite metodi sperimentali e computazionali.

Programma

Simmetrie puntuali (riepilogo). Simmetrie traslazionali. Elementi di teoria dei gruppi, gruppi spaziali. Strutture cristalline: reticolo cristallino, sistema cristallino, reticolo di Bravais. Legge di Bragg. Reticolo reciproco (costruzione di Ewald, sfera limite, vettore di scattering). Cristallografia computazionale: sistemi di riferimento, matrice metrica, trasformazioni di similitudine negli spazi diretto e reciproco. Teoria cinematica del fattore di struttura. Densità elettronica, suo ruolo nello studio di sistemi chimici e la sua determinazione sperimentale da dati di diffrazione raccolti a basse temperature. Strumenti: diffrattometri e criostati. Modelli multipolari. Teoria quantistica degli atomi nelle molecole (QTAIM): sua giustificazione fisica. Sottosistemi quantistici. Teoremi di Eherenfest e di Heisenberg. Evoluzione temporale di un osservabile: forze agenti nei sottosistemi quantici. Teorema del viriale. Concetto di atomo topologico. Proprietà dalla densità elettronica: Laplaciano, ellitticità, momenti elettrostatici, proprietà integrali. Metodi basati sulla densità elettronica per studiare le interazioni non-covalenti alla base del riconoscimento molecolare. Tecniche di controllo della cristallizzazione, polimorfismo, ingegneria cristallina. Problema CSP ("Crystal Structure Prediction") e

possibili approcci computazionali.

Il corso può prevedere alcune esercitazioni computazionali pratiche: modellizzazioni quantistiche periodiche; interpretazione di dati di diffrazione con modelli multipolari e confronto tra densità elettroniche teoriche e sperimentali.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Orale: L'esame consiste in una serie di domande aperte con cui il docente verificherà che il candidato (1) abbia una ragionevole padronanza delle nozioni di base della materia, (2) abbia compreso il quadro di riferimento generale di tali nozioni e (3) sappia applicare il know-how acquisito per risolvere semplici problemi, anche con riferimento alla pertinente letteratura scientifica.

Propedeuticità consigliate

È consigliabile che lo studente abbia un minimo background in meccanica quantistica di base e algebra vettoriale

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Cristallografia generale: C. Giacovazzo et al, Fundamentals of Crystallography, Edited by C. Giacovazzo, International Union of Crystallography (IUCr), Oxford University Press, Oxford, UK, 1992 (o un'edizione più recente)
- Cristallografia applicata: G. H. Stout & L. H. Jensen, X-ray Structure Determination: A practical guide, John Wiley and Sons, New York, USA, 1989
- Teoria Quantistica degli Atomi nelle Molecole: R. F. W. Bader, Atoms in Molecules: A Quantum Theory, Clarendon Press - Oxford, UK, 1990

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Il corso si articola in una serie di lezioni frontali, normalmente tenute alla lavagna. Sono anche previste alcune esercitazioni pratiche (si veda il programma). A supporto delle lezioni, è disponibile un ricco materiale didattico costituito da dispense scritte dai docenti, lucidi e articoli scientifici.

Pagine web

<http://lloprestic.ariel.ctu.unimi.it/v5/Home>

Elettrochimica

Electrochemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. VERTOVA ALBERTO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14232 - v. Golgi, 19

Mail: alberto.vertova@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di definire e calcolare i potenziali dei semielementi galvanici e di cella. Comprensione dei parametri che incidono sulle sovratensioni. Effetto del solvente e dell'elettrolita. Legge limite di Debye-Huckel: discussione dei parametri fondamentali. Utilizzo dell'equazione di Butler Volmer e della retta di Tafel. Comprensione dell'uso di semiconduttori come elettrodi. Comprensione e discussione dei processi di conversione dell'energia e dei processi a membrana

Obiettivi

Introdurre gli studenti a temi specifici dell'elettrochimica, richiamando i concetti base, sia termodinamici sia cinetici, presentando e discutendo aspetti connessi alle soluzioni elettrolitiche ed ai nuovi materiali elettrodi; ai semiconduttori; alle membrane a scambio ionico. Comprendere i processi innovativi applicati alla conversione dell'energia ed ai trattamenti ambientali.

Programma

Richiamo dei concetti elettrochimici di base. Potenziale Volta, di superficie e Galvani. L'equazione di Nernst. Il doppio strato elettrico: formazione e parametri. Legge limite di Debye-Huckel: discussione e campi applicazione. Termodinamica dell'interfase: la curva elettrocapillare, i modelli del doppio strato elettrico: Helmholtz; Guy-Chapman, Stern, e la capacità del doppio strato. Cinetica elettrochimica: equazione di Butler Volmer e retta di Tafel. Corrente limite. Elettrodi a semiconduttori: il piegamento delle bande. La fotoelettrochimica. Sistemi avanzati di conversione dell'energia. Processi a membrana: elettrodialisi ed elettro-elettrodialisi. I diagrammi di Pourbaix

Esperienze di laboratorio

La conversione di energia: elettrolisi dell'acqua e pila a combustibile. Elettrodeposizione di rame. Elettro-elettrodialisi di una soluzione di solfato di sodio.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Aver già seguito i corsi di Chimica Fisica I e Chimica Fisica II

Modalità di esame

Orale: verrà verificata la capacità di presentare, commentare e discutere i fenomeni e le equazioni presentate a lezione; verrà chiesto di discutere i grafici presentati a lezione, in relazione ai fenomeni elettrochimici che li determinano. Sarà richiesta la capacità di risolvere esercizi e problemi connessi ai temi svolti. Verranno discussi i risultati ottenuti nelle prove di laboratorio.

Propedeuticità consigliate

Matematica. Fisica. Chimica Fisica I. Laboratorio di Chimica Fisica I. Chimica Fisica II / laboratorio di chimica fisica II.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Verranno messe a disposizione sulla piattaforma ARIEL le presentazioni Power Point discusse a lezione.

Testi raccomandati:

- J.O.M. Bockris, A.K.N. Reddy "Modern Electrochemistry – 2A" Kluwer Academic Publishers;
- M. A. Brett and A. M. Oliveira Brett, "ELECTROCHEMISTRY: Principles, Methods, and Applications" Oxford University Press.
- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner; "ELECTROCHEMICAL METHODS: Fundamentals and Applications" – Wiley and Sons INC, New York.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Lezioni frontali: fortemente consigliata

Laboratorio: obbligatorio

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Fotoluminescenza e risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorganica e metallorganica **Photoluminescence and magnetic resonance: applications in organometallic and inorganic chemistry**

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CARIATI ELENA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14370 - v. Venezian, 21

Mail: elena.cariati@unimi.it

Prof. MAGGIONI DANIELA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14350 - v. Venezian, 21 02503 14352 - v. Venezian, 21

Mail: Daniela.Maggioni@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenza dei fenomeni di base nelle spettroscopie di fotoluminescenza e di risonanze magnetiche.

Obiettivi

Acquisizione dei principi teorici e pratici ed applicazioni della fotoluminescenza e delle risonanze magnetiche di materiali inorganici e metallorganici.

Programma

Parte di Fotoluminescenza (Elena Cariati)

Nella prima parte del modulo verranno descritti i principi base della fotoluminescenza. Nella seconda parte verranno trattati i dettagli strumentali ed i principi di funzionamento delle moderne apparecchiature. Nella terza parte si discuteranno aspetti specifici e i campi di applicazione di materiali inorganici e metallorganici fotoluminescenti.

Parte di Risonanze magnetiche (Daneila Maggioni)

Nella prima parte del modulo verranno presentati gli eteronuclei NMR attivi più comuni in chimica inorganica e metallorganica, le loro proprietà, le modalità per osservare isotopi di bassa sensibilità e di bassa abbondanza naturale. Nella seconda parte si descriveranno metodologie ed esperimenti non convenzionali.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Nozioni NMR di base.

Modalità di esame:

L'esame verrà svolto in modalità orale, valutando contemporaneamente le conoscenze e le competenze acquisite per entrambi i moduli. Visto il maggior peso della parte di luminescenza, il numero maggiore di domande verterà su questo argomento.

Lingua di insegnamento

italiano

Materiale di riferimento

Sul sito Ariel di riferimento al corso sono disponibili le slides presentate a lezione e tutto il materiale necessario per l'approfondimento degli argomenti trattati.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza:

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione

Il corso verrà sostanzialmente svolto attraverso lezioni frontali coadiuvate da limitate sessioni in laboratori strumentali volte ad approfondire l'aspetto pratico-strumentale trattato in aula

Pagine web

<http://tberinghellirmacim.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Homogeneous catalysis

Homogeneous catalysis

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. RAGAINI FABIO ATTILIO CIRILLO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14373 - v. Venezian, 21

Mail: fabio.ragaini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di esaminare un processo catalitico non solo per gli aspetti di laboratorio, ma anche per quelli relativi all'applicabilità del sistema impiegato a un processo su larga scala, alla stabilità del sistema impiegato e ad altri aspetti di carattere industriale.

Obiettivi

Il corso illustra i principali processi industriali che utilizzano catalizzatori organometallici omogenei, fornendo al contempo le conoscenze necessarie per affrontare da un punto di vista chimico, non ingegneristico, i problemi che si riscontrano quando si passa dalla scala di laboratorio a quella industriale.

Programma

Processi industriali e di laboratorio per la sintesi di prodotti chimici (fine chemicals e prodotti di base), che utilizzino complessi di metalli di transizione come catalizzatori in fase omogenea, con particolare attenzione ai processi industriali. Isomerizzazione delle olefine e loro polimerizzazione; idrogenazione (anche asimmetrica) di olefine, chetoni e immine; idrocianazione e idrosililazione di olefine; reazioni di alchini; carbonilazione di alogenuri organici; carbonilazione del metanolo ad acido acetico, anidride acetica e vinil acetato; reazioni di idroformilazione; reazioni di carbosilazione di olefine; reazioni di metatesi di olefine; ciclopropanazioni; copolimerizzazione CO-olefine; sintesi di dimetilcarbonato e dimetilossalato; carbonilazione riduttiva di nitroareni.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame:

Orale. L'esame è costituito da una serie di domande su tutto il programma svolto, volte a determinare il grado di conoscenza dell'argomento raggiunto e la capacità di utilizzare i concetti acquisiti

Propedeuticità consigliate

Chimica Inorganica A

Lingua di insegnamento

Inglese

Materiale di riferimento

- Lucidi delle lezioni distribuiti a lezione
- Steinborn, Fundamentals of Organometallic Catalysis, Wiley-VCH, 2012
- van Leuween,, Homogeneous Catalysis, Kluwer, 2004

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Medicinal chemistry

Medicinal chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y , F7Y; totale cfu 6

Prof. **BELVISI LAURA** , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14086 - v. Venezian, 21

Mail: laura.belvisi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/08 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscenza dei concetti di base della chimica farmaceutica, degli aspetti più rilevanti dell'azione dei farmaci, delle tecniche utilizzate nel processo di scoperta e sviluppo di un farmaco efficace ed anche delle difficoltà da affrontare in questo percorso. Conoscenza di alcune classi di farmaci scelte per esemplificare i concetti generali. Capacità di comprendere e discutere attività di chimica farmaceutica in contesti multidisciplinari e gli sviluppi di una disciplina in continua evoluzione.

Obiettivi

Il corso si propone di fornire a studenti di corsi di laurea chimici una introduzione alla chimica farmaceutica, i principi generali e le conoscenze di base della disciplina, con particolare riferimento alle fasi dell'azione di un farmaco, ai meccanismi molecolari grazie ai quali i farmaci agiscono sull'organismo e al processo di scoperta e sviluppo di un farmaco.

Programma

Fasi principali dell'azione di un farmaco (20 ore). Fase farmaceutica, farmacocinetica e farmacodinamica. Farmacocinetica: processi di Assorbimento, Distribuzione, Metabolismo, Escrezione. Farmacodinamica: i bersagli molecolari dei farmaci e il concetto di recettore. Struttura dei recettori e loro funzionamento. L'interazione farmaco-recettore. Aspetti quantitativi dell'azione di un farmaco. Definizione di affinità, potenza, efficacia, selettività, indice terapeutico. Definizione di agonista, agonista parziale, agonista inverso, antagonista. L'attivazione dei recettori: teorie recettoriali. Processi di trasduzione del segnale. Gli enzimi come bersagli dei farmaci.

Fasi principali del processo di scoperta e sviluppo di un farmaco (14 ore). Approcci per l'identificazione di HIT e LEAD. Indici di efficienza. Modificazione e ottimizzazione di un composto LEAD: isosteria e bioisosteria; semplificazione e complicazione molecolare, analoghi rigidi e uso di profarmaci. Modificazione molecolare di un lead peptidico e sviluppo di peptidomimetici. Introduzione allo studio delle relazioni struttura-attività e ai principali approcci computazionali per la progettazione e l'ottimizzazione di nuovi farmaci. Esercitazione sull'uso di alcune banche dati strutturali e tecniche per lo screening virtuale.

Esame di alcune classi di farmaci per illustrare gli aspetti discussi nella parte generale (14 ore).

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Conoscenza dei contenuti di chimica organica insegnati in una laurea triennale di ambito chimico.

Modalità di esame

Scritto

L'esame consiste in una prova scritta che punta ad accertare le conoscenze dello studente sui diversi argomenti affrontati nel corso.

Tipicamente la prova scritta comprenderà 4-5 domande a risposta aperta: 1-2 avranno per oggetto le fasi dell'azione di un farmaco, 1-2 il processo di scoperta e sviluppo di un farmaco e 1-2 riguarderanno una classe di farmaci discussa nel corso. La valutazione del profitto dello studente sarà effettuata in base ai seguenti criteri: conoscenza degli aspetti fondamentali delle fasi di azione e del processo di scoperta e sviluppo dei farmaci, capacità di discutere in modo critico ed integrato questi aspetti generali in esempi specifici indicati nella prova di esame.

Propedeuticità consigliate

Corsi fondamentali di chimica organica di una laurea triennale in ambito chimico.

Lingua di insegnamento

inglese

Materiale di riferimento

- G. L. Patrick, An introduction to Medicinal Chemistry, Fifth or Sixth edition, Oxford University Press

- T. L. Lemke, D. A. Williams, V. F. Roche, S. W. Zito, Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Seventh edition, Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale. In aggiunta alle lezioni frontali sono previste attività didattiche integrative che comprendono esercitazioni in aula informatica sull'uso di banche dati d'interesse per la chimica farmaceutica e seminari di approfondimento su argomenti del corso.

Pagine web

<http://lbelvisimc.ariel.ctu.unimi.it/v1/home>

Metodi chimico-fisici di indagine applicati a sistemi molecolari e nanostrutturati **Physico-chemical methods of investigation applied to molecular systems and nanostructured**

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CEOTTO MICHELE, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Mail: Michele.Ceotto@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente apprenderà la teoria fondamentale alla base di varie tecniche di indagine di materiali e superfici in fase condensata, quali diffrazione di raggi X e di elettroni, microscopia a scansione a effetto tunnel, microscopia a forza atomica, spettroscopia fotoelettronica a raggi X e risonanza paramagnetica elettronica. Inoltre, lo studente acquisirà conoscenze di meccanica quantistica di base volte alla comprensione degli spettri molecolari nel campo dalle microonde al visibile.

Obiettivi

Il corso intende fornire un'introduzione a metodi avanzati, sperimentali e teorici, per lo studio dei materiali, sia in fase condensata che molecolari.

Programma

La simmetria delle molecole. Introduzione e applicazioni della teoria dei gruppi puntuali. Il moto rotazionale, vibrazionale ed elettronico delle molecole e relative spettroscopie. Interpretazione degli spettri IR per gruppi funzionali. Gli spettri Raman. Dissociazione e predissociazione delle molecole. I fenomeni di fluorescenza e fosforescenza. I cromofori, la visione e i colori dei minerali. Il laser e il laser pulsato. Cenni al dicroismo circolare. Cenni alla risonanza elettronica paramagnetica.

Introduzione alla scienza dei materiali. Proprietà meccaniche dei materiali. Reticoli cristallini, difetti estesi. Superfici e relative tecniche di indagine strutturali. Diffrazione di raggi X, diffrazione di elettroni, fenomeni fotoelettronici. Applicazioni a materiali nanostrutturati. Microscopia a scansione a effetto tunnel e microscopia a forza atomica.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

È consigliabile che lo studente abbia un minimo background in chimica fisica.

Modalità di esame

L'esame consiste in un colloquio orale, mediamente di 40 minuti. Allo studente è richiesto di aver compreso il significato fisico e le condizioni di applicabilità delle leggi e teoremi discussi nel corso delle lezioni. A questo scopo, sarà inoltre richiesto, sotto la guida e la supervisione dei docenti, di svolgere semplici esercizi su argomenti illustrati a lezione.

Propedeuticità consigliate

Chimica Fisica I

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- P. Atkins and J. De Paula, Physical Chemistry, ninth edition
- P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, fifth edition

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Il corso si articola in una serie di lezioni frontali. A supporto delle lezioni, è disponibile un ricco materiale didattico costituito da dispense scritte dai docenti.

Pagine web

<http://lloprestic.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Metodi fisici avanzati in Chimica Organica

Advanced physics methods in organic chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. VASILE FRANCESCA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14085 - v. Venezian, 21

Mail: Francesca.Vasile@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Al termine del corso lo studente è in grado di:

-interpretare eventi termici in analisi DSC e TGA

-interpretare gli spettri di diffrazione di polveri, utilizzare le banche dati ed effettuare semplici analisi qualitative e quantitative di miscele di polveri policristalline

- interpretare il risultato di un'analisi multivariata
- interpretare spettri e individuare la struttura di semplici composti organici dai relativi spettri ¹H e ¹³C NMR e MS.

Obiettivi

Il corso fornisce le basi su i) principi e applicazioni della diffrazione di polveri; ii) analisi termiche; iii) analisi chemiometriche; iv) spettroscopia di massa v) risonanza magnetica nucleare, per rendere gli studenti autonomi nella risoluzione di problematiche qualitative e quantitative comuni.

Programma

Principi della diffrazione, Aspetti pratici della diffrazione di polveri; Analisi qualitativa e quantitativa delle fasi presenti in una miscela mediante diffrazione a polveri; La banca dati ICDD ed il suo uso per il riconoscimento delle fasi; Gli standard NIST per la diffrazione a polveri; La caratterizzazione della microstruttura. Esempi di applicazioni industriali della diffrazione di polveri in ambito farmaceutico e della scienza dei materiali. Analisi termiche: principi. Termogravimetria e calorimetria a scansione differenziale. Principi di analisi multivariata.

Principi di Spettrometria di Massa (MS), aspetti pratici della MS, determinazioni strutturali di composti organici, applicazioni di HPLC-MS. Le basi della spettroscopia di NMR ¹H e ¹³C. Chemical shift e costante di accoppiamento. Dipendenza del chemical shift e della costante di accoppiamento dalla struttura di molecole organiche. Tecniche monodimensionali. Esempi di interpretazione di spettri NMR e MS.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Conoscenze dei concetti di base della chimica organica, della struttura molecolare. Matematica e calcolo numerico (come da programma del primo anno)

Modalità di esame

Scritto: L'esame è organizzato in una prova scritta del valore massimo di 30/30 (trenta). La prova sarà divisa in due parti, una parte riguarderà il programma svolto sulla diffrazione e una parte quello su MS ed NMR. Ogni parte sarà composta da domande sulla teoria ed esercizi e assegnerà 15 (quindici) punti.

Eventuali informazioni aggiuntive sulle modalità di valutazione saranno illustrate durante il corso.

Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II
Chimica generale e inorganica.
Complementi di matematica e calcolo numerico.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Analisi di Materiali Policristallini Mediante Tecniche di Diffrazione, Guagliardi & Masciocchi Ed.s, Insubria University Press, Varese 2007.
- Guida Pratica alla Interpretazione di Spettri NMR, Antonio Randazzo, Loughia, 2018
- Dispense dei docenti

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata
Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Metodi matematici applicati alla chimica

Mathematical methods applied to chemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. VIGNATI MARCO , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES"

Indirizzo: 02503 16183 - v. Saldini, 50

Mail: marco.vignati@unimi.it

L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu MAT/01 , MAT/02 , MAT/03 , MAT/04 , MAT/05 , MAT/06 , MAT/07 , MAT/08 , MAT/09

Competenze Acquisite

Capacità di utilizzare i principali strumenti del calcolo differenziale ed integrale applicato a funzioni vettoriali di più variabili reali, così da descrivere il comportamento di alcuni modelli matematici utili per la descrizione di processi fisici.

Obiettivi

In questo corso si introducono concetti teorici e tecniche computazionali di Analisi Matematica, necessari per lo studio delle soluzioni di alcune delle equazioni differenziali utilizzate nei modelli matematici che descrivono molti fenomeni naturali.

Programma

Gli argomenti trattati nel corso provengono da una selezione dei seguenti punti:

1. Equazioni differenziali ordinarie: modelli, equazioni del I ordine, equazioni lineari del II ordine.
2. Curve: regolarità, lunghezza, ascissa curvilinea, integrali curvilinei.
3. Calcolo differenziale e integrale in più variabili: limiti, continuità, differenziabilità, derivate di ordine superiore, ottimizzazione libera, funzioni implicite, ottimizzazione vincolata; integrali doppi e tripli.
4. Campi vettoriali: operatori grad, rot, div; campi conservativi e potenziali; integrali di linea e di superficie; flusso di un campo vettoriale attraverso una superficie; teoremi di Gauss-Green, della divergenza e di Stokes.
5. Serie di funzioni: criterio di Weierstrass; serie di potenze; serie di Fourier e relativi problemi di convergenza; applicazioni alle equazioni della fisica matematica.
6. Funzioni di una variabile complessa: olografia e analiticità, condizioni di Cauchy-Riemann; integrazione nel campo complesso; utilizzo del metodo dei residui per calcolo di integrali reali.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Scritto e orale: l'esame è composto da una prima prova (scritta), che consiste nella risoluzione di esercizi e problemi pratici; il superamento di questa prima parte permette di accedere alla seconda prova (orale), basata sulle nozioni più teoriche.

Propedeuticità consigliate

Istituzioni di matematica

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- M. Bramanti, C. Pagani, S. Salsa, Analisi Matematica 2, Zanichelli ed.;
- G. Turrell, Mathematics for Chemistry and Physics, Academic Press, 2002.
- altre eventuali note didattiche fornite dal docente.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza:
fortemente consigliata

Modalità di erogazione:
Tradizionale

Pagine web

<http://users.mat.unimi.it/users/vignati/>

Nanoparticelle: chimica ed applicazioni

Nanoparticles: Chemistry and Applications

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. LICANDRO EMANUELA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14143 - v. Venezian, 21 02503 14151 - v. Venezian, 21

Mail: emanuela.licandro@unimi.it

Prof. MAGGIONI DANIELA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14350 - v. Venezian, 21 02503 14352 - v. Venezian, 21

Mail: Daniela.Maggioni@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Le competenze che verranno acquisite dagli studenti alla fine del corso consistono nella conoscenza dei metodi di sintesi di nanoparticelle inorganiche e loro funzionalizzazione per applicazioni nell'ambito scientifico disciplinare biomedico.

Obiettivi

Gli obiettivi del corso sono quelli di fornire allo studente le più importanti nozioni relative alla conoscenza dei principi di base e fondamenti relativi alle nanoparticelle e alle loro applicazioni.

Programma

Lezioni Prof. Daniela Maggioni

Vengono forniti i concetti di base sulle nanoparticelle, le loro proprietà chimico-fisiche e la modulazione di tali proprietà in funzione delle dimensioni. In particolare vengono descritte le tecniche di sintesi, sia top-down che bottom-up, di diverse classi di nanoparticelle, da quelle metalliche, ai semiconduttori ed ai quantum dots, approfondendo le caratteristiche specifiche di ciascuna tipologia, quali l'assorbimento, l'emissione, la modulazione del band gap nei semiconduttori nanometrici. Vengono descritte le varie strategie di stabilizzazione delle nanoparticelle in sospensioni colloidali, la scelta del migliore materiale coprente in funzione delle applicazioni in campo biomedico e le tecniche di elezione per la caratterizzazione di oggetti nanometrici in solido (TEM, SEM e AFM) e in sospensione (DLS e potenziale Z). TOTALE 24 h.

Lezioni Prof. Emanuela Licandro

Vengono forniti i fondamenti sulle nanoparticelle superparamagnetiche: in particolare, si illustrano definizioni, loro caratteristiche, e potenzialità di applicazione. In dettaglio vengono illustrate le nanoparticelle di ossido di ferro quali maghemite e magnetite: loro caratteristiche magnetiche, principali metodi di sintesi, e le più importanti tecniche di stabilizzazione. Vengono presentati i principali metodi di funzionalizzazione della superficie di nanoparticelle con molecole organiche e biomolecole. Vengono illustrati i principi base per le loro applicazioni biomediche: 1] in diagnostica, tramite il loro utilizzo come agenti di contrasto per risonanza magnetica per immagini e 2] in terapia, grazie alla loro capacità di dare ipertermia, di veicolare farmaci, di agire da vettori per l'ingresso in cellula di farmaci o biomolecole. Nell'ultima parte del corso si descrivono i nanotubi di Halloysite quali nanosistemi innovativi per potenziali applicazioni in diagnostica e terapia. TOTALE 24h

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Scritto: L'esame consiste in una prova scritta per entrambe le unità didattiche. La prova scritta prevede tre domande sul programma svolto nella prima unità didattica (inerente i vari metodi di sintesi delle nanoparticelle inorganiche, le tecniche di indagine impiegate per la caratterizzazione di oggetti nanoparticellari e applicazioni nell'ambito biomedico di tali nanoparticelle) e tre domande inerenti la seconda unità didattica (relative principalmente alle metodologie, ampiamente descritte durante il corso, da utilizzare per coniugare nanoparticelle o nanotubi a molecole organiche o biomolecole). I due voti in trentesimi, che devono risultare entrambi maggiori o al più uguale a 18/30, concorreranno al voto mediato finale. Per ogni anno accademico viene fissato un numero di date d'appello non inferiore a 7 nelle sessioni d'esame ordinarie.

Propedeuticità consigliate

Chimica Generale, Chimica Organica I

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

Agli studenti verranno fornite le slides utilizzate durante le lezioni nelle due unità didattiche (tramite sito Ariel dei docenti sia per la Parte I che II). Gli studenti possono interloquire con il docente tramite e-mail, o preferenzialmente, prendendo appuntamento per usufruire dell'orario di ricevimento settimanale.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Dato il particolare argomento innovativo trattato nel corso, gli studenti sono caldamente incoraggiati a seguire tutte le lezioni per apprendere anche il giusto linguaggio della materia.

Modalità di erogazione: tradizionale.

Pagine web

<http://dmaggioninca.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Patents and Management of Innovation

Per i Corsi di laurea:

- F5Y , F7Y; totale cfu 6

Prof. GIANNANTONIO ROBERTO

Mail: Roberto.Giannantonio@unimi.it

Prof. VATTI FRANCESCO PAOLO

Mail: Francesco.Vatti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu SECS-P/07 (6 cfu)

Competenze Acquisite

[Patents]

Conoscenza della normativa brevettuale con qualche conoscenza degli altri strumenti di PI; conoscenza degli attori del sistema brevettuale, soprattutto italiano ed europeo; qualche direttrice di strategia brevettuale.

[Management of Innovation]

Conoscenza dei principali strumenti concettuali impegnati nell'esercizio del processo Innovazione.

Obiettivi

[Patents]

Conoscere il meccanismo brevettuale dal punto di vista dell'utilizzatore, per imparare quando sia il caso di procedere alla brevettazione, quando azionare un brevetto e cosa ci si possa aspettare dal brevetto.

[Management of Innovation]

Comprendere la dinamica generale del processo Innovazione, con particolare riferimento alla natura e ai ruoli dei soggetti coinvolti nel processo, e alle principali modalità sfruttabili per la creazione di valore sul piano socio-economico, con particolare riferimento al business model.

Programma

[Patents]

Introduzione alla proprietà industriale; definizione di invenzione; cenni storici sul brevetto; requisiti di brevettabilità di un'invenzione; eccezioni alla brevettabilità; brevetti nel settore farmaceutico; struttura generale di un brevetto; procedura di ottenimento di un brevetto in Italia e in Europa; estensione all'estero della protezione brevettuale; ricerche di anteriorità; il brevetto come oggetto di proprietà; valutazione dei brevetti; azionamento di un brevetto e principali strumenti legali per la difesa di un'invenzione; cenni di strategia brevettuale; casi pratici.

[Management of Innovation]

1. INTRODUZIONE

- 1.1. Definizione di innovazione
- 1.2. Tipi di innovazione (incrementale / continua, radicale / discontinua, ecc.)
- 1.3. L'innovazione come processo
- 1.4. Le generazioni del Processo Innovazione
- 1.5. Innovazione chiusa, aperta, design-driven
- 1.6. Gestione dell'Innovazione

2. IL PROCESSO DI INNOVAZIONE VISTO DA UNA SOCIETÀ PRIVATA

- 2.1. Fonti di idee, creatività
- 2.2. Tecnologia: definizioni e uso del concetto
- 2.3. Know-how, proprietà intellettuale, tecnologia hard e soft
- 2.4. Tecnologia, sistemi e prodotti, problemi e necessità
- 2.5. Sviluppo di tecnologie, integrazione di tecnologie, TRL
- 2.6. Mercato
- 2.7. Organizzazione aziendale

- 2.8. Funzioni aziendali e organi di gestione aziendale
- 2.9. Strategia aziendale (matrice di Ansoff, matrice di Boston, analisi PEST, analisi della matrice decisionale)
- 2.10. Progetti di innovazione e gestione dei progetti
- 2.11. Project Management semplificato: il metodo Stage-Gate
- 2.12. Proposta di idea imprenditoriale
- 2.13. Pianificazione
- 2.14. Gestione del rischio
- 2.15. Trasferimento tecnologico, Fusion Innovation
- 2.16. Bilancio aziendale
- 2.17. Business e Technology Plan

- 2.18. SWOT Analysis
- 2.19. Business Model, Business Model Canvas
- 3. IL PROCESSO INNOVAZIONE VISTO DA UNA STARTUP
 - 3.1. Definizione di startup
 - 3.2. Pitch e seed stage deliverables
 - 3.3. Politica MISE per le startup innovative
 - 3.4. Lean Startup (e il metodo NTLL)
 - 3.5. Ecosistemi
 - 3.6. Ciclo di finanziamento di una startup
 - 3.7. Principali ambiti operativi di una startup
- 4. IL PROCESSO INNOVAZIONE VISTO DAI GOVERNI
 - 4.1. Finanziamento nazionale per la ricerca e l'innovazione: programmi PON e DFG
 - 4.2. Finanziamento europeo per la ricerca e l'innovazione: programma Horizon 2020
 - 4.3. Struttura di una Call
 - 4.4. Struttura di una proposta di progetto
- 5. GLI STRUMENTI DELL'INNOVAZIONE
 - 5.1. Technology Roadmap
 - 5.2. Technology Forecasting
 - 5.3. Il diagramma di Ishikawa (a lisca di pesce)
 - 5.4. TRIZ
- 6. TEMI COMPLEMENTARI
 - 6.1. Ulteriori informazioni sulla strategia aziendale: integrazione verticale e orizzontale
 - 6.2. Catena del valore dell'innovazione nell'era dell'informazione
 - 6.3. Gestione della conoscenza
 - 6.4. Soft Skills
- 7. UN CASO DI INNOVAZIONE
 - 7.1. Gestione dell'innovazione
 - 7.2. Brevetti

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Nessuno.

Modalità di esame

Esame orale avente durata pari a circa mezz'ora, suddiviso in una parte [Patents] e in una parte [Management of Innovation].

Per quanto riguarda la parte di Patents, vengono poste generalmente cinque domande, una su aspetti di carattere generale di PI, tre su aspetti specifici riguardanti i brevetti di invenzione e una, più pratica, volta a verificare le capacità di collegamento delle informazioni da parte del candidato.

Propedeuticità consigliate

Non sono richieste propedeuticità particolari, se non le conoscenze scientifiche di base.

Lingua di insegnamento

Inglese

Materiale di riferimento

Appunti di lezione, dispense dei docenti, letteratura consigliata nelle dispense

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata.

Modalità di erogazione

Tradizionale.

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Photochemistry

Photochemistry

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. SELLI ELENA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14237 - v. Golgi, 19

Mail: elena.selli@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Padronanza dei concetti di interazione luce-materia, delle proprietà degli stati elettronici eccitati e dei principi e applicazioni di processi fotoindotti.

Obiettivi

Comprensione della produzione di stati elettronici eccitati e dei processi fotochimici e fotofisici. Informazioni sulle tecniche dei processi fotoindotti. Comprensione dello sviluppo dei processi fotochimici che avvengono in natura, dei principi della fotoproduzione e fotostabilizzazione di polimeri, nonché dei principi e delle potenzialità della foto(elettro)catalisi.

Programma

Produzione e proprietà di stati elettronici eccitati. Assorbimento di radiazione e stati elettronici delle molecole. Il diagramma di Jablonski. Tempi di vita, energia, geometria e proprietà acido-base di stati elettronici eccitati, effetti del solvente. Cammini di disattivazione fotofisici e fotochimici. Rilassamento vibrazionale, transizioni radiative e non radiative, cinetica di spegnimento di stati eccitati, eccimeri ed ecciplessi. Cinetica e meccanismo di reazioni fotochimiche. Tecniche sperimentali. Sorgenti di luce convenzionali, attinometri, LEDs, lasers, spettroscopia di luminescenza, spettroscopia di assorbimento di transienti e di emissione risolta nel tempo. Processi fotochimici in natura. Reazioni fotochimiche nell'atmosfera e nella stratosfera. Smog fotochimico. La fotosintesi, il processo visivo. Fotocatalisi e altre applicazioni. Processi fotoelettrochimici su semiconduttori, la fotocatalisi per la conversione di energia solare e per la degradazione degli inquinanti dell'acqua e dell'aria. Fotopolimerizzazioni, fotoiniziatori e meccanismo; degradazione fotoindotta e stabilizzazione di polimeri. Fotocromismo, sintesi fotochimiche.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame: Orale

La prova di esame orale consisterà in un colloquio nel corso del quale verranno discussi argomenti sia di base che applicativi presentati durante le lezioni frontali.

Propedeuticità consigliate

Chimica Fisica I

Materiale di riferimento

- Gilbert, J. Baggott, Essentials of Molecular Photochemistry, Blackwell, 1991
- M. Klessinger, J. Michl, Excited States and Photochemistry of Organic Molecules, VCH, 1995
- R.P. Wayne, Principles and Applications of Photochemistry, Oxford University Press, 1988.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Physical chemistry of disperse systems and of interfaces

Physical chemistry of disperse systems and of interfaces

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. ARDIZZONE SILVIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14219 - v. Golgi, 19 02503 14225 - v. Golgi, 19

Mail: silvia.ardizzone@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente apprende i principi generali che governano la reattività interfase nei diversi sistemi. Apprende inoltre attraverso quali tipi di misure si possa ottenere una caratterizzazione completa di tali sistemi anche tramite esperienze condotte direttamente in laboratorio.

Obiettivi

Il corso intende fornire una panoramica sugli aspetti chimico-fisici delle superfici e delle diverse interfaci anche in relazione agli innumerevoli aspetti applicativi. Il corso prevede anche che lo studente affronti alcune esperienze sperimentali in laboratorio nelle quali verifica i principi teorici studiati.

Programma

Descrizioni convenzionali della regione interfase e grandezze termodinamiche relative. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Isoterme di adsorbimento ed equazioni di stato bidimensionali di monostrati ideali e reali. Potenziali di superficie e Volta. Doppio-strato elettrico: Modelli di Gouy-Chapman, Stern-Grahame e molecolari. Interfaci Fluide. Equazioni di Young-Laplace e Kelvin. Film fluidi. Film misti. Soluzioni micellari. Diagrammi di fase ternari di molecole anfifiliche. Interfaci Solido-Gas. Fisisorbimento: tipi di isoterme. Equazioni BET. Adsorbimento su solidi porosi. Termodinamica dell'adsorbimento solido/gas. Interfaci solido-liquido. Tensione superficiale critica e bagnabilità di superfici solide. Elettificazione di interfaci metallo-soluzione e reversibili. Tipi di interazioni tra particelle. Il corso include anche alcune esperienze di laboratorio dove lo studente potrà verificare i principi appresi durante le lezioni teoriche.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Orale: Il colloquio mira a valutare la comprensione, da parte dello studente, delle logiche generali che regolano i fenomeni di interfase apprese tramite le lezioni in aula e le esperienze di laboratorio.

Propedeuticità consigliate

Nessuna

Metodi Didattici

Lingua di insegnamento

inglese

Materiale di riferimento

- G. T. Barnes and I. R. Gentle, Interfacial Science, Oxford University Press, 2005.
- J. Lyklema, Fundamentals of Interface and Colloid Science, Academic Press, 2005.
- Materiale fornito dal docente.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: Obbligatoria per le esperienze di laboratorio e fortemente consigliata per le lezioni in aula.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Processi Catalitici

Catalytic processes

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CHIARELLO GIAN LUCA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14281 - v. Golgi, 19

Mail: GianLuca.Chiarello@unimi.it

Prof. GERVASINI ANTONELLA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14056 - v. Golgi, 19 02503 14254 - v. Golgi, 19

Mail: antonella.gervasini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Lo studente sarà in grado di acquisire conoscenze cinetiche e molecolari sui processi reattivi che si verificano in presenza di "elementi terzi" (catalizzatori omogenei, enzimatici ed eterogenei) che aumentano la velocità di reazione e migliorano la selettività del processo reattivo. Questi concetti saranno utili per affrontare corsi più avanzati nella chimica industriale.

Obiettivi

Il corso si prefigge di fornire le basi per la comprensione delle trasformazioni chimiche che avvengono con l'ausilio di catalizzatori chimici in fase omogenea ed eterogenea e di catalizzatori biologici (enzimi). A tale scopo, accanto alla descrizione dei concetti teorici della catalisi vengono descritti esempi di importanti processi catalitici reali di interesse ambientale e della chimica industriale.

Programming C

Programming C

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. CAPRA LORENZO , DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Indirizzo: 02503 16256 - VIA CELORIA 18

Telefono: 16256

Mail: lorenzo.capra@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu INF/01 (6 cfu)

Obiettivi

.

Metodi Didattici

..

Informazioni sul programma

...

Simulation modeling of biomolecules

Simulation modeling of biomolecules

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. PIERACCINI STEFANO , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14248 - v. Venezian, 21

Mail: Stefano.Pieraccini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Conoscere i principali metodi di sintesi di cristalli singoli, materiali policristallini e film sottili e sapere le più importanti applicazioni dei materiali inorganici stessi.

Obiettivi

Apprendere sintesi, applicazioni e caratterizzazione dei principali materiali inorganici.

Programma

Concetti di base:

- Concetti fondamentali di modellistica molecolare. Campi di forza.
- Dinamica molecolare.
- Il metodo Monte Carlo.
- Il problema del campionamento. Metodi di enhanced sampling (parallel tempering, umbrella sampling, steered molecular dynamics, metodi basati sull'equazione di Jarzynski).
- Metodi semplificati per il calcolo di energie libere di interazione.
- Analisi dei dati di una simulazione. Essential Dynamics. Communication propensity.

Applicazioni

- Analisi conformazionale basata su campi di forza.
- Approcci per generare modelli 3D di molecole flessibili di medie dimensioni.
- Computer-aided drug design.
- Docking molecolare.
- Interazioni proteina-proteina: come modellarle?
- Sviluppo di farmaci modulatori di interazioni proteina-proteina.
- Il problema del folding di proteine. Farmaci inibitori del folding.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Orale: l'esame orale consisterà in una discussione volta a verificare la preparazione dello studente sui contenuti del corso. L'esame tipicamente comprenderà alcune domande riguardo ai fondamenti dei metodi di simulazione e alla loro applicazione allo studio di biomolecole.

Propedeuticità consigliate

Nessuna

Lingua di insegnamento

Inglese

Materiale di riferimento

- M.P. Allen, D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids.
- A. R. Leach, Molecular Modelling - Principles and Applications, Longman
- Articoli su argomenti specifici indicati dal docente durante le lezioni

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Sintesi e applicazioni di materiali inorganici

Synthesis and applications of inorganic materials

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. DRAGONETTI CLAUDIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14358 - v. Venezian, 21 02503 14425 - v. Venezian, 21

Mail: claudia.dragonetti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Obiettivi

Apprendere sintesi, applicazioni e caratterizzazione dei principali materiali inorganici.

Programma

- Breve introduzione ai materiali inorganici.
- Principi generali dello stato solido. Vari tipi di strutture. Vari tipi di solidi.
- La struttura elettronica dei solidi. Isolanti, metalli e semiconduttori. Superconduzione.
- Metodologie di sintesi di materiali inorganici. Sintesi di cristalli, sintesi di materiali policristallini, sintesi di film sottili, sintesi di fibre. Composti intercalati.
- Difetti nei cristalli.
- Le leghe, in particolare acciai e ghise.
- Ossidi inorganici. Silice e allumina. Sintesi mediate dalla superficie degli ossidi inorganici.
- Carburo di silicio e nitruro di silicio.
- Allotropi del carbonio, in particolare i fullereni.
- Silicio elementare. Celle fotovoltaiche, in particolare celle di terza generazione.
- Perovskiti.
- Materiali inorganici per l'ottica non lineare.
- Materiali inorganici per dispositivi luminescenti.
- Preparazione di fibre ottiche.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Modalità di esame

Esame scritto, con cinque domande aperte inerenti gli argomenti principali del corso.

Propedeuticità consigliate

Chimica Generale e Inorganica con laboratorio

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- Materiale fornito dal docente.
- "Inorganic Chemistry", Shriver, Atkins.

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Sintesi e tecniche speciali organiche

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. SILVANI ALESSANDRA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14080 - v. Venezian, 21

Mail: alessandra.silvani@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Consolidamento delle conoscenze sulle strategie generali di formazione del legame carbonio-carbonio singolo e multiplo. Competenza di base di sintesi asimmetrica. Primo contatto con tecniche speciali applicate alla sintesi chimica. Capacità di risolvere la sintesi di molecole a diverso grado di complessità strutturale.

Obiettivi

Il corso si propone di illustrare allo studente i concetti di base della sintesi di molecole organiche complesse. Vengono descritte le più significative metodologie della sintesi organica moderna, anche asimmetrica, presentandone gli aspetti generali e le più interessanti applicazioni. Vengono affrontate alcune tecniche speciali, tra quelle più recenti e di più ampia applicazione, volte a migliorare l'efficienza, la produttività e l'impatto ambientale della sintesi chimica.

Programma

Concetti di base nella sintesi moderna di molecole organiche complesse: approfondimenti sulle reazioni di alchilazione di enolati, condensazione aldolica, acilazione al carbonio, addizione coniugata di enolati; controllo della geometria del doppio legame; elementi di stereochimica, diastereoselettività (2 cfu).

Sintesi di molecole otticamente attive: risoluzione cinetica, chiral pool methodology, uso di ausiliari chirali, catalisi asimmetrica; catalisi asimmetrica in sintesi organica: catalisi metallica, catalisi enzimatica e organocatalisi (1 cfu).

Impiego di complessi di metalli di transizione in sintesi organica: la chimica dei complessi di palladio; reazioni di Heck, Sonogashira, Suzuki, Negishi, Stille; reazioni di metatesi olefinica (1 cfu).

Tecniche speciali: uso delle microonde, degli ultrasuoni e dei liquidi ionici in sintesi organica; solventi non convenzionali, reagenti supportati su polimeri; sintesi in fase solida; chimica combinatoriale; chimica a flusso (2 cfu).

Nell'ambito dei 6 cfu verranno anche offerti agli studenti momenti di esercitazione guidata, per permettere una migliore assimilazione dei contenuti del corso e promuoverne l'applicazione in modo progressivamente autonomo.

Prerequisiti e modalità d'esame , con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti

Nozioni di base della chimica organica, conoscenza della reattività dei gruppi funzionali, basi di stereochimica.

Modalità di esame

L'esame sarà costituito da una prova scritta, composta da domande aperte ed esercizi applicativi. Durante lo svolgimento del corso, ci sarà la possibilità di una prova scritta parziale in itinere. Per gli studenti che lo desiderano, sarà possibile effettuare anche un completamento di valutazione, mediante verifica orale.

Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II

Materiale di riferimento

Materiale didattico fornito dal docente (disponibile sul portale Ariel della didattica online di Unimi).

Per consultazione:

- Advanced Organic Chemistry. Part A, Structures and Mechanisms. Part B, Reaction and Synthesis. Francis A. Carey, Richard J. Sundberg, Springer New York Inc. (consigliato in particolare agli studenti che desiderano approfondire il curriculum organico nella Laurea Magistrale).

Informazioni sul programma

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Lingua in cui è tenuto l'insegnamento

Italiano

Pagina web del corso

Disponibile sul portale Ariel della didattica online di Unimi

Pagine web

<http://ariel.unimi.it/>

Structural biology and enzymology

Structural biology and enzymology

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Struttura dell'insegnamento:

Structural biology and enzymology mutuato da , Protein engineering and molecular enzymology , MOLECULAR BIOTECHNOLOGY AND BIOINFORMATICS (Classe LM-8)

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu BIO/10 (6 cfu)

Strutturistica Chimica **Structural chemistry**

Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

Prof. DEMARTIN FRANCESCO, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14457 - v. Venezian, 21

Mail: francesco.demartin@unimi.it

Prof. RIZZATO SILVIA, DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Indirizzo: 02503 14442 - v. Venezian, 21

Mail: silvia.rizzato@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

Competenze Acquisite

Capacità di interpretazione ed utilizzo di informazioni strutturali di sostanze allo stato cristallino.

Obiettivi

Il corso fornisce un'introduzione alle tecniche di determinazione strutturale mediante diffrazione di raggi X, ponendo particolare attenzione agli aspetti sperimentali e all'interpretazione dei dati. Scopo del corso è pertanto quello di far comprendere allo studente come e quali informazioni strutturali possono essere ottenute da questo tipo di indagini.

Programma

Sistemi cristallini e simmetria nei cristalli. Uso delle "International Tables for X-ray crystallography". Produzione di raggi X. Il reticolo cristallino. La geometria della diffrazione dei raggi X. Legge di Bragg. La diffrazione su materiali policristallini come tecnica analitica di riconoscimento delle fasi. Il reticolo reciproco. Fattori di struttura e sintesi di Fourier. Metodi sperimentali di risoluzione strutturale da dati ottenuti mediante diffrazione da cristallo singolo. Il software di ampio utilizzo nella risoluzione strutturale. Soluzione e affinamento della struttura. Interpretazione e presentazione dei risultati strutturali. I database cristallografici.

Aspetti fondamentali dei processi di crescita dei cristalli: a) Nucleazione omogenea ed eterogenea; b) soprassaturazione e trasporto di massa; meccanismi e cinetiche di crescita; c) Tecniche di cristallizzazione da soluzione.

La morfologia dei cristalli: classi cristalline, indici di Miller e forme cristalline. Teorie per la predizione dell'abito cristallino.

Prerequisiti e modalità d'esame, con riferimento ai descrittori 1 e 2

Prerequisiti: nessuno

Modalità di esame: orale.

L'esame consiste in una prova orale su tutti gli argomenti trattati nel corso per verificare le informazioni acquisite ma anche la capacità di analisi critica di articoli contenenti le tematiche discusse nel corso.

Lingua di insegnamento

Italiano

Materiale di riferimento

- G.H. Stout & L.H. Jensen "X-ray Structure Determination: a practical guide" Macmillan Publishing Co. Inc. New York.

- Werner Massa "Crystal Structure Determination" Springer-Verlag, Berlin.

- R. Davey and J. Garside "From molecules to crystallizer: an introduction to crystallization" ed. Oxford Science Publication

Informazioni sul programma

fortemente consigliata. Assolutamente necessaria per le esercitazioni di risoluzione ed interpretazione strutturale mediante programmi cristallografici di ampia diffusione.

Modalità di erogazione: tradizionale. Verrà fornito il materiale didattico utilizzato durante le lezioni.

COURSE CONTENT

Advanced electroanalytical chemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54); total credits 6,0

Prof. FALCIOLA LUIGI, Department of Chemistry

Address: 02503 14057 - v. Venezian, 21 02503 14210 -

Email: luigi.falciola@unimi.it

Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA, Department of Chemistry

Address: 02503 14211 - v. Golgi, 19 02503 14213 - v. Golgi, 19

Email: patrizia.mussini@unimi.it

Goals

Knowledge at advanced level of the electroanalytical techniques and their relevant applicative potentialities.

Acquired skill

Principles, protocols and applications of the conductimetric, potentiometric, voltammetric and amperometric electroanalytical techniques and of the related sensors and biosensors.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Knowledge at advanced level of the electroanalytical techniques and their relevant applicative potentialities.

Acquired skills

Principles, protocols and applications of the conductimetric, potentiometric, voltammetric and amperometric electroanalytical techniques and of the related sensors and biosensors.

Course Content

I Teaching Unit (prof. Patrizia Mussini)

Advanced treatment of conductimetry, potentiometry and voltammetry.

Other advanced electroanalytical techniques: specroelectrochemistry; electrochemical quartz crystal microbalance (EQCM); electrochemical impedance spectroscopy (EIS); Scanning probe microscopies for the imaging of surfaces, particularly electroactive ones (Scanning Tunneling Microscopy (STM), Atomic Force Microscopy (AFM), Scanning Electrochemical Microscopy).

Applications to the characterization of inorganic and organic materials.

II Teaching Unit (prof. Luigi Falciola)

Experimental data treatment in quantitative electroanalytical chemistry with hints on Chemimetry. Electrochemical detectors for chromatography, ionic chromatography, capillary electrophoresis and hyphenated techniques. High sensitivity and low detection limits voltammeteries (pulsed and stripping). Nanotechnologies and nanomaterials for electroanalysis. Advanced coulometry, chronoamperometry and amperometry. Transduction systems based on field effect transistors (FET). Electrochemical sensors and biosensors. Applications in the environmental, pharmaceutical, alimentary, industrial and quality control fields.

Detailed programs can be download from the instructors websites.

Suggested prerequisites

Courses of analytical and physico-chemical content at Bachelor level.

Reference material

1) Power Point presentations prepared by the instructors and available (downloadable and printable) from the instructors websites before each lesson.

2) Texts:

General

- F. Scholz –Springer: Electroanalytical Methods
- P.M.S. Monk –Wiley-VCH: Fundamentals of Electroanalytical Chemistry
- J. Wang –Wiley-VCH: Analytical Electrochemistry
- C.M.A. Brett; A.M. Oliveira Brett –Oxford University Press: Electroanalysis
- P.T. Kissinger; W.R. Heineman –Dekker: Laboratory techniques in Electroanalytical Chemistry
- F.G. Thomas, G. Henze – CSIRO Publishing: Introduction to voltammetric analysis
- A. J. Bard, L. R. Faulkner –Wiley-VCH: Electrochemical Methods, Fundamentals and Applications

Specifically suggested for insights on the characterization of inorganic and organic materials:

- P. Zanello –Royal Society of Chemistry: Inorganic electrochemistry, theory, practice and application
- J.M.Savéant–Wiley-VCH: Elements of Molecular and Biomolecular Electrochemistry

Specifically suggested for insights on impedance spectroscopy:

- Lasia, Andrzej- Springer: Electrochemical Impedance Spectroscopy and its Applications
- M. E. Orazem, B. Tribollet–Wiley-VCH: Electrochemical Impedance Spectroscopy
- E. Barsoukov, J. R. Macdonald–Wiley-VCH: Impedance Spectroscopy. Theory, Experiment and Applications

Specifically suggested for insights on sensors and biosensors:

- F.B. Bănică - Wiley-VCH: Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications
- B.R. Eggins - Wiley-VCH: Chemical Sensors and Biosensors

Prerequisites

Fundamental concepts of analytical and physical chemistry, generally already acquired in the fundamental courses of Bachelor Scientific Degrees.

Assessment method

Written exam divided in two parts (2 hour each) corresponding to the 2 Teaching Units:

- 1) 40-50 questions with short open responses divided into thematic sub-themes related to the whole program, with possible optional addition of 1-2 "open cases" to be discussed.
- 2) 4 questions with long open responses related to the whole program.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Highly required

Mode of teaching

Traditional

Website

<http://users.unimi.it/ECEA> (I Teaching Unit)

<http://users.unimi.it/ELAN> (II Teaching Unit)

Program's information

1) Presentazioni Power Point preparate dai docenti e scaricabili e stampabili dai siti web dei docenti prima delle lezioni

2) Testi di consultazione:

Generali

- F. Scholz – casa editrice Springer: Electroanalytical Methods
- P.M.S. Monk – casa editrice Wiley-VCH: Fundamentals of Electroanalytical Chemistry
- J. Wang – casa editrice Wiley-VCH: Analytical Electrochemistry
- C.M.A. Brett; A.M. Oliveira Brett – casa editrice Oxford University Press: Electroanalysis
- P.T. Kissinger; W.R. Heineman – casa editrice Dekker: Laboratory techniques in Electroanalytical Chemistry
- F.G. Thomas, G. Henze – CSIRO Publishing: Introduction to voltammetric analysis
- A. J. Bard, L. R. Faulkner – casa editrice Wiley-VCH: Electrochemical Methods, Fundamentals and Applications

Specificamente per approfondimenti sulla caratterizzazione di materiali inorganici e organici:

- P. Zanello – casa editrice Royal Society of Chemistry: Inorganic electrochemistry, theory, practice and application
- J-M.Savéant– casa editrice Wiley-VCH: Elements of Molecular and Biomolecular Electrochemistry

Specificamente per approfondimenti sulla spettroscopia d'impedenza:

- Lasia, Andrzej- casa editrice Springer: Electrochemical Impedance Spectroscopy and its Applications
- M. E. Orazem, B. Tribollet– casa editrice Wiley-VCH: Electrochemical Impedance Spectroscopy
- E. Barsoukov, J. R. Macdonald– casa editrice Wiley-VCH: Impedance Spectroscopy. Theory, Experiment and Applications

Specificamente per approfondimenti sulla sensoristica e biosensoristica:

- F.B. Bănică - casa editrice Wiley-VCH: Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications
- B.R. Eggins - casa editrice Wiley-VCH: Chemical Sensors and Biosensors

Pagine web del corso:

<http://users.unimi.it/ECEA> (I Unità Didattica)

<http://users.unimi.it/ELAN> (II Unità Didattica)

Advanced methods in organic synthesis

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54); total credits 6,0

Prof. GENNARI CESARE MARIO ARTURO, Department of Chemistry
Address: 02503 14091 - v. Venezian, 21 02503 14093 - v. Venezian, 21

Email: cesare.gennari@unimi.it

Goals

The objective of the course is to make students develop a fundamental base of knowledge of the most innovative organic reactions in the realm of organic synthesis.

Acquired skill

At the end of the course, the student should be able to select suitable reactions for a particular organic synthesis, based on the identification of the most effective possibilities among the available ones.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course goals

The objective of the course is to make students develop a fundamental base of knowledge of the most innovative organic reactions in the realm of organic synthesis.

Acquired skills

At the end of the course, the student should be able to select suitable reactions for a particular organic synthesis, based on the identification of the most effective possibilities among the available ones.

Course content

- Reactions involving transition metals. Preparation and structure of organocopper reagents, reactions involving organocopper reagents and intermediates. Reactions involving organopalladium intermediates: palladium-catalyzed nucleophilic substitution and alkylation, the Heck reaction, palladium-catalyzed cross-coupling reactions, carbonylation reactions. Reactions involving other transition metals (organonickel compounds, reactions involving rhodium and cobalt). [2.0 credit]
- The olefin metathesis reaction: RCM (Ring Closing Metathesis), ROM (Ring Opening Metathesis), CM (Cross Metathesis), RCAM (Ring Closing Alkyne Metathesis), Enyne RCM, Enyne CM. Catalysts and reaction mechanism. Synthetic applications. [1.5 credit]
- Carbon-carbon bond-forming reactions of compounds of boron, silicon and tin. Organoboron compounds: synthesis of organoboranes; carbonylation and other one-carbon homologation reactions; homologation via alpha-halo enolates; stereoselective alkene synthesis; nucleophilic addition of allylic groups from boron compounds. Organosilicon compounds: synthesis of organosilanes; general features of Carbon-Carbon bond-forming reactions of organosilicon compounds; addition reactions to aldehydes and ketones; reactions with iminium ions; acylation reactions; conjugate addition reactions. Organotin compounds: synthesis of organostannanes; Carbon-Carbon bond-forming reactions of organotin compounds. [2.0 credit]
- Total syntheses: examples using the above described methods. [0.5 credit]

Suggested prerequisites

Good knowledge of organic synthesis; ideally the course should be followed after attending Chimica Organica B (2° semester of the previous year).

Reference material

- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science.

Assessment method

Written tests (2 tests "in itinere") and final oral examination. Each written test is typically comprised of 10-15 exercises taken from the recommended book (Carey & Sundberg, Part B). The final oral exam is mainly focused on a discussion of the written tests.

Language of instruction

English

Attendance policy

Strongly recommended

Mode of teaching

Traditional

Other information

Level of course: advanced

Advanced physics methods in organic chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. VASILE FRANCESCA, Department of Chemistry

Address: 02503 14085 - v. Venezian, 21

Email: Francesca.Vasile@unimi.it

Goals

The course highlights the analytical application of powder diffraction and thermal analysis in material chemistry and furnishes the basic notions of Mass Spectrometry and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for the structural elucidation of organic compounds.

Acquired skill

At the end of the course the student is able to:

- interpret thermal events in DSC and TGA analyses
- interpret powder diffraction patterns, use the crystallographic databases and perform simple quantitative and qualitative analyses on polycrystalline mixtures.
- interpret the result of a multivariate analysis
- interpret spectra and to identify the structure of simple organic compounds from ^1H and ^{13}C NMR and MS spectra.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course highlights the analytical application of powder diffraction and thermal analysis in material chemistry and furnishes the basic notions of Mass Spectrometry and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for the structural elucidation of organic compounds.

Acquired skills

At the end of the course the student is able to:

- interpret thermal events in DSC and TGA analyses
- interpret powder diffraction patterns, use the crystallographic databases and perform simple quantitative and qualitative analyses on polycrystalline mixtures.
- interpret the result of a multivariate analysis
- interpret spectra and to identify the structure of simple organic compounds from ^1H and ^{13}C NMR and MS spectra.

Course content

Principles of diffraction analysis, practice of diffraction analysis, qualitative and quantitative phase analysis, ICDD Powder diffractions files, NIST standard reference materials, microstructure characterization. Examples of industrial applications of powder diffraction in the field of pharmaceuticals and materials. Thermal analysis: principles. Thermogravimetry and differential scanning calorimetry. Principles of multivariate analysis.

Principles of Mass Spectrometry (MS), structural determination of organic compounds, applications of HPLC-MS. Fundamentals of ^1H and ^{13}C NMR spectroscopy. Chemical shift and spin coupling. Dependence of chemical shift and spin coupling from the structure of organic compounds. NMR monodimensional techniques. Interpretation of NMR and MS spectra.

Suggested prerequisites

Positive assessment of organic chemistry I and II

General and inorganic chemistry.

Mathematics and numerical calculation.

Reference material

- Analisi di Materiali Policristallini Mediante Tecniche di Diffrazione, Guagliardi & Masciocchi Ed.s, Insubria University Press, Varese 2007.
- Guida Pratica alla Interpretazione di Spettri NMR, Antonio Randazzo, Loghia, 2018
- Lecturers notes

Prerequisites

Knowledge of the basic concepts of organic chemistry and molecular structure.

Mathematics and numerical calculation (as in the first year program).

Assessment method

Written: The exam is organized in a written test of the maximum value of 30/30 (thirty). The test will be divided into two parts, one part will cover the diffraction program and another one the MS and NMR techniques. Each part will consist of questions on the theory and exercises and will award 15 (fifteen) points.

Any additional information on the assessment methods will be explained during the course.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly suggested

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<https://ariel.unimi.it/>

Program's information

- Analisi di Materiali Policristallini Mediante Tecniche di Diffrazione, Guagliardi & Masciocchi Ed.s, Insubria University Press, Varese 2007.
- Guida Pratica alla Interpretazione di Spettri NMR, Antonio Randazzo, Loghia, 2018
- Dispense dei docenti

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Bioinorganic chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. SANTAGOSTINI LAURA, Department of Chemistry

Address: 02503 14379 - v. Venezian, 21

Email: laura.santagostini@unimi.it

Goals

Knowledge of the main enzymatic systems containing metals (iron, copper, zinc, cobalt, nickel) as essential co-factors for the enzymatic function, of the interaction between single metal and the biological coordination system, of the catalytic cycle of the main systems under study.

Acquired skill

Comprehension of metal-protein interaction and its function in the catalytic mechanism of the enzyme; application of spectroscopic methods for the characterization of metals in biological systems

Program with reference to descriptor 1 and 2

Introduction to Bioinorganic Chemistry. Presence and function of the main transition metals in biological systems. Coordination of single metals to biological donors. Study of the main metal-protein families: systems containing iron, copper, zinc, cobalt, nickel. Iron-proteins: classification, systems containing iron-heme, iron-sulfur cluster, iron-oxygen. Copper proteins: classification and function of the Cu-T1, Cu T2, Cu T3, CuA, CuB, CuZ systems. Zinc proteins: classification and function. Cobalt protein. Proteins containing nickel. For each family of proteins, the structure and function of the main representative enzymes will be evaluated, with attention to the catalytic mechanism.

Suggested prerequisites

Courses of Chemistry of coordination compounds and Analytical Chemistry II

Reference material

Slides presented in class and uploaded on the Ariel website of the course, articles and reviews uploaded on the Ariel website. Texts of Bioinorganic Chemistry (present in the Department Library)

Prerequisites

Knowledge of the electronic configuration of single metals and of the main molecules of biological interest (molecular oxygen and derivatives, molecular nitrogen and derivatives). Ways and geometry of metal coordination. Metal-binder interactions based on the Hard / Soft theory, charge transfers, electronic interactions. Knowledge of the main molecular spectroscopic techniques.

Assessment method

Oral: The oral examination will consist of at least one question for each family of metal-enzymes studied, aimed at evaluating the understanding of the methods of coordination of the metal and the activity it performs.

Language of instruction

Usually Italian (English at occurrence)

Attendance Policy

Highly recommended

Mode of teaching

Frontal lessons

Website

<https://lsantagostinibc.ariel.ctu.unimi.it/>

Program's information

Slide presentate a lezione e presenti sul sito Ariel del corso, articoli e review caricate sul sito Ariel. Testi di Chimica Bioinorganica (presenti in Biblioteca)

Website

<http://santagostinicb.ariel.ctu.unimi.it/>

Bioorganic chemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54); total credits 6,0

Prof. MORELLI CARLO, Department of Chemistry

Address: 02503 14099 - v. Venezian, 21

Email: carlo.morelli@unimi.it

Prof. RIVA SERGIO

Email: Sergio.Riva@unimi.it

Goals

Aim of the course is to illustrate how the principles of mechanistic organic chemistry can be applied to the study of the reactions involved in metabolic processes. It provides knowledges about the fundamentals of enzymatic catalysis by illustrating the application of conceptual tools (acid-base theory, transition state theory, stereochemical control...), experimental techniques (kinetic measurements, use of labelled substrates and model compounds...) and informatics tools to the study of enzyme-catalyzed reactions. Part of the course will be devoted to the use of enzymes for preparative purposes in organic synthesis.

Acquired skill

Students would acquire knowledges about the most common enzymatic mechanisms used by Nature in order to obtain hydrolysis reactions, oxidations, reductions, functional groups interconversion and carbon-carbon bond-forming reactions. Students would also be able to apply the already acquired knowledges in Organic Chemistry and the interdisciplinary tools from Bioorganic Chemistry in order to formulate hypothesis about an enzyme-catalyzed reaction and to propose experiments aimed at verifying the postulated hypotheses. Finally, students would acquire a general knowledge about the possible use of enzymes as catalysts in organic synthesis.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Aim of the course is to illustrate how the principles of mechanistic organic chemistry can be applied to the study of the reactions involved in metabolic processes. It provides knowledges about the fundamentals of enzymatic catalysis by illustrating the application of conceptual tools (acid-base theory, transition state theory, stereochemical control...), experimental techniques (kinetic measurements, use of labelled substrates and model compounds...) and informatics tools to the study of enzyme-catalyzed reactions. Part of the course will be devoted to the use of enzymes for preparative purposes in organic synthesis.

acquired skills

Students would acquire knowledges about the most common enzymatic mechanisms used by Nature in order to obtain hydrolysis reactions, oxidations, reductions, functional groups interconversion and carbon-carbon bond-forming reactions. Students would also be able to apply the already acquired knowledges in Organic Chemistry and the interdisciplinary tools from Bioorganic Chemistry in order to formulate hypothesis about an enzyme-catalyzed reaction and to propose experiments aimed at verifying the postulated hypotheses. Finally, students would acquire a general knowledge about the possible use of enzymes as catalysts in organic synthesis.

Course content

Introduction: aims and instruments of Bioorganic Chemistry.

Structures and functions of enzymes: recap on protein structure; the enzyme active site.

Mechanisms of enzymatic catalysis.

Cofactors and coenzymes.

The IUBMB classification of enzymes.

IT tools and internet resources for the study of bioorganic chemistry.

Application of the above-described tools through case studies of:

Enzymatic reactions with group transfer: hydrolysis, phosphorylation, transamination.

Biocatalyzed carbon-carbon bond-forming and bond-breaking reactions: aldol condensation, Claisen condensation; reactions catalyzed by thiamin-diphosphate- and pyridoxal phosphate-dependent enzymes; decarboxylation and carboxylation reactions.

Redox reactions: formal transfer of hydride ions; Reactions catalyzed by Flavin-dependent enzymes; oxidases, monooxygenases, dioxygenases. Reactions catalyzed by heme-containing enzymes.

Enzymatic radical reactions.

Where appropriate, the use of some classes of enzymes for preparative purposes in organic synthesis will be illustrated.

Suggested prerequisites

Organic Chemistry courses from the bachelor degree.

Reference material

T. D. H. Bugg. Introduction to enzyme and coenzyme chemistry, Third Edition. Wiley, 2012.

For the use of enzymes as biocatalysts in preparative organic synthesis:

References to reviews and original papers can be found within the slides of the lectures (in the case, contact the teacher).

For consultation:

R. B. Silvermann. The organic chemistry of enzyme-catalyzed reactions. Academic Press, 2000.

J. McMurry, T. Begley. Chimica bio-organica. Zanichelli, 2007

Prerequisites

Background knowledges: acid-base theories; principles of chemical kinetic; thermodynamics fundamentals.

Organic Chemistry knowledges: structure, properties and reactivity of functional groups; principles of stereochemistry. Some basics about the main metabolic pathways and the most common spectroscopic techniques are desirable.

Assessment method:

Oral exam: the exam consists of an interview that, starting from a topic covered in class, will develop so as to allow the assessment of:

Degree of understanding and knowledge of the topics;

Ability to link between different topics;

Mastery of conceptual and experimental tools used in bioorganic chemistry;

Ability to deal with different problems on the basis of the acquired skills.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

In class lessons.

Program's information

- T. D. H. Bugg. Introduction to enzyme and coenzyme chemistry, Third Edition. Wiley, 2012.

Per l'utilizzo di enzimi come biocatalizzatori in sintesi organica:

- Riferimenti a review e articoli originali sono riportati in calce al materiale illustrativo distribuito a lezione (eventualmente contattare il docente).

Per consultazione:

- R. B. Silvermann. The organic chemistry of enzyme-catalyzed reactions. Academic Press, 2000.

- J. McMurry, T. Begley. Chimica bio-organica. Zanichelli, 2007

Catalytic Methodologies in organic chemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54) , F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. **BENAGLIA MAURIZIO** , Department of Chemistry

Address: 02503 14171 - v. Venezian, 21

Email: maurizio.benaglia@unimi.it

Goals

Presentation of the most modern and widely used achiral and chiral organic catalysts. Particular attention will be given to enantiomerically pure catalysts and their application in stereoselective synthesis.

Acquired skill

Describe mechanisms of the most important organocatalysed reactions.

Learn about the chemical and stereochemical activity of the main metal-free catalysts, broken down by major classes, based on their mechanism of action.

Face enantioselective synthesis of chiral organic molecules, taking advantage as a strategy of the use of simple metal-free catalytic systems.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Presentation of the most modern and widely used achiral and chiral organic catalysts. Particular attention will be given to enantiomerically pure catalysts and their application in stereoselective synthesis.

Acquired skills

Describe mechanisms of the most important organocatalysed reactions.

Learn about the chemical and stereochemical activity of the main metal-free catalysts, broken down by major classes, based on their mechanism of action.

Face enantioselective synthesis of chiral organic molecules, taking advantage as a strategy of the use of simple metal-free catalytic systems.

Course Content

The course presents an introduction to general concepts in "green" organic synthesis, the definition of organic catalysts and a general overview of the several reactions promoted by metal-free catalytic systems (8 hours)

Then the concept of organocatalyst will be presented, several classes and possible action mechanisms will be considered. The most important examples of metal-free catalysts will be discussed, first in the field of aminocatalysis (8 hours).

Then catalysis through immonium salts, generated by reactions with enantiomerically pure secondary amines will be deeply investigated (8 hours). The use of chiral Lewis bases will be discussed, also in combination with trichlorosilyl derivatives to generate novel chiral Lewis acids (8 hours). Alkaloids derivatives and aminoacids-derived compounds will be also discussed, specially as building blocks for the design and synthesis of bifunctional catalysts (8 hours). Finally phase transfer catalysts and chiral Bronsted acids will be presented as novel organocatalysts (4 hours)

Detailed mechanistic investigations on the mode of action of different typologies of chiral organic catalysts will be discussed.

Finally examples of supported organocatalysts will be presented, the recoverability and recyclability of the systems will be discussed (4 hours).

Suggested prerequisites

Organic Chemistry I and II

Reference material

Reviews articles and recent papers from the literature. Slides prepared by the Teacher and available to the students through the web site of the course.

Prerequisites

Good knowledge of the basic concepts of Organic Chemistry (I and II)

Assessment method

Oral exam: the exam consists in a discussion about the major classes of catalysts and reactions discussed in the course. Starting from a fairly wide of organocatalysts, the student must explain mechanisms of action and the major stereoselective transformations promoted by those catalytic species, highlighting, if possible, strengths and limitations of the discussed catalytic methodology.

Attendance policy

Strongly recommended

Mode of teaching

Traditional

Language of the course

English

Website: <http://mbenagliamcso.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

Reviews e articoli di letteratura indicati dal docente. Slides fornite dal docente come traccia degli argomenti e delle nozioni affrontate a lezione.

Website

<http://mbenagliamcso.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Catalytic processes

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CHIARELLO GIAN LUCA , Department of Chemistry
Address: 02503 14281 - v. Golgi, 19

Email: GianLuca.Chiarello@unimi.it

Prof. GERVASINI ANTONELLA , Department of Chemistry
Address: 02503 14056 - v. Golgi, 19 02503 14254 - v. Golgi, 19

Email: antonella.gervasini@unimi.it

Chemical Safety

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)** , **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. MAUTONE GIUSEPPE , Department of Law "Cesare Beccaria"
Address: 02503 12529 - v. Festa del Perdono, 7

Email: giuseppe.mautone@unimi.it

Short Course Description

Course content

Concerning the health and safety legislation, we will go through specific subjects including the following: the legal basis according to which the European Union provides rules on health and safety at work; the integration of legislation with technical standards at the European and national level (EN and UNI Rules); the definitions and identifications of the individuals and entities involved in health and safety management in the workplace (the employer, the head of the protective and preventive services and its members, the workers' representative, the doctor on the workplace nominated by the employer; the producer of chemical substances); their exclusive duties and their cooperation; the risk assessment principles (exam of the working process, identification of risks and the criteria concerning their grading as more or less important); the design of the working environment focused on eliminating or minimizing risks (according to the "best available technology" standard instead of the "reasonably practicable" standard); specific rules concerning chemicals and its specific additional legislation: in particular the labeling standards and evaluation process of the chemical hazards under the REACH regulation.

The actual responsibilities of the employer also depend on the criteria that establish causation in the law. We will see how the degree of probability that is deemed necessary to state that a certain occupational factor has caused a damage is different in the civil and in the criminal setting. We will study what are the relationships between probability in science (epidemiology, chemistry and medicine) and causation in the law, by means of examples drawn from actual relevant cases. We will focus on the principles concerning the standard of good care and due diligence in civil and criminal law, that also have a relevant impact on chemical safety and liabilities.

Suggested prerequisites

None

Reference material

Lecture notes; reading of pieces of legislations and essays distributed in class.

Assessment method

Written examination based on questions on specific issues discussed in class; intermediate exams will be available for attending students.

Language of instruction

English

Attendance Policy

strongly recommended

Mode of teaching

Lessons including an ongoing open discussion in class through cases and examples.

Website

All materials from the course is available on a page of the University ARIEL website:
<https://ariel.unimi.it/>

Goals

The main goal of the course is to provide students with awareness of the legal framework concerning use of chemicals in an working environment.

Acquired skill

Students will reach an extensive knowledge of the legislation on health and safety on the workplace, with a special emphasis on the risks related to chemicals, so to be able to answer to questions such as: what are the duties on chemicals producers in order to minimize health risks on the employees of firms that do actually use these chemicals in their production ? What are the statutory obligations of every single employer in Europe in order to provide the highest possible safety on the workplace when using dangerous chemicals or carcinogens ? How is the legislative framework enforced ?

In addition to this, classes will focus on legal assessment of chain of causation between use of chemicals and illnesses or death from cancer, which turns to be the main point in criminal and civil law cases where employers are held responsible for health problems allegedly related to use of chemicals. This is essential to the aim of having a clear understanding of the law of chemicals in the workplace.

Attention will be drawn especially on the rationale behind the rules and on cases, with an aim at delivering a real competence and understanding, trying to avoid useless memorizing just a set of procedures and rules.

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Chemistry of heterocyclic compounds

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. GIANNINI CLELIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14148 - v. Venezian, 21

Email: clelia.giannini@unimi.it

Goals

This course aims at providing the student with the knowledge on heterocyclic compounds, aromatic and non-aromatic, from three to seven-membered rings, by examining their properties and reactivity and by illustrating important methods for their synthesis.

A short introduction on general structure of heterocyclic compounds will be given at the beginning, together with a specific topic of nomenclature according with the IUPAC rules (Hantzsch-Widman nomenclature and replacement nomenclature)

Acquired skill

Aromatic and nonaromatic heterocycles will be treated according to increasing ring size (three to seven-membered rings). For these heterocycles, structural, physical and spectroscopic features will be described, and important chemical properties, reactions and syntheses will be discussed. Synthesis is consequently approached as a retrosynthetic problem for each heterocycle, and is followed by selected derivatives, natural products, pharmaceuticals and other biologically active compounds of related structure type, and is concluded by aspects of the use in synthesis and in selected synthetic transformations.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

This course aims at providing the student with the knowledge on heterocyclic compounds, aromatic and non-aromatic, from three to seven-membered rings, by examining their properties and reactivity and by illustrating important methods for their synthesis.

A short introduction on general structure of heterocyclic compounds will be given at the beginning, together with a specific topic of nomenclature according with the IUPAC rules (Hantzsch-Widman nomenclature and replacement nomenclature)

acquired skills

Aromatic and nonaromatic heterocycles will be treated according to increasing ring size (three to seven-membered rings). For these heterocycles, structural, physical and spectroscopic features will be described, and important chemical properties, reactions and syntheses will be discussed. Synthesis is consequently approached as a retrosynthetic problem for each heterocycle, and is followed by selected derivatives, natural products, pharmaceuticals and other biologically active compounds of related structure type, and is concluded by aspects of the use in synthesis and in selected synthetic transformations.

Course content

The description of each class of heterocyclic compounds will be organized in five issues:

1. Structure and properties
2. Reactivity
3. Synthetic strategies

4. Heterocyclic compounds in Nature, medicinal chemistry and materials science
5. Heterocyclic compounds in organic synthesis

The heterocycles will be considered are:

- Three membered rings: Oxirane, Thiirane, Aziridine
- Four membered rings: Oxetane, Thietane Azetidine
- Five membered rings: Furan, Benzofuran, Tetrahydrofuran, Thiophene, Benzothiophene, Pyrrole, Indole, Pyrrolidine, 1,2-Azoles, 1,3-Azoles
- Six membered rings: Pyridine, Peperidine, Quinoline, Isoquinoline
- Purines and Pyrimidines
- Seven membered rings: Azepine

Suggested prerequisites
Chimica Organica 1

Reference material

- Class notes
- book: "The Chemistry of Heterocycles", T. Eicher, S. Hauptmann, second edition.

Assessment method:

Written and oral: the written part will consist of a number of exercises (about 9-10) covering the course content: Nomenclature, Synthesis, Reactivity. The oral part will be a critical comment to the written part, followed by a discussion in order to ascertain the knowledge of the course content.

Language of instruction
Italian

Attendance Policy
Highly recommended

Mode of teaching
Traditional

Program's information

- Appunti di lezione
- libro: "The Chemistry of Heterocycles", T. Eicher, S. Hauptmann, seconda edizione.

Chemistry of organic natural substances

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. SPERANZA GIOVANNA, Department of Chemistry
Address: 02503 14097 - v. Venezian, 21 02503 14100 - v. Venezian, 21

Email: giovanna.speranza@unimi.it

Goals

The course aims at giving a general overview of the chemistry of natural products with emphasis on secondary metabolites, their occurrence, structure, biosynthesis and properties.

Acquired skill

Knowledge of the biosynthetic pathways leading to the major classes of natural products

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims at giving a general overview of the chemistry of natural products with emphasis on secondary metabolites, their occurrence, structure, biosynthesis and properties.

Acquired skills

Knowledge of the biosynthetic pathways leading to the major classes of natural products.

Course content

Primary and secondary metabolism. Enzymes and coenzymes. Mechanistic and stereochemical aspects of enzyme-catalyzed reactions. Oxidation, reduction, carboxylation, decarboxylation, alkylation and glycosylation reactions. Biosynthetic pathways. Methods of studying

secondary metabolism. Use of isotopically labelled compounds (tracer technique).

Terpenes – Structural isoprene rule. Biosynthesis of IPP and DMAPP. Monoterpenes. Sesquiterpenes. Diterpenes. Triterpenes. Carotenoids. Steroids – Conversion of lanosterol into cholesterol. Phytosterols. Cardioactive glycosides. Steroidal saponins. Vitamin D. Corticosteroids. Progestogens. Androgens. Oestrogens.

The shikimate pathway – Aromatic amino acids. Phenylalanine derivatives via cinnamic acid. Phenylpropanoids. Lignans and lignins. Flavonoids. Isoflavonoids.

The acetate pathway – Aromatic polyketides. Naphthoquinones and anthraquinones. Antibiotics. Fatty acids.

Suggested prerequisites

Knowledge of basic principles in organic chemistry (functional groups, reactivity, reaction mechanisms). Basic knowledge of the main classes of naturally occurring organic compounds (aminoacids, peptides, carbohydrates).

Reference material

P. M. Dewick, Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach, Third Ed., Wiley, Chichester, 2009

Assessment method

Oral examination in an scheduled exam session with one/two open-ended questions. Evaluation criteria: knowledge and mastery of course content; ability to understand the multidisciplinary aspects of the course; articulation and use of appropriate terminology.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Attendance is recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<https://gsperanzacson.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Program's information

- P. M. Dewick, Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach, Third Ed., Wiley, Chichester, 2009

Website

<http://gsperanzacson.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Crystal Chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. LO PRESTI LEONARDO, Department of Chemistry

Address: 02503 14252 - v. Golgi, 19

Email: leonardo.lopresti@unimi.it

Goals

The course will provide the students with an overview of the modern methods for studying chemical bonding in solids with both experimental and theoretical approaches.

Acquired skill

(1) Basic crystallography, included the ability of understanding and interpreting a single crystal X-ray diffraction pattern and judging the quality of a X-ray diffraction experiment.

(2) Vector algebra in non-Cartesian systems.

(3) Knowledge of modern methods for the real-space study of chemical bonding in solids, with focus on topological analysis of the charge density according to the Quantum Theory of Atoms in Molecules.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course will provide the students with an overview of the modern methods for studying chemical bonding in solids with both experimental and theoretical approaches.

acquired skills

- (1) Basi crystallography, included the ability of understanding and interpreting a single crystal X-ray diffraction pattern and judging the quality of a X-ray diffraction experiment.
- (2) Vector algebra in non-Cartesian systems.
- (3) Knowledge of modern methods for the real-space study of chemical bonding in solids, with focus on topological analysis of the charge density according to the Quantum Theory of Atoms in Molecules.

Course content

Point symmetries (summary). Translational symmetries. Elements of group theory, space groups. Crystal structures: crystal lattice, crystal system, Bravais lattice. Bragg Law. Reciprocal lattice (Ewald construction, limiting sphere, scattering vector). Crystallographic computing: reference systems, matrix tensor, similitude transforms in direct and reciprocal spaces. Kinematic theory of the structure factor. Charge density, and its role in chemistry. Determination of the charge density from low-T X-ray diffraction data. Instruments: diffractometers, cryostats. Multipole models. Quantum Theory of Atoms in Molecules (QTAIM). Quantum subsystems. Ehrenfest and Heisenberg theorems. Time evolution of a quantum observable: forces on quantum subsystems. Virial theorem. Topological atom. Properties of the charge density: Laplacian, ellipticity, electrostatic moments, integral properties. Charge density-based methods for studying non-covalent interactions: molecular recognition. Crystallization control, polymorphism, crystal engineering. Crystal Structure Prediction problem and possible computational approaches.

The course might also involve some practical computational exercises: quantum modelling of solid-state materials, multipole analysis and comparison between experimental and theoretical charge densities.

Suggested prerequisites

A minimum background in basic quantum mechanics and vector algebra is suggested.

Reference material

General crystallography: C. Giacovazzo et al, Fundamentals of Crystallography, Edited by C. Giacovazzo, International Union of Crystallography (IUCr), Oxford University Press, Oxford, UK, 1992 (or more recent)

Applied crystallography: G. H. Stout & L. H. Jensen, X-ray Structure Determination: A practical guide, John Wiley and Sons, New York, USA, 1989

Quantum Theory of Atoms in Molecules: R. F. W. Bader, Atoms in Molecules: A Quantum Theory, Clarendon Press - Oxford, UK, 1990

Assessment method

Oral: the exam will consist in open questions. The teacher will verify whether the student (1) has a reasonable mastery of the basic notions; (2) has understood the general framework of the course and (3) is able to apply the acquired know-how to solve simple problems, also with reference to the pertinent scientific literature.

Language of instruction
English

Attendance Policy:
Strongly recommended

Mode of teaching:
Traditional

Website: [optional]
<https://loprestic.ariel.ctu.unimi.it/v5/Home/> (Ariel2 website)

Program's information

- Cristallografia generale: C. Giacovazzo et al, Fundamentals of Crystallography, Edited by C. Giacovazzo, International Union of Crystallography (IUCr), Oxford University Press, Oxford, UK, 1992 (o un'edizione più recente)

- Cristallografia applicata: G. H. Stout & L. H. Jensen, X-ray Structure Determination: A practical guide, John Wiley and Sons, New York, USA, 1989

- Teoria Quantistica degli Atomi nelle Molecole: R. F. W. Bader, Atoms in Molecules: A Quantum Theory, Clarendon Press - Oxford, UK, 1990

Website

<http://loprestic.ariel.ctu.unimi.it/v5/Home>

Databases and Cheminformatics Fundamentals

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CIVERA MONICA, Department of Chemistry
Address: 02503 14082 - v. Venezian, 21

Email: monica.civera@unimi.it

Goals

The course aims to introduce and use some databases in chemistry, with particular reference to organic chemistry and to provide students with the basic concepts, the general principles of chemoinformatics. The main goals will be:

- the knowledge of the most common chemical databases (SciFinder, CSD, PDB, Reaxys, PubChem, ChEMBL)
- the knowledge of the chemoinformatics basic concepts
- the knowledge of the main multivariate analysis methods used to treat complex systems, particularly in the drug design field
- the knowledge of the main techniques used for virtual screening

Acquired skill

Students will acquire the ability to:

- manage and extract chemical information contained in different databases
- read and modify the most common electronic formats of chemical structures (SMILES, SDF, MOL, PDB)
- recognize and calculate the most common molecular descriptors
- build and evaluate multivariate models
- set up and analyze a conformational analysis calculation
- prepare and set up a virtual screening workflow

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims to introduce and use some databases in chemistry, with particular reference to organic chemistry and to provide students with the basic concepts, the general principles of chemoinformatics. The main goals will be:

- the knowledge of the most common chemical databases (SciFinder, CSD, PDB, Reaxys, PubChem, ChEMBL)
- the knowledge of the chemoinformatics basic concepts
- the knowledge of the main multivariate analysis methods used to treat complex systems, particularly in the drug design field
- the knowledge of the main techniques used for virtual screening

Acquired skills

Students will acquire the ability to:

- manage and extract chemical information contained in different databases
- read and modify the most common electronic formats of chemical structures (SMILES, SDF, MOL, PDB)
- recognize and calculate the most common molecular descriptors
- build and evaluate multivariate models
- set up and analyze a conformational analysis calculation
- prepare and set up a virtual screening workflow

Course content

The course is divided in two parts: traditional lessons (36 hours) and computer laboratory activities (12 hours) and will include the following topics:

- Linear, two-dimensional and three-dimensional molecular representation: chemical similarity and conformational analysis aspects
- Molecular descriptors and pharmacophores: definition and description of the main multivariate analysis methods used to build structure-activity models
- Virtual screening methods: docking, scoring functions and analysis of the results
- Hints to machine learning methods applied to chemoinformatics and drug discovery
- use of chemical databases (SciFinder, CSD, PDB, Reaxys, PubChem, ChEMBL)

Suggested prerequisites

Fundamental courses of chemistry of a Bachelor of Science in Chemistry or related fields.

Reference material

- A. Leach and V. Gillet, 'An Introduction to chemoinformatics', Revised Edition Springer 2007
- A. Varnek, Tutorials in Chemoinformatics, John Wiley & Sons Ltd 2017

Prerequisites

Basic courses from previous years.

Assessment method

The exam will consist of a written test of 4-5 open questions which aims to verify the preparation of the student on the course contents. A written report describing the activities performed in the computer laboratory will be also evaluated.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional lessons. Traditional teaching activities (36 h) will be integrated with computer lessons on the use of chemical databases (12 h) and seminars on specific topics of the course.

Program's information

- A. Leach and V. Gillet, 'An Introduction to chemoinformatics', Revised Edition Springer 2007
- A. Varnek, Tutorials in Chemoinformatics, John Wiley & Sons Ltd 2017

Electrochemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54); total credits 6,0

Prof. VERTOVA ALBERTO, Department of Chemistry

Address: 02503 14232 - v. Golgi, 19

Email: alberto.vertova@unimi.it

Goals

Students will face with thermodynamics and kinetics aspects of electrochemistry, discussing both theoretical and application-oriented phenomena in connection with electrolytic solutions and new electrode materials; with semiconductors; with ionic exchange membranes. Advanced electrolytic processes for energy conversion and environmental treatments will be also presented and discussed.

Acquired skill

Comprehension of half-cell and cell potentials and of parameters affecting the overpotentials. Ability to handle physico-chemical quantities and Nernst's equation to calculate half-cell potential. Knowledge of Debye-Huckel limiting law and connected parameters. Application of Butler Volmer and Tafel equations. Usage of semiconductors as electrodes in photovoltaic cells. Definition and discussion of energy conversion phenomena and membrane processes, with figures of merit.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Students will face with thermodynamics and kinetics aspects of electrochemistry, discussing both theoretical and application-oriented phenomena in connection with electrolytic solutions and new electrode materials; with semiconductors; with ionic exchange membranes. Advanced electrolytic processes for energy conversion and environmental treatments will be also presented and discussed.

acquired skills

Comprehension of half-cell and cell potentials and of parameters affecting the overpotentials. Ability to handle physico-chemical quantities and Nernst's equation to calculate half-cell potential. Knowledge of Debye-Huckel limiting law and connected parameters. Application of Butler Volmer and Tafel equations. Usage of semiconductors as electrodes in photovoltaic cells. Definition and discussion of energy conversion phenomena and membrane processes, with figures of merit.

Course content

Recall of fundamental concepts of electrochemistry. Volta, surface and Galvani potentials. Nernst equation. Electric double layer: fundamentals and applications. Debye-Huckel equation: theory and applications. Thermodynamic of interfaces: electrocapillary curves. Models of the electric double layer: Helmholtz, Guy-Chapman and Stern, and double layer capacity. Kinetics of electrochemistry: Butler-Volmer and Tafel equations. Exchange current density and transfer coefficient. Definition of the limiting current density. Semiconductor electrodes. Photoelectrochemistry. Advanced system for energy conversion. Electrochemical membrane processes. Pourbaix diagrams.

Laboratory training

Energy conversion: water electrolysis and fuel cell. Copper electrodeposition. Electro-electrodialysis process to regenerate sodium sulphate solution to produce acidic and alkaline solutions.

Suggested prerequisites

Mathematics, Physics, Physical chemistry I with laboratory. Physical chemistry II with laboratory.

Reference material

Power point presentation of the lecture will be upload on ARIEL web site.

Recommended texts:

- J.O.M. Bockris, A.K.N. Reddy "Modern Electrochemistry – 2A" Kluwer Academic Publishers;
- M. A. Brett and A. M. Oliveira Brett, "ELECTROCHEMISTRY: Principles, Methods, and Applications" Oxford University Press.
- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, "ELECTROCHEMICAL METHODS: Fundamentals and Applications" – Wiley and Sons INC, New York.

Prerequisites

Physical chemistry I and II must be already attended

Assessment method

Oral. Student must be able to handle and discuss equations and phenomena presented during lectures. In this context, also the ability of drawing and commenting relevant graphics presented during lectures will be evaluated. Student will be asked to face some mathematical

exercises and problems, connected with kinetics and thermodynamics of electrochemistry. Students will be asked to present and discuss the results obtained during laboratory training.

Language of instruction
Italian

Attendance Policy
Students are warmly asked to attend the lessons
Students must attend the laboratory

Mode of teaching
Traditional

Website
<http://ariel.unimi.it/>

Program's information

Verranno messe a disposizione sulla piattaforma ARIEL le presentazioni Power Point discusse a lezione.

Testi raccomandati:

- J.O.M. Bockris, A.K.N. Reddy "Modern Electrochemistry – 2A" Kluwer Academic Publishers;
- M. A. Brett and A. M. Oliveira Brett, "ELECTROCHEMISTRY: Principles, Methods, and Applications" Oxford University Press.
- Allen J. Bard, Larry R. Faulkner; "ELECTROCHEMICAL METHODS: Fundamentals and Applications" – Wiley and Sons INC, New York.

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Environmental analytical chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. FERMO PAOLA, Department of Chemistry
Address: 02503 14246 - v. Golgi, 19 02503 14388 - v. Venezian, 21

Email: paola.fermo@unimi.it

Goals

Provide the fundamental knowledge regarding the chemical and physical characteristics of air, water and soil;
provide knowledge on key environmental pollutants in the air, water and soil;
Finally illustrate possible methods of environmental remediation clarifying what are the policies to be implemented in order to protect and environmental sustainability.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Provide the fundamental knowledge regarding the chemical and physical characteristics of air, water and soil;
provide knowledge on key environmental pollutants in the air, water and soil;
Finally illustrate possible methods of environmental remediation clarifying what are the policies to be implemented in order to protect and environmental sustainability.

Course content

- Introduction to environmental chemistry: General aspects, contamination sources, reactions among the pollutants, transportation. Legislation in force; environmental monitoring.
- Atmosphere and pollution: atmosphere structure and composition; gaseous pollutants : CO, CO₂, SO₂, NO_x, O₃, CH₄, BTX, ecc; green house effect and acidic rains; stratospheric ozone depletion (CFC); photochemical smog; aerosol particulate matter.
- Natural waters: main characteristics and parameters (pH, BOD, durezza, ecc.); ground water and contamination sources; deputation procedures.
- Soils: main characteristics, structure and composition; sediments; cationic exchange capacity; organic pollutants and heavy metals as soil contaminants; absorption and biodegradation; fertilizers and nutrient substances; soils reclamation and bio-remediation.
- Toxic heavy metals
- Urban waste and dangerous and toxic waste
- Analytical methods for pollutant analysis

Suggested prerequisites
Basic courses in chemistry

Exam

The exam is written and includes 4-5 questions covering the entire program; the exam duration is about 1 hour; only for the students attending the lessons an oral exam could be scheduled.

For the evaluation, the knowledge concerning the analytical chemistry knowledge acquired in the courses of analytical chemistry I and analytical chemistry II will be considered as fundamental prerequisites.

Reference material

C. Baird "Chimica Ambientale" Zanichelli, 1997.

S. E. Manahan "Chimica dell'Ambiente" Ed. It. Piccin

Slides from the teacher available on the web site

Assessment method (use at least 2 lines):

Written examination: the written examination includes questions 4-5 questions and lasts for about 1 hour

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Not required

Mode of teaching:

traditional

Website: <https://pfeaaa.ariel.ctu.unimi>

Program's information

Testi consigliati:

- C. Baird "Chimica Ambientale" Zanichelli, 1997.

- S. E. Manahan "Chimica dell'Ambiente" Ed. It. Piccin

- Slides fornite dal docente e disponibili sul sito Ariel

Website

<http://pfeaaa.ariel.ctu.unimi>

Environmental chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. FERMO PAOLA, Department of Chemistry

Address: 02503 14246 - v. Golgi, 19 02503 14388 - v. Venezian, 21

Email: paola.fermo@unimi.it

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Provide the fundamental knowledge regarding the chemical and physical characteristics of air, water and soil;

provide knowledge on key environmental pollutants in the air, water and soil;

Finally illustrate possible methods of environmental remediation clarifying what are the policies to be implemented in order to protect and environmental sustainability.

Course content

- Introduction to environmental chemistry: General aspects, contamination sources, reactions among the pollutants, transportation. Legislation in force; environmental monitoring.

- Atmosphere and pollution: atmosphere structure and composition; gaseous pollutants : CO, CO₂, SO₂, NO_x, O₃, CH₄, BTX, ecc; green house effect and acidic rains; stratospheric ozone depletion (CFC); photochemical smog; aerosol particulate matter.

- Natural waters: main characteristics and parameters (pH, BOD, durezza, ecc.); ground water and contamination sources; deputation procedures.

- Soils: main characteristics, structure and composition; sediments; cationic exchange capacity; organic pollutants and heavy metals as soil contaminants; absorption and biodegradation; fertilizers and nutrient substances; soils reclamation and bio-remediation.

- Toxic heavy metals

- Urban waste and dangerous and toxic waste

- Analytical methods for pollutant analysis

Suggested prerequisites

Basic courses in chemistry

Reference material

C. Baird "Chimica Ambientale" Zanichelli, 1997.
S. E. Manahan "Chimica dell'Ambiente" Ed. It. Piccin
Slides from the teacher available on the web site

Assessment method

Written examination: the written examination includes questions 4-5 questions and lasts for about 1 hour

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Not required

Mode of teaching:

traditional

Website:

<http://pfermoCA.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

Testi consigliati:

- C. Baird "Chimica Ambientale" Zanichelli, 1997.
- S. E. Manahan "Chimica dell'Ambiente" Ed. It. Piccin
- Slides fornite dal docente e disponibili sul sito Ariel

Website

<http://pfermoCA.ariel.ctu.unimi.it>

Homogeneous catalysis

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. RAGAINI FABIO ATTILIO CIRILLO, Department of Chemistry

Address: 02503 14373 - v. Venezian, 21

Email: fabio.ragaini@unimi.it

Goals

The course describes the main industrial processes involving organometallic homogeneous catalysis. The processes are described in a way that the students can become acquainted with the problems encountered when passing from a laboratory to an industrial scale, but without dealing with engineering aspects.

Acquired skill

Acquire the knowledge to be able to examine a homogeneous catalytic process not only for the reactivity/selectivity aspects, but also from the point of view of the stability, activity and recyclability of the catalyst on a large scale.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course describes the main industrial processes involving organometallic homogeneous catalysis. The processes are described in a way that the students can become acquainted with the problems encountered when passing from a laboratory to an industrial scale, but without dealing with engineering aspects

Acquired skills

Acquire the knowledge to be able to examine a homogeneous catalytic process not only for the reactivity/selectivity aspects, but also from the point of view of the stability, activity and recyclability of the catalyst on a large scale.

Course content

Industrial and laboratory processes for the production of base and fine chemicals, employing transition metal complexes as catalysts in the homogeneous phase. A special attention is given to industrial processes. Isomerization, polymerization, hydrogenation (even asymmetric) of olefins, ketones and imines; hydrocyanation and hydrosilylation of olefins; alkyne reactions; organic halides carbonylation; carbonylation of

methanol to acetic acid, acetic anhydride and vinylacetate; hydroformylation reactions; olefin carboxylation; olefin metathesis; cyclopropanation reactions; olefin-CO copolymerization; dimethylcarbonate and dimethyloxalate synthesis; reductive carbonylation of nitroarenes.

Suggested prerequisites
Chimica Inorganica A

Reference material
Trasparancies of the lessons
Steinborn, Fundamentals of Organometallic Catalysis, Wiley-VCH, 2012
van Leuween,, Homogeneous Catalysis, Kluwer, 2004

Assessment method
Oral exam. The exam constitutes of a series of questions aimed at assessing the level of knowledge of the field reached by the students and their ability to manage the concepts acquired during the course.

Language of instruction
English

Attendance Policy:
Strongly recommended

Mode of teaching:
Traditional

Program's information

- Lucidi delle lezioni distribuiti a lezione
- Steinborn, Fundamentals of Organometallic Catalysis, Wiley-VCH, 2012
- van Leuween,, Homogeneous Catalysis, Kluwer, 2004

Inorganic chemistry A

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 9,0

Prof. CASELLI ALESSANDRO , Department of Chemistry
Address: 02503 14372 - v. Venezian, 21

Email: alessandro.caselli@unimi.it

Prof. GALLO EMMA , Department of Chemistry
Address: 02503 14374 - v. Venezian, 21

Email: emma.gallo@unimi.it

Goals

The course will furnish an advanced knowledge for understanding the role of organometallic complexes both in synthetic and catalytic reactions.

Acquired skill

Students will acquire theoretical competencies in the field of synthesis, characterization of organometallic complexes as well as in their chemical reactivity. Lessons are planned to actively involve students in scientific discussions in order to develop their proper and personal viewpoints on all treated topics.

Laboratory experiences are perfectly embedded with the theoretical part of the course and they will furnish skills, which are compulsory to fully understand the chemistry of organometallic compounds.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course will furnish an advanced knowledge for understanding the role of organometallic complexes both in synthetic and catalytic reactions.

Acquired skills

Students will acquire theoretical competencies in the field of synthesis, characterization of organometallic complexes as well as in their chemical reactivity. Lessons are planned to actively involve students in scientific discussions in order to develop their proper and personal viewpoints on all treated topics.

Laboratory experiences are perfectly embedded with the theoretical part of the course and they will furnish skills, which are compulsory to fully understand the chemistry of organometallic compounds.

Course content

The course is planned in theoretical (6 CFU, 48 hours) and experimental (3 CFU, 48 hours) lessons. The theoretical part deals with the general properties of organometallic complexes, which are classified considering the nature of coordinated ligands. The course provides: i) general syntheses of organometallic complexes; ii) physical and chemical properties of organometallic complexes; iii) chemical reactions in which organometallic complexes are involved (oxidative addition and reductive elimination; insertion and elimination, nucleophilic and electrophilic addition and abstraction; iv) introduction to the homogeneous catalysis.

The course also deals with the synthesis and characterization of coordination complexes. The laboratory work focuses on some subjects illustrated during theoretical lectures: i) template synthesis; ii) synthesis of metal hydride complexes; iii) O₂ activation; iv) substitution reactions; v) oxidative addition.

During a pre-laboratory lecture practical and theoretical aspects of all the synthesis will be given. The synthesis of air-sensitive complexes is performed under inert atmosphere using Schlenk technique (vacuum/nitrogen). Students will use combined N₂-vacuum line and special glassware.

Suggested prerequisites

Chemistry of coordination compounds.

Reference material

- Teachers' slides
- The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, 6th Edition. R. H. Crabtree; J. Wiley & Sons, N.Y.
- Organometallics. Ch. Elschenbroich; VCH.

Prerequisites

Basic knowledge in Inorganic and Coordination Chemistry.

Assessment method:

Oral (45 min.): The discussion of a laboratory experience is the starting point to fully analyze the student knowledge on the course contents.

Language of instruction

Italian; English if required

Attendance Policy:

Students are strongly invited attending theoretical lessons and obliged attending the experimental laboratory.

Mode of teaching:

Italian

Website: <https://egallocia.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Program's information

- Appunti dei docenti.
- The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, 6th Edition. R. H. Crabtree; J. Wiley & Sons, N.Y.
- Organometallics. Ch. Elschenbroich; VCH.

Website

<http://egallocia.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Inorganic Chemistry B

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54); total credits 9,0

Prof. MERCANDELLI PIERLUIGI, Department of Chemistry

Address: 02503 14447 - v. Venezian, 21

Email: pierluigi.mercandelli@unimi.it

Prof. PROSERPIO DAVIDE MARIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14446 - v. Golgi, 19

Email: davide.proserpio@unimi.it

Goals

The course presents some techniques based on the qualitative theory of molecular orbitals useful in the study of the electronic structure, the molecular geometry and the reactivity of transition metal complexes. The laboratory experiences will guide the student in the calculation of the molecular orbitals of some organometallic species.

Acquired skill

The student will be able to qualitatively describe the electronic structure of transition metal complexes and to use this information to rationalize or predict their geometry and reactivity.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course presents some techniques based on the qualitative theory of molecular orbitals useful in the study of the electronic structure, the molecular geometry and the reactivity of transition metal complexes. The laboratory experiences will guide the student in the calculation of the molecular orbitals of some organometallic species.

Acquired skills

The student will be able to qualitatively describe the electronic structure of transition metal complexes and to use this information to rationalize or predict their geometry and reactivity.

Course content

Lessons: Electron count in complexes. Principles of orbital interactions. Metal and ligand orbitals. Principal ligand field: sigma interactions (octahedral, square-planar, square-based pyramidal, tetrahedral, trigonal-bipyramidal, trigonal-planar and linear geometries). Pi-type interactions (pi-donor and pi-acceptor ligands, pi-complexes). Applications (conformational problems, agostic interactions, carbene complexes, metal-metal bonds, reductive elimination reactions, isolobal analogy).

Laboratory: Practical verification of the models described in the course by carrying out the exercises of the textbook using an Extended Hückel (EHT) semi-empirical calculation program.

Suggested prerequisites

Chemistry of coordination compounds.

Reference material

Yves Jean "Molecular orbitals of transition metal complexes" Oxford University Press, 2005.

Prerequisites

Basic knowledge of coordination chemistry.

Assessment method

The exam consists of an oral exam on all the topics covered in the course starting from an application topic chosen by the student. It also involves the evaluation of a report on two laboratory exercises assigned by the teacher.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Lessons: recommended. Laboratory: compulsory.

Mode of teaching

Traditional

Program's information

- Yves Jean "Molecular orbitals of transition metal complexes" Oxford University Press, 2005.

Mathematical methods applied to chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. VIGNATI MARCO, Department of Mathematics "Federigo Enriques"

Address: 02503 16183 - v. Saldini, 50

Email: marco.vignati@unimi.it

Goals

Knowledge of differential equations, multiple integration, potential theory and some of their connections.

Acquired skill

We introduce concepts and computational techniques that are useful in the study of the solutions of some differential equations involved in mathematical models that describe some natural phenomena.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals:

We introduce concepts and computational techniques that are useful in the study of the solutions of some differential equations involved in mathematical models that describe some natural phenomena.

acquired skills:

Capability in the use of differential and integral Calculus for functions of several variables, in order to understand the qualitative behavior of certain mathematical models describing physical processes.

Course content

A) Differential calculus for functions of several real variables.

Curves $p: \mathbb{R}^1 \rightarrow \mathbb{R}^m$: orientation, arc-length, I-type line integrals and applications.

Functions $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^1$: continuità, partial derivatives, gradient, differentiability, tangent planes. Hessian matrix, Taylor's formula of order 2.

Optimization: the nature of stationary points. Quadratic forms and eigenvalues.

Functions $F: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$: jacobian matrix, differentiability, the Chain rule. Vector fields. Surfaces in \mathbb{R}^3 . Tangent plane and normal vector. Implicit functions, Dini's Theorem. Constrained optimization and the Lagrange multipliers method.

B) Integral Calculus in 2 and 3 variables.

The basic properties of double and triple integrals: regular sets and measurable functions. Iterated integration. Polar and spherical coordinates.

Vector fields $F: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$: the differential operators grad, div, rot and their properties. Line integrals of II type: the work of a vector field along a line.

Conservative and irrotational vector fields, potentials, Poincaré's lemma, simply connected sets. I and II type surface integrals, flow of a vector field. Surfaces with boundary. Integral formulas: Gauss-Green's formula, the Divergence Theorem in dimensions 2 and 3, Stokes's theorem.

C) Differential equations

Ordinary differential equations: Cauchy's problems, existence/uniqueness of local/global solutions. Types of equations: separable, linear of order 1, Bernoulli, linear of order 2. Lagrange's method. Constant coefficients linear equations. Harmonic oscillators. Few hints about PDEs.

Suggested prerequisites

Istituzioni di Matematica

Reference material

- M. Bramanti, C. Pagani, S. Salsa, Analisi Matematica 2, Zanichelli ed.;
- G. Turrell, Mathematics for Chemistry and Physics, Academic Press, 2002.
- extra notes written by the teacher.

Assessment method

The final exam consists of two parts: a written part is a problem-solving session, containing four/five exercises; if the result is positive, this first part is then followed by a colloquium on the more abstract concepts and results.

Language of instruction: Italian

Attendance Policy: strongly recommended

Mode of teaching: frontal

<http://users.mat.unimi.it/users/vignati/>

Program's information

- M. Bramanti, C. Pagani, S. Salsa, Analisi Matematica 2, Zanichelli ed.;
- G. Turrell, Mathematics for Chemistry and Physics, Academic Press, 2002.
- altre eventuali note didattiche fornite dal docente.

Website

<http://users.mat.unimi.it/users/vignati/>

Medicinal chemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54) , F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. BELVISI LAURA, Department of Chemistry
Address: 02503 14086 - v. Venezian, 21

Email: laura.belvisi@unimi.it

Goals

An introduction to Medicinal Chemistry. The course aims to provide students with the general principles and the basic approaches of Medicinal Chemistry. In particular, the principal phases of drug action, the molecular mechanisms of drugs and the drug discovery and development process will be discussed.

Acquired skill

Knowledge of the basic notions in medicinal chemistry, the most relevant issues of the drug action, the main techniques employed for the discovery and the development of an efficient drug, and the problems to deal with in this process. Knowledge of selected drug classes that have been discussed to explain the general concepts. Understanding medicinal chemistry activities in multidisciplinary frameworks and the progresses of a rapidly evolving discipline.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

An introduction to Medicinal Chemistry. The course aims to provide students with the general principles and the basic approaches of Medicinal Chemistry. In particular, the principal phases of drug action, the molecular mechanisms of drugs and the drug discovery and development process will be discussed.

Acquired skills

Knowledge of the basic notions in medicinal chemistry, the most relevant issues of the drug action, the main techniques employed for the discovery and the development of an efficient drug, and the problems to deal with in this process. Knowledge of selected drug classes that have been discussed to explain the general concepts. Understanding medicinal chemistry activities in multidisciplinary frameworks and the progresses of a rapidly evolving discipline.

Course content

Principal phases of drug action (20 hours). Pharmaceutic, pharmacokinetic and pharmacodynamic phases. Pharmacokinetics: the processes of Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion of drugs. Pharmacodynamics: the molecular targets of drugs and the receptor concept. Structure and function of the receptors. Nature of drug-receptor interactions. Quantitative analysis of drug-receptor interactions and drug-induced biological responses (cell-free binding assays and cell-based functional assays). Definition of affinity, potency, efficacy, selectivity, therapeutic index. Definition of agonist, partial agonist, inverse agonist, antagonist. Receptor theory: models for drug-mediated receptor activation. Processes of signal transduction. Enzymes as drug targets. Principal phases of drug discovery and development process (14 hours). Approaches for HIT and LEAD identification. Ligand efficiency metrics. LEAD modification and optimization: isostery and bioisostery, molecular simplification and complication, rigid analogs and prodrugs. Molecular modification of peptides. Recent advances in the design of peptidomimetics. Introduction to structure-activity relationship studies (QSAR) and computer-aided drug design methods (CADD). Computer lab lesson on the use of structural databases and virtual screening tools. Analysis of selected pharmacological classes to illustrate the points discussed in the general section (14 hours).

Suggested prerequisites

Fundamental courses of organic chemistry of a Bachelor of Science in Chemistry or related fields.

Reference material

- G. L. Patrick, An introduction to Medicinal Chemistry, Fifth or Sixth edition, Oxford University Press
- T. L. Lemke, D. A. Williams, V. F. Roche, S. W. Zito, Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Seventh edition, Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer

Prerequisites

Knowledge of the organic chemistry at the level of a Bachelor of Science in Chemistry or related fields.

Assessment method

Written

The exam will consist of a written test which aims to verify the preparation of the student on the course contents. The written examination will typically include 4-5 open questions: 1-2 questions will concern the phases of drug action, 1-2 questions will regard the drug discovery and development process, 1-2 questions will refer to drug classes discussed during the course. The evaluation of the student will be based on: the knowledge of the main issues concerning the phases of drug action and of drug discovery and development process, the ability to discuss in a critical and integrated way these general aspects in the specific examples given in the exam.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional lessons will be integrated with additional teaching activities including computer lessons on the use of medchem databases and

seminars on specific topics of the course.

Website:

<http://lbelvisimc.ariel.ctu.unimi.it/v1/home>

Program's information

- G. L. Patrick, An introduction to Medicinal Chemistry, Fifth or Sixth edition, Oxford University Press

- T. L. Lemke, D. A. Williams, V. F. Roche, S. W. Zito, Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Seventh edition, Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer

Website

<http://lbelvisimc.ariel.ctu.unimi.it/v1/home>

Nanoparticles: Chemistry and Applications

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. LICANDRO EMANUELA, Department of Chemistry

Address: 02503 14143 - v. Venezian, 21 02503 14151 - v. Venezian, 21

Email: emanuela.licandro@unimi.it

Prof. MAGGIONI DANIELA, Department of Chemistry

Address: 02503 14350 - v. Venezian, 21 02503 14352 - v. Venezian, 21

Email: Daniela.Maggioni@unimi.it

Goals

The objective of the course is to provide the student with the most important knowledge related to basic principles of nanoparticles and their applications.

Acquired skill

Skills acquired by the students at the end of the course are the knowledge of synthetic methods of inorganic nanoparticles and their functionalization for application in the biomedical field.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The objective of the course is to provide the student with the most important knowledge related to basic principles of nanoparticles and their applications.

acquired skills

Skills acquired by the students at the end of the course are the knowledge of synthetic methods of inorganic nanoparticles and their functionalization for application in the biomedical field.

Course content

Part I

Basic concepts on the nanoparticles, their physico-chemical properties and how these latter can be modulated changing nanoparticles size will be presented. In particular, the synthetic procedures (using both top-down and bottom-up approaches) for the preparation of different nanoparticle classes (metallic, semiconductors and quantum dots) will be described. The peculiar properties of the different types of nanoparticles (absorption, emission, modulation of the nanosized semiconductors band gap etc.) will be described. The most relevant strategies for nanoparticles stabilization in colloidal suspension, for the choice of the capping material as a function of the biomedical use of the nano-object, will be presented, as well as the techniques most commonly employed for their characterization in the solid state (TEM, SEM and AFM) and in suspension (DLS and Z-Potential). Some recent applications will be discussed. TOTAL 24 h.

Part II

Basic principles of superparamagnetic nanoparticles are illustrated: in particular, definitions, characteristics and potential applications are presented. In detail, iron oxide nanoparticles, such as maghemite and magnetite are discussed in terms of magnetic characteristics, synthesis and stabilization methods. The most important methods of functionalization of nanoparticles surface with organic molecules and biomolecules are presented. Basic principles of biomedical applications are also described: 1] in diagnostics, through the use of nanoparticles as contrast agents for magnetic resonance imaging and 2] in therapy, thanks to their ability to give hyperthermia, drug transport, vector for cells uptake. In the last part of the course basic principles of Halloysite nanotubes are described, as innovative nanosystems for potential applications in diagnostics and therapy. TOTAL 24h

Suggested prerequisites
General chemistry, Organic Chemistry I

Reference material

Slides of both parts of the course used during lessons will be provided to the students through the Ariel web-site. Students can communicate with the teacher through e-mail, or rather, making an appointment to take advantage of the weekly reception time.

Assessment method

The examination consists in a written test for the two course parts. The written test contains three open questions on the program dealing with Part I (on the different synthetic methods of inorganic nanoparticles, the analytical techniques employed in the characterization of nanoparticle objects, and applications in the biomedical field) and three open questions on the Part II of the course (on the methodologies widely described during the course, for the conjugation of organic or bio-molecules to nanoparticles and/or nanotubes). The two marks (it is needed that the both are higher or at least equal to 18/30) will contribute to the mean of the final mark. During each academic year a number of at least 7 exams will be set, in the ordinary exam sessions.

Language of instruction
Italian

Attendance Policy:
Highly recommended

Mode of teaching:
traditional

Website: <https://dmaggioninca.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Program's information

Agli studenti verranno fornite le slides utilizzate durante le lezioni nelle due unità didattiche (tramite sito Ariel dei docenti sia per la Parte I che II). Gli studenti possono interloquire con il docente tramite e-mail, o preferenzialmente, prendendo appuntamento per usufruire dell'orario di ricevimento settimanale.

Website

<http://dmaggioninca.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Organic chemistry A

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 9,0

Prof. BERNARDI ANNA, Department of Chemistry
Address: 02503 14092 - v. Venezian, 21 02503 14111 - v. Venezian, 21

Email: anna.bernardi@unimi.it

Prof. LICANDRO EMANUELA, Department of Chemistry
Address: 02503 14143 - v. Venezian, 21 02503 14151 - v. Venezian, 21

Email: emanuela.licandro@unimi.it

Goals

- improve the knowledge on the structure of organic molecules and of reaction mechanisms
- provide concepts about reactions of great interest in organic synthesis, that are not discussed in basic organic chemistry courses,
- improve experimental lab's techniques and practical skills aimed to make the synthetic work independently

Acquired skill

The student will acquire skills complementary to those already attained in the field of stereochemistry, in advanced organic synthesis and specific reactions mechanisms and pericyclic reactions. From the laboratory training he will gain expertise in the execution and work up of sophisticated organic reactions performed under inert atmosphere and with stereochemical aspects.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

- improve the knowledge on the structure of organic molecules and of reaction mechanisms
- provide concepts about reactions of great interest in organic synthesis, that are not discussed in basic organic chemistry courses,

- improve experimental lab's techniques and practical skills aimed to make the synthetic work independently

Acquired skills

The student will acquire skills complementary to those already attained in the field of stereochemistry, in advanced organic synthesis and specific reactions mechanisms and pericyclic reactions.

From the laboratory training he will gain expertise in the execution and work up of sophisticated organic reactions performed under inert atmosphere and with stereochemical aspects.

Course content

Organic Chemistry A (6 credits)

Stereochemistry. Configuration. Symmetry and chirality. Stereogenic units. Stereogenic centers. Configuration at tetrahedral atoms. Configuration at double bonds. Configuration at cyclic systems. Prochiral centers. Topism. Molecules with multiple stereogenic centers. Chirality and optical activity. Diastereotopic and enantiotopic atoms, groups or faces. Absolute Configuration. Analysis and separation of enantiomeric mixtures. Conformation. Conformational analysis. Conformation in open-chain systems. Conformation in six-membered rings. Conformation in heteroatom containing six-membered rings. Conformation in other rings. Stereoselectivity. Stereoselective and stereospecific syntheses. Enantioselective syntheses. Conformational, torsional and stereoelectronic effects on reactivity. Double stereo-differentiation. Reaction Mechanisms -Types of mechanism (heterolytic, homolytic, pericyclic). Types of reactions (substitution, addition to double or triple bonds, β -elimination, rearrangement). Reaction intermediates (ionic, radical, organometallic). Methods of determining reaction mechanisms (determination of the presence of an intermediate, isotopic labelling, stereochemical evidence, the study of catalysis, isotope effects, kinetic evidence). Stepwise reactions and intermediate formation. Carbocations (structure and stability; generation and reactivity of carbocations, non- classical carbocations). SN1 Mechanism. Addition to carbon-carbon multiple bonds (alkenes, dienes, allyl/vinyl silanes and allyl/vinyl stannanes). E1 Mechanism. Free radicals (structure and stability, generation and reactivity of radicals). Radical addition to double bonds. Radical cyclizations. Reactions at unactivated C-H bonds. One-step mechanism, without intermediate formation. SN2 and E2 mechanism. Pericyclic reactions. Concerted cycloadditions. The perturbational Theory. The Diels-Alder reaction (Regioselectivity and stereochemistry. Substituent effects. Lewis acid catalysis. Diastereoselective Diels-Alder reactions using chiral auxiliaries. Enantioselective catalysis in Diels-Alder reaction. Intramolecular Diels-Alder reactions. Scope and synthetic applications. 1,3-Dipolar Cycloadditions (Regiochemistry and stereochemistry. Catalysis. Scope and applications). [2+2]-Cycloadditions (Cycloaddition reactions of alkenes and ketenes. Synthesis of Cyclobutanes). Unimolecular rearrangements.[1,j]- Sigmatropic rearrangements. [3,3]-Sigmatropic rearrangements (Cope and modified Cope rearrangements. Claisen and modified Claisen rearrangements). [2,3]-Sigmatropic rearrangements (rearrangement of allylic sulfoxides, amine oxides, allylic sulfonium and ammonium ylides). Wittig and aza-Wittig rearrangements. Unimolecular thermal eliminations (cheletropic reactions, decomposition of cyclic azo-compounds, β -eliminations via cyclic transition states).

Organic Chemistry Laboratory A (3 cfu)

Some of the reactions discussed in the course will be performed in the laboratory, focusing on inert atmosphere working and other advanced techniques. Stereochemical aspects of the reactions will also be considered.

Suggested prerequisites

Bachelor level Organic Chemistry courses (min 16 CFU)

Reference material

- (1) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science;
- (2) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

Assessment method:

Organic chemistry module: students are evaluated through a written examination. In the case of not-fully positive evaluation of the written examination, at teacher' s discretion, students will also undergo a colloquium done in the same exam session. Both written exam and colloquium concern the whole program of the course.

Laboratory module: students are evaluated on the basis of the knowledge and the skill acquired performing the experiments.

The final course-grade is a weighted average of the two modules evaluations.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Organic Chemistry A module: it is strongly recommended that students attend class regularly from the beginning of the term and meet all requirements set by the instructor.

Laboratory module: attendance at all scheduled laboratory lessons and experiments is compulsory.

Mode of teaching:

Teacher-centered, interactive lessons, accompanied by power-point presentations

Program's information

Testi consigliati:

- (1) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science;
- (2) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

Organic chemistry B

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 9,0

Prof. PIGNATARO LUCA LUIGI, Department of Chemistry

Address: 02503 14090 - v. Venezian, 21

Email: Luca.Pignataro@unimi.it

Goals

The objective of the course is to make students develop a base of knowledge of the most fundamental organic reactions in the realm of organic synthesis.

Acquired skill

At the end of the course, the student should be able to select suitable reactions for a particular organic synthesis, based on the identification of the most effective possibilities among the available ones.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course goals

The objective of the course is to make students develop a base of knowledge of the most fundamental organic reactions in the realm of organic synthesis.

Acquired skills

At the end of the course, the student should be able to select suitable reactions for a particular organic synthesis, based on the identification of the most effective possibilities among the available ones.

Course content

- Alkylation of enolates and other carbon nucleophiles. Generation and properties of enolates and other stabilized carbanions: generation of enolates by deprotonation; regioselectivity and stereoselectivity in enolate formation; other means of generating enolates; solvent effects on enolate structure and reactivity. Alkylation of enolates: alkylation of highly stabilized enolates; oxygen versus carbon as site of alkylation; alkylation of ketone enolates; alkylation of aldehydes, esters, carboxylates, amides, and nitriles; generation and alkylation of dianions; intramolecular alkylation of enolates; control of enantioselectivity in alkylation reactions. The nitrogen analogs of enols and enolates: enamines and imine anions. Problems.

- Reaction of carbon nucleophiles with carbonyl compounds. Aldol addition and condensation reactions: the general mechanism; mixed aldol condensations with aromatic aldehydes; control of regiochemistry and stereochemistry of mixed aldol reactions of aliphatic aldehydes and ketones; control of regio- and stereoselectivity of aldol reactions of aldehydes and ketones; aldol addition reactions of enolates of esters and other carbonyl derivatives; the Mukaiyama aldol reaction; control of facial selectivity in aldol and Mukaiyama-aldol reactions; intramolecular aldol reactions and the Robinson annulation. Addition reactions of imines and iminium ions: the Mannich reaction; additions to N-acyl iminium ions; amine-catalyzed condensation reactions. Acylation of carbon nucleophiles: Claisen and Dieckmann condensation reactions; acylation of enolates and other carbon nucleophiles. Olefination reactions of stabilized carbon nucleophiles: the Wittig and related reactions; reactions of carbonyl compounds with alpha-silylcarbanions; the Julia olefination reaction. Reactions proceeding by addition-cyclization: sulfur ylides and related nucleophiles; the Darzens reaction. Conjugate additions by carbon nucleophiles: conjugate addition of enolates; conjugate addition with tandem alkylation; conjugate addition by enolate equivalents; control of facial selectivity in conjugate addition reactions; conjugate addition of organometallic reagents; conjugate addition of cyanide ion. Problems.

- Electrophilic additions to carbon-carbon multiple bonds. Electrophilic addition to alkenes: addition of hydrogen halides, hydration, oxymercuration-reduction, addition of halogens, electrophilic sulfur and selenium reagents. Electrophilic cyclization: halocyclization, sulfonylcyclization and selenenylcyclization; cyclization by mercuric ion. Electrophilic substitution alpha to carbonyl groups: halogenations alpha to carbonyl groups; sulfonylation and selenenylation alpha to carbonyl groups. Additions to alkenes and alkynes. Addition to double bonds via organoborane intermediates: hydroboration; reactions of organoboranes (transformations into alcohols, amines, halides); enantioselective hydroborations; hydroboration of alkynes. Hydroalumination, carboalumination, hydrozirconation, and related reactions. Problems.

- Organometallic compounds of the group I, II, and III metals. Preparation, properties and reactions of organomagnesium, organolithium, organozinc, organocadmium, organomercury, organoindium, and organocerium compounds. Problems. Carbanions and other nucleophilic carbon species (acidity of hydrocarbons; carbanions stabilized by functional groups; enols and enamines; carbanions as nucleophiles in SN2 reactions). Problems.

- Blackboard exercises on the topics of the course.

Suggested prerequisites

Good knowledge of basic organic chemistry. Required passed exams: Organic Chemistry I, Organic Chemistry II, Laboratory of Organic Chemistry, Insights of Organic Chemistry.

Reference material

- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science.
- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

Assessment method

Written tests (3 tests "in itinere") and final oral examination. Each written test is typically comprised of 10-15 exercises taken from the recommended book (Carey & Sundberg, Part B). The final oral exam is mainly focused on a discussion of the written tests.

Language of instruction
Italian

Attendance policy
Compulsory (exercises)
Strongly recommended (lectures)

Mode of teaching
Traditional

Other information
Level of course: advanced

Program's information

- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science.
- F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

Organometallic chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CASELLI ALESSANDRO, Department of Chemistry
Address: 02503 14372 - v. Venezian, 21

Email: alessandro.caselli@unimi.it

Goals

The course aims to train students on the aspects of frontier applications of organometallic chemistry. Fundamental aspects of organometallic compounds will be described. Application to synthetic organic reactions using these organometallic compounds will be presented.

Acquired skill

The course is aimed at the introduction to organometallic chemistry for students confronted with the field for the first time. The material covered is a mixture of indispensable milestones and basic facts and selected examples of the most recent literature. Attempts to systematize organometallic chemistry by relating molecular structures to the number and nature of the valence electrons are presented. Applications of organometallics in organic synthesis as well as industrial processes based on homogeneous catalysis are illustrated.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims to train students on the aspects of frontier applications of organometallic chemistry. Fundamental aspects of organometallic compounds will be described. Application to synthetic organic reactions using these organometallic compounds will be presented.

acquired skills

The course is aimed at the introduction to organometallic chemistry for students confronted with the field for the first time. The material covered is a mixture of indispensable milestones and basic facts and selected examples of the most recent literature. Attempts to systematize organometallic chemistry by relating molecular structures to the number and nature of the valence electrons are presented. Applications of organometallics in organic synthesis as well as industrial processes based on homogeneous catalysis are illustrated.

Course content

This course examines important transformations of organometallic species with an emphasis on basic mechanisms, structure-reactivity relationships, spectroscopic characterization and applications in organic synthesis.

1) Introduction. 2) Energy, polarity, and reactivity of the M-C bond. 3) Main group organometallics: overview of preparation methods. 4) Organometallic chemistry of alkali metals. 5) Organometallic compounds of groups 2 and 12. 6) Organometallic chemistry of boron, aluminium and indium. 7) Organoelement compounds of the carbon group. 8) Organometallic chemistry of copper, silver and gold. 9) Survey of organotransition metal complexes according to ligand. Structure and bonding. Reactivity. Applications in organic chemistry. 9a) σ -donor ligands: transition metal-alkyls and -aryl compounds. 9b) σ -donor π -donor / π -acceptor ligands: olefin and allyl complexes. 9c) σ -donor / π -acceptor ligands: transition metal carbene and carbyne complexes. 10) NMR spectroscopy (^1H , ^{13}C , ^{31}P and heteronuclei) applied to the characterization and reactivity studies of organometallic complexes

Suggested prerequisites

Expected to have basic knowledge of organic and inorganic chemistry. The student must also have already acquired the fundamental principles of coordination chemistry.

Reference material

There is no mandatory text: the teaching material will be provided by the teacher in the form of file.pdf downloadable from the network.

However, it is recommended that the student could access one or more of the following books:

Crabtree, Robert H. The Organometallic Chemistry of the Transition Metals. 5th ed. New York, NY: John Wiley, 2009.

Elschenbroich, Christoph Organometallics 3rd, fully revised and extended ed. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2006.

Cotton, F. Albert; Wilkinson, Geoffrey; Murillo, Carlos A.; Bochmann, Manfred Advanced Inorganic Chemistry 6th ed. New York, NY: John Wiley, 1999.

Assessment method:

Oral: The oral exam (about 45 minutes) aims to evaluate the preparation on the whole program, starting with a detailed analysis of a literature article (relevant to the program) at the choice. Students' knowledge of organometallic chemistry along with its application to synthetic organic reactions, and their ability to apply them to problems will be assessed.

Language of instruction

Italian

English if required

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional (frontal lessons, however, all the material presented in lessons is made available to students via the web page and constantly updated)

Website:

<http://acasellicm.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.asp>

Program's information

Non esiste un testo obbligatorio: il materiale didattico verrà fornito dal docente sotto forma di file.pdf scaricabili dalla rete. Si raccomanda comunque l'accesso ad uno o più dei libri elencati di seguito:

- Crabtree, Robert H. The Organometallic Chemistry of the Transition Metals. 5th ed. New York, NY: John Wiley, 2009.

- Elschenbroich, Christoph Organometallics 3rd, completely revised and extended ed. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2006.

- Cotton, F. Albert; Wilkinson, Geoffrey; Murillo, Carlos A.; Bochmann, Manfred Advanced Inorganic Chemistry 6th ed. New York, NY: John Wiley, 1999.

Website

<http://acasellicm.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Patents and Management of Innovation

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54) , F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. GIANNANTONIO ROBERTO

Email: Roberto.Giannantonio@unimi.it

Prof. VATTI FRANCESCO PAOLO

Email: Francesco.Vatti@unimi.it

Goals

[Patents]

To know the patent system from the point of view of the user, so as to learn when it is advisable to patent, when to enforce a patent and what can be expected from a patent.

[Management of Innovation] To understand the general dynamics of the Innovation Process, with particular reference to the nature and roles of the subjects involved in the process, and to the main methods that can be exploited to create value on a socio-economic level, with particular reference to the business model.

Acquired skill

[Patents]

Knowledge of patent laws with some skill in other IP tools; knowledge about the players in the patent system, especially in Italy and Europe;

some guidelines for patent strategy.

[Management of Innovation]

Knowledge of the main conceptual tools engaged in the Innovation Process.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

[Patents] To know the patent system from the point of view of the user, so as to learn when it is advisable to patent, when to enforce a patent and what can be expected from a patent. [Management of Innovation] To understand the general dynamics of the Innovation Process, with particular reference to the nature and roles of the subjects involved in the process, and to the main methods that can be exploited to create value on a socio-economic level, with particular reference to the business model.

Acquired skills

[Patents] Knowledge of patent laws with some skill in other IP tools; knowledge about the players in the patent system, especially in Italy and Europe; some guidelines for patent strategy. [Management of Innovation] Knowledge of the main conceptual tools engaged in the Innovation Process.

Course content

[Patents]

Introduction to IP; definition of invention; some historic knowledge on patents; requirements of patentability for an invention; exceptions to patentability; patents in the pharmaceutical field; general structure of a patent; procedure for getting a patent in Italy and Europe; extension of patent protection abroad; prior art searches; patents as assets; patent evaluation; patent enforcement and main legal tools for protecting an invention; basics of patent strategy; practical cases.

[Management of Innovation]

1. INTRODUCTION

- 1.1. Definition of Innovation
- 1.2. Types of Innovation (Incremental/Continuous, Radical/Discontinuous, etc.)
- 1.3. Innovation as a process
- 1.4. Generations of the Innovation Process
- 1.5. Closed, Open, Design-Driven Innovation
- 1.6. Innovation Management

2. THE INNOVATION PROCESS AS SEEN BY A PRIVATE COMPANY

- 2.1. Sources of ideas, Creativity
- 2.2. Technology, definitions and use
- 2.3. Know-How, Intellectual Property, Hard and Soft Technology
- 2.4. Technology, Systems and Products, Problems and Needs
- 2.5. Development of Technologies, Integration of Technologies, TRL
- 2.6. Market
- 2.7. Company Organization
- 2.8. Company Functions and Company Management Bodies
- 2.9. Business Strategy (the Ansoff Matrix, the Boston Matrix, PEST Analysis, Decision Matrix Analysis)
- 2.10. Innovation Projects and Project Management

2.11. A simplified Project Management approach: the Stage-Gate Method

- 2.12. Business Idea Proposal
- 2.13. Planning
- 2.14. Risk Management
- 2.15. Technology Transfer, Fusion Innovation
- 2.16. Budget
- 2.17. Business and Technology Plan
- 2.18. SWOT Analysis
- 2.19. Business Model, Business Model Canvas

3. THE INNOVATION PROCESS AS SEEN BY A STARTUP

- 3.1. Definition of Startup
- 3.2. Pitch and Seed Stage Deliverables
- 3.3. MISE Policy for Innovation Startups
- 3.4. Lean Startup (and the NTLL Method)
- 3.5. Startup Ecosystems
- 3.6. Startup Financing Cycle
- 3.7. Startup Sub-Sectors

4. THE INNOVATION PROCESS AS SEEN BY GOVERNMENTS

- 4.1. National Research and Innovation funding: PON and DFG Programmes
- 4.2. European Research and Innovation funding: Horizon 2020 Programme
- 4.3. Project Call
- 4.4. Structure of a Project Proposal

5. INNOVATION TOOLS

- 5.1. Technology Roadmap
- 5.2. Technology Forecasting
- 5.3. The Ishikawa (Fishbone) Diagram
- 5.4. TRIZ

6. COMPLEMENTARY TOPICS

- 6.1. More on Business Strategy: Vertical and Horizontal Integration
- 6.2. Value Chain of Innovation in the Information Age
- 6.3. Knowledge Management
- 6.4. Soft Skills

7. AN INNOVATION CASE

- 7.1. Innovation Management

7.2. Patents

Suggested prerequisites

There is no particular pre-requisite, except a basic scientific background.

Reference material

Notes taken during the lessons, handouts on the Ariel website, literature cited in the handouts.

Prerequisites

None.

Assessment method

Oral examination of around 30 minutes, half on patents and half on management of innovation. As for [Patents], five questions are normally asked, one on general IP matters, three on specific aspects about patents of invention and one, more practical, aiming at testing the ability of the candidate in joining and managing information. As for [Management of Innovation], the exam is aimed at evaluating the degree of comprehension of the main topics of the course, listed in the document Management_of_Innovation_COURSE_PROGRAM_2018_2019.pdf, available on the UniMi Ariel Portal, and exposed in the nine presentations Management_of_Innovation_#1.pdf to Management_of_Innovation_#9.pdf, also uploaded on the UniMi Ariel Portal.

Students are also invited to deepen one or more specific topics among those addressable through the Internet references given in the above presentations.

Language of instruction

English

Attendance Policy

Highly recommended.

Mode of teaching

Traditional lessons.

Website

<https://ariel.unimi.it/>

Program's information

Appunti di lezione, dispense dei docenti, letteratura consigliata nelle dispense

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Photochemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. SELLI ELENA, Department of Chemistry

Address: 02503 14237 - v. Golgi, 19

Email: elena.sell@unimi.it

Short Course Description

Program with reference to descriptor 1 and 2

Production and properties of electronic excited states. Radiation absorption and electronic states of molecules. The Jablonski diagram. Lifetime, energy, geometry and acid-base properties of excited states, solvent effects.

Photophysical and photochemical deactivation paths. Vibrational relaxation, radiative and non-radiative transitions, kinetics of excited states quenching, excimers and exciplexes. Kinetics and mechanism of photochemical reactions.

Experimental techniques. Conventional light sources, actinometry, LEDs, lasers, luminescence spectroscopy, transient absorption and time-resolved emission spectroscopy.

Photochemical processes in nature. Photochemical reactions in the atmosphere and stratosphere. Photochemical smog. Photosynthesis, the vision process.

Photocatalysis and other applications. Photoelectrochemical processes on semiconductors, photocatalysis for solar energy conversion and for the degradation of water and air pollutants. Photopolymerization, photoinitiators and mechanism, photoinduced degradation and stabilization of polymers. Photochromism, photochemical syntheses.

Reference material

- Gilbert, J. Baggott, Essentials of Molecular Photochemistry, Blackwell, 1991
- M. Klessinger, J. Michl, Excited States and Photochemistry of Organic Molecules, VCH, 1995
- R.P. Wayne, Principles and Applications of Photochemistry, Oxford University Press, 1988.

Assessment methods: Oral

The exam consists in an interview aimed at testing the skills acquired by the student on the subjects developed in the course.

Program's information

- Gilbert, J. Baggott, Essentials of Molecular Photochemistry, Blackwell, 1991
- M. Klessinger, J. Michl, Excited States and Photochemistry of Organic Molecules, VCH, 1995
- R.P. Wayne, Principles and Applications of Photochemistry, Oxford University Press, 1988.

Photoluminescence and magnetic resonance: applications in organometallic and inorganic chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CARIATI ELENA, Department of Chemistry

Address: 02503 14370 - v. Venezian, 21

Email: elena.cariati@unimi.it

Prof. MAGGIONI DANIELA, Department of Chemistry

Address: 02503 14350 - v. Venezian, 21 02503 14352 - v. Venezian, 21

Email: Daniela.Maggioni@unimi.it

Goals

Acquisition of theoretical and practical principles and applications of photoluminescence and magnetic resonances of inorganic and metallorganic materials.

Acquired skill

Knowledge of the basic phenomena in the photoluminescence and magnetic resonance spectroscopies

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Acquisition of theoretical and practical principles and applications of photoluminescence and magnetic resonances of inorganic and metallorganic materials.

Acquired skills

Knowledge of the basic phenomena in the photoluminescence and magnetic resonance spectroscopies

Course content

Part of Photoluminescence (Elena Cariati)

The first course part will cover the basic principles of photoluminescence. In the second part, details of modern instrumental design and key operational principles will be discussed. The final part will explore specific aspects and field of application of inorganic and metallorganic materials.

Part of Nuclear magnetic resonance (Daniela Maggioni)

In the first part the properties of the most common NMR active isotopes, relevant in inorganic and organometallic chemistry, will be presented together with sensitivity enhancement techniques for the observation of low receptivity isotopes. In the second part non conventional experiments and techniques will be presented.

Suggested prerequisites

Basic NMR knowledges

Reference material

Slides shown during the lessons are available on the Ariel website together with all the necessary files for the in depth study of the subjects covered in class.

Assessment method

The assessment of the acquired knowledge for both modules will consist in an oral examination. Considering the greater weight of the

luminescent part, questions will be mainly focused on this subject.

Language of instruction
Italian

Attendance Policy:
Highly recommended

Mode of teaching:
The course will fundamentally consists in frontal lessons supported by few laboratory demonstrations aimed at deepening the practical-instrumental aspects treated in the classroom.

Website:
<http://tberinghellirmacim.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

Sul sito Ariel di riferimento al corso sono disponibili le slides presentate a lezione e tutto il materiale necessario per l'approfondimento degli argomenti trattati.

Website
<http://tberinghellirmacim.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Physical chemistry A

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 9,0

Prof. CEOTTO MICHELE, Department of Chemistry
Address: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Email: Michele.Ceotto@unimi.it

Prof. SIRONI MAURIZIO, Department of Chemistry
Address: 02503 14251 - v. Golgi, 19

Email: maurizio.sironi@unimi.it

Goals

The course aims to provide an overview of the main and modern computational techniques based on the use of Quantum Mechanics. The different techniques are illustrated according to the following scheme: theoretical introduction, advantages and disadvantages, practical use. A series of practical computer exercises complete the course.

Acquired skill

Knowledge of some widely used quantum modeling techniques and their possible use. Use of quantum mechanical programs and graphical interfaces.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course goals

The course aims to provide an overview of the main and modern computational techniques based on the use of Quantum Mechanics. The different techniques are illustrated according to the following scheme: theoretical introduction, advantages and disadvantages, practical use. A series of practical computer exercises complete the course.

Acquired skills

Knowledge of some widely used quantum modeling techniques and their possible use. Use of quantum mechanical programs and graphical interfaces.

Course content

Outline of Force Fields methods. The problem of parameterization. Differences and validation of the force fields. Computational considerations. Advantages and limitations of the force fields.

Outline of optimization techniques and associated numerical problems.

Determination of the electronic structure. The Born-Oppenheimer approximation. The SCF theory. The energy of a determinant. Koopman's theorem. SCF techniques. Outline of periodic systems. Semi-empirical methods. Advantages and limitations of semiempirical methods.

The problem of electronic correlation. Determinants of excited Slater. The configuration interaction method. Outline of perturbative methods. The MPn methods.

The method of the functional Density. Background. The Kohn Sham method. Use of DFT techniques: advantages and disadvantages.

Valence Bond methods. The Generalized Valence Bond method. Advantages and limitations.

Practical considerations for ab-initio calculations. Definition of basis sets. Determination of Molecular properties. The problem of the Basis Set Superposition Error. Vibrational spectra. Determination of electrostatic potential. Orbital localization techniques.

Ab initio determination of electronic density. Introduction to Bader's analysis.

The hybrid methods QM / MM. Theory and implementation. Advantages and limitations

Conformational analysis. Systematic and random methods. Genetic algorithms. The distance geometry method.

Use of statistical thermodynamics for the determination of thermodynamic quantities with ab-initio methods.

LABORATORY:

11 afternoons where quantum mechanical calculations for molecular systems are carried out individually using standard codes, such as Gaussian or Quantum Espresso. The student will learn how to write an input file, how to read an output, notions of zmatrix, basis set, HF calculation, post-HF and DFT, thermochemistry, calculation of reaction constants and reactive potential profiles, of structures in state solid and excited electronic states. Finally the student will write an individual report on a topic of his / her choice.

Assessment method :

- theoretical part: The exam consists of a compulsory written test and a possible oral test. The written test requires the answer to theoretical questions.
- laboratory: interview to ascertain the understanding of the work performed, documented by a written report.

Reference material:

- Introduction to Computational Chemistry F. Jensen - Wiley

Suggested prerequisites:

Mathematics, General Physics, Physical Chemistry I, Physical Chemistry II

Attendance:

Strongly recommended for lessons and mandatory for the laboratory

Type of course

Traditional

Program's information

- Introduction to Computational Chemistry F.Jensen – Wiley

Physical chemistry B

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 9,0

Prof. MARTINAZZO ROCCO , Department of Chemistry

Address: 02503 14287 - v. Golgi, 19

Email: rocco.martinazzo@unimi.it

Prof. SCAVINI MARCO , Department of Chemistry

Address: 02503 14221 - v. Golgi, 19 02503 14270 - v. Golgi, 19

Email: marco.scavini@unimi.it

Goals

The course provides a systematic exposition of basic concepts of the solid state of matter and of its properties. The aim is to provide a solid ground for the understanding of the vast and varied phenomenology that accompanies the matter at the solid state, one that can be of help to rationalize the structural, microstructural, thermal, optical and transport properties of materials.

Acquired skill

Mastering electronic band structures and their relation with optical and transport phenomena. Classification of solid-state matter in metals, semiconductors and insulators, and their electric and thermal properties. Comprehension of phase diagrams, phase transition, reactivity and defects thermodynamics in the solid state. Theoretical and practical knowledge of the following experimental techniques: XRPD, SEM/EMPA, TEM/EELS, AFM, EPR, EIS, UV, DSC.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course provides a systematic exposition of basic concepts of the solid state of matter and of its properties. The aim is to provide a solid ground for the understanding of the vast and varied phenomenology that accompanies the matter at the solid state, one that can be of help to rationalize the structural, microstructural, thermal, optical and transport properties of materials.

Acquired skills

Mastering electronic band structures and their relation with optical and transport phenomena. Classification of solid-state matter in metals, semiconductors and insulators, and their electric and thermal properties. Comprehension of phase diagrams, phase transition, reactivity and defects thermodynamics in the solid state. Theoretical and practical knowledge of the following experimental techniques: XRPD, SEM/EMPA, TEM/EELS, AFM, EPR, EIS, UV, DSC.

Course content

Simple models of metals. Drude model: DC and AC conductivity, magnetotransport and Hall effect, thermal conductivity, thermopower. Sommerfeld model: Fermi sphere, density of states; energy, pressure and entropy of the free-electron quantum gas. Fermi-Dirac statistics: grand-canonical partition function, Fermi function, Sommerfeld expansion. Crystal structure. Lattices, basis vectors and unit cells. Bravais lattices. Reciprocal lattice. Lattice planes, Miller indices. Investigation of crystal structures: Thomson diffusion, X ray diffraction, von Laue vs. Bragg laws, structure factor. Electrons in periodic potentials. Bloch theorem, Bloch functions, energy bands. Tight-binding method and application to model systems: linear chains, two- and three-dimensional materials. Peirls distortion. Graphene electronic structure: Dirac cones, chiral fermions. Semiclassical electron dynamics. Wavapackets, uncertainty principle, semiclassical equations of motion, phase-space distribution function. Fundamental properties: inertness of filled bands, electrons and holes, effective mass tensor. Drude-Boltzmann theory of DC and AC charge transport. Optical conductivity. Diffusive vs. ballistic motion. Disordered systems. Semiconductors. Number density of charge carriers in thermal equilibrium, law of mass action, chemical potential. Electron and hole doping. Heterogeneous semiconductors: p-n junction, potential profile, current. Interfaces: metal/semiconductor, semiconductor heterostructures, quantum wells. Delta doping and remote doping. Two-dimensional electron-gases and electrostatic gating. Surfaces and Fermi level pinning. Phonons. Normal modes, statistical mechanics of harmonic oscillators. Phonon dispersion curves, acoustic and optical phonons. Phonon heat capacitances, Einstein and Debye models. Lattice thermal conductivity, phonon-phonon scattering. Phase diagrams: one components systems; two components systems with intermediate phases and solid solutions; phase transition by the structural, thermodynamic kinetical point of view. Defects in solids and reactivity. Point defects in solids; mass and charge diffusion mechanisms. Reactivity at the solid phase. Experimental Techniques: XRPD, SEM/EMPA, TEM/EELS, AFM, EPR, IS, UV, DSC.

Suggested prerequisites

Attending Chimica Quantistica e Metodi matematici applicati alla chimica.

Reference material

N. W. Ashcroft and D. N. Mermim, Solid State Physics, Saunders College Publishing
T. Ihn, Semiconductor Nanostructures, Oxford University Press,
Anthony R. West, Solid State Chemistry and its applications Wiley India

Prerequisites

Assessment method

Access to the final exam is subjected to the compilation of a short report on the experimental activities performed in the laboratory. The examination is written, 3 hours long, and consists of two open questions on topics discussed in classroom lectures, and two simple exercises aimed at establishing the degree of understanding of the course. The written part is followed by a critical oral discussion of the experimental report.

Language of instruction [required]

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended for the lectures, compulsory for the laboratory course.

Mode of teaching:

The course is organized through a series of lectures on blackboard. The laboratory experiences will be carried out both in the student's labs and in research labs where the instruments are positioned.

Website:

Supporting material will be provided to the students upon request.

Other information:

Teachers are always available for any explanation upon fixing an appointment via email.

Program's information

- N. W. Ashcroft and D. N. Mermim, Solid State Physics, Saunders College Publishing
- T. Ihn, Semiconductor Nanostructures, Oxford University Press,
- Anthony R. West, Solid State Chemistry and its applications Wiley India

Physical chemistry of disperse systems and of interfaces

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. ARDIZZONE SILVIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14219 - v. Golgi, 19 02503 14225 - v. Golgi, 19

Email: silvia.ardizzone@unimi.it

Goals

The goal of the course is to provide a general frame-work of the different physico-chemical aspects of surfaces and interfaces also with reference to the numerous experimental applications of these systems.

Acquired skill

The student becomes familiar with the general principles ruling the interfacial reactivity in the different systems. He further learns by which kind of experimental measurements he might obtain a complete characterization of such systems, also on the grounds of experiments performed personally in the laboratory.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The goal of the course is to provide a general frame-work of the different physico-chemical aspects of surfaces and interfaces also with reference to the numerous experimental applications of these systems.

Acquired skills

The student becomes familiar with the general principles ruling the interfacial reactivity in the different systems. He further learns by which kind of experimental measurements he might obtain a complete characterization of such systems, also on the grounds of experiments performed personally in the laboratory.

Course content

Surface thermodynamic quantities. Adsorption and surface pressure. The Gibbs adsorption equation. Surface equations of state and adsorption isotherms for ideal and non-ideal monolayers. The measurement of Volta potential differences. Electrical double layer: Gouy-Chapman, Stern-Grahame and molecular models. Liquid interfaces. The Laplace and Kelvin equations. Spreading and adhesion. Adsorption and spread (insoluble) monolayers. Micelles. Ternary phase diagrams for amphiphilic molecules. The solid-gas interface. Physisorption. The BET theory. Adsorption on porous solids. The solid-liquid interface. Wetting and adhesion. Adsorption from dilute solutions. Polarised and non-polarised electrified systems. Reversible interfaces. Interactions between particles.

The course includes few laboratory experiments during which the student observes the studied phenomena.

Suggested prerequisites

None

Reference material

- G. T. Barnes and I. R. Gentle, Interfacial Science, Oxford University Press, 2005.
- J. Lyklema, Fundamentals of Interface and Colloid Science, Academic Press, 2005.
- Teaching material given by the professor

Assessment method:

The assessment method is an oral examination concerning the topics presented during the course and the experiments performed in the laboratory. During the exam the student discusses the different principles underlying the behavior of surfaces and interfaces.

Attendance Policy:

The attendance to the laboratory experiments is mandatory while the attendance to the course is heartily welcomed.

Mode of teaching:

Class room lessons and short laboratory experiments to verify the studied principles.

Language:

English

Program's information

- G. T. Barnes and I. R. Gentle, Interfacial Science, Oxford University Press, 2005.
- J. Lyklema, Fundamentals of Interface and Colloid Science, Academic Press, 2005.
- Materiale fornito dal docente.

Physical chemistry of solid state and surface

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. SCAVINI MARCO, Department of Chemistry

Address: 02503 14221 - v. Golgi, 19 02503 14270 - v. Golgi, 19

Email: marco.scavini@unimi.it

Goals

The aim is to introduce the students to the physical chemistry of the solid state emphasizing the close relationships among structure, defect thermodynamics and physical properties of crystalline and amorphous phases. To this purpose, concepts of the solid state of matter, of its properties and of the pertinent experimental techniques are shown. Examples include magnetoresistive, (multi)ferroic and superconductive materials.

Acquired skill

Mastering structures of crystalline materials by the symmetry and connectivity point of view. Comprehension of defects thermodynamics. Theoretical and practical knowledge of experimental techniques for average and local structural investigation. Comprehension of the electronic and magnetic properties of solids, focusing on electron correlation, electron localisation and collective phenomena.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim is to introduce the students to the physical chemistry of the solid state emphasizing the close relationships among structure, defect thermodynamics and physical properties of crystalline and amorphous phases. To this purpose, concepts of the solid state of matter, of its properties and of the pertinent experimental techniques are shown. Examples include magnetoresistive, (multi)ferroic and superconductive materials.

Acquired skills

Mastering structures of crystalline materials by the symmetry and connectivity point of view. Comprehension of defects thermodynamics. Theoretical and practical knowledge of experimental techniques for average and local structural investigation. Comprehension of the electronic and magnetic properties of solids, focusing on electron correlation, electron localisation and collective phenomena.

Course content

Crystal structure: symmetry in solids following the Hermann-Mauguin notation. Properties of space groups. Structure classification of inorganic crystalline phases. Structure and thermodynamics of amorphous phases.

Defects in solids: point and extended defects in metals, semiconductors and compounds; their influence on the physical properties of solids (structure, charge transport, magnetic properties).

Magnetic properties of solids: basic magnetism, atomic origins of magnetism; ferromagnetism ferrimagnetism, antiferromagnetism; magnetic anisotropy, magnetoresistance; magnetic data storage

Experimental techniques for structural investigation: introduction to diffraction; principles of special relativity; synchrotron radiation and neutron sources for research; applications of X-ray powder diffraction to material science; Pair Distribution Function Analysis; Extended X-ray Absorption Fine Structure.

Electrons in solids: brief introduction to the band structure; electronic correlation in solids and localisation phenomena: Hubbard model, polarons, Anderson Localisation. Magnetoresistive and (poly)ferroic materials. Introduction to superconductivity and superconductive materials.

Suggested prerequisites

Basic knowledge of symmetry, diffraction and band theory. These concepts are described in an extended form in the following courses: Cristallografia, Strutturistica chimica and/or Chimica Fisica B

Reference material

“Solid State Chemistry and its applications”, Anthony R. West, Wiley India ed. 2007
“Magnetic Materials”, N. Spaldin, Cambridge University Press, 2006
“The Electronic Structure and Chemistry of solids” P.A. Cox, Oxford Univ. Press

Prerequisites

none

Assessment method

The examination is oral, in general 30-40 minutes long, and consists of open questions on topics discussed in classroom lectures. Discussions during the exam will help to figure out the student's skill level.

Language of instruction

Italian.

Attendance Policy:

Strongly recommended.

Mode of teaching:

The course is organized through a series of lectures using both slides and the blackboard.

Website:

Supporting material will be provided to the students upon request. The slides will be supplied before the pertinent lessons.

Other information:

Teachers are always available for any explanation upon fixing an appointment via email.

Program's information

- “Solid State Chemistry and its applications”, Anthony R. West, Wiley India ed. 2007
- “Magnetic Materials”, N. Spaldin, Cambridge University Press, 2006
- “The Electronic Structure and Chemistry of solids” P.A. Cox, Oxford Univ. Press

Physico-chemical methods of investigation applied to molecular systems and nanostructured

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CEOTTO MICHELE, Department of Chemistry

Address: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Email: Michele.Ceotto@unimi.it

Goals

The course will provide an introduction to advanced materials science methods, both experimental and theoretical, for the study of molecular and condensed-phase structures.

Acquired skill

The student will be instructed on modern techniques for studying condensed-phase materials and surfaces, such as X-ray and electron diffraction methods, scanning tunnel and atomic force microscopies, X-ray photoelectron spectroscopy and electron paramagnetic resonance. In the second part of the course, the student will acquire basics of quantum mechanics for the understanding of molecular spectra in the microwave-visible range.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course will provide an introduction to advanced materials science methods, both experimental and theoretical, for the study of molecular and condensed-phase structures.

Acquired skills

The student will be instructed on modern techniques for studying condensed-phase materials and surfaces, such as X-ray and electron diffraction methods, scanning tunnel and atomic force microscopies, X-ray photoelectron spectroscopy and electron paramagnetic resonance. In

the second part of the course, the student will acquire basics of quantum mechanics for the understanding of molecular spectra in the microwave-visible range.

Course content

Molecular symmetry. Introduction and application of point group theory. Rotational and vibrational motion; electronic transitions; related spectroscopies. Interpretation of IR spectra for functional groups. Raman spectroscopy. Dissociation and pre-dissociation. Fluorescence and phosphorescence phenomena. Chromophores, vision and colours of minerals. Laser and pulsed laser. Hints on circular dichroism. Hints on electron paramagnetic resonance.

Introduction to materials science. Mechanical properties of materials. Crystal lattices, extended defects. Surfaces and related techniques of structural investigations. X-ray and electron diffraction. Photoelectron phenomena. Application to nanostructured materials. Scanning Tunnel and Atomic Force microscopies.

Suggested prerequisites

A minimal background in physical chemistry is strongly suggested.

Reference material

P. Atkins and J. De Paula, Physical Chemistry, ninth edition

P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanic, fifth edition

Prerequisites

Physical Chemistry I

Assessment method

The examination consists of an oral interview, roughly 40' long. The student will be asked to reproduce the physical proofs of theorems shown during the classroom lectures. To this end, the student will be prompted to solve simple exercises under the instructors' supervision on topics treated during the lessons.

Language of instruction [required]

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional

The course is organized through a series of lectures. To support the lessons, a rich teaching material is made available, consisting of lesson handouts written by the instructors.

Website:

<http://loprestic.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

- P. Atkins and J. De Paula, Physical Chemistry, ninth edition

- P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanic, fifth edition

Website

<http://loprestic.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Programming C

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CAPRA LORENZO, Department of Computer Science

Address: 02503 16256 - VIA CELORIA 18

Phone: 16256

Email: lorenzo.capra@unimi.it

Goals

- Understand fundamental concepts of programming imperative languages
- Design algorithms to solve simple problems
- Learn the C(++) programming language

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

- Understand fundamental concepts of programming imperative languages
- Design algorithms to solve simple problems
- Learn the C(++) programming language

Course content

- The way to program: CPUs, programming languages, compilers/interpreters, errors and debugging, "Hello world" in C.
- Variables and simple data types: boolean, integer, floating point, string, complex number, pointer.
- Functions: parameters, local variables and scope, return values, recursion, pass-by-value/pass-by-reference, C mathematical functions.
- Conditionals: if and switch. Iteration: for and while. File I/O & formatting. Arrays, dynamic memory allocation, vectors and matrices, numerical algorithms.
- Derived types: struct, union, typedef, classes and objects, templates.
- Standard container types: list, queue, hash, map. Algorithms: sort, find, swap, copy, move, swap, transform, remove, shuffle.
- Advanced topics: multi-threading with OpenMP, modular programming, using external libraries

Reference material

- Allen B. Downey, How to Think Like a Computer Scientist in C++ (Green Tea Press), <http://www.greenteapress.com/thinkcpp/index.html>
- MIT IAP2010, Practical Programming in C, <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-087-practical-programming-in-c-january-iap-2010/>
- MIT IAP2011, Introduction to C++, <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-096-introduction-to-c-january-iap-2011/>

Assessment method:

Written exam (students will be asked to write a C program, with documentation strings in English). The final marks will depend on number of programming errors. Extra credits (i.e. lode) depending on extra features and graphical appearance.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Non mandatory

Mode of teaching:

16 hours lecture, 32 hours computer lab (total 48h)

Quantum chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CEOTTO MICHELE, Department of Chemistry

Address: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Email: Michele.Ceotto@unimi.it

Prof. SIRONI MAURIZIO, Department of Chemistry

Address: 02503 14251 - v. Golgi, 19

Email: maurizio.sironi@unimi.it

Goals

Acquisition of the basic concepts of quantum theory (wave function, Schrodinger equation, quantization of energy levels, etc.) and their utilization in the description of atoms and molecules.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Introduction to the quantum theory of atoms and molecules, how they are made and how they behave.

Acquired skills

Fully knowledge and ability to solve quantum chemistry and quantum dynamics problems in chemistry.

Course content

The Dawn of Quantum Theory: Blackbody Radiation, Photoelectric Effect, Vibration of Atoms in Crystals, Hydrogen Atomic Spectrum, De Broglie Waves, Uncertainty Principle. The Classical Wave Equation: One-dimensional W. E., Separation of Variables, Superposition of Normal Modes, Vibrating Membrane. The Schroedinger Equation: Linear Operators, Eigenvalue Problems, Interpretation of the Wave Function, Average Quantities, Particle in a Box, Tunneling. The Postulates of Quantum Mechanics: State Functions, Observable Quantities and Eigenvalues, Commutators, Hermitian Operators, Commuting Operators, Time Dependent Schroedinger Equation. The Harmonic Oscillator: Energy Levels and Wave Functions, Hermite Polynomials, H.O. as a Model of a Diatomic Molecule. The Rigid Rotator: Energy Levels and Spherical Harmonics. The Hydrogen Atom: Energy Levels and Orbitals. Techniques of approximation: Time-independent perturbation theory. Variation theory. The Hellmann-Feynman theorem. Time-dependent perturbation theory. WKB. The structure of helium. Many-electrons atoms. Thomas-Fermi and Thomas-Fermi-Dirac method. Introduction to molecular electronic structure theory. The Born-Oppenheimer approximation. Molecular orbital theory. The Hartree-Fock and the self-consistent field method. Post Hartree-Fock methods. The electronic correlation. The density function theory (DFT).

Suggested prerequisites

Attending Chemical Physics I.

Reference material

P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press, Fifth Edition
D.A. McQuarrie, Quantum chemistry, 2nd ed., University Science Books, USA, 2008

Prerequisites

Knowledge of Chemical Physics I.

Assessment method

The examination consists of an oral interview or written test, roughly 40' long. The student will be asked to reproduce the physical proofs of theorems shown during the classroom lectures. To this end, the student will be prompted to solve simple exercises under the instructors' supervision on topics treated during the lessons.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Program's information

- D.A. McQuarrie, Quantum chemistry, 2nd ed., University Science Books, USA, 2008
- P. Atkins and R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press.

Simulation modeling of biomolecules

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. PIERACCINI STEFANO, Department of Chemistry

Address: 02503 14248 - v. Venezian, 21

Email: Stefano.Pieraccini@unimi.it

Goals

To study syntheses, application and characterization of the main inorganic materials.

Acquired skill

To know the main synthetic methods for single crystal, polycrystalline materials and thin films and the principal application of inorganic materials.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims to provide students with the principal techniques used in the modeling of biological macromolecules. Both the general principles of the most important approaches and their applications to biologically and pharmaceutically relevant systems, such as enzymes, receptors, polypeptides, protein-protein and ligand-protein complexes, will be discussed.

Course content

Basic concepts:

- Basic molecular modeling. Force fields.
- Statistical mechanics review.

- Molecular dynamics.
- Monte Carlo method.
- The sampling problem. Enhanced sampling methods. Parallel tempering.
- Free energy calculation. Thermodynamic perturbation and integration.
- Umbrella sampling. Jarzynski equality based methods.
- Simplified approaches to calculate binding free energies (MM/GBSA, MM/PBSA).
- Analysis of data from molecular simulations. Essential Dynamics. Communication propensity.

Applications:

- Force field-based conformational analysis.
- Approaches to obtain 3D models of medium size, flexible molecules.
- Computer-aided drug design.
- Molecular docking.
- Protein-protein interactions: how to model them?
- Design of modulators of protein-protein interactions.
- The problem of protein folding. Folding inhibitors drugs.

Reference material

- M.P. Allen, D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids.
- A. R. Leach, Molecular Modelling - Principles and Applications, Longman
- Suggested research papers on specific subjects.

Prerequisites

Basic knowledge of math, physics, physical and organic chemistry

Assessment method

Oral exam. The exam will consist of a discussion which aims to verify the preparation of the student on the course contents. The examination will typically include a few questions concerning both basic simulation methods and their applications to the study of biomolecules.

Language of instruction: english

Attendance Policy: highly recommended

Mode of teaching: traditional

Program's information

- M.P. Allen, D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids.
- A. R. Leach, Molecular Modelling - Principles and Applications, Longman
- Articoli su argomenti specifici indicati dal docente durante le lezioni

Solid state chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. COLOMBO VALENTINA, Department of Chemistry

Address: 02503 14450 - v. Venezian, 21

Email: Valentina.Colombo@unimi.it

Goals

Characterization and properties of molecular and polymeric compounds in the solid state. In particular, in this course, the characterization of solid phases will be treated through advanced powder diffraction techniques (X-rays, neutrons). Furthermore, the solid state properties of materials of energetic and environmental interest (porous materials, intercalation compounds, solid conductors) and of industrial interest (pigments and Active Pharmaceutical Ingredients) will be described. For these classes of materials, particular attention will be paid to solid-phase transitions, to the polymorphism problem, to the characterization and study of thermal properties and to peculiar host-guest interactions.

Acquired skill

The student will acquire skills in the use of advanced solid state characterization techniques and in the description of the properties of solid state molecular and polymeric materials. Furthermore, the student will correlate the crystalline structure of these materials, with their physical and chemical properties for industrial, energetic and environmental applications.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Characterization and properties of molecular and polymeric compounds in the solid state. In particular, in this course, the characterization of solid phases will be treated through advanced powder diffraction techniques (X-rays, neutrons). Furthermore, the solid state properties of materials of energetic and environmental interest (porous materials, intercalation compounds, solid conductors) and of industrial interest (pigments and Active Pharmaceutical Ingredients) will be described. For these classes of materials, particular attention will be paid to solid-phase transitions, to the polymorphism problem, to the characterization and study of thermal properties and to peculiar host-guest interactions.

acquired skills

The student will acquire skills in the use of advanced solid state characterization techniques and in the description of the properties of solid state molecular and polymeric materials. Furthermore, the student will correlate the crystalline structure of these materials, with their physical and chemical properties for industrial, energetic and environmental applications.

Course content

Part 1. Theory

1. Powder X-ray Diffraction: fundamentals
2. Experimental techniques
3. Preliminary Data Processing and Phase Analysis
4. Simulation of powder diffraction patterns: the Rietveld method
5. Unit cell determination and refinement: Le Bail/Pawley refinements
6. Crystal Structure Determination: ab initio methods in the direct space
7. Computer Software for powder X-ray diffraction analysis
8. Micro structural properties
9. Non ambient diffraction techniques
 - Variable temperature
 - Variable gas-pressure
 - High pressure (Diamond Anvil Cell - DAC)
10. X-ray Fluorescence
11. Neutron Diffraction
12. Local Structure from Total Scattering and atomic Pair Distribution Function (PDF) analysis

Part 2. Applications

13. Polymorphism and phase transitions in the solid state
 - Thermodynamic characterization: thermal analyses
 - Structural characterization: thermodiffraction
14. Molecular and polymeric materials:
 - Active Pharmaceutical Ingredients (APIs)
 - Pigments
 - Porous materials: zeolites and metal-organic frameworks
 - Inorganic materials: magnetic, ionic conductors and intercalation compounds

Suggested prerequisites

Inorganic Chemistry

Basics of analytical chemistry (basics of powder X-ray diffraction and thermal analyses)

Reference material

- Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition. Pecharsky, Vitalij, Zavalij, Peter
- Powder Diffraction: Theory and Practice. Dinnebier and Billige
- Polymorphism in molecular crystals. Bernstein
- Polymorphism in the pharmaceutical Industry. R. Hilfiker.
- Solid State Chemistry: an Introduction. Moore and Smart.
- Solid State Chemistry and Its Applications. A.R. West

The teaching material also includes the slides projected at the course and the lectures produced by the teacher on the topics dealt with in the classroom.

Assessment method

Colloquium: the course includes a final interview with the assignment of a mark. The outcome of the interview is in thirtieths: the interview is considered to be complete if the candidate obtains a score of at least 18/30.

The oral interview related to the course topics includes at least one question on the theoretical part and at least two questions on the application part. It is the student's faculty to ask to exhibit, in an autonomous and complete manner, a topic of his own choice, among those presented in the frontal lessons, which will not however be exhaustive of the entire interview. The grade assigned by the teacher takes into account both the correctness and quality of the answers (80%), and the communicative capacity demonstrated by the candidate during the interview (20%).

Language of instruction

Italian

Attendance Policy: highly recommended

Mode of teaching: frontal lessons

Website: <http://ariel.unimi.it/> through the ARIEL web site "Chimica dello Stato Solido"

Program's information

Libro 1: Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition. Pecharsky, Vitalij, Zavalij, Peter
Libro 2. Powder Diffraction: Theory and Practice. Dinnebier and Billige
Libro 3. Polymorphism in molecular crystals. Bernstein
Libro 4. Polymorphism in the pharmaceutical Industry. R. Hilfiker.
Libro 5. Solid State Chemistry: an Introduction. Moore and Smart.
Libro 6. Solid State Chemistry and Its Applications. A.R. West

Il materiale didattico prevede anche la consegna allo studente delle slide proiettate al corso e delle dispense prodotte dal docente sugli argomenti trattati in classe.

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Structural biology and enzymology

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Course structure:

Structural biology and enzymology Borrowed from , Protein engineering and molecular enzymology , MOLECULAR BIOTECHNOLOGY AND BIOINFORMATICS (Classe LM-8)

Structural chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. DEMARTIN FRANCESCO , Department of Chemistry

Address: 02503 14457 - v. Venezian, 21

Email: francesco.demartin@unimi.it

Prof. RIZZATO SILVIA , Department of Chemistry

Address: 02503 14442 - v. Venezian, 21

Email: silvia.rizzato@unimi.it

Goals

The course provides an introduction to X-ray diffraction structural techniques, paying particular attention to experimental aspects and interpretation of data. The aim of the course is therefore to make the student understand what structural information can be obtained and how from this type of investigation.

Acquired skill

Ability to interpret and use structural information of crystalline substances.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course content: Crystal Systems and Symmetry. The International Tables for X-ray crystallography. X-ray production. The crystal lattice. X-ray diffraction. Bragg's Law. Powder diffraction as useful analytical tool for phase identification. The reciprocal lattice. Structure factors and Fourier Syntheses. Experimental methods for single-crystal structure determination. Structure solution and refinement. Interpretation of results. Crystallographic Databases.

Fundamental aspects of growth processes: a) Homogeneous and heterogeneous nucleation; b) supersaturation and mass transport; kinetics

and mechanisms of crystal growth; c) crystal growth techniques from solution. Morphology of the crystals: crystal classes, crystal forms and Miller indices. Theories for crystal habit prediction.

Suggested prerequisites: none

Reference material

G.H. Stout & L.H. Jensen "X-ray Structure Determination: a practical guide" Macmillan Publishing Co. Inc. New York.

Werner Massa "Crystal Structure Determination" Springer-Verlag, Berlin.

R. Davey and J. Garside "From molecules to crystallizer: an introduction to crystallization" ed. Oxford Science Publication

Assessment method: The exam consists of an oral discussion covering all the subjects discussed in the course to verify both the gained knowledge and the ability of critical analysis of the covered topics.

Language of instruction: Italian

Attendance Policy: strongly recommended

Mode of teaching: traditional. The material used during the lessons will be provided to the students.

Program's information

- G.H. Stout & L.H. Jensen "X-ray Structure Determination: a practical guide" Macmillan Publishing Co. Inc. New York.

- Werner Massa "Crystal Structure Determination" Springer-Verlag, Berlin.

- R. Davey and J. Garside "From molecules to crystallizer: an introduction to crystallization" ed. Oxford Science Publication

Supramolecular chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CARLUCCI LUCIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14445 - v. Venezian, 21 02503 14461 - v. Venezian, 21

Email: lucia.carlucci@unimi.it

Goals

Introduction to the fundamental concepts of Supramolecular Chemistry, intermolecular interactions and methodologies that take advantage from molecular recognition. The student will be aware of the different fields of application of supramolecular architectures.

Acquired skill

Understanding the importance and action of intermolecular interactions in the bottom-up assembly processes of different supramolecular systems. Using the learned concepts the student will be able to analyze and design a supramolecular structure. Understanding the specific literature.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Introduction to the fundamental concepts of Supramolecular Chemistry, intermolecular interactions and methodologies that take advantage from molecular recognition. The student will be aware of the different fields of application of supramolecular architectures.

Acquired skills

Understanding the importance and action of intermolecular interactions in the bottom-up assembly processes of different supramolecular systems. Using the learned concepts the student will be able to analyze and design a supramolecular structure. Understanding the specific literature.

Course content

Basic concepts. Weak Interactions and structural aspects of the host-guest interaction. Molecular recognition and molecular receptors. Organic macrocycles: synthesis and applications. Complexation of cations, anions and neutral molecules in solution.

Methods for the determination of stoichiometry and association constants of complexes.

Self-assembly and crystal engineering.

Coordination supramolecular architectures: polygons, cages and molecular polyhedra.

Inorganic and organic clathrate compounds.

Coordination networks: syntheses, structures and topological classification. Porous coordination networks (Metal-Organic-Frameworks): characterization of their host-guest behavior and applications in the fields of catalysis and gas storage.

Suggested prerequisites

Knowledge of the basic courses.

Reference material [required]

- J.W. Steed, J.L. Atwood, Supramolecular chemistry, Wiley, Chichester, 2000.
- J.-M. Lehn, Supramolecular chemistry: concepts and perspectives, VCH, Weinheim, 1995

Assessment method:

Normally oral examination composed of two parts:

- a) interview on the topics covered by the course programme.
- b) discussion of a literature paper concerning a topic of supramolecular chemistry

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Frontal lessons

Website:

<http://carluccics.ariel.ctu.unimi.it>

Program's information

- J.W. Steed, J.L. Atwood, Supramolecular chemistry, Wiley, Chichester, 2000.
- J.-M. Lehn, Supramolecular chemistry: concepts and perspectives, VCH, Weinheim, 1995

Website

<http://carluccics.ariel.ctu.unimi.it>

Synthesis and applications of inorganic materials

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. DRAGONETTI CLAUDIA, Department of Chemistry

Address: 02503 14358 - v. Venezian, 21 02503 14425 - v. Venezian, 21

Email: claudia.dragonetti@unimi.it

Goals

Learning synthesis, characterization and applications of the major inorganic materials.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

To study syntheses, application and characterization of the main inorganic materials.

acquired skills

To know the main synthetic methods for single crystal, polycrystalline materials and thin films and the principal application of inorganic materials.

Course content

- Brief introduction on inorganic materials.
- Basic principles of the solid state. Various structures. Various kinds of solids.
- The electronic structure of solids. Insulators, metals and semiconductors. Superconduction.
- Synthetic methodologies for inorganic materials. Synthesis of crystals, polycrystalline materials, thin films and fibres. Intercalated compounds.
- Defects in crystals.
- Alloys, in particular steels and cast irons.
- Inorganic oxides (silica and alumina). Surface mediated synthesis.
- Silicon carbide and silicon nitride.
- Carbon allotropes, in particular fullerene.
- Elemental silicon and photovoltaic cells, in particular third generation solar cells.
- Perovskites.
- Inorganic materials for non-linear optics.
- Inorganic materials for luminescent devices.
- Preparation of optical fibres.

Suggested prerequisites

To have passed General and Inorganic Chemistry with Lab

Reference material

- material provided by the prof.
- "Inorganic Chemistry", Shriver, Atkins.

Assessment method

The examination is written with five open questions on the main topics.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy

Strongly recommended

Mode of teaching

Traditional

Website:

<http://ariel.unimi.it/>

Program's information

- Materiale fornito dal docente.
- "Inorganic Chemistry", Shriver, Atkins.

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Special synthesis techniques in organic chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. SILVANI ALESSANDRA, Department of Chemistry

Address: 02503 14080 - v. Venezian, 21

Email: alessandra.silvani@unimi.it

Goals

The course intends to explain the basic concepts in the synthesis of complex organic molecules. The most significant methodologies of the modern organic synthesis will be discussed, also including asymmetric ones, with attention to both the general aspects and illustrative applications. Also some special techniques will be described, among the most recent and of wide spread, which are aimed to improve the efficiency, the economy and the environmental impact of the chemical organic synthesis.

Acquired skill

Basic concepts in the modern synthesis of complex organic molecules: in-depth study on alkylation of enolates, aldol reaction, acylation at carbon, conjugate addition of enolates; controlling the geometry of double bonds; elements of stereochemistry, diastereoselectivity (2 cfu).
Synthesis of optically active molecules: kinetic resolution, chiral pool methodology, chiral auxiliaries, asymmetric catalysis; asymmetric catalysis in organic synthesis: metal catalysis, enzymatic catalysis, organocatalysis (1 cfu).
Transition metal complexes in organic synthesis: the basic chemistry of organopalladium complexes; Heck, Sonogashira, Suzuki, Negishi, Stille reactions; olefin metathesis (1 cfu).
Special techniques: microwave, ultrasounds, ionic liquids in organic synthesis; not conventional solvents, polymer supported reagents; solid phase synthesis; combinatorial chemistry; flow chemistry (2 cfu).
Within the course, also guided exercises will be proposed to students, aimed to a better understanding of the contents and to a full application in practical examples.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course objective

The course intends to explain the basic concepts in the synthesis of complex organic molecules. The most significant methodologies of the modern organic synthesis will be discussed, also including asymmetric ones, with attention to both the general aspects and illustrative applications. Also some special techniques will be described, among the most recent and of wide spread, which are aimed to improve the efficiency, the economy and the environmental impact of the chemical organic synthesis.

Course content

Basic concepts in the modern synthesis of complex organic molecules: in-depth study on alkylation of enolates, aldol reaction, acylation at carbon, conjugate addition of enolates; controlling the geometry of double bonds; elements of stereochemistry, diastereoselectivity (2 cfu).
Synthesis of optically active molecules: kinetic resolution, chiral pool methodology, chiral auxiliaries, asymmetric catalysis; asymmetric catalysis in organic synthesis: metal catalysis, enzymatic catalysis, organocatalysis (1 cfu).
Transition metal complexes in organic synthesis: the basic chemistry of organopalladium complexes; Heck, Sonogashira, Suzuki, Negishi, Stille reactions; olefin metathesis (1 cfu).
Special techniques: microwave, ultrasounds, ionic liquids in organic synthesis; not conventional solvents, polymer supported reagents; solid phase synthesis; combinatorial chemistry; flow chemistry (2 cfu).
Within the course, also guided exercises will be proposed to students, aimed to a better understanding of the contents and to a full application in practical examples.

Recommended reading

Didactic material from the teacher (available on the Ariel web site - teaching online Unimi).

For consultation: Advanced Organic Chemistry. Part A, Structures and Mechanisms. Part B, Reaction and Synthesis. Francis A. Carey, Richard J. Sundberg, Springer New York Inc. (recommended for students inclined to Advanced Organic Chemistry curricula).

Prerequisites

Basic knowledge of organic chemistry, reactivity of functional groups, stereochemistry.

Assessment methods

Written exam, with open questions and application exercises (possibility for a partial written exam during the course). On request, the assessment can be completed with an oral exam.

Language of instruction

Italian

Other information

Attendance: recommended

Type of course: traditional

Program's information

Materiale didattico fornito dal docente (disponibile sul portale Ariel della didattica online di Unimi).

Per consultazione:

- Advanced Organic Chemistry. Part A, Structures and Mechanisms. Part B, Reaction and Synthesis. Francis A. Carey, Richard J. Sundberg, Springer New York Inc. (consigliato in particolare agli studenti che desiderano approfondire il curriculum organico nella Laurea Magistrale).

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Theoretical chemistry

Degrees:

- **F5Y - Chemistry (Classe LM-54)**; total credits 6,0

Prof. CEOTTO MICHELE, Department of Chemistry

Address: 02503 14258 - v. Venezian, 21

Email: Michele.Ceotto@unimi.it

Prof. MARTINAZZO ROCCO, Department of Chemistry

Address: 02503 14287 - v. Golgi, 19

Email: rocco.martinazzo@unimi.it

Goals

Introduction to the quantum theory of atoms and molecules, how they are made and how they behave.

Acquired skill

Fully knowledge and ability to solve quantum chemistry and quantum dynamics problems in chemistry.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Introduction to the quantum theory of atoms and molecules, how they are made and how they behave.

Acquired skills

Fully knowledge and ability to solve quantum chemistry and quantum dynamics problems in chemistry.

Course content

State space and operator algebra. Spectral resolution. Measurement process in quantum mechanics. Deterministic evolution and time-dependent Schrodinger equation. Time-evolution operator, basic properties and series representation. Dynamical derivatives. Schrodinger, Heisenberg and Dirac pictures. Time-dependent perturbation theory. Applications: free-particle, wavepacket for direct and reciprocal space representation, Heller wavepacket evolution, frozen and thawed Gaussians, two-level system, dynamic polarizability and photoabsorption.

O1 Mixed states, density operator, Liouville-von Neumann equation. Interaction with an environment, Markov approximation, Lindblad equation (in brief).

Born-Oppenheimer approximation. Time-dependent transition probability. Diabatic framework and diabatic electronic probability transition. Adiabatic framework and the Landau-Zener formula. The surface hopping.

Numerically exact solution of the Schrodinger equation: exact diagonalization, split-operator, Lanczos method. Approximation solutions: the time-dependent variational principle and the variational methods. Configurational methods: TDSCF, MCTDH, ML-MCDTH.

O2 The electronic problem: wave function vs. electron density. Hartree-Fock and post-Hartree-Fock methods: perturbation theory, multiconfigurational methods, configuration interaction. Density functional theory: Thomas-Fermi model, Hohenberg-Kohn theorems and Kohn-Sham method. Exchange and correlation functionals. Pseudopotentials.

Macroscopic derivation of the rate constant. Microscopic derivation of the rate constant. Collisional and reactive cross-section. Transition State Theory. Unimolecular reactions. Marcus theory for electron transfer.

O1 Linear response theory, response function, Kubo-Martin-Schwinger relation, fluctuation-dissipation theorem.

Semiclassical theory. Feynman's path integrals.

[O1 e O2 are mutually exclusive and agreed with the students, on the basis of their interests.]

Suggested prerequisites

Attending Chimica Fisica A, Chimica Quantistica e Metodi matematici applicati alla chimica.

Reference material

D. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective, University Science Books, Sausalito, CA, 2007

R.D. Levine, Molecular Reaction Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 2005

A. Messiah, Quantum mechanics, Dover Publications, New York, 2000

A. Nitzan, Chemical Dynamics in Condensed Phases: Relaxation, Transfer and Reactions in Condensed Molecular Systems, Oxford University Press, 2006

Prerequisites

Attending Chimica Fisica A, Chimica Quantistica e Metodi matematici applicati alla chimica

Assessment method

The examination consists of an oral interview, roughly 40' long for the two parts of the course. The student will be asked to reproduce the physical proofs of theorems shown during the classroom lectures. To this end, the student will be prompted to solve simple exercises under the instructors' supervision on topics treated during the lessons.

Language of instruction

Italian

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional. The course is organized through a series of lectures on blackboard. To support the lessons, a rich teaching material is made available, consisting of lesson handouts written by the instructors.

Website:

Teachers handouts or pdf file will be sent to study in addition to the textbook.

Other information:

Teachers are always available for explanation after fixing an appointment via email.

Program's information

- D. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective, University Science Books, Sausalito, CA, 2007

- R.D. Levine, Molecular Reaction Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 2005

- A. Messiah, Quantum mechanics, Dover Publications, New York, 2000

- A. Nitzan, Chemical Dynamics in Condensed Phases: Relaxation, Transfer and Reactions in Condensed Molecular Systems, Oxford University Press, 2006

**MASTER'S DEGREE IN INDUSTRIAL
CHEMISTRY LM-71**

PROGRAMME DESCRIPTION

HEADING

Degree classification - Denomination and code: LM-71 Industrial chemistry

Degree title: Dottore Magistrale

Length of course: 2 years

Credits required for admission: 180

Total number of credits required to complete programme: 120

Course years currently available: 1st , 2nd

Access procedures: open, subject to entry requirements

Course code: F7Y

PERSONS/ROLES

Head of Study Programme

Prof. Laura Maria Raimondi

Tutors - Faculty

Prof. Laura Prati, Sandra Rondinini, Pierfausto Seneci

Degree Course website

<http://www.ccdchim.unimi.it>

* Quality Manager *

Prof. Claudia Bianchi

Department of Chemistry

Via Golgi, 19 - 20133 MILANO <http://eng.chimica.unimi.it/ecm/home>

ENROLMENTS AND ADMISSIONS

<http://www.unimi.it/studenti/matricole/77648.htm>

Main Student Office

Via Celoria, 22 - 20133 MILANO <http://www.unimi.it/studenti/segreteria/773.htm> <http://www.unimi.infostudente.it>
(registration required)

Student Office of the Department of Chemistry

Via Golgi 19 - 20133 MILANO From Monday to Friday from 10:00 to 12:00, by appointment outside of these hours available upon request <http://users.unimi.it/chimp> Email: helpdesk.chemistry@unimi.it

Welcome Desk and Infostudenti - Students information Service

Tel. 0039 056676357 Monday-Friday 9:00 – 17:00 <http://www.unimi.it/ENG/student/52904.htm>

CHARACTERISTICS OF DEGREE PROGRAMME

Introduction

The Master's Degree Course in Industrial Chemistry aims at preparing chemists with a good knowledge of theory and practical aspects of the industrial production in different areas of chemistry, specifically concerning the product-process relationship, as well as# of economics and management, and learn to work independently and to take full responsibility of projects and structures.

The Master's Degree program in Industrial Chemistry, entirely taught in English, is designed to train high-quality human capital, capable to take on the challenges of the global economy, favoring access of graduates in Industrial Chemistry to the world labor market. The key role given to English in this learning program is justified by the fact that English has long since represented a global communication tool in economy and society, which will contribute to the achievement of the prefixed quality objectives.

EUROMASTER®. The Master's Degree Course in Industrial Chemistry (up to 2013/14, Chimica Industriale e Gestionale) of the Università degli Studi di Milano has been among the first ones in Italy to gain the EuroMaster Label. The EuroMaster Label is assigned by a special jury purposely appointed by the European Thematic Association, gathering European universities and chemical societies. The EuroMaster Label certifies the educational qualification provided by the Master's Degree Course in Industrial Chemistry as a master's degree recognized by the European Universities and gives the right to access the post-graduate courses of chemistry at the European level.

General and specific learning objectives

The Master's Degree program in Industrial Chemistry complies with the European standards of reference for Sciences and Technologies of Industrial Chemistry and provides technical skills in the disciplines of chemistry and industrial chemistry and in their applications.

The educational program of the master's degree course is designed to provide:

- skill related to self-directed and independent work, enabling to hold positions of full responsibility in the implementation of industrial and research projects and structures;

- knowledge and understanding to undertake professional careers in the area of industrial chemistry, by independently managing diversified activities, such as the characterization of new products and materials, the experimentation of new technologies, and the activities related to the development and pilot phase in view of the industrial production;
- the ability to interact during the decision-making process with different corporate functions (engineering, marketing etc.) involved in the process of research, development and marketing of active principles, especially those characterized by high added value;
- the competencies required to work in the creative process and in the managerial and operational phases of research in chemistry and industrial chemistry either in public or private laboratories (either European or extra-European), research centers, research and development organizations; to participate in the theoretical and practical development of new chemical technologies and to meet requirements of research and development, quality control within specific legal frameworks or production processes in industries and public institutions;
- written and oral communication skills, in English to enable students to communicate independently and fluently with foreign partners.

Acquired skills and competences

Graduates in Industrial Chemistry have the skills and knowledge to undertake highly qualified professional activities in business management and in the operation of research laboratories in the field of chemistry, industrial and pharmaceutical chemistry and possess the knowledge to develop industrial chemical processes from the laboratory scale to the plant pilot. Their competences in corporate management are characterized by high knowledge of science and technologies of chemistry and industrial chemistry. They are capable to organize the research work, to define the development lines and their plans, to ensure integration of the different research sectors, to guarantee the scientific upgrade as well as to verify the results obtained and to promote their development and application and will have the ability to adapt to the continuous evolution of the chemical and disciplines and to interact with professional having similar background.

Professional profile and employment opportunities

Graduates in Industrial Chemistry will be able to carry out, among others, the following activities: promotion and development of the scientific and technological innovation; planning and management of industrial technologies; holding functions of high responsibility in the industrial, environmental, health care, and public service sectors.

Graduates in Industrial Chemistry are expected to find employment in: research and development in chemical industries; design and management of pilot plants, chemical plants; industries and research centers working in diversified sectors of either conventional or innovative fields.

The acquired competences allow graduates to have open access to several industrial sectors such as those of polymeric materials, food industry, agrochemicals, additives, auxiliaries, materials for electronics, ecology, intellectual property (patents) and business management.

The Master's Degree in Industrial Chemistry constitutes a preferential title to access the PhD programme in the area of industrial chemistry.

For the graduate of this class, enrollment in the National Order of Chemists is possible, after passing the State Exam.

Pre-requisites for admission

The curricular prerequisite to access the Master's Degree Course in Industrial Chemistry are those peculiar of the L-27 class of degree courses, and in particular:

- at least 20 credits in disciplines of mathematics, information technology and physics
- at least 70 CFU in discipline groups belonging to the distinguishing areas included in the L-27 Class Table:
- analytical and environmental chemistry CHIM/01 and CHIM/12;
- inorganic and physical chemistry CHIM/03 e CHIM/02
- industrial and technology CHIM/04, CHIM/05 and ING-IND/21-22, ING-IND/25;
- organic chemistry and biochemistry CHIM/06, BIO/10-12

The minimum entry requirement in English proficiency is level B1 ("lower intermediate") of the Common European Framework.

Programme structure

All teaching activities (lessons, exercises, laboratory activities, seminars, research activities etc) are computed in CFU (credits); 1 CFU corresponds to 25 hours of study of the student, and precisely:

- for lessons: 1 CFU means 8 hours of teaching and 17 hours of individual study
- for exercises and laboratory activities, 1 CFU means 16 hours of practical activities and 8 hours on individual study
- for thesis laboratory, 1 CFU means 25 hours of lab. work.

To graduate, students must acquire 120 CFU

Libraries

The Chemistry Library is located on the 1st floor of the Department of Chemistry. The library offers the following services:

- Internet point
- Data retrieval
- Electronic Journals
- Book loan
- Document Delivery
- Bibliographic Information
- Photocopies

For further information on these services you may refer to the website of the facility

<http://www.sba.unimi.it/Biblioteche/chimica/1873.html>

Notes

For information on course schedules, course contents and all matters related to teaching please refer to the Student Office of the Department of Chemistry (main entrance, via Golgi 19 – open to the public on weekdays from 10:00 to 12.00; appointments outside of these hours are available upon request.

Subjects organisation

The master degree in Industrial Chemistry is structured in Semesters The subdivision of the courses into 1st- and 2nd-year semesters is:

1st YEAR

1st Semester

Advanced industrial chemistry with Laboratory (9 CFU), Economics and management (6 CFU), Chemical processes and industrial plants (6 CFU), 1 course from Related and Integrative

2nd Semester

Students must earn 9 CFU by selecting 1 course from those included in Table 1, and 24 CFU by selecting 3 courses of 6 CFU taken from Table 2 and 1 course from Related and Integrative

2ND YEAR

1st Semester

Students must earn 18 CFU by selecting 1 course of 6 CFU from Table 2, and 2 freely selectable courses (included those held in Italian) of 6 CFU. and start the Thesis laboratory

2st Semester

Thesis Laboratory, preparation of the dissertation and final defense of the Thesis

Students must also earn 3 CFU of English Proficiency during the course of their studies

Language test / computer literacy test

Students are requested to earn 3 credits of English proficiency before they enter the laboratory thesis. However, it is strongly recommended to acquire these credits in the 1st year of their studies.

This can be done in the following ways:

- by acquiring the B2 level in the test provided by the University and organized by the University Language Service (SLAM) in the period from January to February.
- by presenting an internationally recognized certificate of B2 level, as defined by C.E.F. (Common European Framework), or equivalent (list available on the website of the SLAM <http://www.unimi.it/studenti/100312.htm> and the Didactic Board <http://www.ccdchim.unimi.it>).

Students who do not reach the B2 level (or higher) at the test, will have to follow a course organized by SLAM in the first semester of the second year. At the end of the course there will be an evaluation test to which will be admitted only to students with 70% attendance. In case of a negative result, the final test can be supported again in the subsequent sessions of the same year.

Students from a Bachelor's degree of the Faculty of Science and Technology who have supported the Oxford placement test for not more than three years, obtaining the B2 level (or higher) are exempt from the knowledge of the English language.

Compulsory attendance

It is mandatory to attend the Laboratory courses/modules. In all the other cases the attendance is strongly suggested

Testing and assessment procedures

ASSESSMENT PROCEDURE OF THE LEARNING OUTCOMES

The schedule of the examination sessions for the assessment of the learning outcomes is available through the Sifaonline Service. For each course at least one session is scheduled for each of the following months: February, June; July, September, and January Extra sessions might be scheduled in November and at the end of the Easter holidays.

TEACHING AGENDA

Lessons take place as follows:

- 1st Semester: October 1st, 2019 – January 17th 2020
- 2nd Semester: March 2nd 2020 – June 12th 2021

FIXED DATES

- Students have to choose a complete study plan, to be submitted to the Student Bureau (according to the appropriate procedures) accordingly to scheduled dates: <http://www.unimi.it/studenti/1162.htm>

SESSIONS OF THE FINAL EXAM

- July 2020
- October 2020
- December 2020
- February-March 2021

Procedures for exam registration and admittance

EXAM ENROLMENT

To sit for an examination, the student must enroll for the relevant session, through the SIFA online services: SIFA – Servizi didattici – iscrizione agli esami (http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm).

Before (or contextually with) the enrolment the student must fill the online questionnaire for the evaluation of the relevant course.

Contextually with the exam enrolment, the student career is checked via the information system. It is strongly suggested to check the effective enrolment for the selected exam by selecting “Informazioni – Visualizza gli appelli a cui sei iscritto” in the left column of the SIFA page for exam enrolling: http://www.unimi.it/hpsifa/ENG/nonProfiledPage_100.html

TEACHING EVALUATION

The online evaluation of a single course is mandatory and enables the enrolment for the said course. Students are strongly suggested to fill the questionnaire before the completion of the teaching activities of each course, even if they do not intend to take soon the exam. The evaluation questionnaire remains anonymous..

Remember that the deadline for enrolments is usually 5 days before the session.

EXAM RECORDING

Exams and tests are recorded electronically. Only the students correctly enrolled via the SIFA online services can be allowed to take any exam.

SPECIAL INSTRUCTIONS

- To take any exam or test, the student must have fulfilled the payment of taxes and contributions, must have passed possible propaedeutic exams, must have all the attendance certificates, where requested.

- It is forbidden to retake an already passed exam, even in the case of educational activities recorded in a previous career. The violation of the above rules implies the annulment of the exams by Rectoral act.

It is mandatory that, before any exam or test, the board of examiners verifies the personal identity of the candidate, who must exhibit a valid identification document. No student can be allowed to take any exam or test in the absence of an identification document .

Procedures for enrolment in courses / seminars / lab activities

Students must enrol to Laboratories via internet at the SIFA online services (http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm).

Study plan definition and submission for approval

CHOICE AND SUBMISSION OF THE STUDY PLAN

To favor the planning of the educational activities, Students are asked to fill a preliminary study plan to be presented to the Office for Secretary's office of the Study Programme, Department of Chemistry, before October 14th, 2019. Students will receive the necessary form at their admission interview.

OFFICIAL STUDY PLAN

The submission of the study plan is mandatory. The OFFICIAL study plans, that might be different from the preliminary ones, must nonetheless be submitted at the 1st Year, via the web address http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm, within the term fixed by the Segreteria Studenti, accordingly to scheduled dates (<http://www.unimi.it/studenti/1162.htm>). For special cases a printed form is available, to be requested and submitted to Segreteria Studenti, Via Celoria, 20. The official study plans may be modified, if needed, in the subsequent years. The modified plans have to be submitted at fixed dates ONLY, as indicated by Segreteria Studenti. The submission/modification of study plans is NOT ALLOWED outside the fixed dates and by students not enrolled for the academic year.

NOTICE: For the admission to the final exam, the list of passed exams must correspond to the last approved official study plan. When applying for the admission to the final exam, in the case of discrepancy between the student's educational career and the relevant study plan, the student cannot be admitted to the final exam. For support and enquiries about the effective correspondence between passed exams and courses selected in the study plan students may refer to Office for Teaching, Department of Chemistry.

For information about dates and procedures for submitting the official study plan, please visit the relevant section of the UNIMI website.

Internship criteria

RULES FOR THE THESIS LABORATORY AND THE FINAL EXAM

The Master Thesis is a written dissertation on original research activities, performed by the student during the 2nd year, under the guidance of a Relatore (Supervisor) and a Correlatore (Co-tutor if any). These activities are carried out in the laboratory indicated in the admission application. The Thesis Laboratory lasts at least one solar year, and includes the attendance at the courses scheduled in that year.

The Master Theses are:

- Internal Experimental Theses
- External Experimental Theses

The Internal Experimental Theses are carried out at the Department of Chemistry of University of Milan and other Department belonging to the Faculty of Sciences and Technology. The External Experimental Theses are carried out at other university structures or at other public Institutions with adequate facilities. The possibility of an external Thesis is evaluated, case by case, by the Teaching Board of Dipartimento di Chimica.

To apply for an External Thesis the following documents must be provided:

- Justification of the application to an external experimental thesis (one printed page) signed by the student and undersigned by the Supervisor (an Official Supervisor, according to the rules further below)
- Detailed research plan (one printed page)
- A declaration of the referent person of the hosting structure about the availability to host at no-cost the student and to guarantee the use, free-of-charge, of any facility and instrumentation

The applications must be submitted well in advance, to obtain the approval of the Teaching Board

THESIS STARTING SESSIONS

The Theses can start on the first day of July, October, December and March. The applications – drafted on the specific form undersigned by the Supervisor – must be submitted at the Office for Didactic, Department of Chemistry, by the first day of the month preceding the starting month, for the necessary approval of the Teaching Board.

OFFICIAL SUPERVISORS

The Master Thesis Supervisor is responsible to the Teaching Board for the scientific research activity assigned to the student and for the correct execution.

The Professors and Researchers in chemistry, afferent to the Teaching Board or to the Department of Chemistry or the Departments of the Faculty of Science and Technology, are eligible as Supervisors.

The Supervisor can be assisted by a maximum of two co-tutors.

CO-TUTORS

In addition to all the Professors and Researchers are eligible as co-tutors of Master Theses:

- The Professors and Researchers of other Universities and Polytechnic Schools, in Italy and abroad
- Persons with the Master Degree, with a recognized activity as experts
- The employees of Università degli Studi di Milano, enrolled as non-teaching personnel at D level or higher and having a recognized activity as experts
- The National Research Council (CNR) Researchers working within the Department of Chemistry
- The experts selected by the hosting institutions as referents for External Theses.

For any other case, the Teaching Board will consider the scientific and technical activity of the proposed co-tutor, on the basis of a brief description of the specific skills and expertise provided by the Supervisor.

The relevant forms may be downloaded from the Office for Teaching web-site (<http://users.unimi.it/chimp>).

Criteria for admission to degree course final exam

For the admission to the final exam, the student must have passed all the exams in his/her study plan. The final Exam is an oral discussion of the Master Thesis written dissertation.

The teaching schedule and calendar will be available on the web pages of the Master Degree programme and of the Office for Didactics. In addition, they will be put up on the notice board in the entrance-hall of the Department of Chemistry

Criteria for admission to degree course final exam

For the admission to the final exam, the student must have passed all the exams in his/her study plan. The final Exam is an oral discussion of the Master Thesis written dissertation.

Lecture timetable

The timetable can be consulted at the link <http://easystaff.divisi.unimi.it/PortaleStudenti> and using the app "lezioniunimi", available for the most popular OS for smartphones at the link <http://www.unimi.it/didattica/124024.htm>

EXPERIENCE OF STUDY ABROAD AS PART OF THE DEGREE PROGRAM

The University of Milan supports the international mobility of its students, offering them the opportunity to spend periods of study and training abroad, a unique opportunity to enrich their curriculum in an international context.

Study and internships abroad

Students enrolled in the Industrial Chemistry course are encouraged to apply to the Erasmus Plus actions, where various positions are available in 20 European universities in Spain, France, United Kingdom and North Europe (more information at <http://www.unimi.it/studenti/erasmus/79224.htm#par79238>) They can earn their credits by following courses and/or by performing part of their experimental thesis abroad. Before leaving, students must submit a Learning Agreement to be approved by the Teaching Board: this approval is mandatory for the acquisitions of the credits.

How to participate in Erasmus mobility programs

To gain access to mobility programs for study purposes, lasting 5-10 months, the enrolled students of the University of Milan must attend a public selection that starts usually around the month of February each year through the presentation of specific competition announcements, which contain information on available destinations, respective duration of the mobility, requirements and deadlines for submitting the online application.

The selection, aimed at evaluating the proposed study abroad program of the candidate, knowledge of a foreign language, especially when this is a preferential requirement, and the motivations behind the request, is performed by specially constituted commissions.

Each year, before the expiry of the competition announcements, the University organises information sessions for the specific study course or groups of study courses, in order to illustrate to students the opportunities and participation rules.

To finance stays abroad under the Erasmus + program, the European Union assigns to the selected students a scholarship that - while not covering the full cost of living abroad - is a useful contribution for additional costs as travel costs or greater cost of living in the country of destination.

The monthly amount of the communitarian scholarship is established annually at national level; additional contributions may be provided to students with disabilities.

In order to enable students in economic disadvantaged conditions to participate in Erasmus+ program, the University of Milan assigns further additional contributions; amount of this contributions and criteria for assigning them are established from year to year.

The University of Milan promotes the linguistic preparation of students selected for mobility programs, organising every year intensive courses in the following languages: English, French, German and Spanish.

The University in order to facilitate the organisation of the stay abroad and to guide students in choosing their destination offers a specific support service.

More information in Italian are available on www.unimi.it > Studenti > Studiare all'estero > Erasmus+

For assistance please contact:

Ufficio Accordi e relazioni internazionali

via Festa del Perdono 7 (ground floor)

Tel. 02 503 13501-12589-13495-13502

Fax 02 503 13503

E-mail: mobility.out@unimi.it

Desk opening hour: Monday-friday 9 - 12

ADMISSION CRITERIA: 1ST YEAR OPEN, SUBJECT TO ENTRY REQUIREMENTS

Practical instructions

INFORMATION AND METHOD FOR ADMISSION TO OPEN ACCESS MASTER DEGREE IN INDUSTRIAL CHEMISTRY FOR ITALIAN AND FOREIGN STUDENTS

The Italian and foreign students with academic qualification awarded in Italy must submit applications for admission respecting the deadlines indicated in the "student area" of the Unimi web portal. Undergraduates who intend to graduate by December 31st, 2019 are also allowed to apply.

The presentation of the application form is compulsory and must be submitted electronically to the following address:
http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm

Admission requires possession of minimum curriculum requirements and suitable personal skills (DM 270/04)

CURRICULAR REQUIREMENTS

The earned credits will be fully recognized to graduates of the undergraduate program of class L-27 of the University of Milan. All other students must demonstrate to have the curricular requirements of the graduates of the class L-27. In particular, they are required to have earned:

- At least 20 credits in mathematics and computer and physical sciences
- At least 70 credits in the core areas of the class: CHIM/01-06, CHIM/12, ING-IND/21-22, ING-IND/25 and BIO/10-12

The minimum requirement for the English language knowledge is the B1 level ("lower intermediate") of the Common European Framework.

CHECK OF PERSONAL SKILLS

The personal skills of each candidate will be ascertained through an interview on topics related to the subjects covered in the fundamental courses of the bachelor's degree in Industrial Chemistry. The interview may also be carried out before graduation (which, for the purpose of registration, has to be achieved by December 31st, 2019), subject to the curricular requirements. The interview will be conducted by the Commission for Access. The failure of the interview prevents the access to the MSc in Industrial Chemistry for the current year.

The Personal Skill will be verified by the following methods:

- a) the European Chemistry Tests granted by the European Chemistry Thematic Network (<http://ectn.eu/committees/virtual-education-community/echemtest/>) for the accrual of expertise in Chemistry. The test includes questions, in English, with multiple answers, on topics of the five areas of Analytical, Inorganic, Organic, Industrial and Physical Chemistry. In order to pass the test, students must answer correctly to at least 16% of the questions in each of the five thematic areas. The time allowed to perform the test is 4 hours. To perform the test, the Candidate will be asked to show a valid identification document.

- b) After passing the test, an interview with the Access Commission will take place on topics related to fundamental aspects of core disciplines of the degree in Industrial Chemistry and to ascertain the knowledge of the English language. The test to verify the personal and language skills is selective even in the case the curricular requirements listed above are recognized; the negative outcome prevents the access for the current year.

ALL CANDIDATES, INCLUDING THOSE EXPECTING to graduate before, December 31st, 2019, ARE STRONGLY SUGGESTED TO APPLY FOR INTERVIEW in September.

For admission in 2019/20 the EchemTest and the interviews to ascertain the curricular requirements and the adequacy of personal skills of candidates will take place on the following dates:

- September 25th, 2019, at 8:30 a.m., at the Sector Academic Via Celoria 20, Milan. The next day at 1:30 p.m. there will be the interview to verify the possession of the curricular requirements and the adequacy of the personal preparation of the candidates that performed the EChemTest.

- December 18th, 2019, at 8.30 a.m., at the office professor Michele Ceotto, Department of Chemistry, Via Golgi, 19 - Milan. The interview to verify the personal preparation of candidates will follow.

N° of places reserved to non-EU students resident abroad

20

Notes

***** IT IS ADVISABLE TO CHECK FOR ANY POSSIBLE UPDATES ABOUT DATES ON THE ECHEMTEST AND THE INTERVIEWS (<http://www.ccdchim.unimi.it>) *****

ENROLLMENT IN INDUSTRIAL CHEMISTRY MASTER

Only graduates who have successfully passed the verification test can be enrolled in Industrial Chemistry.

The registration will take place after 5 working days and under the terms and conditions indicated in the "students" section of the Unimi web site

Students of the University of Milan who have applied for admission and who have acquired credits in excess of the 180 required during the bachelor's degree, taking courses and / or laboratories provided for in the master's degree program and passing the related exams, may request the recognition for the achievement of the 120 CFU required.

1st COURSE YEAR Core/compulsory courses/activities					
Scheduling	Learning activity	Module/teaching unit	Ects	Sector	Teaching method
1 semestre	Advanced industrial chemistry with lab		9	CHIM/04	48 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
1 semestre	Chemical processes and industrial plants		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
1 semestre	Economics and management		6	SECS-P/08	48 ore Lezioni
			Total number of compulsory credits/ects	21	
Electives					
TABLE 1 - DISTINCTIVE COURSES FROM 9 CFU					
Student must earn 9 CFU by selecting one of the following items					
2 semestre	Applied organic chemistry with lab		9	CHIM/06	48 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
2 semestre	Energy: source, conversion and storage with lab		9	CHIM/02	48 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
2 semestre	Inorganic materials with lab		9	CHIM/03	56 ore Lezioni, 32 ore Laboratori
2nd COURSE YEAR Electives					
FREE CHOICE COURSES					
<p>The student must earn 12 credits by choosing freely between all the teachings activated, offered by the University, provided they consistency with the educational project, even if they are held in Italian. However, it is strongly recommended to use distinctive or, as appropriate, elective or integrative courses of the Related and Integrative courses of Master Degrees in Industrial Chemistry or in Scienze Chimiche consistent with the educational project</p>					
UNDEFINED COURSE YEAR - COMPULSORY COURSES/ACTIVITIES					
Scheduling	Learning activity	Module/teaching unit	Ects	Sector	Teaching method
1 semestre	English proficiency B2 (3 ECTS)		3	L-LIN/12	
			Total number of compulsory credits/ects	3	
Further electives					
TABLE 2 DISTINCTIVE COURSES					
Students must earn 24 CFU by selecting 4 of the following items; at least 1 of them (6 CFU) must belong to CHIM/02, CHIM/03 or CHIM/06 class.					
1 semestre	Catalytic Methodologies in organic synthesis <i>Course subscribed by Master in Scienze Chimiche</i>		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Concepts and methods in organic synthesis		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Environmental electrochemistry <i>Not activated for the current academic year</i>		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Industrial processes and scale-up		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
1 semestre	Nanotechnology of inorganic materials		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Photochemical Processes and Photocatalysis <i>Course mutated by Master in Scienze Chimiche</i>		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Physical chemistry of formulations		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Recycle and Life Cycle Assessment (LCA) of products and processes		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
2 semestre	Advanced Chemistry and Physics of Polymers		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
2 semestre	Environmental control and sustainability management		6	CHIM/12	48 ore Lezioni

Master's Degree Course in Industrial Chemistry

2 semestre	Heterogeneous catalysis <i>Not activated for the current academic year</i>		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Laboratori
2 semestre	Metal Science and Corrosion		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Process development		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
2 semestre	Synthetic methods in biotechnology		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
INTEGRATIVE AND RELATED COURSES					
Student must earn 12 CFU by selecting 2 of the following items following teachings related and integrative.					
1 semestre	Patents and Management of Innovation <i>Course subscribed by Master in Scienze Chimiche</i>		6	SECS-P/07	48 ore Lezioni
2 semestre	Chemical Safety		6	IUS/07	48 ore Lezioni
2 semestre	Medicinal chemistry <i>Course subscribed by Master in Scienze Chimiche</i>		6	CHIM/08	48 ore Lezioni
End of course requirements					
	Thesis work and Final dissertation		39		
		Total number of compulsory credits/ects	39		

CONTENTS OF THE COURSES

Advanced Chemistry and Physics of Polymers

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. RANUCCI ELISABETTA, Department of Chemistry

Address: 02503 14132 - v. Venezian, 21

Email: elisabetta.ranucci@unimi.it

Goals

The course is intended for students who have followed fundamental courses in chemistry or industrial chemistry, who plan to acquire advanced knowledge on modern techniques of synthesis and characterization of polymers. The course is preparatory to monographic or specialized courses in polymer science and technology.

Acquired skill

The course will provide knowledge on the controlled synthesis of complex macromolecular structures, the structural characterization of polymers, the physico-chemical properties, including solution properties, and physical properties, including thermal and rheological properties of polymers. Structure-property relationships will be emphasized.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course is intended for students who have attended fundamental courses in chemistry or industrial chemistry, who plan to acquire advanced knowledge on modern techniques of synthesis and physico-chemical characterization of polymers. The course is preparatory to monographic or specialized courses in polymer science and technology.

acquired skills

Students will acquire knowledge on the controlled synthesis of complex macromolecular structures, on the structural characterization of the polymers, on the physico-chemical properties of polymers, including solution properties, and the physical properties polymers, including thermal and rheological properties. In each area, emphasis will be given to structure-property relations.

Course content

1. Introduction to polymer science: general definitions and classifications of polymers. Plastics and their relevance. Natural, synthetic and artificial, inorganic polymers. Statistical, alternating, block and graft copolymers and their relevance. Geometric isomerism, configurations and conformations of polymers. Molecular weight of polymers: molecular weight distribution; numerical and weighted average values; polydispersity.
2. Step-wise polymerization mechanism: polymerizable monomers. Dependence of the polymerization degree on the reaction parameters in the absence and in the presence of monofunctional monomers; time dependence of the polymerization degree; number and weight distribution functions of molecular weights. Synthesis of cross-linked polymers.
3. Radical polymerization mechanism: polymerizable monomers. General process features: rapid, exothermic reactions; main reaction steps: initiation, propagation and termination, chain transfer. Dependence of the average polymerization degree on the reaction parameters. Chain transfer: Mark-Houwink-Sukurada equation. Inhibition and delay reactions. Self-acceleration effect. Depolymerization reaction and "ceiling temperature".
4. Polymerization with ionic mechanisms: polymerizable monomers; initiators for cationic and anionic mechanisms; solvent dependence of the polymerization rate. Cationic mechanism: chain transfer step; temperature effect on the reaction products. Anionic mechanism: living polymerization.
5. Stereospecific polymerization mechanisms: polymerizable monomers. Composition and structure of Ziegler/Natta catalysts and their general reactivity. Polymerization mechanism through poly-insertion: monometallic and bimetallic mechanism. Ziegler/Natta iso- and syndiospecific catalysts. Supported catalysts. Catalysts of higher generations: use of the third component. Kinetics of polymerization. Termination and chain transfer steps. Metallocenes: Composition and structure of metallocene catalysts. Effect of methylaluminum oxanes (MAO). Polymerization through poly-insertion mechanism. Stereospecific control: iso- and syndiospecific catalysts. Effect of the catalyst symmetry.
6. Controlled radical polymerization mechanisms (CRP): nitroxide mediated polymerization (NMP); ATP (atom transfer polymerization); reversible addition-fragmentation transfer (RAFT) polymerization .
7. Ring opening polymerization: polymerizable monomers. Classification of the initiators: electrophilic and nucleophile ring opening. Polymers of industrial interest.
8. Group transfer polymerization.
9. Biobased polymers.
10. Polymer characterization: FT-IR and NMR analysis of polymers.
11. Molecular weight analysis: solution properties of polymers. Solution viscosity. Size exclusion chromatography light scattering off line and online. MALDI-TOF mass analysis.
12. Thermal analysis of polymers: Amorphous and crystalline state in polymers. Crystalline polymers: requirements for achieving crystallinity; semi-crystalline polymers; morphology of polymeric crystals (lamellae and spherulites. Amorphous polymers: glass temperature, T_g , as a non-thermodynamic transition. Crystallization rate. Scanning calorimetric analysis (DSC): classification of existing instruments and operating principle. Analysis of glass transition temperature and melting temperature. Examples of DSC thermograms. Dependency of the shape of the thermograms from the rate of heating and / or cooling. Annealing and physical aging.
13. Thermogravimetric analysis: operating principle and application to the study of thermal and thermo-oxidative decomposition of polymers.
14. Rheology of polymers: general definitions and concept of viscoelasticity. Flow curves and flow regimes. Dependence of viscosity on temperature, time, molecular weight, deformation rate, shear stress.

Suggested prerequisites: basic knowledge of organic and physical chemistry.

Reference material: George Odian: Principles of polymerization, Wiley. Instructor notes.

Prerequisites: basic knowledge of organic and physical chemistry.

Assessment method

Written test with open questions. Students will be asked to answer general questions regarding all the topics covered in the course. The final score will be proportional to the number of correct answers.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Recommended

Mode of teaching: Traditional

Website:

<https://eranuccipc.ariel.ctu.unimi.it>.

Advanced industrial chemistry with lab

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 9,0

Prof. PENSO MICHELE

Email: Michele.Penso1@unimi.it

Prof. POZZI GIANLUCA

Email: Gianluca.Pozzi@unimi.it

Goals

The course aims to provide an advanced knowledge of the main manufacturing processes of the organic chemical industry. Some industrially significant products will be prepared during the laboratory session.

Acquired skill

Detailed knowledge of hydrocarbon conversion processes and main bulk chemicals and some fine chemical processes of organic industrial chemistry.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims to provide an advanced knowledge of the main manufacturing processes of the organic chemical industry. Some industrially significant products will be prepared during the laboratory session.

Acquired skills

Detailed knowledge of hydrocarbon conversion processes and main bulk chemicals and some fine chemical processes of organic industrial chemistry.

Course content

Hydrocarbon conversion processes: catalytic cracking, hydrocracking, steam cracking, reforming. Alkylation and isomerisation processes for production of high octane gasoline. Desulfurization processes: Claus process and biodesulfuration. Conversion of oil refining residues. Olefins industrial manufacture by ethylene oligomerization. Separation of C4 and C5 streams and use of conjugated diolefins: butadiene, isoprene, cyclopentadiene, chloroprene. Olefin metathesis. Methyl methacrylate manufacturing processes. Production of acetic acid, ethylacetate and acetic anhydride. Acetylene manufacturing processes. Ethylene derived products: acetaldehyde, ethylene oxide, ethylene glycols. Propylene derived products: propylene oxide and propylene glycols. Adipic acid and caprolactam manufacturing processes. Production and conversion processes of aromatic compounds. Phenol, bisphenol A and polycarbonate. Epoxyresins. Detergents and manufacturing processes of alkylbenzenesulfonates and novel detergents from renewable sources. Sustainable industrial chemistry: comparative assessment of alternative processes, green metrics and process intensification. Phase transfer catalysis.

During the laboratory a series of experiments concerning the preparation of intermediates and products of industrial interest will be individually carried out through one step or multi-step procedures. The products thus obtained will be characterized through ¹H NMR, IR and/or GC techniques.

Referenze material

- H. I. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 5a Ed. VHC, Weinheim, 2010
- C. Giavarini, Guida allo Studio dei Processi di Raffinazione e Petrochimici, Ed. Scien., Siderea, Roma, 1999.
- slides of all lectures are available on the Ariel platform
- Additional material concerning practical session in the laboratory will be provided.

Prerequisites

Students will be allowed to attend the laboratory section if enrolled to the Master Degree within December 2019.

assessment method

The student knowledge and understanding of the subjects presented in class will be evaluated through an oral exam. Moreover, an additional purpose of the oral exam is to assess the capability to have a global picture of the program and to use the proper terminology. An additional item for the assessment will be the discussion on a written report related to the experiments carried out in the laboratory that students need to deliver at the end of the laboratory section.

Attendance: strongly recommended for classes and compulsory for laboratory.

Mode of teaching

Traditional

Language of instruction

English

Pagina web del corso / <https://dalbaneseaicwl.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Applied organic chemistry with lab

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 9,0

Prof. SENECI PIERFAUSTO, Department of Chemistry

Address: 02503 14060 - v. Venezian, 21

Email: pierfausto.seneci@unimi.it

Prof. PERDICCHIA DARIO, Department of Chemistry

Address: 02503 14155 - v. Venezian, 21

Email: dario.perdicchia@unimi.it

Goals

The course aims to provide the student with a good knowledge of the main industrial sectors where synthetic organic chemistry is relevant. Some meaningful examples are presented and thoroughly discussed during the theoretical part of the course. Several intermediates and compounds with industrial relevance will be prepared and characterized during the experimental/laboratory module.

Acquired skill

The students will take advantage of this course, as it will provide a general overview of the industrial applications of synthetic organic chemistry. Among the five selected industrial applications dealt with in the theoretical course (pharma, agro, catalysis, renewable energies and nanotech), the student will get information about modern trends for each sector, and will become ready to consider each of them for his/her future working experiences.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims to provide the student with a good knowledge of the main industrial sectors where synthetic organic chemistry is relevant. Some meaningful examples are presented and thoroughly discussed during the theoretical part of the course. Several intermediates and compounds with industrial relevance will be prepared and characterized during the experimental/laboratory module.

acquired skills

The students will take advantage of this course, as it will provide a general overview of the industrial applications of synthetic organic chemistry. Among the five selected industrial applications dealt with in the theoretical course (pharma, agro, catalysis, renewable energies and nanotech), the student will get information about modern trends for each sector, and will become ready to consider each of them for his/her future working experiences.

Ist Module (Prof. Pierfausto Seneci)

Applied Organic Chemistry - theoretical (6 CFU, 48 hours)

Course content [required]

Pharmaceutical research - 24 hours: identification of a target, discovery of hits and leads, structural optimization of active leads, synthetic strategies on a large scale. Identification of kinesins as anticancer targets through chemical genetics, development of MK-731 as an anticancer compound. Identification of kinase inhibitors using fragment-based drug discovery, development of AT519 as an antitumor compound. Discovery of statins as drugs against hypercholesterolemia, development and commercialization of fluvastatin-LescolTM. Discovery of beta-lactams and cephalosporins, industrial synthesis of ceftibuten. Agro research - 6 hours: herbicides, fungicides and insecticides. Field use, industrial and environmental issues. Rational design and synthesis of neonicotinoid insecticides, development and commercialization of imidacloprid. Homogeneous, heterogeneous, and bio-catalysis - 6 hours. Guiding principles in the design of new catalysts. Monsanto process for the synthesis of L-DOPA. DIPAMP, DuPHOS and BINAP in asymmetric reductions. Energy and Environment - 6 hours: renewable energy, greenhouse effect, carbon sources. Methanol fuel cells, dye-sensitized solar cells. Complexes of Ru and organic ligands as dye-sensitizers. Nanotechnology - 6 hours: definitions, physical and chemical phenomena at the nano-scale, industrial applications. Fullerenes, carbon

nanotubes and graphene: synthesis using physical and organic-chemical methods, covalent and noncovalent functionalization, properties.

IInd Module (Prof. Dario Perdicchia)
Applied Organic Chemistry - laboratory (3 CFU, 24 hours)

Course content

The laboratory experiences will include the synthesis of organic molecules useful for industrial applications, their purification and characterization using simple analytical techniques.

Suggested prerequisites
Organic Chemistry I and II

Reference material

The material presented during the course is made available to students on the course's ARIEL site.

Assessment method

Theoretical part: written, 3 intermediate essays, during the course or immediately after (up to September). Final vote, theoretical, results from the avg mark in pharma (40%), agro, catalysis, renewable energies and nanotech (15% each).

Laboratory part: written, depending on a final Report of performed activities, provided to the teacher after the lab experiences, including theory (description of reactions, explanation of findings) and experimental results (yields, analytical characterizations).

Overall mark: obtained as an average between theoretical (66.6%) and lab mark (33.3%).

Language of instruction
English

Attendance Policy
Strongly suggested (theoretical)
Compulsory (laboratory)

Mode of teaching
Traditional

Catalytic Methodologies in organic chemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54) , F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. BENAGLIA MAURIZIO , Department of Chemistry
Address: 02503 14171 - v. Venezian, 21
Email: maurizio.benaglia@unimi.it

Goals

Presentation of the most modern and widely used achiral and chiral organic catalysts. Particular attention will be given to enantiomerically pure catalysts and their application in stereoselective synthesis.

Acquired skill

Describe mechanisms of the most important organocatalysed reactions.

Learn about the chemical and stereochemical activity of the main metal-free catalysts, broken down by major classes, based on their mechanism of action.

Face enantioselective synthesis of chiral organic molecules, taking advantage as a strategy of the use of simple metal-free catalytic systems.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Presentation of the most modern and widely used achiral and chiral organic catalysts. Particular attention will be given to enantiomerically pure catalysts and their application in stereoselective synthesis.

Acquired skills

Describe mechanisms of the most important organocatalysed reactions.

Learn about the chemical and stereochemical activity of the main metal-free catalysts, broken down by major classes, based on their mechanism of action.

Face enantioselective synthesis of chiral organic molecules, taking advantage as a strategy of the use of simple metal-free catalytic systems.

Course Content

The course presents an introduction to general concepts in "green" organic synthesis, the definition of organic catalysts and a general overview of the several reactions promoted by metal-free catalytic systems (8 hours)

Then the concept of organocatalyst will be presented, several classes and possible action mechanisms will be considered. The most important

examples of metal-free catalysts will be discussed, first in the field of aminocatalysis (8 hours). Then catalysis through ammonium salts, generated by reactions with enantiomerically pure secondary amines will be deeply investigated (8 hours). The use of chiral Lewis bases will be discussed, also in combination with trichlorosilyl derivatives to generate novel chiral Lewis acids (8 hours). Alkaloids derivatives and aminoacids-derived compounds will be also discussed, specially as building blocks for the design and synthesis of bifunctional catalysts (8 hours). Finally phase transfer catalysts and chiral Bronsted acids will be presented as novel organocatalysts (4 hours). Detailed mechanistic investigations on the mode of action of different typologies of chiral organic catalysts will be discussed. Finally examples of supported organocatalysts will be presented, the recoverability and recyclability of the systems will be discussed (4 hours).

Suggested prerequisites
Organic Chemistry I and II

Reference material
Reviews articles and recent papers from the literature. Slides prepared by the Teacher and available to the students through the web site of the course.

Prerequisites
Good knowledge of the basic concepts of Organic Chemistry (I and II)

Assessment method
Oral exam: the exam consists in a discussion about the major classes of catalysts and reactions discussed in the course. Starting from a fairly wide of organocatalysts, the student must explain mechanisms of action and the major stereoselective transformations promoted by those catalytic species, highlighting, if possible, strengths and limitations of the discussed catalytic methodology.

Attendance policy
Strongly recommended

Mode of teaching
Traditional

Language of the course
English

Website: <http://mbenagliamcso.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Program's information

Reviews e articoli di letteratura indicati dal docente. Slides fornite dal docente come traccia degli argomenti e delle nozioni affrontate a lezione.

Website

<http://mbenagliamcso.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Chemical processes and industrial plants

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA, Department of Chemistry

Address: 02503 14253 - v. Golgi, 19

Email: claudia.bianchi@unimi.it

Goals

The aim of the course is to give students all the possible tools to be able to evaluate the type of reactor that is best for the chemical process being studied. Process optimization and basic cost evaluation will be taken into account

Acquired skill

at the end of the course the students will be able to manage simple reactions from the chemical engineering point of view, evaluating the chemical kinetics and sizing the ideal reactor to carry out the chemical reaction to the study.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The aim of the course is to give students all the possible tools to be able to evaluate the type of reactor that is best for the chemical process being studied. Process optimization and basic cost evaluation will be taken into account

acquired skills

at the end of the course the students will be able to manage simple reactions from the chemical engineering point of view, evaluating the chemical kinetics and sizing the ideal reactor to carry out the chemical reaction to the study

Course content

Mass and energy balances
Chemical kinetics homogeneous and heterogeneous
Study and sizing of batch reactors
Study and sizing of continuous reactors (PFR and CSTR) Reactors for biphasic and triphasic kinetics.
Optimization of the times, dimensions and costs of the chemical reactor

Suggested prerequisites
Fluid dynamics and heat transfer courses

Reference material
- lecture notes on ARIEL
- <https://4lfonsina.files.wordpress.com/2012/11/levenspiel-chemical-reaction-engineering.pdf>
- Chemical Reaction Engineering, Octoave Levenspiel, Wiley
- Unit Operations of Chemical Engineering, W. McCabe, Mc Graw Hill (2014)

Assessment method:
The course includes both a written and an oral exam.
The student's ability to size a chemical reactor under real conditions of use will be evaluated. In addition, the student's capacity to identify the best type of reactor in the various conditions in which a chemical reaction must be conducted will be evaluated.

Language of instruction
English

Attendance Policy:
Attendance at lessons is highly recommended

Mode of teaching:
Classroom lessons with numerical exercises

Website:
lecture notes on ARIEL <https://ariel.unimi.it/>

Chemical Safety

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54) , F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. MAUTONE GIUSEPPE , Department of Law "Cesare Beccaria"
Address: 02503 12529 - v. Festa del Perdono, 7
Email: giuseppe.mautone@unimi.it

Short Course Description

Course content
Concerning the health and safety legislation, we will go through specific subjects including the following: the legal basis according to which the European Union provides rules on health and safety at work; the integration of legislation with technical standards at the European and national level (EN and UNI Rules); the definitions and identifications of the individuals and entities involved in health and safety management in the workplace (the employer, the head of the protective and preventive services and its members, the workers' representative, the doctor on the workplace nominated by the employer; the producer of chemical substances); their exclusive duties and their cooperation; the risk assessment principles (exam of the working process, identification of risks and the criteria concerning their grading as more or less important); the design of the working environment focused on eliminating or minimizing risks (according to the "best available technology" standard instead of the "reasonably practicable" standard); specific rules concerning chemicals and its specific additional legislation: in particular the labeling standards and evaluation process of the chemical hazards under the REACH regulation.
The actual responsibilities of the employer also depend on the criteria that establish causation in the law. We will see how the degree of probability that is deemed necessary to state that a certain occupational factor has caused a damage is different in the civil and in the criminal setting. We will study what are the relationships between probability in science (epidemiology, chemistry and medicine) and causation in the law, by means of examples drawn from actual relevant cases. We will focus on the principles concerning the standard of good care and due diligence in civil and criminal law, that also have a relevant impact on chemical safety and liabilities.

Suggested prerequisites
None

Reference material
Lecture notes; reading of pieces of legislations and essays distributed in class.

Assessment method
Written examination based on questions on specific issues discussed in class; intermediate exams will be available for attending students.

Language of instruction
English

Attendance Policy
strongly recommended

Mode of teaching
Lessons including an ongoing open discussion in class through cases and examples.

Website
All materials from the course is available on a page of the University ARIEL website:
<https://ariel.unimi.it/>

Goals

The main goal of the course is to provide students with awareness of the legal framework concerning use of chemicals in an working environment.

Acquired skill

Students will reach an extensive knowledge of the legislation on health and safety on the workplace, with a special emphasis on the risks related to chemicals, so to be able to answer to questions such as: what are the duties on chemicals producers in order to minimize health risks on the employees of firms that do actually use these chemicals in their production ? What are the statutory obligations of every single employer in Europe in order to provide the highest possible safety on the workplace when using dangerous chemicals or carcinogens ? How is the legislative framework enforced ?

In addition to this, classes will focus on legal assessment of chain of causation between use of chemicals and illnesses or death from cancer, which turns to be the main point in criminal and civil law cases where employers are held responsible for health problems allegedly related to use of chemicals. This is essential to the aim of having a clear understanding of the law of chemicals in the workplace.

Attention will be drawn especially on the rationale behind the rules and on cases, with an aim at delivering a real competence and understanding, trying to avoid useless memorizing just a set of procedures and rules.

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Chemistry of inorganic materials with lab

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 9,0

Prof. MAGGIONI DANIELA , Department of Chemistry
Address: 02503 14350 - v. Venezian, 21 02503 14352 - v. Venezian, 21
Email: Daniela.Maggioni@unimi.it

Prof. PRATI LAURA , Department of Chemistry
Address: 02503 14357 - v. Venezian, 21
Email: laura.prati@unimi.it

Goals

Structure, preparation, properties and applications of important inorganic materials. Basic laboratory techniques for the synthesis and the characterisation of inorganic materials.

Acquired skill

At the end of the course the student will be able to handle the most common inorganic materials and find the most suitable analytical technique for solve qualitative and quantitative characterization.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course contents

Clays and related materials: structures and applications. Refractories. Oxides: preparation methodologies, characterisation and applications. Three way catalysts. Glasses and enamels. Diamonds, graphite and active carbons. Characterisation and surface functionalization.

Laboratory

Basic techniques of oxide preparation. Bulk and surface characterisation. Metal nanoparticles with different characteristics and their characterisation.

Suggested prerequisites

Positive assessment of inorganic chemistry

Reference materials

-Materials provided by teachers

- W.D.Kingery, H.K.Bowen, R.D.Uhlmann Introduction to Ceramics, Wiley, 1976

H.Marsh, F.Rodriguez-Reinoso Activated Carbons, Elsevier, 2006
W.Buechner, R.Schliebs, G.Winter, K.H.Buechel, Chimica Inorganica Industriale, Piccin, 1996

Assessment method

Oral examination based on a ppt presentation on a selected topic
Group discussion on the lab experiences where the students will present the obtained results highlighting strength and weakness of their lab tests.

Attendance Policy

Strongly suggested, compulsory frequency at the laboratory

Mode of teaching

Traditional

Language of instruction

English

Course Web-page

<https://lpraticiml.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Website

<http://lpraticiml.ariel.ctu.unimi.it/v5/home/Default.aspx>

Concepts and methods in organic synthesis

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. PIGNATARO LUCA LUIGI, Department of Chemistry

Address: 02503 14090 - v. Venezian, 21

Email: Luca.Pignataro@unimi.it

Goals

The purpose of this course is to furnish to chemistry students, interested in deepening organic synthesis, methods and tools for organizing and rationalizing all their organic chemistry knowledge, acquired in previous organic chemistry courses. In particular, the course will focus on the following aspects: concepts, methods and reagents useful for the design of organic systems, taking into account, in particular, methods to achieve reaction selectivity and commercial availability of starting reagents.

Acquired skill

At the end of the course, the student will be able to face the issue of planning a synthetic procedure for marketable organic compounds.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The purpose of this course is to furnish to chemistry students, interested in deepening organic synthesis, methods and tools for organizing and rationalizing all their organic chemistry knowledge, acquired in previous organic chemistry courses. In particular, the course will focus on the following aspects: concepts, methods and reagents useful for the design of organic systems, taking into account, in particular, methods to achieve reaction selectivity and commercial availability of starting reagents.

Acquired skills

At the end of the course, the student will be able to face the issue of planning a synthetic procedure for marketable organic compounds.

Course content

The course illustrates in detail three fundamental aspects related to the learning of how to design the synthesis of organic molecules: 1] concepts, 2] synthetic methods, and 3] reagents, earlier in the process of the synthesis of an organic molecule.

1. Concepts include: the regio- and stereoselective formation of C-C bonds; transformation and protection of functional groups; strategies to promote thermodynamically unfavourable reactions.

2. Synthetic methods are discussed in terms of: applicability; simplicity; selectivity.

3. Reagents include: how to make the choice of starting materials for an organic synthesis, on the base of costs, safety, and commercial availability.

The concept of synthon is defined and illustrated in detail, as well as its use in the design of organic molecules.

The retrosynthetic analysis is described as a fundamental tool for the organic synthesis. Organic compounds are classified on the basis of the distance of functional groups and retrosynthetic methodologies for their preparation, considering stereo- and regioselective aspects, are explained.

Coupling reactions mediated by boranes, cuprates and transition metals are also described. A review of the main methods of oxidation and reduction of organic compounds are listed.

At the end of the course, several examples of retrosynthetic analysis, as exercises, are discussed.

Suggested prerequisites
Courses of Organic Chemistry I and II

Reference material

- a) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science.
- b) J.-H. Fuhrhop, G. Li, Organic Synthesis – Concepts and Methods, 3rd Edition, Wiley-VCH, 2003.
- c) J. Clayden, N. Greeves, S. Warren – Organic Chemistry, II Edition, 2012 Oxford
- d) S. Warren, P. Wyatt – Organic Synthesis: The Disconnection approach. 2008 Wiley
- e) S. Warren, P. Wyatt – Workbook for Organic Synthesis: The Disconnection approach. II Edition, 2008 Wiley

Prerequisites

Basic concepts of organic chemistry. Standard techniques for purification and structure elucidation (NMR, MS, IR).

Assessment method

Written examination. The written exam is usually composed by 6-8 exercises related to the synthesis of organic molecules.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Recommended.

Mode of teaching:

traditional

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Further Information

Copies of the lecture slides and other material considered useful for an in-depth study are available on Ariel web page after the end of each lesson.

Economics and management

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. GANZAROLI ANDREA

Address: 02503 16406 - v. Celoria, 2

Email: Andrea.Ganzaroli@unimi.it

Goals

Continuous, rapid and radical technological change is the only constant on which companies may rely upon when facing today competitive context. Companies can no longer plan their objectives and activities well in advance but must learn to change as quickly. Doing so requires breaking the old labour division, based on functional specialization, and developing the capacity to work in temporary multidisciplinary teams. Therefore, even chemists can no longer know only about chemistry, but also about business. The aim of this course, therefore, is to offer students of industrial chemistry with the opportunity to learn how to surf firms' strategy. The objective is not turn them into experts. But provide them with a basic vocabulary to deal with those involved in the management of their firms.

Acquired skill

At the end of the course, students are expected to be competent on:

1. The analysis of the competitive context;
2. The analysis of firms' resources and competencies;
3. The analysis of the value chain;
4. Understanding the main organizational forms and management systems
5. The analysis of competitive advantage;
6. Basic elements of an innovation strategy;
7. Drawing a green strategy;
8. Understanding the information contained in the four basic financial statements.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course content

1. The concept of strategy;
2. The fundamentals of industry analysis;
3. Analysing and developing resources and capabilities;
4. Organizational structure and management systems;
5. The analysis of competitive advantage;
 - a. Cost advantage;

- b. Differentiation advantage;
- 6. Technology-based industry and the management of innovation;
- 7. Building and managing a green strategy;
- 8. Principles of accounting

Suggested prerequisites
None

Reference material

1. Grant, R., Contemporary Strategy Analysis (Chapters: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8,9, 10, 12)
2. Kramer, M. R., & Porter, M. (2011). Creating shared value. Harvard business review, 89(1/2), 62-77.
3. Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2006). The link between competitive advantage and corporate social responsibility. Harvard business review, 84(12), 78-92.
4. Joyce, A., & Paquin, R. L. (2016). The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models. Journal of Cleaner Production, 135, 1474-1486.
5. Libby, Libby, and Hodge, Financial accounting (Chapter 1 + slides)

Assessment method

Students will be assessed based on two tests. The first test aims at assessing the degree of confidence students have acquired with the theoretical background based on 16 questions multiple choices. The second test consists of an essay aiming at assessing students' analytical capabilities in a case study.

Language of instruction
English

Attendance Policy
Recommended, but not compulsory

Mode of teaching

The teaching method is a mix of lecture-style and case study based. Students are continuously involved in the class and are required to actively participate with questions, observations and suggestions.

Energy: source, conversion and storage with lab

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 9,0

Prof. RONDININI SANDRA, Department of Chemistry
Address: 02503 14217 - v. Golgi, 19
Email: sandra.rondinini@unimi.it

Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA, Department of Chemistry
Address: 02503 14059 -
Email: ilenia.rossetti@unimi.it

Goals

Advanced and applied aspects of the exploitation of energy sources, their conversion and storage, with special focus on renewables. Innovative technologies and market trends. Critical evaluation and comparison of the performances of different methods/devices.

Acquired skill

The students will learn how to conjugate the scientific and technical approach for the exploitation of energy sources, and the relevant industrial applications, with the environmental and economic issues. Students will be able to discuss pros and cons of different processes aimed at the same final product (e.g. hydrogen production and storage, electricity production, distribution and storage)

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Advanced and applied aspects of the exploitation of energy sources, their conversion and storage, with special focus on renewables. Innovative technologies and market trends. Critical evaluation and comparison of the performances of different methods/devices.

Acquired skills

The students will learn how to conjugate the scientific and technical approach for the exploitation of energy sources, and the relevant industrial applications, with the environmental and economic issues. Students will be able to discuss pros and cons of different processes aimed at the same final product (e.g. hydrogen production and storage, electricity production, distribution and storage)

Course content

Lectures

World energy outlook. Renewable energy sources: water (hydroelectric, wave, tidal), wind, sun (thermal, thermodynamic and photovoltaics),

biomasses and earth (geothermal). Energy vectors: carbon based fuels, electric energy, and hydrogen.

Energy conversion and storage. Hydrogen production: hydrocarbon and biofuel reforming; gasification and pyrolysis of biomasses; water pyrolysis, electrolysis and photoelectrolysis, biological methods. Hydrogen storage and transportation. Comparison between thermal and electrochemical energy conversion.

Critical aspects in assessing the environmental impact.

Electrochemical generation and storage: primary and secondary batteries, fuel cells, supercapacitors.

Laboratory

A selected choice of experiments in the fields of: Primary and secondary batteries. Photovoltaic cells and dye sensitized solar cells (DSSC). Heating values of solid and liquid fuels. Water Electrolysis and proton exchange membrane fuel cells. Life Cycle Assessment of selected devices

Suggested prerequisites

none

Reference material

<http://www.iea.org/statistics/> International Energy Agency "Key World energy and statistic"

<http://ec.europa.eu/eurostat> Eurostat European Commission: —Europe in figures Eurostat yearbook", European Communities.

<http://www.enea.it> Enea Rapporto energia e ambiente

Slides and supporting material provided by the teachers

Assessment method

Short Study on selected subjects + Oral in depth discussion on other issues treated in the lectures and laboratory (combined with the two teachers)

Language of instruction

English

Attendance Policy

Lectures: strongly recommended

Laboratory Practice: Mandatory

Mode of teaching

Traditional

Website

<http://srdoniniescs.ariel.ctu.unimi.it/v3/home/Default.aspx>

Environmental control and sustainability management

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

In attesa nomina docente

Industrial processes and scale-up

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. PIROLA CARLO, Department of Chemistry

Address: 02503 14283 - v. Venezian, 21 02503 14302 - v. Golgi, 19

Email: carlo.pirola@unimi.it

Goals

The main objective of the course is to emphasize the importance of scale-up methodology for the unit operations in chemical plants (reaction and separation processes), to give the theoretical basis for a correct approach to a scaling-up and to introduce the simulation science and the process simulation. The correct theoretical and experimental approaches of this kind of study will be presented and discussed; different industrial examples will be considered. Moreover, devoted software (PRO II) available to industrial chemists and engineers for the scaling-up operations will be presented and used in the course. Virtual plants, crude distillation unit in particular, based on a graphical interface with a dynamic simulation software will presented and proposed to the students using the ITS (Immersive Training System).

Acquired skill

At the end of the course the students will acquire the knowledge for: 1) to use simulation plant software for the project and optimization of a chemical plant; 2) to analyze a chemical process (reaction or separation) from a laboratory scale experiment to a possible industrial process layout; 3) to apply kinetic and thermodynamic models for scale up development of new technologies.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course content

The course will be devoted to a specific introduction of the scaling-up methodology for chemical processes from a chemical and an engineering point of view. Both chemical reactions and separation processes will be taken into account. More in detail, the following topics will be explained and discussed:

- Scaling-up of a chemical operation: meaning and importance
- Laboratories and pilot-plant studies
- Models for the interpretation of experimental data and simulation of a chemical unit operations: steady-state and dynamic models
- Physical and chemical models
- Pilot plants: raw materials, mock-ups, degree of freedom, constructive materials, test program and use of results
- Experimental techniques in scaling-up methodology
- Applications to industrial process development: industrial examples and case-histories
- Control technology in chemical processes
- Environmental and regulatory issues
- Use of simulation softwares in the scaling-up: PRO II. Tutorial of these programs and their use for several aspects involved in the topics of the course.
- Immersive Training system for a virtual visit in a Crude Distillation Unit plant.

Suggested prerequisites

The basic prerequisites are a good knowledge of physical chemistry and a basic knowledge of transport phenomena, chemical reactors, distillation and absorption columns, fluid phase equilibria.

Reference material [required]

- A. C. Dimian, C. S. Bildea, A. A. Kiss: "Integrated Design and Simulation of Chemical Processes", 2nd Edition, Elsevier (available in our Biblioteca di Chimica)
- V. Ragaini, C. Pirola, "Processi di Separazione nell'Industria Chimica", Hoepli
- The properties of Gases and Liquids Autori: B. Poling; J. O'Connell; J. Prausnitz. McGraw-Hill 2004
- Scale-up Methodology for Chemical Process. Autori: J. B. Euzen, P. Trambouze, J. P. Wauquier, Edition Technip.
- The slides discussed in the lessons, available for the students

Assessment method

All the topics considered in the course will be discussed in a oral examination. Theoretical questions and/or practical exercises using the simulation software will be requested. The students should be able to discuss all the topics of the course, to explain the industrial examples considered in the lessons and to make exercises using the simulation software concerning optimization of columns or reactors.

Language of instruction

English

Attendance Policy

Strongly suggested

Mode of teaching

The course will be based on 48 h of lessons in room in which:

- 1) theory of scale up will be explained (40%);
- 2) simulation software will be introduced and used (40%);
- 3) industrial case studies will be considered (20%).

Moreover, during the course, a visit in the Radici plant in Novara will be proposed and organized.

Website

<http://cpirolaicl.ariel.ctu.unimi.it/v3/Home/default.aspx>

Medicinal chemistry

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54) , F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. **BELVISI LAURA** , Department of Chemistry

Address: 02503 14086 - v. Venezian, 21

Email: laura.belvisi@unimi.it

Goals

An introduction to Medicinal Chemistry. The course aims to provide students with the general principles and the basic approaches of Medicinal Chemistry. In particular, the principal phases of drug action, the molecular mechanisms of drugs and the drug discovery and development process will be discussed.

Acquired skill

Knowledge of the basic notions in medicinal chemistry, the most relevant issues of the drug action, the main techniques employed for the discovery and the development of an efficient drug, and the problems to deal with in this process. Knowledge of selected drug classes that have been discussed to explain the general concepts. Understanding medicinal chemistry activities in multidisciplinary frameworks and the progresses of a rapidly evolving discipline.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

An introduction to Medicinal Chemistry. The course aims to provide students with the general principles and the basic approaches of Medicinal Chemistry. In particular, the principal phases of drug action, the molecular mechanisms of drugs and the drug discovery and development process will be discussed.

Acquired skills

Knowledge of the basic notions in medicinal chemistry, the most relevant issues of the drug action, the main techniques employed for the discovery and the development of an efficient drug, and the problems to deal with in this process. Knowledge of selected drug classes that have been discussed to explain the general concepts. Understanding medicinal chemistry activities in multidisciplinary frameworks and the progresses of a rapidly evolving discipline.

Course content

Principal phases of drug action (20 hours). Pharmaceutic, pharmacokinetic and pharmacodynamic phases. Pharmacokinetics: the processes of Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion of drugs. Pharmacodynamics: the molecular targets of drugs and the receptor concept. Structure and function of the receptors. Nature of drug-receptor interactions. Quantitative analysis of drug-receptor interactions and drug-induced biological responses (cell-free binding assays and cell-based functional assays). Definition of affinity, potency, efficacy, selectivity, therapeutic index. Definition of agonist, partial agonist, inverse agonist, antagonist. Receptor theory: models for drug-mediated receptor activation. Processes of signal transduction. Enzymes as drug targets.

Principal phases of drug discovery and development process (14 hours). Approaches for HIT and LEAD identification. Ligand efficiency metrics. LEAD modification and optimization: isostery and bioisostery, molecular simplification and complication, rigid analogs and prodrugs. Molecular modification of peptides. Recent advances in the design of peptidomimetics. Introduction to structure-activity relationship studies (QSAR) and computer-aided drug design methods (CADD). Computer lab lesson on the use of structural databases and virtual screening tools. Analysis of selected pharmacological classes to illustrate the points discussed in the general section (14 hours).

Suggested prerequisites

Fundamental courses of organic chemistry of a Bachelor of Science in Chemistry or related fields.

Reference material

- G. L. Patrick, An introduction to Medicinal Chemistry, Fifth or Sixth edition, Oxford University Press

- T. L. Lemke, D. A. Williams, V. F. Roche, S. W. Zito, Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Seventh edition, Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer

Prerequisites

Knowledge of the organic chemistry at the level of a Bachelor of Science in Chemistry or related fields.

Assessment method

Written

The exam will consist of a written test which aims to verify the preparation of the student on the course contents. The written examination will typically include 4-5 open questions: 1-2 questions will concern the phases of drug action, 1-2 questions will regard the drug discovery and development process, 1-2 questions will refer to drug classes discussed during the course. The evaluation of the student will be based on: the knowledge of the main issues concerning the phases of drug action and of drug discovery and development process, the ability to discuss in a critical and integrated way these general aspects in the specific examples given in the exam.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Strongly recommended

Mode of teaching:

Traditional lessons will be integrated with additional teaching activities including computer lessons on the use of medchem databases and seminars on specific topics of the course.

Website:

<http://lbelvisimc.ariel.ctu.unimi.it/v1/home>

Program's information

- G. L. Patrick, An introduction to Medicinal Chemistry, Fifth or Sixth edition, Oxford University Press
- T. L. Lemke, D. A. Williams, V. F. Roche, S. W. Zito, Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Seventh edition, Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer

Website

<http://lbelvisimc.ariel.ctu.unimi.it/v1/home>

Metal Science and Corrosion

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. MINGUZZI ALESSANDRO, Department of Chemistry

Address: 02503 14224 - v. Golgi, 19

Email: Alessandro.Minguzzi@unimi.it

Goals

Understanding corrosion and thus its prevention and protection represent a key expertise for chemists and even more for industrial chemists. This is why this course aims to give a fundamental knowledge on the physical chemistry of metals and then to apply the relevant concepts for a basic understanding of corrosion phenomena.

Acquired skill

In the first part of the course, the student will learn basic concepts in the science of metals and in electrochemistry. The second part aims to provide a fundamental knowledge of corrosion and of the strategies aimed to prevent it or to protect a metal from being corroded. Thanks to this course, the student will be able to study a corrosion phenomenon, to distinguish among different type of corrosions, to choose the best strategies to prevent corrosion and to protect metals, including the selection of the most suitable metallic materials.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Understanding corrosion and thus its prevention and protection represent a key expertise for chemists and even more for industrial chemists. This is why this course aims to give a fundamental knowledge on the physical chemistry of metals and then to apply the relevant concepts for a basic understanding of corrosion phenomena.

Acquired skills

In the first part of the course, the student will learn basic concepts in the science of metals and in electrochemistry. The second part aims to provide a fundamental knowledge of corrosion and of the strategies aimed to prevent it or to protect a metal from being corroded. Thanks to this course, the student will be able to study a corrosion phenomenon, to distinguish among different type of corrosions, to choose the best strategies to prevent corrosion and to protect metals, including the selection of the most suitable metallic materials.

Course content

- Introduction to the Science of Metals: free-electron theory, elementary band theory.
- Introduction to Electrochemistry: thermodynamics and kinetics, Pourbaix diagrams, electrocatalysis.
- Corrosion: introduction, electrochemical description of corrosion (mixed potential theory, Evans diagrams), passivation and trans passivation. Localized corrosion. Other types of corrosion (galvanic, stress-corrosion, intergranular, dealloying).
- Protection against corrosion.

Suggested prerequisites

Physical chemistry I (sustained exam) and physical chemistry II (course followed)

Reference Material

- P.A. Cox "The electronic Structure and Chemistry of Solids" Oxford Science Publications
- E. McCafferty Introduction to Corrosion Science, Springer.
- G. Bianchi, F. Mazza Corrosione e protezione dei metallic (Associazione Italiana di Metallurgia)

Assessment Method

Oral: The exam consists in an oral discussion aimed at understanding the degree of comprehension on selected topics treated in the course. This can include solving simple numerical examples

Language of instruction

English

Attendance Policy

Strongly suggested

Mode of teaching

Traditional

Nanotechnology of Inorganic Materials

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. PRATI LAURA, Department of Chemistry

Address: 02503 14357 - v. Venezian, 21

Email: laura.prati@unimi.it

Goals

Learning and knowledge of the most important aspects of nanotechnology and experimental techniques. Changes occurring from micro- to nanoscale.

Acquired skill

Nanotechnology basic techniques of characterization. To be able to differentiate nano-dispersed materials from nanostructured-materials. How we can control during the preparation specific properties of materials

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

Learning and knowledge of the most important aspects of nanotechnology and experimental techniques. Changes occurring from micro- to nanoscale.

Acquired Skills

Nanotechnology basic techniques of characterization. To be able to differentiate nano-dispersed materials from nanostructured-materials. How we can control during the preparation specific properties of materials

Course content

Basic concepts of solid state physics: properties from bulk to nanoscaled materials. Main techniques of investigation in nanoscience. Nano-powders and nano-alloys: preparation and characterization. From nanolithography to crystal engineering. Oxidic and metallic nanoparticles: synthesis techniques and textural control. Nanostructures and self-assembling. Health impact. Layered and mesoporous materials: preparations and applications. From graphene to carbon nanotubes: properties, syntheses and applications.

Suggested prerequisites

Inorganic Chemistry, Analytical Chemistry

Reference material

- Slides and other materials provided by the teacher
- Nanochemistry, a Chemical Approach to Nanomaterials, G.A. Ozin and A.C. Arsenault, RCS Publishing, 2006
- Nanoparticle Technology, Handbook, Hosokawa, Nogi, Naito, Yokoyama, Elsevier (2007)
- Introduction to Nanotechnology, Poole e Owens, Wiley (2003)

Assessment method:

Oral examination

Critical discussion of a recent publication on nano-scale or nanostructured materials

Language of instruction

English

Attendance Policy:

The attendance is strongly suggested allowing the assessment as thematic discussion.

Mode of teaching:

theoretic

Website:

- <http://ariel.unimi.it/> only for registered student

Patents and Management of Innovation

Degrees:

- F5Y - Chemistry (Classe LM-54), F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. GIANNANTONIO ROBERTO

Email: Roberto.Giannantonio@unimi.it

Prof. VATTI FRANCESCO PAOLO

Email: Francesco.Vatti@unimi.it

Goals

[Patents]

To know the patent system from the point of view of the user, so as to learn when it is advisable to patent, when to enforce a patent and what can be expected from a patent.

[Management of Innovation] To understand the general dynamics of the Innovation Process, with particular reference to the nature and roles of the subjects involved in the process, and to the main methods that can be exploited to create value on a socio-economic level, with particular reference to the business model.

Acquired skill

[Patents]

Knowledge of patent laws with some skill in other IP tools; knowledge about the players in the patent system, especially in Italy and Europe; some guidelines for patent strategy.

[Management of Innovation]

Knowledge of the main conceptual tools engaged in the Innovation Process.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

[Patents] To know the patent system from the point of view of the user, so as to learn when it is advisable to patent, when to enforce a patent and what can be expected from a patent. [Management of Innovation] To understand the general dynamics of the Innovation Process, with particular reference to the nature and roles of the subjects involved in the process, and to the main methods that can be exploited to create value on a socio-economic level, with particular reference to the business model.

Acquired skills

[Patents] Knowledge of patent laws with some skill in other IP tools; knowledge about the players in the patent system, especially in Italy and Europe; some guidelines for patent strategy. [Management of Innovation] Knowledge of the main conceptual tools engaged in the Innovation Process.

Course content

[Patents]

Introduction to IP; definition of invention; some historic knowledge on patents; requirements of patentability for an invention; exceptions to patentability; patents in the pharmaceutical field; general structure of a patent; procedure for getting a patent in Italy and Europe; extension of patent protection abroad; prior art searches; patents as assets; patent evaluation; patent enforcement and main legal tools for protecting an invention; basics of patent strategy; practical cases.

[Management of Innovation]

1. INTRODUCTION

1.1. Definition of Innovation

1.2. Types of Innovation (Incremental/Continuous, Radical/Discontinuous, etc.)

1.3. Innovation as a process

1.4. Generations of the Innovation Process

1.5. Closed, Open, Design-Driven Innovation

1.6. Innovation Management

2. THE INNOVATION PROCESS AS SEEN BY A PRIVATE COMPANY

2.1. Sources of ideas, Creativity

2.2. Technology, definitions and use

2.3. Know-How, Intellectual Property, Hard and Soft Technology

2.4. Technology, Systems and Products, Problems and Needs

2.5. Development of Technologies, Integration of Technologies, TRL

2.6. Market

2.7. Company Organization

2.8. Company Functions and Company Management Bodies

2.9. Business Strategy (the Ansoff Matrix, the Boston Matrix, PEST Analysis, Decision Matrix Analysis)

2.10. Innovation Projects and Project Management

2.11. A simplified Project Management approach: the Stage-Gate Method

2.12. Business Idea Proposal

2.13. Planning

2.14. Risk Management

2.15. Technology Transfer, Fusion Innovation

2.16. Budget

2.17. Business and Technology Plan

2.18. SWOT Analysis

2.19. Business Model, Business Model Canvas

3. THE INNOVATION PROCESS AS SEEN BY A STARTUP

3.1. Definition of Startup

3.2. Pitch and Seed Stage Deliverables

- 3.3. MISE Policy for Innovation Startups
- 3.4. Lean Startup (and the NTLL Method)
- 3.5. Startup Ecosystems
- 3.6. Startup Financing Cycle
- 3.7. Startup Sub-Sectors
- 4. THE INNOVATION PROCESS AS SEEN BY GOVERNMENTS
- 4.1. National Research and Innovation funding: PON and DFG Programmes
- 4.2. European Research and Innovation funding: Horizon 2020 Programme
- 4.3. Project Call
- 4.4. Structure of a Project Proposal
- 5. INNOVATION TOOLS
- 5.1. Technology Roadmap
- 5.2. Technology Forecasting
- 5.3. The Ishikawa (Fishbone) Diagram
- 5.4. TRIZ
- 6. COMPLEMENTARY TOPICS
- 6.1. More on Business Strategy: Vertical and Horizontal Integration
- 6.2. Value Chain of Innovation in the Information Age
- 6.3. Knowledge Management
- 6.4. Soft Skills
- 7. AN INNOVATION CASE
- 7.1. Innovation Management
- 7.2. Patents

Suggested prerequisites

There is no particular pre-requisite, except a basic scientific background.

Reference material

Notes taken during the lessons, handouts on the Ariel website, literature cited in the handouts.

Prerequisites

None.

Assessment method

Oral examination of around 30 minutes, half on patents and half on management of innovation. As for [Patents], five questions are normally asked, one on general IP matters, three on specific aspects about patents of invention and one, more practical, aiming at testing the ability of the candidate in joining and managing information. As for [Management of Innovation], the exam is aimed at evaluating the degree of comprehension of the main topics of the course, listed in the document Management_of_Innovation_COURSE_PROGRAM_2018_2019.pdf, available on the UniMi Ariel Portal, and exposed in the nine presentations Management_of_Innovation_#1.pdf to Management_of_Innovation_#9.pdf, also uploaded on the UniMi Ariel Portal.

Students are also invited to deepen one or more specific topics among those addressable through the Internet references given in the above presentations.

Language of instruction

English

Attendance Policy

Highly recommended.

Mode of teaching

Traditional lessons.

Website

<https://ariel.unimi.it/>

Program's information

Appunti di lezione, dispense dei docenti, letteratura consigliata nelle dispense

Website

<http://ariel.unimi.it/>

Photochemical Processes and Photocatalysis

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Course structure:

Photochemical Processes and Photocatalysis Borrowed from , Photochemistry , SCIENZE CHIMICHE (Classe LM-54)

Goals

Understanding of the production of excited electronic states and photochemical and photophysical processes. Information on photo-induced process techniques. Understanding of the development of photochemical processes occurring in nature, the principles of photoproduction and photostabilization of polymers, as well as the principles and potential of photo(electro)catalysis.

Acquired skill

Mastery of the concepts of light-matter interaction, of the properties of excited electronic states and of the principles and applications of photo-induced processes.

Program with reference to descriptor 1 and 2

GOAL

Understanding of the production of excited electronic states and photochemical and photophysical processes. Information on photo-induced process techniques. Understanding of the development of photochemical processes occurring in nature, the principles of photoproduction and photostabilization of polymers, as well as the principles and potential of photo(electro)catalysis.

ACQUIRED SKILLS

Mastery of the concepts of light-matter interaction, of the properties of excited electronic states and of the principles and applications of photo-induced processes.

COURSE CONTENT

Production and properties of electronic excited states. Radiation absorption and electronic states of molecules. The Jablonski diagram. Lifetime, energy, geometry and acid-base properties of excited states, solvent effects.

Photophysical and photochemical deactivation paths. Vibrational relaxation, radiative and non-radiative transitions, kinetics of excited states quenching, excimers and exciplexes. Kinetics and mechanism of photochemical reactions.

Experimental techniques. Conventional light sources, actinometry, LEDs, lasers, luminescence spectroscopy, transient absorption and time-resolved emission spectroscopy.

Photochemical processes in nature. Photochemical reactions in the atmosphere and stratosphere. Photochemical smog. Photosynthesis, the vision process.

Photocatalysis and other applications. Photoelectrochemical processes on semiconductors, photocatalysis for solar energy conversion and for the degradation of water and air pollutants. Photopolymerization, photoinitiators and mechanism, photoinduced degradation and stabilization of polymers. Photochromism, photochemical syntheses.

Suggested prerequisites:

Physical Chemistry I

Reference material

- A. Gilbert, J. Baggott, *Essentials of Molecular Photochemistry*, Blackwell, 1991
- M. Klessinger, J. Michl, *Excited States and Photochemistry of Organic Molecules*, VCH, 1995
- R.P. Wayne, *Principles and Applications of Photochemistry*, Oxford University Press, 1988.

Assessment method

The oral examination will consist of an interview during which both basic and applied topics presented during lectures will be discussed.

Attendance Policy: Strongly recommended

Mode of teaching: Traditional

Language of instruction: English

Physical chemistry of formulations

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. CAPPELLETTI GIUSEPPE, Department of Chemistry

Address: 02503 14228 - v. Golgi, 19

Email: giuseppe.cappelletti@unimi.it

Goals

The aim of the course is to provide the student with the physical chemistry notions useful to interpret the behaviour of formulations, considering both fundamental and applicative aspects. Separate disciplines, in particular of colloid, surface chemistry and process technology, play a role in the formulation of an active ingredient into its commercial form

Acquired skill

The program will allow the student to understand the principles of making finished products of a wide range of applications from a blend of different individual ingredients. The lectures are designed to train the student in understanding interactions between polymer, solvent, and surfactant molecules with particles, droplets and surfaces. The acquired skills can be divided into three groups: 1. integrate knowledge of the diverse range of chemistry/physics sub-disciplines (such as colloid science, tenside chemistry, rheology and fluid flow, etc) focusing on the thermodynamical and kinetic aspects of stabilization; 2. define a problem, identify potential alternatives, gather appropriate knowledge and information to formulate and articulate a solution for real industrial cases; 3. think critically and be able to evaluate, design, and conduct research in the formulation field, studying the basic raw materials and their influences on the performance of the finished formulation.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The goal of the course is to combine the most significant aspects of chemical thermodynamics with didactic experiments, performed by the students in the laboratory. During the experiments the students measure experimental data and subsequently elaborate them numerically to obtain the requested thermodynamic parameter. The students produce a written report of their work.

Acquired skills

The student becomes familiar with the principles underlying the spontaneous direction of chemical reactions; by experimental measurements he verifies the validity of thermodynamic laws. The student learns further how to treat a series of experimental data and how to prepare a report containing graphs and numerical elaborations.

Course content

The properties of gases. The kinetic theory of gases. The Maxwell-Boltzman distribution. Real gases. The First Law. Work and heat. Thermochemistry. Heat capacity. The Second Law. Entropy changes of specific processes. The Third Law. Heat engines. The Helmholtz and Gibbs energies. The Gibbs-Helmholtz equation. The chemical potential. The thermodynamic description of mixtures. The Gibbs-Duhem equation. Colligative properties. Physical transformation of pure substances. Phase stability and phase transitions. The Clapeyron e Clausius-Clapeyron equations. Chemical equilibrium. The response of equilibria to pressure and temperature. The van't Hoff equation. During the Experimental Laboratory physico-chemical parameters are determined (ΔU , ΔH , equilibrium constants, CMC of surfactants) through the elaboration of different measurements (calorimetry, spectrophotometry, conductivity, vapor tension) on the grounds of thermodynamic relations.

Suggested prerequisites

The student should have passed the exams of mathematics and physics

Reference material

P. W. Atkins, J. de Paula - Physical Chemistry - 9th ed. (2011) Oxford University Press.
Teaching material provided by the professor.

Assessment method:

The assessment method is an oral examination combined with the solution of simple exercises. During the exam the student discusses the laboratory experiments and the thermodynamic principles underlying the experiments. The final mark is also determined by the evaluation of the Laboratory Relation.

Attendance Policy:

The attendance to the laboratory experiments is compulsory.

Mode of teaching:

Class room lessons and laboratory experiments

Website:

<http://ariel.unimi.it>

Process development

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. MANFREDI AMEDEA GIUSEPPINA, Department of Chemistry

Address: 02503 14181 - v. Venezian, 21

Email: amedeamanfredi@unimi.it

Goals

The goal of this course is to provide an insight into organic process research and development for the preparation of Active Pharmaceutical Ingredients (APIs) and relevant intermediates from laboratory to commercial scale. In particular, emphasis will be put on the theoretical basis for a correct approach to a safe, green, reliable, reproducible and cost-effective process.

Acquired skill

At the end of the course, the students will be able to plan the development of a synthetic procedure taken from the literature, to design and fill the corresponding block flow diagram.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Course content

Scale-up issues: reaction vessels, separation, volume measurements, sampling, evaporation to dryness, temperature control, isolation of solid products, etc. Route selection: Green Chemistry and chemistry metrics (yields, conversion, selectivity, E-factor, atom economy theory, reaction mass efficiency, molecular complexity, etc.), telescoping, number of steps, productivity, catalytic vs. stoichiometric approaches, linear and convergent syntheses. Solvents and reagents for large scale operation: toxicity and flammability. Standards of choice. Alternative to classical solvents. Process development and analytical issues: determination of purity and assay of starting materials, solvents, intermediates, APIs, and In-process controls. Safety issues related to thermochemistry in view of designing intrinsically safe processes thus avoiding runaway reactions, thermal decompositions. Methods and instruments for thermal-hazard testing (DSC; TGA; ARC; RC) and data analysis. Work-up. Different synthetic practical approaches (chirality pool, separation of stereoisomers: resolution, crystallization and racemization). Economics: direct, indirect, fix and variable costs to design a competitive process. Exercises on case studies taken from literature. Use of worksheet and block diagram.

Suggested prerequisites

Good knowledge of synthetic organic chemistry

Reference material

- Practical Process Research & Development - Neal G. Anderson – Academic Press, Elsevier
- Green Chemistry in Pharmaceutical industry - Peter J. Dunn et al. Wiley-VCH 2010

Prerequisites

Good knowledge of synthetic organic chemistry

Assessment method

Written examination. The written examination foresees a critical analysis of a single reaction step of an API synthesis or of a relevant intermediate taken from the recent literature, with particular emphasis to the experimental procedure in view of the scale-up and development. The students will then fill a block flow diagram taking into account key parameters relevant to each unit operation. Green metrics (atom economy and E-factor) will be calculated.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

Recommended

Mode of teaching:

Traditional

Website:

<https://amanfredipd.ariel.ctu.unimi.it>

Recycle and Life Cycle Assessment (LCA) of products and processes

Degrees:

- F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71); total credits 6,0

Prof. **BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA**, Department of Chemistry

Address: 02503 14253 - v. Golgi, 19

Email: claudia.bianchi@unimi.it

Goals

The course has two main goals: 1) to promote a deep understanding of the computational structure of the Life Cycle Analysis (LCA) methodology; 2) to apply this methodology to evaluate the sustainability of materials and processes. In pursuing these goals, special attention will be paid to the definition and construction of systems of environmental impact indicators to be used in the assessment procedure. A consistent portion of the course will be devoted to the application of the LCA methodology to representative real life cases. Exercise sessions will be mainly quantitative; no specific numerical skills are required.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course has two main goals: 1) to promote a deep understanding of the computational structure of the Life Cycle Analysis (LCA) methodology; 2) to apply this methodology to evaluate the sustainability of materials and processes. In pursuing these goals, special attention will be paid to the definition and construction of systems of environmental impact indicators to be used in the assessment procedure. A consistent portion of the course will be devoted to the application of the LCA methodology to representative real life cases. Exercise sessions

will be mainly quantitative; no specific numerical skills are required.

Course content

1. Life Cycle Analysis and Life Cycle Thinking: historical background, regulation, procedures, applications. Calculation methodology, databases and technical software. Sustainability assessment: introductory concepts.
2. Ecoindicators: pollutant diffusions in the environment, measurement methods, environmental and damage impact category, impact quantification, energetic approach.
3. Industrial processes for materials productions: case studies (i.e. cement, polymeric materials, metallic materials and ceramic materials).
4. Materials End-of-Life: open and closed-loop recycling, re-use, waste-to-energy process, waste management processes.

Suggested prerequisites

Nothing

Reference material

- W. Klöpffer and B. Grahl, Life Cycle Assessment (LCA) - A Guide to Best Practice, Wiley-VCH, 2014
- M.F. Ashby, Materials and the Environment - Eco-informed materials choice, Elsevier, 2013

Assessment method:

The assessment method is an oral examination concerning the topics presented during the course. Moreover, the student will present a short presentation on the LCA results on a chosen process obtained using a specific software.

Language of instruction

English

Attendance Policy:

The attendance the course is heartily welcomed.

Mode of teaching:

Class room lessons and exercises using a specific software

Synthetic methods in biotechnology

Degrees:

- **F7Y - Industrial Chemistry (Classe LM-71)**; total credits 6,0

Prof. SENECI PIERFAUSTO, Department of Chemistry

Address: 02503 14060 - v. Venezian, 21

Email: pierfausto.seneci@unimi.it

Goals

The course aims to provide the student with elements to understand and evaluate several modern chemical technologies applied to biotechnological and pharmaceutical processes, meanwhile providing also the basic theoretical notions to understand the nature and the impact of such technologies.

Acquired skill

The students will take advantage of this course, by gathering a general perspective regarding the role of synthetic organic chemistry in biotechnological and pharmaceutical research. Among the five selected applications dealt with in the course (protective groups, solid-phase synthesis, combichem & natural products, rational design in drug discovery and phases of pharma research), the student will get information about modern trends for each application, and will become knowledgeable about their scope, their advantages and their limitations.

Program with reference to descriptor 1 and 2

Goals

The course aims to provide the student with elements to understand and evaluate several modern chemical technologies applied to biotechnological and pharmaceutical processes, meanwhile providing also the basic theoretical notions to understand the nature and the impact of such technologies.

The students will take advantage of this course, by gathering a general perspective regarding the role of synthetic organic chemistry in biotechnological and pharmaceutical research. Among the five selected applications dealt with in the course (protective groups, solid-phase synthesis, combichem & natural products, rational design in drug discovery and phases of pharma research), the student will get information about modern trends for each application, and will become knowledgeable about their scope, their advantages and their limitations.

Course content

The program is divided into five modules, all dealing with advanced synthetic methodologies useful in biotechnology. A first module deals with protective groups in organic synthesis, and is preparing the student to the second module – solid-phase synthesis. The third module deals with the identification, isolation, dereplication and structural determination of natural products from prokaryotes, lower and higher eukaryotes; the use of natural products in pharmaceutical research, and their usefulness as core scaffolds for the synthesis of natural products-inspired combinatorial libraries is also covered. The fourth module deals with methodologies and principles for the rational design of biologically active molecules, while

the last module covers the research process used in drug discovery – target identification and validation, lead discovery and lead optimization.

Suggested prerequisites

Organic Chemistry I and II

Reference material

The material presented during the course is made available to students on the course's ARIEL site.

Assessment method

Written (three essays during the course, 33% influence on final vote; or a written full exam/essay), until September. Alternatively, oral (later than September).

Language of instruction

English

Attendance Policy

Strongly suggested

Mode of teaching

Traditional

Website

<https://ariel.unimi.it>