



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali



GUIDA AI CORSI DI LAUREA CHIMICI

- **CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA**
- **CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE**
- **CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE**
- **CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE ED IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI**
- **CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE**

ANNO ACCADEMICO 2003-2004

INDICE

PRESENTAZIONE	7
INFORMAZIONI GENERALI SUI CORSI DI LAUREA CHIMICI.....	8
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA	10
NOTE ILLUSTRATIVE AL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA	12
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI.....	13
PRIMO ANNO	13
SECONDO ANNO	13
TERZO ANNO.....	13
INSEGNAMENTI A SCELTA	14
Propedeuticità	14
Insegnamenti disattivati	14
NORME PER IL TIROCINIO.....	16
Prova finale.....	17
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI	18
PRIMO ANNO	19
ISTITUZIONI DI MATEMATICHE	19
CHIMICA GENERALE E INORGANICA.....	19
LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA	20
FISICA GENERALE I	21
CHIMICA ORGANICA I.....	23
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA I	25
CHIMICA ANALITICA I	25
LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA I.....	26
CALCOLO NUMERICO	26
LABORATORIO INFORMATICO	26
SECONDO ANNO	28
CHIMICA FISICA I	28
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA I.....	28
CHIMICA INORGANICA I.....	29
LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA I corso A e B	30
FISICA GENERALE II	30
CHIMICA ANALITICA II.....	31
LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA II	31
CHIMICA ORGANICA II.....	32
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA II.....	33
SICUREZZA E LEGISLAZIONE IN AMBITO CHIMICO.....	34
TERZO ANNO	35
ACCERTAMENTO LINGUA INGLESE.....	35
CONTROLLO QUALITA' E CERTIFICAZIONE	35
CHIMICA FISICA II	36
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II	36
CHIMICA BIOLOGICA	37
CHIMICA DELL'AMBIENTE.....	38
CORSI A SCELTA.....	39
METODI DI INDAGINE STRUTTURALE DI MATERIALI INORGANICI.....	39
CHIMICA DEI COMPOSTI DI COORDINAZIONE	39
STRUTTURISTICA CHIMICA.....	40
CHIMICA FISICA (COMPLEMENTI)	41
CHIMICA COMPUTAZIONALE.....	42
CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA).....	42
ELETTROCHIMICA.....	43
CHIMICA ORGANICA (APPLICATA).....	43
SINTESI E TECNICHE SPECIALI ORGANICHE.....	44
CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI.....	45
CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROCICLICI	45
CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE	46
METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA.....	46

ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA	48
--	----

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE.....	49
NOTE ILLUSTRATIVE PER IL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE.....	50
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI.....	51
PRIMO ANNO.....	51
SECONDO ANNO.....	51
TERZO ANNO.....	51
Corsi a scelta proposti e piano studi.....	52
Propedeuticità.....	52
Insegnamenti disattivati dall'a.a. 2003-2004.....	52
NORME PER IL TIROCINIO.....	54
Sessioni di ingresso al tirocinio e delle sedute di Laurea.....	54
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	56
PRIMO ANNO.....	57
ISTITUZIONI DI MATEMATICHE.....	57
CHIMICA GENERALE E INORGANICA.....	57
LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA.....	57
PROVA DI LINGUA INGLESE.....	58
LABORATORIO DI INFORMATICA.....	58
CHIMICA ANALITICA.....	59
LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA.....	60
FISICA GENERALE.....	60
CALCOLO NUMERICO.....	60
SECONDO ANNO.....	62
CHIMICA ORGANICA I.....	62
CHIMICA FISICA.....	62
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA.....	63
CHIMICA INORGANICA.....	63
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA I.....	64
CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE.....	65
LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE.....	65
CHIMICA ORGANICA II.....	66
LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA.....	68
TERZO ANNO.....	69
CHIMICA BIOLOGICA.....	69
CHIMICA FISICA INDUSTRIALE.....	69
CHIMICA INDUSTRIALE.....	70
LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE.....	70
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA II.....	70
PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI.....	71
LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI.....	72
ECONOMIA, ORGANIZZAZIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE.....	72
CORSI A SCELTA.....	73
SICUREZZA NELL'AMBIENTE DI LAVORO E STRUMENTAZIONE CHIMICA.....	73
GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE.....	74
GESTIONE AZIENDALE.....	74
ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE.....	75
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE.....	76
NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE.....	78
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI.....	79
PRIMO ANNO.....	79
SECONDO ANNO.....	79
TERZO ANNO.....	79
Insegnamenti opzionali attivati per l'a.a. 2003/04.....	80
NORME PER IL TIROCINIO.....	82
Sessioni di ingresso al tirocinio e delle sedute di Laurea.....	82
Acquisizione dei crediti per il tirocinio.....	83
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	84

PRIMO ANNO	86
ISTITUZIONI DI MATEMATICHE	86
CHIMICA GENERALE E INORGANICA.....	86
LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA	86
LABORATORIO DI INFORMATICA	87
FISICA GENERALE.....	87
CHIMICA ANALITICA CON LABORATORIO.....	88
CHIMICA ELETTROANALITICA CON LABORATORIO	88
CHIMICA ORGANICA	89
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA.....	89
PROVA DI LINGUA INGLESE.....	90
SECONDO ANNO	91
CHIMICA FISICA.....	91
CHIMICA FISICA DELLE INTERFASI.....	91
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA	91
CHIMICA INORGANICA E DEI MATERIALI INORGANICI CON LABORATORIO.....	92
CHIMICA DELL'AMBIENTE.....	92
CHIMICA AMBIENTALE, SICUREZZA E LEGISLAZIONE.....	92
CONTROLLO AMBIENTALE.....	93
COMPOSTI ORGANICI DI INTERESSE INDUSTRIALE CON LABORATORIO.....	95
CHIMICA BIOLOGICA E BIOTECNOLOGIE.....	95
ANALISI CHIMICA STRUMENTALE	96
ANALISI DI STRUTTURE MOLECOLARI	96
TERZO ANNO	97
TECNOLOGIE INDUSTRIALI DI DISINQUINAMENTO	97
ELEMENTI DI IMPIANTI CHIMICI.....	97
CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE	97
CONTROLLO QUALITÀ E CERTIFICAZIONE.....	98
PROPRIETÀ INDUSTRIALE	98
CORSI OPZIONALI	100
CHIMICA ANALITICA (APPLICATA AI BENI CULTURALI)	100
SOSTANZE NATURALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI.....	100
TECNOLOGIE ELETTROCHIMICHE AMBIENTALI	101
MATERIALI STRUTTURALI PER L'INDUSTRIA CHIMICA.....	101
METODI DI INDAGINE STRUTTURALE DI MATERIALI INORGANICI.....	101
CHIMICA INORGANICA AVANZATA E METALLORGANICA.....	102
METODOLOGIE DI SINTESI ORGANICA.....	102
AUSILIARI E MATERIALI POLIMERICI.....	102
SPETTROSCOPIA E FOTOCHIMICA APPLICATE.....	103
SINTESI ORGANICA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE.....	103
CALCOLO NUMERICO	104
ECOLOGIA E TOSSICOLOGIA.....	104
ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE	105

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE
APPLICATE E AMBIENTALI** **106**

NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI	107
ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI LAUREA	110
Attività formativa.....	110
Curriculum A : Inorganico-Chimico Fisico	110
Curriculum B : Organico.....	110
Curriculum C : Interdisciplinare	111
Curriculum D : Chimica Applicata e Ambientale.....	111
Organizzazione didattica per il 1° anno	111
Attività comune per tutti i curricula:.....	111
Attività curriculari caratterizzanti:	111
Tabella 1	112
Tabella 2	113
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI	114
PRIMO ANNO	115

Insegnamenti della tabella 1.....	115
CHIMICA FISICA (A).....	115
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (A).....	116
CHIMICA FISICA (B).....	116
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (B).....	116
CHIMICA INORGANICA (A).....	116
LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (A).....	117
CHIMICA INORGANICA (B).....	117
LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (B).....	118
CHIMICA ORGANICA (A).....	118
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (A).....	118
CHIMICA ORGANICA (B).....	119
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (B).....	119
COMPLEMENTI DI MATEMATICHE (1° MODULO).....	119
COMPLEMENTI DI MATEMATICHE (2° MODULO).....	120
INFORMATICA.....	120
CHIMICA FARMACEUTICA.....	120
MINERALOGIA.....	121
CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE DI COMPOSTI ORGANICI.....	121
METODOLOGIE ANALITICHE PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO.....	121
FISICA DELL'ATMOSFERA.....	122
Insegnamenti della tabella 2.....	122
CHIMICA FISICA (CRISTALLOCHIMICA).....	122
CHIMICA FISICA DEI SISTEMI DISPERSI E INTERFASI.....	123
CHIMICA FISICA DELLO STATO SOLIDO E DELLE SUPERFICI.....	124
CHIMICA TEORICA.....	124
ELETTOCHIMICA (ORGANICA).....	124
FOTOCHIMICA.....	125
CHIMICA BIOINORGANICA.....	126
STEREOCHIMICA INORGANICA.....	126
CHIMICA INORGANICA (APPLICAZIONI).....	127
CHIMICA INORGANICA (COMPLEMENTI).....	127
CHIMICA INORGANICA (CRISTALLOCHIMICA).....	128
CHIMICA INORGANICA (REATTIVITÀ DEI COMPOSTI METALLORGANICI).....	128
CHIMICA METALLORGANICA (CATALISI OMOGENEA).....	129
CHIMICA DELLO STATO SOLIDO.....	129
METODOLOGIE AVANZATE DI SINTESI ORGANICA.....	130
CHIMICA BIOORGANICA.....	131
CHIMICA DEI COMPOSTI ORGANOMETALLICI.....	131
METODI FISICI AVANZATI IN CHIMICA ORGANICA.....	131
CHIMICA ORGANICA (COMPLEMENTI).....	133
TECNOLOGIE ELETTOCHIMICHE DI BONIFICA AMBIENTALE.....	133
NUOVI VETTORI ENERGETICI.....	133
CHEMIOMETRIA.....	134
CHIMICA SUPRAMOLECOLARE, 1° MODULO: SINTESI.....	134
CHIMICA SUPRAMOLECOLARE, 2° MODULO: APPLICAZIONI.....	134
CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE.....	134
RISONANZE MAGNETICHE: APPLICAZIONI IN CHIMICA INORG. E METALLORG.....	135
CHIMICA DEGLI ELEMENTI E QUALITÀ DELLA VITA.....	135
ELENCO DOCENTI DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE ED IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI.....	136
CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.....	138
NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.....	139
Percorso formativo della Laurea Specialistica in CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.....	139
Piani di studio individuali.....	145
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	146
PRIMO ANNO.....	148
CHIMICA INDUSTRIALE (APPROFONDIMENTO).....	148
LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE (APPROFONDIMENTO).....	148
CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE.....	148

PROCESSI E IMPIANTI IND.CHIMICI (APPROFONDIMENTO)	149
OTTIMIZZAZIONE DELLE RISORSE AZIENDALI.....	149
COMPLEMENTI DI MATEMATICHE	149
ELETTROCHIMICA.....	149
LABORATORIO DI ELETTROCHIMICA	151
CHIMICA FISICA DELLA CATALISI	152
LABORATORIO DI CHIM.FIS.DELLA CATALISI.....	153
CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI	153
CHIMICA FISICA DEI SISTEMI DISPERSI E DELLE INTERFASI	154
TERMODINAMICA E CINETICA CHIMICA APPLICATE.....	154
CATALISI INDUSTRIALE	154
PASSAGGI DI SCALA NEI PROCESSI CHIMICI	155
ELETTROCHIMICA INDUSTRIALE	155
METALLURGIA.....	156
CONCETTI E METODOLOGIE DI SINTESI ORGANICA.....	156
CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE DI COMPOSTI ORGANICI.....	157
CHIMICA BIOINORGANICA	157
CHIMICA ORGANICA APPLICATA	157
LABORATORIO DI CHIM. ORGANICA APPLICATA.....	158
FERMENTAZIONI E BIOTRASFORMAZIONI INDUSTRIALI CON LABORATORIO.....	158
CHIMICA DEI PRODOTTI NATURALI DI INTERESSE INDUSTRIALE	159
CHIMICA DEI PROCESSI BIOTECNOLOGICI.....	159
SINTESI E TECNICHE SPECIALI INORGANICHE.....	160
CHIMICA METALLOORGANICA	160
BIOCHIMICA INDUSTRIALE	161
BIOLOGIA MOLECOLARE	161
POLIMERI PER APPLICAZIONI MEDICHE	161
FOTOCHEMICA.....	161
SCIENZA DEI METALLI.....	162
CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE	163
LABORATORIO DI CHIM.DELLE MACROMOLECOLE.....	163
CHIMICA FISICA DEI MATERIALI	163
LABORATORIO DI CHIM.FISICA DEI MATERIALI	164
CHIMICA E TECNOLOGIA DEI POLIMERI.....	164
CHIMICA INORGANICA DEI MATERIALI CON LABORATORIO.....	165
CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	165
FISICA DELLO STATO SOLIDO	165
PROVA DI ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE.....	165
RICERCA BIBLIOGRAFICA.....	165
ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.....	166

Orario ricevimento dei docenti dei corsi di laurea chimici 167

PRESENTAZIONE

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

- Corso di Laurea Triennale in Chimica
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Applicata e Ambientale.
- Corso di Laurea Specialistica in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali
- Corsi di Laurea Specialistica in Chimica Industriale e Gestionale

Dopo la parte generale, che tratta le parti comuni dei corsi di laurea, troverete le note informative di ciascuno di essi, con l'organizzazione didattica ed i programmi degli insegnamenti.

Ricordiamo che i dati riportati in quest'opuscolo sono aggiornati al luglio 2003, ma eventuali variazioni - sempre possibili - saranno esposte nelle bacheche della Segreteria Didattica dei Corsi di Laurea (Via Venezian, 21 - Milano - tel. 02 50314418-9 - sito internet www.chimicamilano.cjb.net) aperta al pubblico dal lunedì al venerdì, dalle ore 10 alle 12.

INFORMAZIONI GENERALI SUI CORSI DI LAUREA CHIMICI

Colloqui di Orientamento delle Matricole (lauree triennali)

Ulteriori informazioni sui corso di laurea chimici saranno date da alcuni docenti nel corso dei *Colloqui di Orientamento delle Matricole*, previsti nella prima metà di settembre 2002. Data, ora e luogo di svolgimento saranno comunicati dalla Segreteria Didattica.

Immatricolazioni

I moduli per l'immatricolazione si ritirano e si consegnano compilati presso la Segreteria Studenti di Facoltà in via Celoria 20, Milano (orario 9.00-12.00). Dal 15 luglio p.v., inoltre, sarà attivata la procedura di *immatricolazione online*, accessibile dal sito internet <http://www.matricola.unimi.it>.

Esoneri dalle tasse e contributi

Per informazioni sulla possibilità di usufruire dell'esonero dal pagamento delle tasse universitarie e contributi consultare il sito internet <http://studenti.unimi.it/segreterie/esonero.htm>

Date di inizio e fine dei corsi (lauree triennali)

- 1° semestre: 29 settembre 2003 – 16 gennaio 2004
- 2° semestre: 1 marzo 2004 – 4 giugno 2004

Orario Lezioni

Gli orari delle lezioni saranno esposti nell'atrio di via Venezian 21 e sulla pagina web dei Corsi di Laurea Chimici.

Progetto MiniMat (lauree triennali)

Per l'a.a. 2003/2004 è attivato un progetto, denominato *MiniMat*, per il recupero della preparazione minima di base di matematica rivolto alle matricole della Facoltà di Scienze. Tale progetto vuole offrire agli studenti, in particolare a quelli con lacune in matematica, opportunità di recupero per facilitare il loro ingresso all'Università.

MiniMat prevede dapprima una prova di accertamento delle nozioni matematiche di base, mediante un test facoltativo a risposta multipla. Successivamente, a coloro che hanno evidenziato lacune verrà offerto un minicorso di 18 ore, nel quale verranno rivisti gli argomenti di base. Tale attività si svolgerà in settembre, prima dell'inizio delle lezioni.

Norme per il Tirocinio (lauree triennali)

Ogni corso di laurea prevede, con diverse modalità e durate, lo svolgimento di un tirocinio. Per conoscerne i dettagli fare riferimento alle specifiche norme previste nell'ambito di ciascun corso di laurea.

Programmi degli Insegnamenti

In questo volume sono riportati i programmi degli insegnamenti per ognuno dei 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 Venezian 21 - aperta al pubblico dal lunedì al venerdì dalle 10 alle 12).

Iscrizione agli esami e ai laboratori

L'iscrizione agli esami avviene, di norma, per mezzo dei terminali self service SIFA dislocati nelle varie sedi dell'ateneo oppure da qualsiasi personal computer, collegandosi al sito internet <http://studenti.unimi.it>

Si ricorda agli studenti che le iscrizioni (o le cancellazioni) agli appelli d'esame chiudono generalmente cinque giorni prima della data d'esame.

L'iscrizione ai laboratori si eseguirà per mezzo dei terminali self service del SIFA o con altre modalità che saranno successivamente comunicate. Gli studenti verranno iscritti in unico turno per poi essere ridistribuiti in occasione di una riunione preliminare.

Presentazione dei piani di studio (lauree triennali)

All'inizio del secondo anno di corso, secondo le norme indicate dall'art. 16 del Regolamento Didattico della Facoltà, gli studenti presentano il piano di studi individuale indicante in qual modo intendono utilizzare i crediti a loro disposizione.

La distribuzione dei moduli sarà affiancata da una illustrazione delle modalità di compilazione fatta dalla Commissione Piani di Studio. **Prima della compilazione dei moduli gli studenti sono caldamente invitati a prendere contatto con questa Commissione, che ha anche compiti di orientamento sia per la compilazione dei Piani sia per gli studenti che hanno in corso pratiche di opzione e/o di trasferimento.**

Calendario appelli esami di profitto

A.A. 2002/2003	Gennaio 2003	1 appello	I Sessione
	Febbraio 2003	2 appelli	”
	Giugno 2003	1 appello	”
	Luglio 2003	2 appelli	”
	Settembre 2003	2 appelli	II Sessione
	Gennaio 2004	1 appello	”

Biblioteca Chimica

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

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

Per ulteriori informazioni su questi servizi é possibile consultare il sito internet della struttura <http://bibscienze.unimi.it/chimica/>

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA

NOTE ILLUSTRATIVE AL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA

Il Corso universitario di laurea in Chimica ha la durata di tre anni e ha lo scopo di fornire agli studenti una solida preparazione sia teorica sia sperimentale per affrontare le varie problematiche della chimica moderna: studio della struttura e delle proprietà delle molecole; sintesi di nuovi composti di interesse industriale, farmacologico e medico; utilizzo di nuovi metodi di analisi chimica in campo industriale, ambientale e sanitario.

L'itinerario didattico è articolato in sei semestri e prevede nei primi due anni l'acquisizione di una solida preparazione di base sia in materie chimiche (chimica analitica, chimica fisica, chimica inorganica e chimica organica), sia in matematica, fisica ed informatica.

Il terzo anno comprende in larga misura anche attività professionalizzanti, un tirocinio applicativo e la prova finale.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi. 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.

L'attività didattica comprende un totale di 180 crediti equamente distribuiti nell'arco dei tre anni. Le attività corrispondenti al tirocinio, prevalentemente rivolte all'utilizzo di strumentazione tecnologicamente avanzata, sono svolte, di preferenza, presso aziende ed enti, mediante stipula di apposite convenzioni, oppure presso laboratori dell'Università degli Studi di Milano. È prevista una prova di accertamento della lingua inglese.

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

La numerazione < > si riferisce al numero degli esami da sostenere. Gli insegnamenti indicati con lo stesso numero prevedono un unico voto d'esame.

Nel 2002/3 vengono attivati tutti e tre gli anni di corso.

PRIMO ANNO

codice	insegnamento		crediti
I semestre			
F45001	Istituzioni di Matematiche	<1>	9
F45002	Chimica Generale e Inorganica	<2>	7
	Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica		5
F45003	Fisica Generale I	<3>	7
II semestre			
F45004	Chimica Organica I	<4>	7
	Laboratorio di Chimica Organica I		5
F45005	Chimica Analitica I	<5>	7
	Laboratorio di Chimica Analitica I		5
F45007	Calcolo Numerico	<6>	5
F45008	Laboratorio Informatico	<7>	3

SECONDO ANNO

codice	insegnamento		crediti
I semestre			
F45009	Chimica Fisica I	<8>	7
	Laboratorio Chimica Fisica I		5
F45010	Chimica Inorganica I	<9>	7
	Laboratorio di Chimica Inorganica I		5
F45011	Fisica Generale II	<10>	7
II semestre			
F45012	Chimica Analitica II	<11>	6
	Laboratorio di Chimica Analitica II		4
F45013	Chimica Organica II	<12>	7
	Laboratorio di Chimica Organica II		5
F45018	Sicurezza e legislazione in ambito chimico	<13>	6

TERZO ANNO

codice	Insegnamento		crediti
I semestre			
F45015	Accertamento lingua Inglese ¹	<14>	3
F45016	Controllo qualità e Certificazione	<15>	6
F45017	Chimica Fisica II	<16>	7
	Laboratorio di Chimica Fisica II		5
F45014	Chimica Biologica	<17>	7
II semestre			
F45019	Chimica dell' Ambiente	<18>	6
-----	Corso a scelta	<19>	6
-----	Corso a scelta	<20>	6
	Tirocinio		9
	Prova Finale		6

¹ Trattandosi di un semplice accertamento, lo studente può sostenere la prova anche prima del terzo anno.

Gli studenti iscritti al terzo anno, che hanno già seguito nell'a.a. 2002/03 l'insegnamento di "Chimica Biologica", potranno sostenerne il relativo esame anche prima della fine del I semestre. Gli stessi studenti dovranno seguire l'insegnamento di "Sicurezza e legislazione in ambito chimico", che è stato spostato dal terzo al secondo anno.

Dodici crediti sono a disposizione dello studente per essere destinati ad insegnamenti liberamente scelti tra quelli attivati presso la Facoltà di Scienze M.F.N. o altre Facoltà ("Corso a scelta" della precedente tabella). Per facilitare una scelta di tali insegnamenti coerente con gli obiettivi formativi del corso di laurea, sono attivati gli insegnamenti opzionali riportati nella seguente Tabella, con l'indicazione del semestre di svolgimento.

INSEGNAMENTI A SCELTA

	codice	insegnamento	crediti
1.	F44019	Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici ⁽¹⁾	6
2.	F45021	Chimica dei composti di coordinazione	6
3.	F45022	Strutturistica chimica	6
4.	F45023	Chimica Fisica (complementi)	6
5.	F45024	Chimica computazionale	6
6.	F45025	Chimica teorica (quantistica)	6
7.	F45026	Elettrochimica	6
8.	F45027	Chimica Organica (applicata)	6
9.	F45029	Chimica delle sostanze organiche naturali	6
10.	F45020	Chimica dei composti eterociclici	6
11.	F45031	Chimica delle macromolecole ⁽²⁾	6
12.	F45030	Metodi Fisici in Chimica Organica	6

⁽¹⁾ mutuato per 5 CFU da parte del Corso di Laurea in Chimica Applicata e Ambientale

⁽²⁾ mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Chimica Industriale e Gestionale

Propedeuticità

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.

Insegnamenti disattivati

Nell'a.a. 2003-2004 viene disattivato il corso F45028 Sintesi e tecniche speciali organiche

NORME PER IL TIROCINIO

L'attività di tirocinio è distinta in:

- 1) Tirocinio Esterno
- 2) Tirocinio Interno

Tirocinio esterno

Consiste in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso Enti o Aziende pubblici o privati, sotto la guida di un Responsabile Aziendale (Relatore esterno) e la supervisione di un Tutore (Relatore interno).

Tirocinio interno

Consiste in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso i Dipartimenti della facoltà di Scienze MM FF NN di questa Università sotto la guida di un Relatore, eventualmente coadiuvato da un Correlatore.

Relatori ufficiali

Il Relatore Esterno, o Responsabile Aziendale dell'inserimento del tirocinante nell'Azienda, è il garante nei confronti del Consiglio di Coordinamento Didattico dell'attività assegnata allo studente e del suo corretto svolgimento.

Il Relatore Interno (o Tutore) è il responsabile didattico-organizzativo dell'attività di tirocinio.

Possono essere Relatori Interni (Tutori) o Relatori i Docenti Ufficiali (anche fuori ruolo) di materie chimiche dei Corsi di Studio afferenti al Consiglio di Coordinamento Didattico in SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE e anche di altri Corsi di Studio purché operino all'interno o dei Dipartimenti Chimici o della Facoltà di Scienze MMFFNN.

Correlatori

Possono essere Correlatori di tirocinio interno

- Tutti i Docenti inclusi nella categoria dei Relatori Ufficiali
- I laureati cultori della materia di provata esperienza.

Condizioni per l'ammissione all'attività di tirocinio

Per essere ammesso a svolgere il tirocinio lo studente deve aver conseguito un numero minimo di 132 CFU.

Le domande di ammissione dovranno venire approvate dal Consiglio di Coordinamento Didattico, previo parere favorevole della Commissione Tesi e Tirocinio che ne esaminerà la congruità.

Durata del tirocinio

Il tirocinio sia interno che esterno deve avere una durata di effettive 225 ore.

Frequenza all'attività di tirocinio

L'orario di svolgimento dell'attività di tirocinio viene concordato dallo studente con il Relatore Esterno e/o Interno.

Sessioni di ingresso al tirocinio e delle sedute di Laurea

Le domande per i tirocini - corredate di tutta la documentazione richiesta - potranno essere presentate alla Segreteria Didattica entro il 1° di ogni mese, **però solo dopo aver raggiunto i 132 crediti richiesti**. L'inizio del Tirocinio potrà avvenire (previa approvazione del CCD) dal 1° del mese successivo a quello di presentazione della domanda, con la sola eccezione del mese di Agosto.

Gli studenti che intendessero iniziare il Tirocinio dal 1° di Settembre dovranno presentare la domanda entro il 15 di Luglio e saranno ammessi a frequentare il tirocinio in base al giudizio della Commissione Tirocini.

Altre disposizioni

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

Prova finale

Per essere ammesso a sostenere la prova finale lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studio (compresa la prova di conoscenza della lingua inglese) ed aver ottenuto l'attestato di frequenza al tirocinio per un totale quindi di 174 CFU. L'attestato di frequenza al tirocinio dovrà essere firmato dal Relatore e dall'eventuale Correlatore per i tirocini interni, dai Relatori interno ed esterno per i tirocini esterni.

La prova finale, che consente di acquisire i restanti 6 CFU, consiste nella discussione di una relazione scritta, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore, inerente l'attività svolta nel tirocinio.

Le Sedute di Laurea si terranno nei periodi: luglio 2004, ottobre 2004, dicembre 2004, febbraio 2005, aprile 2005.

Lo studente che ha conseguito la laurea in Chimica potrà iscriversi senza debiti formativi alla LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI.

Altra laurea specialistica di area chimica é la LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

PRIMO ANNO

ISTITUZIONI DI MATEMATICHE

Crediti didattici 9 (8 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof.ssa Stefania De Stefano

Il corso di Istituzioni di Matematiche si propone di fornire allo studente i concetti matematici e le tecniche di calcolo di più frequente utilizzo nelle applicazioni.

Lo studente che inizia il corso deve conoscere le principali nozioni di Algebra, Geometria Analitica e Trigonometria. Non è invece indispensabile avere seguito in precedenza corsi di Analisi Matematica.

- *I numeri* - Interi, razionali, reali; ordinamento; potenze e radicali, esponenziali e logaritmi; numeri complessi. (12 ore)
- *Vettori e matrici, sistemi lineari* - Operazioni fra vettori; rette e piani nello spazio; matrici e loro algebra, determinanti; autovalori ed autovettori. (8 ore)
- *Successioni e serie* - Successioni e loro limiti, monotonia, confronti, limiti notevoli. Cenni alle serie numeriche (in particolare geometrica). (8 ore)
- *Funzioni di una variabile reale* - Limiti, continuità, asintoti; funzioni elementari e loro grafici; composta e inversa. (8 ore)
- *Calcolo differenziale in una variabile* - Derivate, massimi e minimi, studi di funzione; formula e serie di Taylor, approssimazioni. (8 ore)
- *Calcolo integrale in una variabile* - Integrale e area, primitive (immediate, per decomposizione, sostituzione e per parti), teorema fondamentale del calcolo; applicazioni fisiche e geometriche; integrali generalizzati. (8 ore)
- *Funzioni di più variabili* - Derivate parziali, gradiente, Hessiano; ottimizzazione in due variabili. (6 ore)
- *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. (6 ore)
- *Esercitazioni* - Risoluzione di esercizi e problemi (16 ore)

Testi consigliati:

- per il corso: C. Pagani e S. Salsa: *MATEMATICA per i Diplomi Universitari*, Ed. Masson-Zanichelli
- per il precorso: F. Buzzetti e B. Lussi: *Elementi di matematica per l'accesso alle facoltà scientifiche*, Ed. Città Studi
- Eserciziario: B. P. Demidovic: *Esercizi e problemi di Analisi matematica*. Editori Riuniti.

CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Crediti didattici 7 (6 CFU lezioni + 1 CFU esercitazioni)

Prof. Sergio Cenini

Atomi e loro struttura

Particelle elementari presenti nell'atomo. Isotopi, simboli degli elementi, pesi atomici relativi e assoluti. Difetto di massa. La quantizzazione dell'energia. Teoria di Bohr per l'atomo di idrogeno. Introduzione alla meccanica quantistica. Rappresentazione grafica degli orbitali e della densità elettronica radiale. Classificazione degli orbitali e numeri quantici. Principio di esclusione di Pauli e regola di Hund (9 ore).

Il sistema periodico degli elementi

La tavola periodica degli elementi. Energia di ionizzazione. Affinità elettronica (2 ore).

Il legame chimico

Il legame ionico. Il legame covalente. Strutture di Lewis. Il legame dativo. Elettronegatività. Mesomeria e risonanza. Legame coordinativo. Legame di idrogeno. Interazioni elettrostatiche.

Legame covalente e geometria molecolare. Orbitali ibridi. Orbitali molecolari. OM Localizzati e delocalizzati. Legami tricentrici. Legame chimico nei metalli. Isolanti e semiconduttori (12 ore).

Lo stato solido e gassoso

Raggi atomici. Cristalli molecolari. Cristalli ionici. Altre strutture cristalline. La pressione. Leggi dei gas. Comportamento dei gas reali (2 ore).

Termodinamica chimica

Sistemi e funzioni di stato. Lavoro e calore. Primo principio della termodinamica. Calore di reazione e entalpia. Energia di legame e calore di reazione. Entropia e secondo principio della termodinamica. Terzo principio della termodinamica. Energia libera e costante di equilibrio. Dipendenza della costante di equilibrio dalla temperatura (5 ore).

Stato liquido e soluzioni

Regola delle fasi. Tensione di vapore delle soluzioni e legge di Raoult. Punto di ebollizione e punto di congelamento di una soluzione. La distillazione. Soluzioni sature e solubilità. La pressione osmotica. Solubilità dei gas nei liquidi. Lo stato colloidale. Coefficienti di attività (3 ore).

Velocità di reazione

Ordine di reazione. Processi elementari e meccanismo di reazione. Energia di attivazione. Dipendenza della velocità di reazione dalla temperatura. Reazioni fotochimiche. Velocità di reazione e equilibrio chimico. I catalizzatori (3 ore).

Acidi e basi

Teoria di Arrhenius degli acidi e delle basi. Acidi e basi secondo Brønsted e Lewis. Forza degli acidi e delle basi. Prodotto ionico dell'acqua e pH (2 ore).

Elettrochimica

Conducibilità elettrica delle soluzioni acquose. Energia libera e lavoro elettrico. Le pile. Potenziali di ossido-riduzione. Titolazioni potenziometriche. Misure potenziometriche del pH. L'elettrolisi. Sovratensione. Pile di pratico impiego (6 ore).

Composti di coordinazione

Il legame coordinativo. Primi sviluppi. Teoria del legame di valenza. Leganti polidentati e chelanti. Leganti a ponte. Carbonilmetalli e cianometallati. I composti di coordinazione in chimica analitica. Isomeria nei composti di coordinazione (2 ore).

Radioattività e chimica nucleare

Stabilità nucleare e radioattività. Radiazioni alfa, beta e gamma. Famiglie radioattive nucleari. Radioattività artificiale. Impiego degli atomi radioattivi. Fissione e fusione nucleare (2 ore).

Chimica Inorganica

Proprietà periodiche. Gli ossidi e gli idruri. Idrogeno e ossigeno. I gas nobili. Gli alogeni. Lo zolfo. Azoto e fosforo. Carbonio e silicio. Boro e alluminio. I metalli alcalini. Rame, argento e oro. I metalli alcalino terrosi. Zinco e mercurio. Il cromo. Il manganese. Il ferro (12 ore).

Testi consigliati

- L. Malatesta, S. Cenini, *Principi di Chimica Generale con esercizi*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1989).
- L. Malatesta, *Compendio di Chimica Inorganica*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1992).

LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Crediti didattici 5 (1,26 CFU di lezioni + 2,62 CFU di esercitazioni + 1,12 CFU di esperienze di laboratorio)

Prof. Fabio Ragaini

Unità di massa atomica. Numero di Avogadro. Mole. Peso atomico, peso molecolare, peso formula. Formule chimiche. Rapporti in peso tra gli elementi che compaiono in una formula. Calcolo della composizione in peso data una formula. Rapporti in moli e in peso nelle reazioni chimiche. Equazioni chimiche bilanciate; reagenti in difetto e in eccesso, agente limitante. Rendimento, conversione e selettività di una reazione. Nomenclatura di base dei composti inorganici. Tipi di reazioni chimiche: acido-base, ossido-riduzione. Bilanciamento delle equazioni chimiche, anche di ossido-riduzione. Equivalente. Unità di concentrazione. I gas ideali e le equazioni che li governano. Costanti di equilibrio. Elettroliti forti e deboli. Soluzioni neutre, acide e basiche. pH e pOH. Ioni complessi. Solubilità e prodotto di solubilità. Elettrochimica. Elettrolisi. Leggi di Faraday. Potenziali elettrodi di riduzione. Equazione di Nernst. Calcolo della f.e.m. di una pila.

Ad integrazione delle esercitazioni numeriche in aula vengono effettuate esercitazioni pratiche di laboratorio. Le esercitazioni includeranno quattro esperienze di sintesi inorganiche e tre esercitazioni di chimica analitica con il metodo tradizionale.

Il corso viene articolato in: 10 ore di lezione teorica (1.26 crediti), 42 ore di esercitazioni numeriche (2.62 crediti) e 7 esperienze di laboratorio che non richiedono ulteriore studio a casa (28 ore, 1.12 crediti). La maggior parte della teoria relativa agli argomenti trattati nelle esercitazioni svolte viene affrontata nel corso di Chimica generale e Inorganica.

Testi consigliati.

- A. Clerici, S. Morrocchi, *Esercitazioni di Chimica*, Ed. Spiegel
- A. Ceriotti, F. Porta, *Esercizi di Stechiometria*, Vol III, CUSL.
- M. Freni, A. Sacco, *Stechiometria*, Casa editrice Ambrosiana.

FISICA GENERALE I

Crediti didattici 7

prof. Michelangelo Fazio

1. Grandezze, unità, campioni, dimensioni (2 h)

Grandezze fisiche e unità di misura. Campioni e loro requisiti. Il Sistema Internazionale. Dimensioni di una grandezza.

2. Vettori (1 h)

Grandezze scalari e vettoriali. Algebra vettoriale: somma, differenza, componenti, versori, prodotto scalare e vettoriale.

3. Teoria degli errori (2 h)

Errori sistematici e casuali. Accuratezza e precisione. Valor medio. Errore assoluto, relativo, percentuale. Deviazione standard. Precisione percentuale. Curva di Gauss. Propagazione degli errori: errore più probabile. Calcolo dell'errore percentuale di grandezze misurate indirettamente.

4. Cinematica (4 h)

Punto materiale: vettori posizione e spostamento. Legge oraria del moto. Equazioni parametriche. Equazione della traiettoria. Velocità media e istantanea. Accelerazione media e istantanea. Moto rettilineo uniforme. Moto uniformemente accelerato, moto vario, moto curvilineo, moto circolare uniforme. Moto armonico semplice. Leggi orarie e rappresentazioni grafiche dei vari moti. Moto dei gravi: leggi di Galileo; gittata, quota massima e tempo di volo. Moto su piano inclinato. Accelerazione tangenziale e centripeta e loro origine. Forza centripeta. Grandezze cinematiche lineari e rotazionali e relative unità di misura.

5. Dinamica del punto (4 h)

Massa inerziale. Inerzia. Forza. Principio di inerzia. Legge fondamentale della dinamica. Principio di azione e reazione: punto di applicazione delle forze. Metodi di misura di masse e di forze. Forze elastiche, legge di Hooke; il dinamometro. Molle ideali e loro collegamenti in serie e in parallelo. Forze di attrito. Pendolo semplice. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

6. Centro di massa e quantità di moto (3 h)

Centro di massa. Baricentro. Moto del centro di massa e principi di conservazione. La legge fondamentale della dinamica per sistemi a massa variabile. Quantità di moto e principio di conservazione. Impulso e forze impulsive; teorema dell'impulso e della quantità di moto. Urti e loro classificazione geometrica. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

7. Lavoro ed Energia (6 h)

Lavoro di una forza costante e variabile. Lavoro elementare. Funzioni di stato e differenziali esatti. Lavoro come area. Lavoro motore e resistente. Forze motrici e resistenti. Energia cinetica e relativo teorema. Forze posizionali o conservative: criteri di riconoscimento e condizioni di Schwartz. Energia potenziale e campi conservativi. Teorema dell'energia potenziale. Energia meccanica totale e principio di conservazione dell'energia. Estensione al caso di forze dissipative. Energia potenziale di gravità. Energia potenziale elastica. Potenza. Classificazione degli urti dal punto di vista energetico: urti elastici e anelastici. Equilibrio in campi conservativi. Moto di un sistema massa-molla. Energia nel moto armonico. Legge di gravitazione universale. Forza gravitazionale: sua conservatività e sua forma vettoriale. Gravità terrestre in funzione della distanza. Energia potenziale gravitazionale ed energia totale gravitazionale. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

8. Dinamica dei corpi rigidi (4 h)

Corpo rigido. Sistemi discreti e continui. Moto traslatorio e rotatorio. Momento meccanico. Coppia. Momento angolare. Energia cinetica di corpi rigidi in rotazione. Momento d'inerzia. Teorema degli assi paralleli di Huygens-Steiner. Relazione tra momento angolare e momento d'inerzia. Pendolo composto. Equazioni cardinali della dinamica dei corpi rigidi. Sistemi isolati meccanicamente e loro condizioni di equilibrio. Equilibrio meccanico. Conservazione del momento angolare. Urti con conseguenze rotatorie. Lavoro e potenza nei moti rotatori. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

9. Fluidi (4 h)

Modello di fluido perfetto. Pressione. Legge di comprimibilità. Legge della viscosità. Principio di isotropia. Principio di Pascal. Tensione superficiale. Regimi di moto. Equazione di continuità; portata di massa e di volume. Principio di Bernoulli. Principio di Stevino. Principio di Archimede ed equilibrio dei galleggianti. Esperimento di Torricelli. Legge di Torricelli. Capillarità: legge di Jurin-Borelli. Leggi di Poiseuille. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

10. Calore e temperatura (3 h)

Calore. Temperatura. Definizione calorimetrica del calore. Conduttori e isolanti termici. Equilibrio termico. Scale Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Leggi empiriche dei gas. Lo zero assoluto. Dilatazione termica. Termometri. Relazione fondamentale della termologia. Calore specifico. Capacità termica. Definizione di sorgente di calore. Equivalenza calore- lavoro: mulinello di Joule. Il joule e la caloria. Propagazione del calore. Legge di Fourier: conducibilità termica. Calorimetri e thermos. Equilibrio termico di miscugli: temperatura di equilibrio, calore specifico e capacità termica del miscuglio. Cambiamenti di stato: calori latenti e scambi di calore. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

11. Teoria cinetica dei gas perfetti (3 h)

Modello di gas perfetto. Legge di Joule-Clausius. Velocità quadratica media. Energia interna di un gas perfetto. Equazione di stato di Clapeyron. Energia traslazionale e rotazionale. Gradi di libertà e principio di equipartizione dell'energia. Pesì molecolari e velocità quadratiche medie di miscugli gassosi. Distribuzione delle velocità di Maxwell. Definizione cinetica della temperatura. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

12. Primo principio della termodinamica (5 h)

Trasformazioni aperte e cicli. Equazioni di stato e funzioni di stato: coordinate termodinamiche macroscopiche e criteri di scelta. Carattere di una trasformazione: reversibilità e irreversibilità. Tracce nell'ambiente esterno. Lavoro di espansione. Le più importanti trasformazioni termodinamiche. Primo principio per sistemi qualsiasi. L'energia interna in termodinamica. Primo principio per un gas perfetto. Energia interna di un gas perfetto e confronto con quella della teoria cinetica: l'espansione libera di un gas perfetto. Calori specifici molari dei gas perfetti: la relazione di Mayer e l'equipartizione dell'energia. Trasformazioni adiabatiche e le equazioni di Poisson. Lavoro adiabatico

come funzione di stato. Calcoli di quantità di calore, lavori e variazioni di energia interna. Unità e dimensioni della grandezze introdotte.

14. Secondo principio della termodinamica (4 h)

Trasformazioni calore-lavoro. Cicli termodinamici e loro rappresentazione nel piano (p,V). Macchine termiche e macchine frigorifere: loro schemi. Macchina operante tra n temperature. Il II principio nelle formulazioni di Kelvin, Planck e Clausius. Il II principio e la irreversibilità. Rendimento e fattore di qualità. Ciclo di Carnot: e suo rendimento e suo fattore di qualità. Teorema di Carnot per cicli termici e frigoriferi. Irraggiungibilità dello zero assoluto: nuova forma del secondo principio.

14. Entropia (3 h)

Disuguaglianza di Clausius. Integrali di Clausius. Attendibilità di un ciclo e teorema di Carnot. Il concetto di entropia. Variazioni entropiche nelle varie trasformazioni: formula universale. Entropia e reversibilità, entropia e lavoro, entropia e disordine. Entropia dell'universo: enunciato di Clausius. Variazioni entropiche di sistema, ambiente esterno e dell'universo in trasformazioni aperte e cicli in base al carattere. Piano di Gibbs e sua rappresentazione del ciclo di Carnot. Unità e dimensioni delle grandezze introdotte.

Il programma corrisponde a 6 crediti, ovvero a 48 h di lezioni teoriche. Sono inoltre previsti altri 2 crediti per esercitazioni alla lavagna per un totale di 32 h.

Prova d'Esame

Durata: 1,5 h

Prevede la soluzione di un problema e di circa 15 quesiti a risposta multipla.

La prova orale consiste in un colloquio su tutto il programma del corso.

Testi adottati

- M. Fazio, *Fisica Generale* – dispense del docente
- M. Fazio, *Termologia, Teoria cinetica, Termodinamica*, Edises, Napoli
- M. Fazio, *Problemi di Fisica*, CD (chiedere al docente)
- M. Fazio, *Quesiti di Fisica*- voll.I-II, Mondadori, Milano (per quest'ultimo testo, richiedere al docente gli Errata Corrige)

CHIMICA ORGANICA I

Crediti didattici 7 (52 ore di lezione + 8 ore di esercitazione)

Prof. Francesco Sannicolò

IL LEGAME NELLE MOLECOLE ORGANICHE E LA LORO STRUTTURA (1 ora).

Richiami: Struttura atomica e configurazione elettronica degli elementi, orbitali atomici, orbitali ibridi, elettronegatività, legame ionico e covalente (singolo, doppio, triplo), orbitali molecolari, energia di legame, risonanza, acidi e basi (Brønsted, Lewis), legame ad idrogeno.

LE REAZIONI ORGANICHE (1 ora).

Richiami: Basi termodinamiche e cinetiche, costanti di equilibrio e velocità, energia di attivazione, catalizzatori, intermedi di reazione e stati di transizione. Meccanismi fondamentali di rottura e formazione dei legami covalenti: omolisi, eterolisi, radicali, nucleofili, elettrofili, carbanioni, carbocationi, carbeni

GRUPPI FUNZIONALI-CLASSI DI COMPOSTI ORGANICI-NOMENCLATURA IUPAC (2 ore).

Breve descrizione dei gruppi funzionali fondamentali in chimica organica

ALCANI (4 ore)

Alcani a catena lineare, ramificata e ciclica; cicloalcani piccoli, medi e grandi e loro proprietà conformazionali, steriche ed elettroniche.

Sintesi e Reattività.

STEREOCHIMICA ORGANICA

a- Stereochimica statica

Confronto esterno: isomeria. Omomeri, isomeri costituzionali, stereoisomeri configurazionali, enantiomeri e diastereoisomeri. Chiralità. Elementi stereogenici, stereocentro e doppi legami. Elementi prostereogenici. Descrittori di stereogenicità e prostereogenicità: E,Z,R,S,Si,Re. Confronto interno: omotopismo, eterotopismo costituzionale, enantiotopismo e diastereotopismo.

b- Stereochimica Dinamica

Analisi conformazionali: rotori semplici, cicloesani (5 ore)

ALOGENOALCANI (4 ore)

Struttura e proprietà chimiche, classificazione e nomenclatura.
Sintesi e Reattività.

ALCOLI E DIOLI (3 ore)

Struttura e proprietà chimiche, classificazione e nomenclatura, proprietà fisiche.
Sintesi e Reattività.

TIOLI (1 ora)

Struttura e proprietà chimiche, nomenclatura, proprietà fisiche.
Sintesi e Reattività.

ETERI E TIOETERI (1 ora)

Struttura e proprietà chimiche, nomenclatura.
Sintesi e Reattività.

OSSIRANI (2 ore).

Struttura e proprietà chimiche, nomenclatura, proprietà fisiche.
Sintesi e Reattività.

ALCHENI, DIENI E TRIENI (6 ore).

Struttura e proprietà chimiche, classificazione, stereoisomeria e nomenclatura. Sistemi ciclici insaturi. Cenno ai sistemi aromatici: condizioni per l'aromaticità e conseguenze sulla reattività. Sistemi aromatici carbociclici e eterociclici: pirrolo e piridina.
Sintesi e Reattività.

ALCHINI (2 ore)

Struttura e proprietà chimiche, nomenclatura, proprietà fisiche.
Sintesi e Reattività.

ALDEIDI E CHETONI (7 ore)

Struttura e proprietà chimiche, nomenclatura. Enoli e enolati.
Sintesi e Reattività.

COMPOSTI CARBONILICI • , • -INSATURI

Struttura e proprietà chimiche, nomenclatura.

SINTESI

Deidroalogenazione di alogenoderivati; reazione di Wittig con ilidi stabilizzate; ossidazione di alcoli allilici.

Reattività:

Idrogenazione; riduzione monoelettronica. Addizioni nucleofile: regioselettività, addizioni coniugate, addizioni di carbanioni, addizioni di Michael e anellazione di Robinson.(2 ore).

AMMINE (3 ore)

Struttura, classificazione, nomenclatura, proprietà chimiche, basicità.
Sintesi e Reattività.

ACIDI CARBOSSILICI (3 ore)

Struttura, nomenclatura, proprietà chimiche, acidità, proprietà fisiche.
Sintesi e Reattività.

ESTERI E LATTONI (2 ore)

Struttura, nomenclatura, proprietà chimiche.
Sintesi e Reattività.

AMMIDI, LATTAMI E IMMIDI (1 ora).

Struttura, classificazione, nomenclatura, proprietà chimiche, acidità e basicità.
Sintesi e Reattività.

NITRILI (1 ora)

Struttura, nomenclatura, proprietà chimiche, acidità e basicità.
Sintesi e Reattività.

CLORURI ACILICI, ANIDRIDI E CHETENI (1 ora)

Sintesi e Reattività.
Sintesi e Reattività.

Libri di testo consigliati:

- F. A. Carey, *Organic Chemistry, International Edition*, McGraw-Hill, inc., 1992.
- W.H.Brown, *Chimica Organica*, EdiSES, 1997.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA I

Crediti didattici 5

Prof.ssa Giovanna Speranza

Lezioni teoriche (1 CFU)

- Problemi di sicurezza e prevenzione degli infortuni nel laboratorio di chimica organica.
- Introduzione alle principali tecniche di isolamento e purificazione dei composti organici: cristallizzazione, estrazione con solventi, distillazione semplice e frazionata, cromatografia.
- Cenni di spettroscopia IR.
- Aspetti sperimentali delle seguenti reazioni : ossidazioni, riduzioni, sostituzioni nucleofile S_N1 e S_N2, condensazioni, esterificazioni.

Esercitazioni di laboratorio (4 CFU)

- Esecuzione individuale da parte dello studente delle operazioni fondamentali del laboratorio di chimica organica quali : cristallizzazione, determinazione del punto di fusione, estrazione acido-base, distillazione, cromatografia su strato sottile e su colonna.
- Esecuzione individuale da parte dello studente di alcune delle più comuni reazioni della chimica organica: riduzione, ossidazione, esterificazione, condensazione crotonica, sostituzione nucleofila.

Testi consigliati:

- M. D'Ischia, *La Chimica Organica in Laboratorio*, Piccin, Padova, 2002
- J.C. Gilbert and S.F. Martin, *Experimental Organic Chemistry*, Saunders College Publishing, Philadelphia, 1998

CHIMICA ANALITICA I

Crediti didattici 7

Prof. Patrizia Mussini

Insegnamento mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale.

LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA I

Crediti didattici 5

Dott.ssa Vittoria Guglielmi

Esercitazioni numeriche su preparazione di soluzioni a titolo noto ed elaborazione e trattamento statistico dei dati analitici [Totale 12 ore]

Esperienze pratiche:

Analisi volumetrica: preparazione di soluzioni standard , titolazioni acido base , titolazioni con formazione di complessi , titolazioni per precipitazione , titolazioni per ossidoriduzione [Totale 28 ore]

Conduttimetria: taratura del conduttimetro, misure dirette di conducibilità specifica e molare, titolazioni conduttimetriche acido/base [Totale 4 ore]

Potenziometria: costruzione di elettrodo ionoselettivo, sua taratura e uso per determinazione diretta di pIone); standard e misure dirette di pH, titolazioni acido/base seguite per pH-metria; titolazioni per ossidoriduzione e per precipitazione seguite potenziometricamente; titolazione complessometrica seguita potenziometricamente, durezza totale e parziale delle acque e indice di Langelier; analisi completa di un campione di acqua minerale commerciale [Totale 20 ore]

CALCOLO NUMERICO

Crediti didattici 5 (4 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof.ssa Flavia De Tisi

- Nozioni introduttive su errori dovuti alla rappresentazione dei numeri. Tipi di errore, propagazione, stima e maggiorazione. Mal condizionamento, stabilità (2 ore).
- Sistemi lineari. Metodi diretti (eliminazione di Gauss, diagonalizzazione, fattorizzazione $A=LU$). Metodi iterativi (Jacobi, Gauss-Seidel), condizioni di convergenza. Mal-condizionamento di matrice, numero condizione. Cenni all'inversione di matrice. (6 ore)
- Equazioni non lineari. Metodi iterativi, condizioni di convergenza, velocità di convergenza, test di fine iterazione. Metodi di bisezione, secanti, Newton, punto fisso. (2 ore)
- Approssimazione polinomiale di funzioni e dati. Interpolazione polinomiale: Formule di Lagrange e Newton, errore di interpolazione. Funzioni splines cubiche naturali. Minimi quadrati nel discreto. Regressione lineare, coefficiente di correlazione. (10 ore)
- Concetti statistici elementari. Distribuzioni, cenni a test statistici e intervalli di confidenza.(3 ore)
- Integrazione numerica. Formule di Newton-Cotes (punto medio, trapezi, Cavalieri-Simpson), formule composite. (2 ore)
- Equazioni differenziali ordinarie del primo ordine. Richiamo del teorema di esistenza e unicità. Metodi ad un passo (Eulero, Heun, Runge – Kutta). Ordine di un metodo. Analisi degli errori con riferimento al metodo di Eulero. Propagazione degli errori, stabilità. Metodi a più' passi (cenni) (7 ore).
- Esercitazioni (16 ore)

Testi consigliati:

- A.Quarteroni, F.Saleri, *Introduzione al Calcolo Scientifico*, Springer, Milano, 2001
- Nardi, Pareschi, Russo, *Introduzione al Calcolo Scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab*. Mc Graw-Hill,2001

LABORATORIO INFORMATICO

Crediti didattici 3

Anna Morpurgo

Introduzione

Informatica e informazione.

Algoritmi e programmi

Problemi, algoritmi, diagrammi di flusso, linguaggi di programmazione, programmi.

La rappresentazione delle informazioni

Concetto di codice e codifica binaria, codifica di caratteri, numeri, immagini e suoni.

Architettura hardware di un elaboratore

Distinzione hardware – software, processore, memoria centrale, bus, ciclo della macchina, memorie di massa e periferiche.

Architettura software

Software di sistema, sistema operativo, file system e altre utilità. Software applicativo.

Reti di calcolatori

Tipologie di reti di calcolatori, standard di comunicazione, TCP/IP, Internet.

Ambiente MS Windows e Applicazioni

Ambiente MS Windows, elaborazione di testi (linguaggi di formattazione, word processor, MS Word), fogli elettronici (MS Excel), basi di dati (modello relazionale, MS Access), Internet (browser, motori di ricerca, linguaggio html, posta elettronica, ftp).

Bibliografia

- Materiale didattico fornito dal docente.
- Console, Ribaud. *Introduzione all'informatica*, Utet Università, 1997.
- Sciuto, Bonanno, Fornaciari, Mari. *Introduzione ai sistemi informatici*, II ed., McGraw Hill, 2002.
- Per la parte pratica: manuali per la patente ECDL e manuali dei pacchetti applicativi stessi.

SECONDO ANNO

CHIMICA FISICA I

Crediti didattici 7 (6 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof. Maurizio Sironi - Prof. Ermanno Gianinetti

Fondamenti di teoria quantistica (8 ore) - Origini della meccanica quantistica; equazione di Schrödinger; funzione d'onda e interpretazione di Born; osservabili e operatori; principio di sovrapposizione e valori di aspettazione; principio d'indeterminazione.

Applicazioni di teoria quantistica (8 ore) - Moto traslazionale; tunnelling; oscillatore armonico; moto rotazionale; momento angolare orbitale e di spin.

Struttura atomica e spettri atomici (8 ore) - Atomi idrogenoidi; orbitali atomici; transizioni spettroscopiche e regole di selezione; atomi polielettronici; approssimazione orbitale; principio di aufbau e di Pauli; spettri di atomi polielettronici; stati di singoletto e di tripletto; accoppiamento spin-orbita; termini spettroscopici e regole di selezione; effetto Zeeman.

Struttura molecolare e simmetria (8 ore) - Approssimazione di Born-Oppenheimer; teoria del legame di valenza; molecola di idrogeno; molecole biatomiche omonucleari; orbitali ibridi; molecole poliatomiche; teoria dell'orbitale molecolare; principio variazionale; diagrammi di Walsh; molecole coniugate; metodo di Hückel; solidi e teoria delle bande; operazioni di simmetria, gruppi di simmetria, rappresentazioni, tabelle dei caratteri, applicazioni.

Spettroscopia (4 ore) - Tecniche sperimentali; intensità e ampiezza delle righe spettrali; legge di Lambert-Beer; effetto Raman.

Spettri rotazionali (4 ore) - Livelli di energia rotazionale; transizioni rotazionali; spettri Raman rotazionali.

Spettri vibrazionali (4 ore) - Vibrazioni di molecole biatomiche e spettri vibrazionali; spettri roto-vibrazionali; molecole poliatomiche; modi normali di vibrazione; spettri Raman vibrazionali.

Spettri elettronici (4 ore) - Transizioni elettroniche; struttura vibrazionale; fluorescenza e fosforescenza; dissociazione e pre-dissociazione; spettroscopia fotoelettronica.

Esercitazioni (16 ore) - Risoluzione di problemi.

Testi consigliati:

- D.A. McQuarrie, J.D. Simon - "*CHIMICA FISICA un approccio molecolare*" - Zanichelli (2000)
- P.W. Atkins, J. de Paula - "*ATKINS' PHYSICAL CHEMISTRY*" - 7th ed.(2002) Oxford

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA I

crediti didattici 5 (2 CFU di lezioni + 3 CFU di esercitazioni)

Prof. Silvia Ardizzone

Gas perfetti. Primo Principio della Termodinamica. Dipendenza dell'entalpia dalla temperatura. Transizioni isoterme ed adiabatiche di gas perfetti. Secondo principio. Variazioni di entropia di sistema ed intorno. Esercitazioni numeriche relative (12 ore)

Misura dell'entropia. Terzo principio. Macchine termiche. Energie di Helmholtz e di Gibbs. Equazione di Gibbs-Helmholtz. Potenziale chimico. Descrizione termodinamica delle miscele. Equazione di Gibbs-Duhem. Proprietà colligative. Esercitazioni numeriche relative (8 ore)

Diagrammi di stato di sostanze pure. Stabilità di fase e transizioni. Equazioni di Clapeyron e Clausius-Clapeyron. Diagrammi di stato di sistemi a più componenti. Equilibrio chimico. Effetti di temperatura e pressione sull'equilibrio. Equazione di van't Hoff. Esercitazioni numeriche relative (12 ore)

Esperienze da svolgere in laboratorio (32 ore):

Determinazione di parametri termodinamici di reazione (entalpia, entropia, energia di Gibbs) mediante misure di differenza di potenziale di pile, al variare della temperatura.

Determinazione di costanti di equilibrio tramite metodi spettrofotometrici, conduttimetrici e potenziometrici, e valutazione comparativa dei diversi approcci sperimentali.

Esame di passaggi di stato e variazioni di stechiometria/cristallinità in solidi, con relative variazioni calorimetriche, mediante metodi termici di analisi (TGA, DSC).

Testi Consigliati:

- P.W. Atkins, "Physical Chemistry", Oxford University Press, 6th Ed., 1998.

CHIMICA INORGANICA I

Crediti didattici 7(6 CFU lezioni + 1 CFU esercitazioni)

Prof. Gianfranco Ciani

Struttura atomica (4 ore)

Struttura atomica e periodicità chimica, orbitali atomici, schermatura e penetrazione, Z_{eff} e regole di Slater, atomi a molti elettroni, accoppiamento di Russel-Saunders, parametri atomici, raggi atomici e ionici, elettronegatività, carattere hard-soft.

Introduzione al legame chimico (5 ore)

Teoria di Lewis, geometria molecolare e teoria VSEPR, simmetria molecolare e gruppi puntuali, tabelle dei caratteri e loro applicazioni.

Legame covalente (10 ore)

Orbitali molecolari, MO-LCAO per molecole biatomiche e poliatomiche, orbitali di simmetria (SALC), diagrammi di Walsh, proprietà delle molecole covalenti, distanze ed energie di legame. Ibridizzazioni intermedie.

Stato solido e legame ionico (10 ore)

Tipi di solidi, struttura cristallina, impacchettamento di sfere, metalli, leghe e composti intermetallici, modello ionico, strutture ioniche prototipiche, entalpie reticolari, equazioni di Born-Mayer, equazione di Kapustinskii, legame nei solidi e teoria delle bande, livello di Fermi, conduttività elettrica, isolanti, semiconduttori intrinseci e gap di banda, semiconduttori estrinseci p ed n , celle fotovoltaiche. Cenno alle proprietà elettroniche dei materiali inorganici.

Struttura e proprietà dei composti degli elementi tipici (12 ore)

Idrogeno e suoi composti: effetti isotopici, idruri metallici, composti binari elettrone-deficienti, -precisati e -ricchi, acqua e ghiaccio, clatrati idrati, legami a idrogeno.

Gruppi del boro e del carbonio: boro elementare, alogenuri, ossidi e ossoanioni, BN borazine, borani, carborani e regole di Wade, carbonio elementare, silicati, setacci molecolari e zeoliti.

Gruppi dell'azoto e dell'ossigeno: attivazione dell'azoto, ammoniaca, ossidi e ossoanioni dello zolfo, ossidi, perossidi e superossidi metallici, composti a catene, anelli e gabbie del blocco p .

Alogeni e gas nobili: proprietà degli alogeni, composti interalogeni, ossoacidi e ossoanioni, composti dei gas nobili.

Chimica dei composti di coordinazione (8 ore)

Caratteristiche generali dei metalli di transizione. Struttura e isomeria nei complessi. Legame chimico: teoria del campo cristallino, campo dei leganti e metodo MO. Cenno agli spettri elettronici e alle proprietà magnetiche dei complessi.

Esercitazioni (1 credito)

A integrazione del corso si svolgeranno esercitazioni settimanali in aula sui diversi argomenti introdotti nelle lezioni.

Testo consigliato

- D. F. SHRIVER, P. W. ATKINS, C. H. LANGFORD, *Inorganic chemistry* 2° Edizione, Oxford University Press.

LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA I corso A e B

Crediti didattici 5

Prof. Alessandro Ceriotti – Prof. Alessandro Pasini

a) lezioni + esercitazioni in aula (1 CFU + 1,75 CFU).

Vengono trattati alcuni argomenti ad integrazione del corso di Chimica Inorganica 1° ed alcuni aspetti teorici riguardanti le esercitazioni in laboratorio.

Reazioni acido-base

- teorie degli acidi e delle basi (Arrhenius, Brønsted, Lux-Flood, Lewis, Usanovich, sistema solvente), acidi e basi acquosi protici (affinità protonica, ossidica, acidità in fase gassosa, in fase acquosa, effetto livellante dell'acqua), forza acida e basica di Brønsted (idracidi, ossoacidi, idrossiacidi, acidoacidi, ossidi acidi e basici, ossoanioni), acidità e basicità relativa dei solventi (funzione di Hammett), acidi e basi non acquosi protici e aprotici, forza acida e basica di Lewis, teoria hard-soft, parametri di Drago-Wayland.

Reazioni di ossido- riduzione

- ossidanti e riducenti, estrazione degli elementi tramite riduzione e ossidazione, potenziali standard di riduzione, equazione di Nerst, sovratensione, effetto della formazione di complessi e di prodotti insolubili sui potenziali di riduzione in soluzione acquosa, effetto livellante del solvente (stabilità redox in acqua, disproporzionamento), reazioni redox in solventi non acquosi, sistemi solventi ossidanti e riducenti, composti instabili, infiammabili ed esplosivi, rappresentazioni diagrammatiche di Latimer, Frost, Pourbaix.

Cenni di chimica descrittiva degli elementi e di magnetismo

b) esercitazioni in laboratorio (2,25 CFU).

Le esercitazioni vertono su alcune preparazioni inorganiche selezionate di volta in volta in modo da applicare le principali tecniche di sintesi, separazione e purificazione ed in modo da sottolineare gli aspetti più significativi delle proprietà e del comportamento chimico di alcuni elementi non di transizione e di alcuni metalli di transizione.

Le sintesi scelte esemplificano: *stati di ossidazione degli elementi, tipi di leganti, modi di coordinazione, effetto chelante, isomeria geometrica, isomeria di legame, isomeria ottica.*

Testo consigliato:

- D.F.Shriver, P.W.Atkins, C.H.Langford - *Inorganic Chemistry* – 3rd ed. - Ed.Oxford Univ.Press (1999)

FISICA GENERALE II

Crediti didattici 7(6 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof.ssa Lina Zuffi

- Forza Elettrica - Campo Elettrostatico (4 ore)
- Lavoro Elettrico - Campo Elettrostatico (4 ore)
- Legge di Gauss (2 ore)
- Conduttori - Energia Elettrostatica (2 ore)
- Dielettrici (4 ore)
- Corrente Elettrica (2 ore)

- Forza Magnetica - Campo Magnetico (4 ore)
- Sorgenti del Campo Magnetico - Legge di Ampere (4 ore)
- Proprietà Magnetiche della Materia (4 ore)
- Campi Elettrici e Magnetici Variabili nel Tempo (4 ore)
- Oscillazioni Elettriche - Correnti Alternate (2 ore)
- Onde Elettromagnetiche (4 ore)
- Riflessione e Rifrazione delle Onde (2 ore)
- Interferenza (4 ore)
- Diffrazione (2 ore)

Esercitazioni (16 ore) - Risoluzione di Problemi

Testi consigliati:

- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "FISICA", vol.II, EdiSES
- S. Strasser, "Esercizi di Fisica II", Edizioni Spiegel

CHIMICA ANALITICA II

Crediti didattici 6

Prof.ssa Silvia Bruni

Tecniche spettroscopiche per l'analisi elementare

Spettroscopia atomica in assorbimento e in emissione (6 ore)

Spettroscopia di fluorescenza di raggi X (4 ore)

Spettrometria di massa inorganica (4 ore)

Tecniche spettroscopiche per l'analisi molecolare e dei composti

Spettroscopia elettronica (assorbimento nell'UV-visibile e luminescenza) (6 ore)

Spettroscopia vibrazionale (IR e Raman) (6 ore)

Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (6 ore)

Spettrometria di massa analitica (6 ore)

Tecniche con microsonda e per analisi di superficie

Spettroscopia di fotoelettroni a raggi X e spettroscopia Auger (3 ore)

Microscopia elettronica e analisi con microsonda elettronica (1 ora)

Tecniche di analisi strutturale

Diffrazione di raggi X su polveri (2 ore)

Illustrazione pratica del funzionamento della strumentazione presentata nel corso delle lezioni (4 ore)

Testi consigliati

D. A. Skoog, J. J. Leary, *Chimica Analitica Strumentale*, EdiSES, Napoli, 1995.

F. Cariati, *Lezioni di Chimica Analitica*, Edizioni CUSL, Milano.

R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto, H. M. Widmer, *Analytical Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 1998 (la versione italiana sarà prossimamente pubblicata da EdiSES).

LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA II

Crediti didattici 4

Prof. Gianmaria Zanderighi

Strumentazione in chimica analitica.

Strumento di misura. Schema a blocchi. Scelta del metodo.

Rumore strumentale e riduzione del rumore.

Prestazioni strumentali. Disegni strumentali: temporale, spaziale e multiplex.

Tecniche voltammetriche.

Segnali di eccitazione. Voltammogramma.

Voltammetria idrodinamica, polarografia, voltammetria ad impulso. Metodi di ridissoluzione e di adsorbimento e ridissoluzione. Voltammetria ciclica. Applicazioni.

Tecniche cromatografiche.

Distribuzione in controcorrente come modello di separazione in continuo. Separazione, spostamento dei picchi di concentrazione, larghezza di banda, risoluzione.

Metodi cromatografici (adsorbimento, ripartizione, scambio ionico, esclusione, affinità).

Aspetti cinetici della separazione: allargamento di banda ed efficienza della colonna.

Aspetti termodinamici della separazione: interazioni ioniche e molecolari, fasi mobili e stazionarie.

Risoluzione e ottimizzazione della separazione.

Caratteristiche generali dei rivelatori e classificazione in funzione della risposta.

Tecniche analitiche accoppiate.

Applicazioni qualitative e quantitative delle tecniche cromatografiche

Gas Cromatografia (GC).

Strumentazione. Influenza della temperatura. Applicazioni.

Cromatografia liquida (HPLC).

Strumentazione. Cromatografia di ripartizione, adsorbimento, scambio ionico, esclusione. Fasi mobili e stazionarie.

Ottimizzazione delle separazioni: scelta della fase mobile, indice di polarità di Snyder (P'). Eluizione isocratica e in gradiente. Applicazioni.

Cromatografia in fase supercritica (SCF).

Fluidi supercritici: caratteristiche; applicazioni generali e alle separazioni cromatografiche. Strumentazione. Tecniche di eluizione. Applicazioni.

Le *esercitazioni di laboratorio* sono orientate a fornire agli studenti gli strumenti critici per poter eseguire ed interpretare una determinazione analitica.

Verranno considerate le problematiche analitiche strumentali, la rappresentazione e la discussione dei risultati, il confronto tra dati ottenuti con metodi e/o tecniche diverse con metodi potenziometrici, conduttimetrici, voltammetrici, spettroscopici e cromatografici.

Testo consigliato:

- Skogg, Leary, *Chimica Analitica Strumentale*, EdiSES, 1995 (da 4^a ed. inglese, 1992)

Testi di consultazione

- Sawyer, Heineman, Beebe. *Chemistry Experiments for Instrumental Methods*, Wiley, 1984
- Miller, Miller, *Statistics for Analytical Chemistry*. Ellis Horwood, 1994 (4^a ed.)
- Miller, *Cromatography*, Wiley, 1988
- Willard, Merrit, Dean, Settle, *Instrumental Methods of Analysis*, Wadsworth, 1988 (7^a ed.)
- Strobel, Heineman, *Chemical Instrumentation: a Systematic Approach*, Wiley, 1989 (3^a ed.)

CHIMICA ORGANICA II

Crediti didattici 7

Prof. Bruno Danieli

Amminoacidi, peptidi e proteine

Struttura, proprietà, sintesi e reattività degli amminoacidi. Determinazione della struttura di peptidi e loro sintesi. Proteine. (5 ore)

Carboidrati

Monosaccaridi, stereochimica e notazioni configurazionali. Anomerismo. Glicosidi. Reazioni dei monosaccaridi: formazione di eteri, esteri, riduzione, ossidazione, allungamento della catena, accorciamento della catena. Dimostrazione di Fischer. Disaccaridi, polisaccaridi. (5 ore)

Sistemi aromatici carbociclici

Benzene: aromaticità, risonanza, regole di Hückel. Sistemi aromatici non benzenoidi, sistemi antiaromatici. Reazioni con stati di transizione aromatici. Sistemi aromatici policiclici. Nomenclatura. (4 ore)

Sostituzione elettrofila aromatica

Meccanismo. Reazioni di protonazione, alogenazione, nitratura, solfonazione, reazioni di Friedel-Crafts. Orientamento nelle poli-sostituzioni, fattori parziali di velocità. (5 ore)

Sostituzioni nucleofile aromatiche

Meccanismi operanti nelle sostituzioni nucleofile aromatiche: addizione-eliminazione ed eliminazione-addizione. (2 ore)

Derivati aromatici

Areni, alogenoderivati, metalloarili, nitroderivati, ammine, sali di diazonio, fenoli, acidi arilsolfonici, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici e cenni sulle correlazioni extratermodinamiche, chinoni. (12 ore)

Sistemi eterociclici

Anelli eterociclici a tre, quattro, cinque termini. Anelli eteroaromatici a cinque termini: furano, pirrolo, tiofene, imidazolo, ossazolo e loro sistemi benzocondensati. Anelli eteroaromatici a sei termini: piridina, chinolina, isochinolina, diazine, basi puriniche. Derivati di interesse biologico contenenti anelli eterociclici. Alcaloidi. (12 ore)

Polichetidi

Cenni su: lipidi, terpeni e steroidi, eicosanoidi. (2 ore)

Polimeri

Cenni sui principali materiali polimerici. (2 ore)

Reazioni pericicliche

Cicloaddizioni: reazioni di Diels-Alder, [2+2], 1,3-dipolari. Reazioni elettrocicliche. Reazioni sigmatropiche. (3 ore).

Ogni lezione comprende un tempo dedicato ad esercizi sull'argomento trattato per un totale di circa 8 ore di esercitazioni.

Testi consigliati:

- Streitwieser Jr., C. Heathcock, E. Kosower, *Chimica Organica*, Edises, Napoli, 1995.
- S. Ege, *Chimica Organica*, Edizioni Sorbona, Milano, 1994.
- W.H. Brown, *Chimica Organica*, EdiSES, Napoli, 1996.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA II

Crediti didattici 5 (80 ore)

Prof. Giordano Lesma

Il corso ha lo scopo di verificare sperimentalmente quanto appreso in via teorica nei Corsi di Chimica Organica (1° e 2° corso). Sarà articolato in 16 ore (1 CFU) di esercitazioni nelle quali verrà richiamata la reattività dei gruppi funzionali più comuni e da almeno 64 ore (1 CFU) di sperimentazione a banco singolo. Il lavoro sperimentale consiste nello studio di alcuni composti organici, diversi per ciascuno studente, che dovranno essere esaminati per via chimica e spettroscopica al fine di riconoscerne il gruppo funzionale. Questi substrati saranno quindi utilizzati come prodotti di partenza per la sintesi di altri prodotti sfruttando alcune reazioni tipiche della funzionalità individuata scelta fra un "pool" di reazioni consigliate. Allo studente verrà data la possibilità di scegliere, previa discussione con il docente, le reazioni che ritiene più adatte e le modalità di esecuzione delle stesse. Dopo aver acquisito una certa autonomia di lavoro, ogni studente dovrà dar prova di saper modulare le condizioni di reazione anche su substrati bifunzionali. In seguito dovrà esaminare miscele di due composti organici incogniti, diverse per ciascuno studente, che dovranno essere separate utilizzando la tecnica di

separazione più opportuna (cristallizzazione, estrazione con solventi, distillazione frazionata a pressione ambiente e ridotta, cromatografia, ecc.). I due prodotti purificati dovranno essere riconosciuti utilizzando le conoscenze acquisite nella prima parte del corso.

Le classi di composti studiati saranno: ammine primarie, secondarie e terziarie, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, alcoli, fenoli, esteri, ammidi, nitrili, eteri, alogenoderivati, nitroderivati, idrocarburi.

Libri consigliati per la consultazione

- Vogel, *“Chimica Organica Pratica”*, Ed. Ambrosiana.
- R. Morassi, G.P. Speroni, *Il Laboratorio Chimico*, Ed. Piccin.

SICUREZZA E LEGISLAZIONE IN AMBITO CHIMICO

Crediti didattici 6

Dr. Paolo Cardillo

1. La cultura della sicurezza - Definizioni (Rischio e pericolo) - Principali norme generali (norme comportamentali, informazione e formazione, responsabilità).
2. Gli insegnamenti del passato (Esplosioni storiche).
3. Documentazione - Le schede di sicurezza.
4. Valutazione dei pericoli.
5. Esplosioni di gas e vapori - Concentrazione stechiometrica - Limiti di infiammabilità - Calcolo dei limiti di infiammabilità (caso di un combustibile singolo; caso di miscele di più combustibili liquidi) - Parametri che influenzano le caratteristiche di infiammabilità (natura del comburente; temperatura; pressione; aggiunta di inerti; ossigeno minimo) - Punto di infiammabilità di liquidi combustibili - Punto di infiammabilità di miscele - Sorgenti di innesco - Energia di accensione - Autoaccensione - Violenza delle esplosioni - Propagazione della fiamma (deflagrazione e detonazione).
6. Esplosioni di polveri - Statistiche - Meccanismo di combustione delle polveri - Parametri che influenzano l'esplosione (composizione chimica e reattività; natura del comburente; dimensioni delle particelle; umidità; turbolenza; temperatura e pressione; presenza di gas o polveri inerti; presenza di gas infiammabili) - Effetti delle esplosioni di polveri - Esplosione primaria e secondaria - Prove sperimentali - Legge cubica e classificazione delle polveri - Prevenzione e protezione dalle esplosioni di polveri (eliminazione delle sorgenti di accensione; inertizzazione, contenimento dell'esplosione; separazione degli impianti; soppressione dell'esplosione; sfogo dell'esplosione).
7. Definizione di reazione fuggitiva (runaway) - Statistiche sugli incidenti provocati da reazioni fuggitive - Operazioni pericolose - Calore di reazione - Calore di formazione - Sostanze instabili e reattive - ΔH di decomposizione - Sviluppo di gas e aumento di pressione - Strutture instabili - Sostanze che reagiscono con l'acqua - Le sostanze perossidabili - Incompatibilità - Lo studio delle reazioni di decomposizione - Strumenti e procedura sperimentale - La temperatura di decomposizione - Descrizione dei principali strumenti (Termogravimetria (TG); Analisi termica differenziale (DTA); Calorimetria Differenziale a Scansione (DSC); Accelerating Rate Calorimeter) - La regola dei 100 °C - La calorimetria di reazione - Esempi di applicazione della calorimetria di reazione (Nitrazione di un nitroderivato; Epossidazione di alcheni con peracidi) - Realizzazione delle misure di sicurezza - Come utilizzare i dati sperimentali - Effetto di contaminanti - Modifica delle condizioni di processo - Limitazione dei danni.
8. Incidenti da reazioni fuggitive: discussione di alcuni casi (Seveso; Bhopal; ecc.).
9. Sostanze corrosivi - Sostanze irritanti - Sostanze tossiche - Concetto di dose (esposizione, inalazione, contatto, ingestione) - Le frasi di rischio.
10. Mezzi individuali di protezione.
11. Apparecchiature da laboratorio (vetreria, apparecchiature elettriche/elettroniche, centrifughe, piastre e bagni riscaldanti, forni).
12. Gas compressi, liquefatti e disciolti.
13. Antincendio.
14. Riferimenti normativi

TERZO ANNO

ACCERTAMENTO LINGUA INGLESE

Crediti didattici 3

Dott.ssa Jill Friedman

La prova pratica consiste nella lettura e traduzione dall'inglese all'italiano di un brano relativo a chimica inorganica, chimica organica, chimica analitica o chimica fisica.

Viene consigliato il seguente libro di testo:

- *Bio-Chem, An Approach to Developing English Language Skills in Chemistry, Biology and Food Technology*, di Giuseppe Roggi e John Picking, Zanichelli editore.

I moduli particolarmente utili per le letture sono:

- Modulo B
- Modulo F
- Modulo G

Tutti i moduli forniscono anche un ripasso grammaticale.

L'audio CD fornisce esercizi orali.

CONTROLLO QUALITA' E CERTIFICAZIONE

Crediti didattici 6

Dott.ssa Marina Perego

Obiettivi del corso

- Costruire il quadro di riferimento del concetto di qualità e dell'evoluzione delle norme.
- Studiare il significato del controllo qualità nell'attività del chimico.
- Individuare il valore della certificazione nelle imprese di oggi.
- Introdurre la conoscenza delle norme dei sistemi di gestione per la qualità.

Parte 1 - Storia del concetto di qualità -1h

- Il concetto artigianale della qualità
- Il concetto di qualità dopo l'epoca industriale.
- Definizione attuale di qualità in ambito organizzativo.

Parte 2 - Enti di formazione e certificazione -2h

- La formazione in Italia e la formazione internazionale.
- Gli organismi di certificazione e il sistema di accreditamento.
- Norme tecniche di prodotto e norme tecniche di sistema.

Parte 3 - Misure e prove - 14 h

- Misure, prove, controlli e collaudi.
- Campionamenti: criteri e modalità
- Piani di ispezione e prova, di campionamento, di controllo, di collaudo
- Gli strumenti di misura.
- La raccolta dei dati.
- Le carte di controllo per le applicazioni specifiche dei casi sperimentali.

Parte 4 - Le norme dei sistemi di gestione della qualità - 14 h

- UNI EN ISO 9001:2000 - Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
- UNI EN 150 9004:2000 - Sistemi di gestione per la qualità - Linee guida per il miglioramento delle prestazioni
- UNI EN 150 9000:2000 - Sistemi di gestione per la qualità - Fondamenti di terminologia
Particolari approfondimenti su:
 - conformità legislativa
 - struttura e gestione della documentazione

- significato, scopo e tecniche di audit

Parte 5 - La gestione della qualità nelle attività di realizzazione di un prodotto - 14 h Pianificazione e ottimizzazione delle attività:

- piani della qualità
- procedure operative e istruzioni operative
- DOE: Design Of Experiments
- Gestione di materiali, macchine, attrezzature La produzione di serie
- La produzione di prototipi

Parte 6 - Sistemi integrati - 3h

- Cenni ai sistemi integrati qualità, sicurezza e ambiente.

Testi consigliati

- NORMA ITALIANA UNI EN 150 9001 :2000
- NORMA ITALIANA UNI EN ISO 9004:2000
- NORMA ITALIANA UNI EN ISO 9000:2000
- Elenco di siti consigliati (distribuito a lezione)
- Appunti dalle lezioni

Lecture consigliate per approfondimento

- Joseph M. Juran - *La qualità nella storia* - Sperling & Kupfer
- *Conoscere le ISO 9000:2000 Trasformare un sistema qualità con l'approccio per processi* - UNI
- Dennis R.Arter - *Gli audit sulla qualità: tecniche e procedure per migliorare le performance* - Franco Angeli

CHIMICA FISICA II

Crediti didattici 7

Prof. Leonardo Formaro

Termodinamica statistica (24 ore) – Configurazioni, funzioni peso. Distribuzione di Boltzmann. Funzioni di partizione molecolari. Energia Interna, Entropia. Funzioni di partizione canonica. Relazioni con le Funzioni di stato termodinamiche. Contributi traslazionali, rotazionali, vibrazionali, elettronici. Funzioni di Stato medie. Costanti di equilibrio.

Proprietà elettrostatiche delle molecole e dei corpi macroscopici (7 ore) – Dipolo, permittività. Equazioni di Clausius-Mossotti e di Debye. Interazioni di dipoli permanenti e indotti. Potenziali di interazione di London e di Lennard-Jones. Interazione di corpi macroscopici.

Adsorbimento (7 ore) – Interazioni gas-solido. Isoterme Sperimentali. Isoterme modello (Langmuir, Temkin, Freundlich). Parametri termodinamici. Adsorbimento e cinetica di reazioni catalitiche.

Termodinamica delle soluzioni (18 ore) – Solvatazione. Potenziale chimico, attività, stati di riferimento. Equazione di Gibbs-Duhem. Equazione di Debye-Hückel.

Testi consigliati:

- P.W. Atkins, “*Physical Chemistry*”, Oxford University Press, 6th Ed., 1998.
- Laidler and Meiser, *Chimica Fisica*, Editoriale Grasso, 1999.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II

crediti didattici 5 (2.5 CFU di lezioni + 2.5 CFU di esercitazioni)

Prof. Riccardo Destro

Cinetica descrittiva (6 ore) - Velocità di reazione, ordine parziale e totale, costante di velocità, velocità iniziali. Metodo dell'isolamento – Metodo differenziale – Metodo integrale. Equazioni cinetiche integrate per reazioni di ordine 0, 1 e 2. Tempo di dimezzamento. Equazione cinetica integrata per

reazioni di ordine generico $m (\neq 1)$. Reazioni opposte. Equazioni cinetiche espresse in termini di grandezze fisiche direttamente proporzionali alle concentrazioni. Dipendenza della costante di velocità dalla temperatura: l'equazione di Arrhenius.

Descrizione delle esperienze di laboratorio (3 ore).

Trattamento dei dati (2 ore) - Deviazione standard e varianza. Pesì. Media pesata. Il metodo dei minimi quadrati. Applicazione al caso della retta, pesata e non pesata. Retta vincolata. Propagazione dell'errore.

Meccanismi di reazione (4 ore) - Processi globali e processi elementari. Molecolarità di una reazione. Reazioni successive; stato intermedio stazionario. Descrizione, a partire dagli articoli di letteratura originali, di alcuni meccanismi di reazione, con particolare riguardo alle reazioni a catena. Cinetica enzimatica e relative inibizioni.

Teorie della velocità di reazione (5 ore) - Teoria delle collisioni: pressione di un gas; velocità rms; dimensioni molecolari; libero cammino medio; numero di urti; proprietà di collisione per l'azoto a 298 K e 1 atmosfera. La distribuzione delle velocità secondo Maxwell-Boltzmann. Teoria del complesso attivato. Superfici di energia potenziale. Il caso del sistema $H_2 + H$. Ottenimento della costante di velocità secondo l'approccio termodinamico. Relazione tra energia di attivazione ed entalpia di attivazione per reazioni in fasi condensate ed in fasi gassose. Reazioni in soluzione: effetto gabbia.

Esperienze di laboratorio (2,5 CFU per n. 40 ore) - Quattro esperienze di cinetica chimica da svolgere in 10 pomeriggi, con stesura di una relazione conclusiva comprendente un rapporto sull'esecuzione delle esperienze, l'elaborazione dei relativi dati ed una discussione sui risultati ottenuti.

Testi consigliati:

- P.W. Atkins, "Physical Chemistry", Oxford University Press, 6th Ed., 1998
- M. J. Pilling and P.W. Seakins, "Reaction Kinetics", Oxford University Press, 1995.

CHIMICA BIOLOGICA

crediti didattici 7 (7 CFU di lezioni) - Modalità di esame: prova scritta

Prof.ssa Renata Zippel

Introduzione (ore 3): Scopo e campi di studi della biochimica. La cellula come unità fondamentale dei processi chimici negli organismi viventi. Ruolo dell'acqua nei processi biologici. *Aspetti termodinamici dei processi biologici:* composti ad alto contenuto energetico: ATP e composti ad alto potenziale di trasferimento di gruppo.

Proteine (ore 10): Livelli di organizzazione strutturale delle proteine; struttura primaria, secondaria terziaria e quaternaria. Fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria delle proteine. Alcuni esempi di proteine: mioglobina, emoglobina. Metodiche per la separazione delle proteine, per il sequenziamento di peptici e per la sintesi di oligopeptidi metodologie per lo studio della proteomica funzionale.

Membrane biologiche (ore 2): Lipidi di membrana, struttura e funzione della membrana. Cenni sul trasporto di membrana.

Enzimi (ore 10): Classificazione degli enzimi e funzione. Coenzimi e cofattori. Cinetica enzimatica, Inibizione enzimatica. Esempi di meccanismi di catalisi enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: allosteria e modificazioni covalenti.

Metabolismo (ore 14): Aspetti generali. *Metabolismo dei carboidrati:* Glicolisi e fermentazione alcolica. Regolazione della glicolisi. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato, ciclo dell'acido citrico, vie anaplerotiche. Metabolismo dei pentosi fosfati Gluconeogenesi. Sintesi e degradazione del glicogeno. *Ossidazioni biologiche:* Catena respiratoria: trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa. *Metabolismo dei lipidi:* Ossidazione degli acidi grassi. Biosintesi degli acidi grassi.

Acidi nucleici(ore 11): Struttura dei diversi tipi di DNA e livelli di organizzazione strutturale, stabilità della struttura. I diversi tipi di RNA. Metodiche per il sequenziamento del DNA, accenni alla genomica funzionale *Flusso dell'informazione:* Processi di replicazione e riparo del DNA. Processi di trascrizione: sintesi dell'RNA messaggero, dell'rRNA e tRNA, il codice genetico.

Sintesi delle proteine (Numero ore 5). Ribosomi, il processo di traduzione: attivazione degli amminoacidi e formazione dei aminoacil tRNA, reazione di inizio, di allungamento e terminazione della traduzione.

Elementi base di DNA ricombinante e biotecnologie (ore 1). Plasmidi ed enzimi di restrizione.

Testo consigliato

D.Nelson, M. Cox, *I principi di Biochimica di Lehninger*. Terza edizione 2002 Zanichelli

CHIMICA DELL'AMBIENTE

Crediti didattici 6

Prof. Gianmaria Zanderighi

E' lo studio delle trasformazioni chimiche fondamentali che hanno luogo nel particolare "contenitore" all'interno del quale si colloca e si sviluppa ogni ecosistema.

Siamo di fronte a sistemi molto complessi, punto di incontro di apporti multidisciplinari diversi, che devono essere scomposti (e quindi forzatamente semplificati) per renderne possibile la comprensione, e successivamente ricomposti per recuperare la completezza e la complessità del sistema che si vuole descrivere.

Due potenti strumenti utilizzati sono l'analisi e la descrizione dei singoli comparti ambientali (atmosfera, idrosfera e litosfera) e la ricombinazione dei fenomeni nei cicli biogeochimici relativi a singole specie chimiche o a famiglie di queste.

Cicli biogeochimici.

Permettono di considerare la storia di un elemento, un composto o una famiglia di composti chimici come porzioni del sistema globale, con l'approssimazione dello stato stazionario (condizioni di sostanziale equilibrio del sistema), le correlazioni con e le influenze di altri cicli (chimici, biologici, geologici, naturali o dovuti ad attività antropica).

Queste correlazioni e influenze reciproche si possono manifestare come perturbazioni delle condizioni di equilibrio, generando scompensi che richiedono tempi anche molto lunghi per ripristinare le precedenti o nuove condizioni di equilibrio (esempi quotidianamente sperimentabili di questo tipo di perturbazioni sono i fenomeni di inquinamento reversibili o irreversibili).

Atmosfera

- Costituenti principali e gas presenti in tracce, aerosol, struttura fisica dell'atmosfera, dinamica, processi di trasporto e deposizione.
- Radiazione solare, sua importanza nella reattività atmosferica, cicli di reattività fondamentali, reazioni in fase omogenea e chimica eterogenea.
- Composti azotati, solforati e del carbonio, emissioni antropiche e naturali, processi di rimozione, perturbazioni ai cicli fondamentali, interazioni con il mondo biologico.
- Ozono stratosferico. Cicli di formazione e distruzione. Perturbazione antropica.
- Ozono troposferico. Meteorologia, fotochimica e precursori: ruolo combinato degli ossidi di azoto, dei composti organici volatili e della radiazione solare. Strategie di controllo.
- Dalla scala locale a quella globale: le connessioni tra chimica dell'atmosfera e clima, effetto serra e perturbazione antropica.

Libri consigliati

- G. Restelli, G. Zanderighi – *Chimica dell'atmosfera e dell'inquinamento atmosferico*. Edizioni Unicopli, Milano, 2001

CORSI A SCELTA

METODI DI INDAGINE STRUTTURALE DI MATERIALI INORGANICI

Crediti didattici 6

Dott. Piero Macchi

Il corso fornisce una panoramica riassuntiva dei materiali inorganici e, a partire dalle loro proprietà strutturali, vengono presentate le possibili caratterizzazioni sperimentali, con particolare attenzione a quelle di tipo diffrattometrico su campioni in stato solido, cristallino o non-cristallino.

- La struttura dei materiali: stato cristallino e stato non-cristallino
- Nozioni fondamentali di cristallografia:
 - simmetria in due e tre dimensioni
 - reticoli cristallini, gruppi puntuali e gruppi spaziali
 - diffrazione di radiazioni X
- Aspetti strutturali dei materiali inorganici:
 - metalli, semiconduttori, superconduttori
 - materiali ceramici
 - polimeri inorganici
 - catalizzatori, zeoliti
 - materiali magnetici, materiali ottici
 - vetri, cementi, pigmenti
- I metodi di indagine:
 - diffrattometrici
 - analisi delle fasi da campioni policristallini
 - analisi qualitativa
 - analisi quantitativa
 - campioni monocristallini (cenni)
 - metodi diffrattometrici con radiazioni non X
 - misure di stress
 - analisi della "tessitura" e delle dimensioni del particolato
 - Microscopia elettronica
 - TEM
 - SEM
 - Fluorescenza
 - misure calorimetriche
 - misure magnetiche (cenni)
 - caratterizzazioni spettroscopiche dei solidi (cenni)
 - caratterizzazioni strutturali delle superficie
 - AFM
 - STM
 - LEED
- Utilizzo di banche dati
 - pdf
 - icSD
 - csds

CHIMICA DEI COMPOSTI DI COORDINAZIONE

Crediti didattici 6 (48 ore di lezioni)

Prof. Alessandro Ceriotti

Argomenti di carattere generale (1,5 CFU)

Introduzione e sviluppo storico. Cenni di nomenclatura. Numeri di coordinazione e relative geometrie. Classificazione dei leganti (monodentati, ambidentati, polidentati chelanti e macrociclici, eteri a corona e criptanti). Isomeria nei complessi (strutturale, stereoisomeria). Stabilità termodinamica e cinetica dei complessi (costanti di formazione parziali e globali, effetto chelante e macrociclico).

Descrizione dei principali leganti e complessi (1,5 CFU)

Leganti π (CO, isocianuro, cianuro, diazoto, NO). Leganti al fosforo (basicità, potere π -accettore, parametro elettronico, angolo conico). Complessi con legami multipli M-L (ossocomplessi, diossocomplessi, complessi immidici, nitrenici, nitrurici, complessi carbenici, carbinici). Complessi π con : alcheni, polieni, alchini, leganti enilici e polienilici, leganti carbociclici aromatici ($C_3 - C_8$). Alcosso complessi e β -dichetonato complessi. Perosso e superosso complessi. Complessi con alogenuri a ponte. Complessi con leganti allo zolfo. Complessi di metalli alcalini con eteri a corona e criptanti (alcaluri, elettruri). Metalli alcalini in ammoniacca liquida. Numero di elettroni di valenza nei complessi (carica formale dei leganti e del metallo).

Metalli di transizione (3 CFU)

Proprietà dei metalli di transizione. Teoria del legame di valenza. Teoria del campo cristallino (complessi ottaedrici, tetraedrici, quadrato-planari, complessi ad alto e basso spin, spin crossover). Serie spettrochimica dei leganti. Distorsioni nei complessi (effetto Jahn-Teller). Teoria degli orbitali molecolari (complessi ottaedrici, tetraedrici, quadrato planari). Regola dei 18 elettroni di valenza nei complessi. Preparazione dei complessi. Riarrangiamenti strutturali nei complessi (reazioni di ridistribuzione e scambio, non rigidità stereochimica, flussionalità in complessi con leganti π e in complessi carbonilici). Principali tipi di reazioni nei cicli catalitici (addizione ossidativa, eliminazione riduttiva, migrazione-inserzione).

Reazioni di sostituzione nei complessi ottaedrici, tetraedrici e quadrato-planari, effetto cis, effetto trans, influenza trans. Correlazioni tra labilità/inerzia e configurazione elettronica di M. Reazioni di sostituzione in complessi organometallici e carbonilici. Reazioni di sostituzione in complessi a 17 e 19 elettroni. Electron transfer catalysis. Reazioni di trasferimento elettronico : meccanismo a sfera interna e a sfera esterna.

Testi consigliati

- Cotton, Wilkinson - *Advanced Inorganic Chemistry* - ed. Wiley-Interscience (1988) – 5^a ed.
- Huheey – *Inorganic Chemistry* - ed. Harper-Collins (1983) – 3^a ed. (capp.9-13)

STRUTTURISTICA CHIMICA

Crediti didattici 6 (5 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof.ssa Mirella Sansoni

a) *Simmetria cristallina*

Struttura di gruppo su un insieme di elementi omogenei per proprietà. Elementi di simmetria e operazioni di simmetria. Rappresentazione matriciale delle operazioni di simmetria puntuale. Gruppi di simmetria puntuali. Operazione di simmetria traslazionale: reticoli e spazi vettoriali. compatibilità della simmetria puntuale con quella traslazionale: sistemi e classi cristallini, gruppi di simmetria spaziali o cristallografici. I cristalli come disposizione ordinata di oggetti atomici. Cella elementare e reticolo cristallino.

Diffrazione dei raggi X da parte dei cristalli

1. Produzione, assorbimento, diffusione dei raggi X: scattering Thomson e Compton, fluorescenza.
2. Trasformata di Fourier: sovrapposizione di onde, fase ed ampiezza risultanti; spazio reale e reciproco; diffusione da parte di oggetti, ampiezza e fase della trasformata. Trasformata di un atomo e fattore diffondente atomico. Trasformata di 2, 4, 6 atomi (manubrio, quadrato, esagono); valutazione geometrica della trasformata, sue caratteristiche. Trasformata di raggruppamenti semplici e fattori di struttura.
3. Trasformata di un cristallo: la funzione di diffrazione reticolare; condizioni di Laue, equazione di Bragg; geometria della diffrazione da parte dei cristalli.

4. Intensità. Legge di Friedel, assenze sistematiche, fattori influenti sulle intensità diffratte: Lorentz-polarizzazione, temperatura e assorbimento.
5. Tecniche diffrattometriche per polveri e cristallo singolo; geometria delle camere e dei diffrattometri automatici relativi ai due metodi.
6. Il problema della fase: serie di Patterson e metodi diretti.
7. Metodi di affinamento dei parametri strutturali. Analisi dei risultati, accuratezza dei dati.

Le esercitazioni riguardano:

- a) rappresentazione matriciale delle operazioni di simmetria e loro composizione, matrice metrica e suo utilizzo, costruzione del reticolo reciproco, trasformazioni di base.
- b) determinazione di cella reale e gruppo cristallografico utilizzando lastre di camera a precessione per cristallo singolo e consultando il I volume delle Tabelle Internazionali di Cristallografia.
- c) analisi di mappe Patterson per strutture con atomi pesanti e determinazione delle coordinate di posizione in cella.

Testi consigliati

- Giacobozzo et al., *Fundamentals of Crystallography*, Oxford Science Publications
- J.P.Glusker, K.N.Trueblood, *Crystal Structure Analysis. A Primer*, Oxford University Press
- G.H.Stout, L.H.Jensen, *X-Ray Structure Determination. A practical guide*, The Mac Comp.
- Azaroff, *Elements of X-Ray Crystallography*, McGraw-Hill

CHIMICA FISICA (COMPLEMENTI)

crediti didattici 6

Prof. Emanuele Ortoleva

Spazi lineari (10 ore)

Spazi lineari e operatori lineari: Spazi finiti. somorfismo. Prodotto scalare. Insiemi ortonormali completi. Operatori lineari, invertibilità, commutatori. Rappresentazione matriciale di un operatore. Operatori aggiunti, hermitiani, unitari. Spazi lineari infiniti, funzioni a quadrato sommabile. Convergenza in media. Cenni sull'integrazione secondo Lebesgue. Spazi di Hilbert.

Serie e trasformate di Fourier (14 ore)

Serie di Fourier: Proprietà. Convergenza delle serie. Serie in tre dimensioni. Funzione Delta di Dirac: Successioni delta e convergenza debole. Proprietà della delta .Rappresentazione in serie di Fourier e rappresentazione integrale in tre dimensioni. Trasformate di Fourier: Trasformata e trasformata inversa e loro proprietà. Trasformata della delta di Dirac. Teorema della convoluzione. Esempi di convoluzione. Teorema integrale di Fourier. Il teorema della larghezza di banda. Trasformate in tre dimensioni.

Applicazioni delle serie e trasformate di Fourier (10 ore)

Spettro di una radiazione e il fenomeno della diffrazione in generale. Reticolo reciproco e fattore di struttura di un cristallo. Allargamento di una riga in spettroscopia. Funzioni d'onda nello spazio delle coordinate e funzioni d'onda nello spazio dei momenti.

Equazioni differenziali (5 ore)

Equazioni differenziali alle derivate parziali: Problemi differenziali lineari, omogenei e non omogenei. Separazione delle variabili. Principio di sovrapposizione. Soluzione mediante sviluppo in serie di Fourier. Il problema di Sturm-Liouville: Condizioni di hermitianicità. Segno degli autovalori. Completezza delle soluzioni polinomiali. Soluzione del problema non omogeneo.

Esempi di soluzioni di equazioni differenziali (9 ore)

L'equazione delle onde. Equazioni della diffusione e del calore, equazione della continuità per una funzione d'onda quantistica. Equazione di Schroedinger per una particella in un campo centrale.

Bibliografia

- K.F.Riley, *Mathematical Methods for the Physical Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1974.
 - E.Butkov, *Mathematical Physics*, Addison-Wesley Publishing Co., Cambridge, Mass., 1968
- Si consiglia, inoltre, la visione, presso il CTU, della video-cassetta:
- *Transformation de Fourier et ses applications en Physique*, prod. S.F.R.S., 1984.

Per chi fosse interessato ad un approfondimento si segnalano le seguenti opere presenti presso la Biblioteca Chimica dell'Università di Milano

- W.D.Perkins, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, in *Journal of Chemical Education*, Vol.63 (1986), pag.A5-A10, Vol.64 (1987) pag.A269-A271, A296-A305.
- L.Glasser, *Fourier Transforms for Chemists*, in *Journal of Chemical Education*, Vol.64 (1987), pag.A228-A233, A260-A266, A306-A313.
- J.P.Chesick, *Fourier Analysis Structure Determination*, in *Journal of Chemical Education*, Vol.66 (1989), pag.128-132, 283-289, 413-416.
- R.W.King, K.R.Williams, *The Fourier Analysis Transform in Chemistry*, in *Journal of Chemical Education*, Vol.66 (1989), pag.A213-A219, A243-A248, Vol.67(1990), pag.A93-A105, A125-A137.

CHIMICA COMPUTAZIONALE

crediti didattici 6

Dott. Maurizio Sironi

L'obiettivo del corso è di fornire una panoramica dei metodi attualmente utilizzati nell'ambito della simulazione di sistemi di interesse chimico. Il notevole sviluppo dei metodi di simulazione in questi ultimi anni è stato infatti reso possibile non solo dalla sempre più facile disponibilità di potenza di calcolo, ma anche dallo sviluppo di potenti algoritmi di simulazione. Si è così giunti a poter disporre di tecniche che possono essere utilizzate per affrontare problemi di grande interesse quali il drug design, il riconoscimento molecolare, la progettazione di nuovi materiali.

Il corso di Chimica Computazionale vuole fornire alcuni elementi per poter affrontare queste tematiche e di acquisire familiarità con l'utilizzo dei programmi di informatica chimica più in uso.

Costruzione di un potenziale inter ed intra molecolare ed utilizzo della densità elettronica (12 ore) - Il metodo della Meccanica Molecolare. Metodi quantistici. Metodi semi-empirici. I metodi misti Quantum Mechanics/ Molecular Mechanics per lo studio di grossi sistemi molecolari. Utilizzo della densità elettronica per definire le superfici molecolari, per lo studio della similitudine molecolare e per il riconoscimento molecolare. Cenno ai metodi di partizionamento della densità elettronica.

Metodi di simulazione molecolare (8 ore) - Il metodo della dinamica molecolare. La tecnica MonteCarlo.

Analisi conformazionale per molecole di interesse biologico ed utilizzo delle tecniche di drug design (8 ore) - Il problema dell'analisi conformazionale per sistemi con un elevato numero di gradi di libertà. I metodi random search. Gli algoritmi genetici. Applicazioni nel campo dei peptidi e delle proteine. La progettazione di un farmaco. Similitudine molecolare.

Le tematiche affrontate a lezione saranno oggetto di alcune esperienze al calcolatore (12 ore)

Testi consigliati:

- *Molecular Modelling (Principles and Applications)*, A.R.Leach, Addison Wesley Longman (1996)

CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA)

Crediti didattici 6 (5 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof. Ermanno Gianinetti

I fondamenti matematici della meccanica quantistica

Operatori lineari: proprietà e loro applicazioni.

Uso della notazione di Dirac. (4 ore)

I fondamenti della Meccanica Quantistica

I postulati della Meccanica Quantistica. Teoria della misura in Meccanica quantistica. L'equazione di Schrodinger. I principi di Heisenberg. Pacchetto d'onda e sua evoluzione. Effetto tunnelling. L'oscillatore armonico: l'uso degli operatori di salita e di discesa. (10 ore)

Particella in campo centrale

Teoria generale del momento angolare. Fattorizzazione dell'equazione di Schrodinger. Risoluzione dell'equazione radiale. (7 ore)

Tecniche di approssimazione

Il principio variazionale. Il problema secolare. Teoria delle perturbazioni statiche: correzioni al primo ordine. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo. (7 ore)

Spin ed antisimmetria

L'esperienza di Stern e Gerlach. Operatori di spin. Autofunzioni di spin: le autofunzioni genealogiche e di Rumer. Determinante di Slater. (4 ore)

Struttura elettronica delle molecole

L'approssimazione di Born-Oppenheimer . Il metodo di Hartree-Fock (8 ore)

Verranno inoltre illustrati una serie di esempi per i vari argomenti illustrati (16 ore)

Testi consigliati:

- P.W. Atkins e R.S. Friedman, *Molecular Quantum Mechanics*, Oxford (1997).
- T.N. Levine, *Quantum Chemistry*, 4th Ed. Prentice Hall International (1991).

ELETTROCHIMICA

crediti didattici 6 (4.5 CFU di lezioni + 1.5 CFU di esercitazioni)

Prof. Torquato Mussini

Pile ed elettrolizzatori; polarizzazione chimica e di concentrazione. Elettroliti solidi; soluzioni elettrolitiche, conduttività e trasporto ionico; interazioni soluto-solvente e ione-ione; teoria di Debye-Hückel; stati standard, potenziali chimici e coefficienti d'attività degli ioni (9 ore).

Energetica elettrochimica, equilibri elettrochimici; fem dipendenti o non dipendenti dalla concentrazione dell'elettrolita; fem standard e potenziali standard; determinazione di grandezze termodinamico-elettrochimiche (9 ore)

Pile con trasporto; potenziali di diffusione e loro minimizzazione; membrane e termodinamica dei processi irreversibili; potenziali di membrana ed elettrodi ionoselettivi, ed applicazioni; pH-metria, pIonometria ed rH-metria; diagrammi di Pourbaix (9 ore).

Interfasi e doppio strato elettrico; potenziale elettrochimico; cinetica elettrochimica, sovratensione e casistica relativa; controllo cinetico misto; elementi galvanici in cortocircuito, teoria di Evans (9 ore).

Esercitazioni in aula (24 ore).

Testi consigliati:

- G. Bianchi - T. Mussini, "*Fondamenti di Elettrochimica*", Masson, Milano 1993.

CHIMICA ORGANICA (APPLICATA)

Crediti didattici 6 (48 ore di lezioni)

Modulo A (CFU 3): Prof. Carlo Scolastico

Modulo B (CFU 3): Prof. Cesare Gennari

Modulo A (CFU 3; ore 24)

- Protezione di gruppi funzionali (doppio legame, triplo legame, OH, NH₂, CO, CO₂H); sintoni e gruppi mascheranti un gruppo funzionale.
- Reazioni di ossidazione (ossidazioni di alcoli ad aldeidi, chetoni ed acidi carbossilici; ossidazioni con reagenti stechiometrici o con metalli di transizione; addizioni di ossigeno ai doppi legami carbonio-carbonio; epossidazione degli alcheni con peracidi; epossidazione di Sharpless, diossidrilazione di Sharpless, ammino-ossidrilazione di Sharpless; trasformazione degli epossidi; reazioni degli alcheni con ossigeno singoletto; decarbossilazione ossidativa; scissione dei doppi legami carbonio-carbonio; ossidazione allilica; ossidazione di carboni non funzionalizzati).

Modulo B (CFU 3; ore 24)

- Reazioni di riduzione (addizione di idrogeno; idrogenazione catalitica; altri reagenti che trasferiscono idrogeno; reazioni con idruri del III e IV gruppo; reazioni di idroborazione; riduzioni con metalli in soluzione; deossigenazione riduttiva di gruppi carbonilici).
- analisi retrosintetica e strategia di sintesi (composti 1,2/1,3/1,4/1,5/1,6 difunzionalizzati).

Testi consigliati:

- F. Carey, R. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry, IV Edition, Part B*, Kluwer Academic/Plenum Publishers 2001.
- Stuart Warren – *Organic Synthesis :The Disconnection approach. John Wiley and Sons, 1985.*
- Stuart Warren – *Workbook for Organic Synthesis :The Disconnection approach. John Wiley and Sons, 1985.*

SINTESI E TECNICHE SPECIALI ORGANICHE

Crediti didattici 6

Prof. Carlo Scolastico

insegnamento disattivato nell'a.a. 2003-2004

Protezione di gruppi funzionali: (doppio legame, triplo legame, OH, NH₂, CO e CO₂H). Sintoni e gruppi mascheranti una funzionalizzazione. 4h

Reazioni di riduzione: (idrogenazione catalitica, con diimide, reazioni con idruri del III e IV gruppo, idroborazioni, riduzioni con metalli in soluzione, deossigenazione riduttiva di gruppi carbonilici). 8h

Reazioni di ossidazione. Ossidazione di alcoli ad aldeidi, a chetoni, ad acidi carbossilici con ossidanti di metalli di transizione e con altri ossidanti.

Addizione di ossigeno a doppi legami carbonio-carbonio: ossidanti di metalli di transizione, epossidi da alcheni con peracidi, trasformazioni degli epossidi, reazioni degli alcheni con ossigeno singoletto.

Scissione dei doppi legami: con ossidanti di metalli di transizione, per ozonolisi.

Scissione ossidativa selettiva: glicoli e decarbossilazione ossidativa.

Ossidazione di chetoni ed aldeidi: con ossidanti di metalli di transizione, con peracidi, con ossigeno, con altre ossidazioni.

Ossidazione allilica.

Ossidazione di carboni non funzionalizzati.

Epossidazione, diossidrilazione, ammino ossidrilazione asimmetriche. 8h

Alchilazione di carboni nucleofili: enolati, enammine. 3h

Reazione di carboni nucleofili con composti carbonilici (aldolica, anellazione di Robinson, Mannich, Wittig, olefinazione di Peterson Horner-Wodworth- Emmons, ilidi dello zolfo, acilazione di carbanioni). 8h

Composti 1,2/1,3/1,4/1,5/1,6 difunzionalizzati. 9h

Analisi retrosintetica e strategia di sintesi durante 16h di esercitazioni.

Testi consigliati:

- F.A. Carey, R. J. Sundberg *Advanced Organic Synthesis* IV Ed. Part B Plenum Press
- Stuart Warren *Organic Synthesis: the Disconnection Approach* J. Wiley

CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI

Crediti didattici 6

I modulo: prof. Paolo Manitto - II modulo: dott. Carlo Morelli

I Modulo: Metaboliti secondari (4 CFU)

- Principali reazioni *in vivo*: aspetti meccanicistici e stereochimici. Reazioni redox, ioniche e radicaliche. Cammini biosintetici e strategie biosintetiche. Metodi di indagine nello studio della biosintesi delle sostanze naturali. Uso di traccianti: radioisotopi e isotopi stabili.
- *Terpeni* – classificazione. Regola isoprenica strutturale. Regola isoprenica biogenetica. Isoprene attivo. Acido mevalonico ed emiterpeni. Monoterpeni cicloesani ed iridoidi. Sesquiterpeni. Diterpeni. Triterpeni. Carotenoidi.
- *Steroidi* – Trasformazione del lanosterolo in colesterolo. Steroidi naturali. Fitosteroli. Veleni cardiaci. Saponine. Ormini degli insetti. Corticosteroidi. Progestinici. Androgeni. Estrogni.
- *Fenilpropanoidi* – Derivati della fenilalanina via acido cinnamico. Fenilpropanoidi. Lignani. Lignine. Neoflavonoidi. Isoflavonoidi.
- *Polichetidi* – Naftochinoni ed antrachinoni. Antibiotici .

II Modulo: Metaboliti primari (2 CFU)

- *Proteine* – Struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria delle proteine.
- *Carboidrati* – Monosaccaridi: classificazione e struttura; mutarotazione; reazione dei gruppi ossidrilici; reazioni al centro anomero. Disaccaridi: saccarosio, maltosio, lattosio. Oligosaccaridi: ciclodestrine. Polisaccaridi: amido e cellulosa.
- *Nucleotidi* – RNA e DNA: struttura, biosintesi trasmissione dell'informazione.
- *Lipidi* – acidi grassi saturi, insaturi e di struttura insolita. Fosfolipidi. Prostaglandine, tromboxani e leucotrieni: struttura e rilevanza biologica.

Testi consigliati:

- P. M. Dewick, *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach*, Wiley, Chichester, 1997
- P. Manitto, G. Speranza, *Elementi di Chimica delle Sostanze Organiche Naturali*, Libreria CLUED, Milano 2001

CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROCICLICI

Crediti didattici 6

Prof. Piero Dalla Croce

I composti eterociclici rappresentano una parte significativa della chimica organica di base e durante il corso saranno esaminati i metodi di sintesi e la reattività dei principali sistemi eterociclici.

La trattazione verterà su:

1. Nomenclatura dei sistemi eterociclici. Sistemi a tre e quattro termini contenenti azoto, ossigeno e zolfo: preparazione, reattività, reazioni d'apertura e uso in sintesi. (11 ORE)
2. Sistemi eteroaromatici: definizione di eteroaromaticità, classificazione in elettronricchi ed elettronpoveri, orbitali molecolari. Previsione di reattività con il metodo FMO, controllo di carica e di frontiera, reazioni di cicloaddizione 1,3-dipolari. (7 ORE)
3. Furano, tiofene, pirrolo, isossazolo, imidazolo e benzoderivati: principali schemi di sintesi, metodi di funzionalizzazione e reazione di metallazione. Riduzioni ed ossidazioni, sostituzioni elettrofile. Cenni a derivati di origine naturale (triptofano, porfirine, clorofilla, ecc.). (9 ORE)
4. Piridina, chinolina, isochinolina, 1,2-, 1,3-, 1,4-diazine, purine: approcci sintetici, comportamento agli elettrofili e nucleofili. N-ossidazione e reattività generale dei N-ossidi. Comportamento di alcuni gruppi funzionali. Prodotti naturali di particolare interesse (acido urico, caffeina, guanina, ecc.). (9 ORE)
5. Gli eterociclici quali sintoni nella sintesi organica. (4 ORE)
6. Esercitazioni sulla sintesi di derivati eterociclici. (8 ORE)

Testi consigliati:

- 1) G. A. Pagani, A. Abotto, *Chimica Eterociclica*, Ed. Piccin, 1995.
- 2) A. R. Katritzky, *Handbook of heterocyclic chemistry*, Pergamon Press, 1986.

CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE

Mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Chimica Industriale e Gestionale

Crediti didattici 6

Modulo I: Prof. Paolo Ferruti - Modulo II: Prof.ssa Elisabetta Ranucci

Modulo I (3 CFU)

Definizioni introduttive fondamentali e concetto di distribuzione dei pesi molecolari nei polimeri. Criteri generali per la sintesi dei polimeri. Sintesi di polimeri mediante polimerizzazione radicalica. Sintesi di polimeri mediante polimerizzazione a stadi. Sintesi di polimeri mediante polimerizzazione coordinata.

Modulo II (3 CFU)

Polimeri in soluzione. Determinazione dei pesi molecolari dei polimeri. Degradazione e stabilizzazione dei polimeri. Principali proprietà dei polimeri. Principali polimeri d'interesse industriale.

METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA

Crediti didattici 6 (5 CFU per 40 ore di lezioni + 1 CFU per 16 ore di esercitazioni)

Prof. Giordano Lesma

Parte I. La Risonanza Magnetica Nucleare. 3 CFU di lezione frontale e 0,5 CFU di esercitazioni

Le Basi della RMN. - 2 CFU (16 ore)

Il concetto di spin, nuclei spin attivi in un campo magnetico, livelli energetici e transizioni, campione macroscopico, magnetizzazione macroscopica netta, esperimenti CW, rilassamento nucleare.

I parametri degli spettri RMN: teoria del chemical shift e dipendenza del ch. shift dai fattori strutturali di una molecola, il chemical shift del protone. Contributo del diamagnetismo locale e della densità elettronica degli atomi vicini. Influenza dei momenti magnetici indotti (anisotropia). Corrente di anello in sistemi ciclici coniugati ed elettroni pi. Effetto del campo elettrico. Legame di idrogeno. Effetto del solvente. Il chemical shift del carbonio. Regole di additività. Effetto gamma. Tecniche per l'assegnazione dei segnali.

L'accoppiamento di spin H-H, C-H e C-C: costanti di accoppiamento spin-spin. La costante diretta, geminale e vicinale: variazione dei valori in funzione dei sostituenti e della relazione spaziale in sistemi aciclici e ciclici. Costanti di long-range H-H e C-H in sistemi saturi e insaturi. Isocronia. Diastereotopia. Simmetria molecolare ed NMR. Omotopia e enantiotopia. Equivalenza chimica e magnetica di nuclei. Ordine di uno spettro RMN. Cenni sul calcolo dei sistemi di spin di ordine superiore: AB, A₂B, ABX, AA'XX'. Spettri con sistemi di spin ingannevolmente semplici.

Tecniche pulsate in RMN. - 0,5 CFU (4 ore)

Il comportamento di un insieme di nuclei in un campo magnetico pulsato. Equazione di Bloch per M_y' ed il passaggio da sistema ad onda continua a sistema pulsato. Il rilassamento nucleare. I segnali nel dominio

del tempo e della frequenza: la trasformata di Fourier. Elaborazione del segnale. Disaccoppiamento omo- e eteronucleare selettivo e a banda larga. Gated decoupling. Meccanismi di rilassamento. Misura dei tempi di rilassamento T₁ e T₂: inversion recovery e spin echo. L'effetto nucleare Overhauser. *Tecniche RMN multipulsate mono- e bidimensionali 0,5 CFU (4 ore)*

L'esperimento di spin echo come introduzione alle sequenze pulsate monodimensionali. Innalzamento del segnale per trasferimento di polarizzazione (esperimenti SPI e INEPT). Esperimenti DEPT. Brevi cenni introduttivi di spettroscopia bidimensionale correlata eteronucleare (H,C-COSY) ed omonucleare (H,H-COSY). L'esperimento NOESY.

Esercitazione sulla interpretazione degli spettri RMN ad alta risoluzione come applicazione dei concetti esposti nel corso delle lezioni teoriche e come metodo di verifica dell'apprendimento. 0.5 CFU (8 ore)

Testi consigliati:

- H. Friebolin, Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy, VCH.
- B. Danieli e G. Lesma, Equivalenza magnetica e classificazione dei sistemi di spin, Dispensa CUSL, 1992.
- G. Lesma e B. Danieli, Guida alla interpretazione degli spettri di RMN: esercizi e problemi. Dispensa CUSL, 1992.

Parte II: La Spettrometria di Massa. 2 CFU di lezione frontale e 0.5 CFU di esercitazioni

Aspetti strumentali della Spettrometria di Massa. 0,5 CFU (4 ore)

La spettrometria di massa: concetti di base. Descrizione di uno strumento EI/E-B a geometria diretta e inversa. Moderni aspetti strumentali della MS: sorgenti CI, ionizzazione e disassorbimento di campo. Ionizzazione di grandi molecole: FAB e FIB, PDMS, thermospray, electrospray. L'analizzatore: sistemi a deflessione magnetica, Analizzatori a quadrupolo e a tempo di volo. Rivelatori. Sistemi di introduzione del campione. Cenni di GC-MS e LC-MS.

Informazioni strutturali da ciascun ione. 0,5 CFU (4 ore)

Risoluzione di uno strumento MS. Determinazione della composizione isotopica di uno ione mediante peakmatching ed HR-MS. Elementi A+2, A+1 e A. Numero di insaturazione. Analisi dello spettro: lo ione molecolare, requisiti ed abbondanza in relazione alla struttura, la regola dell'azoto, importanza relativa dei picchi di frammentazione. Ioni metastabili a decomposizione spontanea ed attivata.

Meccanismi di frammentazione unimolecolare degli ioni. 1 CFU (8 ore)

Fattori che influenzano l'abbondanza di uno ione. Le principali frammentazioni: σ , α , i, rH e rG. Interpretazione di uno spettro MS: aspetto dello spettro, serie di ioni a masse basse, perdite di frammenti neutri, frammenti caratteristici.

Esercitazione sulla interpretazione degli spettri MS-EI come applicazione dei concetti esposti nel corso delle lezioni teoriche e come metodo di verifica dell'apprendimento. 0.5 CFU (8 ore)

Testi consigliati:

- J. R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry, Wiley, London.
- M E. Rose and R. A. W. Johnstone, Mass Spectroscopy for Chemists and Biochemists, Cambridge University Press, Cambridge.
- E. De Hoffmann, J. Charette, V. Stroobant, Mass Spectrometry. Principles and Applications, Wiley Masson, London.

**ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA
TRIENNALE IN CHIMICA**

insegnamento	docente
Istituzioni di Matematiche	Stefania De Stefano
Chimica Generale e Inorganica	Sergio Cenini
Laboratorio Chimica Generale e Inorganica	Fabio Ragaini
Fisica Generale I	Michelangelo Fazio
Chimica Organica I	Francesco Sannicolò
Laboratorio Chimica Organica I	Giovanna Speranza
Chimica Analitica I	Patrizia Mussini
Laboratorio Chimica Analitica I corso	Vittoria Guglielmi
Calcolo Numerico	Flavia De Tisi
Laboratorio Informatico	Anna Morpurgo
Chimica fisica I	Maurizio Sironi
	Ermanno Gianinetti
Laboratorio Chimica fisica I	Silvia Ardizzone
Chimica Inorganica I	Gianfranco Ciani
Laboratorio Chimica Inorganica I corso A	Alessandro Ceriotti
Laboratorio Chimica Inorganica I corso B	Alessandro Pasini
Fisica Generale II	Lina Zuffi
Chimica Analitica II	Silvia Bruni
Laboratorio di Chimica Analitica II Corso	Gianmaria Zanderighi
Chimica Organica II	Bruno Danieli
Laboratorio Chimica organica II	Giordano Lesma
Sicurezza e Legislazione in Ambito Chimico	Paolo Cardillo
Accertamento Lingua Inglese	Jill Friedman
Controllo Qualità e Certificazione	Marina Perego
Chimica Fisica II	Leonardo Formaro
Laboratorio di Chimica Fisica II	Riccardo Destro
Chimica Biologica	Zippel Renata
Chimica dell'Ambiente	Gianmaria Zanderighi
Metodi di Indagine Strutturale di Materiali Inorganici	Piero Macchi
Chimica dei Composti di Coordinazione	Alessandro Ceriotti
Strutturistica Chimica	Mirella Sansoni
Chimica Fisica (complementi)	Emanuele Ortoleva
Chimica Computazionale	Maurizio Sironi
Chimica Teorica (quantistica)	Ermanno Gianinetti
Elettrochimica	Torquato Mussini
Chimica Organica (applicata)	Carlo Scolastico
	Cesare Gennari
Sintesi e Tecniche Speciali Organiche	Carlo Scolastico (disattivato a.a. 03-04)
Chimica delle Sostanze Organiche Naturali	Paolo Manitto
	Carlo Morelli
Chimica dei Composti Eterociclici	Piero Dalla Croce
Chimica delle Macromolecole	Paolo Ferruti
	Elisabetta Ranucci
Metodi Fisici in Chimica Organica	Giordano Lesma
Accertamento Lingua Inglese	Jill Friedman

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE

NOTE ILLUSTRATIVE PER IL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

Il corso di laurea in Chimica Industriale appartiene alla classe delle lauree in Scienze e Tecnologie Chimiche, Classe 21. Si svolge nella Facoltà di Scienze M.F.N.

Il corso di laurea ha l'obiettivo 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 laureato in Chimica Industriale potrà svolgere compiti gestionali, di conduzione e controllo di impianti, funzioni di tecnico ambientale. Potrà anche operare in un ufficio brevetti, senza escludere l'insegnamento e la formazione, nonché l'occupazione in uffici pubblici nei settori chimici e affini; se lo vorrà, potrà proseguire gli studi universitari in una delle Lauree specialistiche del settore.

La laurea in Chimica Industriale si propone di fornire gli strumenti culturali per ricercare, sviluppare e produrre per la società nei campi della salute, dell'alimentazione, della cosmesi, dell'ambiente, dell'energia, delle comunicazioni, dell'arredamento, dell'automobile.

Per l'ammissione al corso di laurea si applicano le disposizioni previste dal Regolamento didattico d'Ateneo, parte prima - art. 5, dal Regolamento della Facoltà di Scienze M.F.N. e dal Regolamento didattico del corso di laurea.

La durata normale del corso di laurea in Chimica Industriale è di tre anni.

L'itinerario didattico è articolato in sei semestri e prevede nei primi due anni l'acquisizione di una solida preparazione di base sia nelle materie chimiche (chimica analitica, chimica fisica, chimica inorganica, chimica organica) sia in matematica, fisica e informatica. Il terzo anno è dedicato in larga misura ad attività professionalizzanti, sia con insegnamenti specifici (chimica industriale, chimica fisica industriale, processi e impianti chimici), sia con un tirocinio applicativo e con la prova finale a questo connessa.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi universitari (CFU), articolati secondo quanto disposto dall'art. 3, punto 4, del Regolamento didattico d'Ateneo. Ad ogni credito formativo corrispondono:

nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento in aula e 17 ore di studio personale;

nel caso di esercitazioni e laboratori, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio personale;

nel caso di tirocinio, 25 ore di lavoro.

L'attività didattica comprende 60 CFU/anno, per un totale di 180 crediti complessivi. Nel manifesto annuale degli studi è precisato il dettaglio di questa attività, che comprende lezioni, esercitazioni numeriche, un notevole numero di laboratori per attività sperimentali spesso a banco singolo. Almeno il 60% dell'impegno orario complessivo dello studente è riservato ad attività di tipo individuale, ivi incluso il tirocinio.

Le attività corrispondenti al tirocinio sono svolte, di preferenza, presso aziende ed enti, mediante stipula di apposite convenzioni; in difetto, presso i laboratori dell'Università di Milano o di altra Università.

Può aver luogo un insegnamento di Lingua inglese. In ogni caso è prevista una prova di conoscenza della lingua inglese (3 CFU), anche in assenza del relativo insegnamento.

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

La numerazione < > si riferisce al numero degli esami da sostenere. Gli insegnamenti indicati con lo stesso numero prevedono un unico voto d'esame.

PRIMO ANNO

1° Semestre			
<i>codice</i>	<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esami e prove</i>
F46001	Istituzioni di Matematiche	9	<1>
F46002	Chimica Generale ed Inorganica	7	<2>
	Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	5	
F46003	Prova di Lingua Inglese	3	<prova 1>
F46004	Laboratorio di Informatica	3	<3>
2° Semestre			
F46005	Chimica Analitica	7	<4>
	Laboratorio di Chimica Analitica	5	
F46006	Fisica Generale	9	<5>
F46007	Calcolo Numerico	7	<6>
	Corso a scelta	5	<7>

SECONDO ANNO

1° Semestre			
<i>codice</i>	<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esami e prove</i>
F46008	Chimica Organica 1° corso	7	<8>
F46009	Chimica Fisica	7	<9>
	Laboratorio di Chimica Fisica	5	
F46010	Chimica Inorganica	8	<10>
	Economia e Organizzazione Aziendale ¹	5	<11>
2° Semestre			
F46008	Laboratorio di Chimica Organica 1° corso	5	<8>
F46011	Chimica Analitica Strumentale	7	<12>
	Laboratorio di Chimica Analitica Strumentale	5	
F46018	Chimica Organica 2° corso	7	<13>
F46010	Laboratorio di Chimica Inorganica	4	<10>

TERZO ANNO

1° Semestre			
<i>codice</i>	<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esami e prove</i>
F46015	Chimica Biologica	6	<14>
F46016	Chimica Fisica Industriale	7	<15>
F46017	Chimica Industriale	7	<16>
	Laboratorio di Chimica Industriale	4	
F46018	Laboratorio di Chimica Organica II	5	<17>
2° Semestre			
F46019	Processi e Impianti Industriali Chimici	7	<18>
	Laboratorio di Processi e Impianti Industriali Chimici	4	
	Corso a scelta	5	<19>
	Tirocinio	9	
	Prova finale	6	<prova 2>

¹ Insegnamento da codificare

Corsi a scelta proposti e piano studi

Dieci crediti sono a disposizione dello studente per essere destinati ad insegnamenti liberamente scelti tra quelli attivati presso la Facoltà di Scienze M.F.N. o altre Facoltà (“Corso a scelta” delle precedenti tabelle). Per una scelta di tali insegnamenti coerente con gli obiettivi formativi del corso di laurea, si propongono i seguenti corsi:

- Sicurezza nell'ambiente di lavoro e strumentazione chimica (raccomandato al 1° anno) 5 CFU
- "Gestione Aziendale (1° modulo, 3 CFU) e Diritto Industriale (2° modulo, 2 CFU)" (raccomandato al 3° anno)

Gli studenti che, essendo iscritti nell'a.a. 2002-03 al 2° anno, hanno scelto come corso opzionale “Gestione Aziendale” (5 CFU), se non hanno ancora superato il corrispondente esame potranno modificare il loro Piano di studi per sostituire “Gestione Aziendale” con “Gestione Aziendale e Diritto Industriale”¹ (5 CFU), ma in questo caso dovranno frequentare le lezioni relative a Diritto Industriale (2 CFU). In ogni caso gli studenti che per l'a.a. 2003-04 si iscrivono al 3° anno dovranno seguire il corso “Economia e Organizzazione Aziendale”, che è stato spostato dal 3° al 2° anno.

Propedeuticità.

L'esame di “Chimica fisica industriale” deve essere sostenuto prima di quello di “Processi e impianti industriali chimici e laboratorio”. L'esame di “Chimica organica 1° corso” deve essere sostenuto prima di quello di “Chimica organica 2° corso”. Si consiglia, comunque, di sostenere gli esami di ciascun semestre prima di sostenere quelli dei semestri successivi.

Insegnamenti disattivati dall'a.a. 2003-2004

- F46020 Economia, Organizzazione Aziendale - Diritto Industriale
- F46014 Gestione aziendale

¹ Insegnamento da codificare

NORME PER IL TIROCINIO

L'attività di tirocinio è distinta in:

- 1) Tirocinio Esterno
- 2) Tirocinio Interno

Tirocinio esterno

Consiste in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso Enti o Aziende pubblici o privati, sotto la guida di un Responsabile Aziendale (Relatore esterno) e la supervisione di un Tutore (Relatore interno)

Tirocinio interno

Consiste in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso i Dipartimenti della facoltà di Scienze MM FF NN di questa Università sotto la guida di un Relatore, eventualmente coadiuvato da un Correlatore.

Relatori ufficiali

Il Relatore Esterno, o Responsabile Aziendale dell'inserimento del tirocinante nell'Azienda, è il garante nei confronti del Consiglio di Coordinamento Didattico dell'attività assegnata allo studente e del suo corretto svolgimento.

Il Relatore Interno (o Tutore) è il responsabile didattico-organizzativo dell'attività di tirocinio.

Possono essere Relatori Interni (Tutori) o Relatori i Docenti Ufficiali (anche fuori ruolo) di materie chimiche dei Corsi di Studio afferenti al Consiglio di Coordinamento Didattico in SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE e anche di altri Corsi di Studio purché operino all'interno o dei Dipartimenti Chimici o della Facoltà di Scienze MMFFNN.

Correlatori

Possono essere Correlatori di tirocinio interno

- Tutti i Docenti inclusi nella categoria dei Relatori Ufficiali
- I laureati cultori della materia di provata esperienza.

Condizioni per l'ammissione all'attività di tirocinio

Per essere ammesso a svolgere il tirocinio lo studente deve aver conseguito un numero minimo di 132 CFU.

Le domande di ammissione dovranno venire approvate dal Consiglio di Coordinamento Didattico, previo parere favorevole della Commissione Tesi e Tirocinio, che ne esaminerà la congruità.

Durata del tirocinio

Il tirocinio sia interno che esterno deve avere una durata di effettive 225 ore.

Frequenza all'attività di tirocinio

L'orario di svolgimento dell'attività di tirocinio viene concordato dallo studente con il Relatore Esterno e/o Interno.

Sessioni di ingresso al tirocinio e delle sedute di Laurea

Le domande per i tirocini - corredate di tutta la documentazione richiesta - potranno essere presentate alla Segreteria Didattica entro il 1° di ogni mese, **però solo dopo aver raggiunto i 132 crediti richiesti**. L'inizio del Tirocinio potrà avvenire (previa approvazione del CCD) dal 1° del mese successivo a quello di presentazione della domanda, con la sola eccezione del mese di Agosto.

Gli studenti che intendessero iniziare il Tirocinio dal 1° di Settembre dovranno presentare la domanda entro il 15 di Luglio e saranno ammessi a frequentare il tirocinio in base al giudizio della Commissione Tirocini.

Altre disposizioni

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

Per essere ammesso a sostenere la prova finale lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studio (compresa la prova di conoscenza della lingua inglese) ed aver ottenuto l'attestato di frequenza al tirocinio per un totale quindi di 174 CFU. L'attestato di frequenza al tirocinio dovrà essere firmato dal Relatore e dall'eventuale Correlatore per i tirocini interni, dai Relatori interno ed esterno per i tirocini esterni.

La prova finale, che consente di acquisire i restanti 6 CFU, consiste nella discussione di una relazione scritta, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore, inerente l'attività svolta nel tirocinio.

Le Sedute di Laurea si terranno nei periodi: luglio 2004, ottobre 2004, dicembre 2004, febbraio 2005, aprile 2005.

Lo studente che ha conseguito la laurea in Chimica potrà iscriversi senza debiti formativi alla LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.

Altra laurea specialistica di area chimica é la LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

PRIMO ANNO

ISTITUZIONI DI MATEMATICHE

Crediti didattici 9

Prof. Alberto Alesina

Il corso di Istituzioni di Matematiche si propone di fornire allo studente i concetti matematici e le tecniche di calcolo di più frequente utilizzo nelle applicazioni. Lo studente che inizia il corso deve conoscere le nozioni di base comprese nell'apposita lista o seguire il corso di azzeramento (vedere progetto MiniMat nel Manifesto degli Studi). Non è invece indispensabile avere seguito in precedenza corsi di Analisi Matematica.

I numeri: interi, razionali, reali; ordinamento; potenze e radicali, esponenziali e logaritmi; numeri complessi. (1 CFU)

Vettori e matrici, sistemi lineari: operazioni fra vettori; rette e piani nello spazio; matrici e loro algebra, determinanti; autovalori e autovettori. (2 CFU)

Successioni e serie: successioni e loro limiti, monotonia, confronti, limiti notevoli; cenno alle serie numeriche.

Funzioni di una variabile reale: limiti, continuità, asintoti; funzioni elementari e loro grafici; composta e inversa. (1 CFU)

Calcolo differenziale in una variabile: derivate, massimi e minimi, studi di funzione; formula e serie di Taylor. (2 CFU)

Calcolo integrale in una variabile: Integrale definito, primitive (immediate, per decomposizione, sostituzione e per parti), teorema fondamentale che li collega; applicazioni fisiche e geometriche; integrali generalizzati. (1CFU)

Funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente, Hessiano; ottimizzazione in due variabili. (1CFU)

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. (1CFU)

Testi consigliati:

- per il Precorso: F. Buzzetti e B. Lussi: Elementi di Matematica per l'accesso alle facoltà scientifiche. Ed. Città Studi. - *Materiale didattico on-line relativo al progetto MINIMAT* (Matematica di base)
- per il Corso: C. Pagani e S. Salsa: MATEMATICA. Ed. Zanichelli.
- *Materiale didattico on-line relativo al progetto MATASS* (Matematica assistita)
- Eserciziario: B.P. Demidovic: *Esercizi e problemi di Analisi Matematica*. Editori Riuniti
- Il materiale didattico on-line e' accessibile da: <http://ateneo.ctu.unimi.it/>

CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Crediti didattici 7

Prof. Michele Rossi

Struttura atomica della materia. Il legame chimico. Proprietà generali della materia. Termochimica. Acidi e basi. Sistemi elettrochimici. Risorse naturali. Elementi e loro composti.

LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Crediti didattici 5

Prof. Guido Banditelli

Il corso, mirato a padroneggiare aspetti fondamentali e di uso più comune trattati nel corso di Chimica Generale, è basato sui principi del calcolo stechiometrico da acquisire mediante esercitazioni numeriche e esperimenti in laboratorio.

Si affronteranno i seguenti argomenti (48 h):

1. Grandezze fisiche e unità di misura (1 h): sistemi internazionali di misura; equazioni dimensionali; cifre significative.
2. Formule chimiche (1 h).
3. La mole, pesi atomici e molecolari (2 h).

- Equazioni chimiche e bilanci di massa (10 h): bilancio di reazione; resa di reazione e agente limitante; bilancio in reazioni tra ioni e di ossidoriduzione.
- Soluzioni (5 li): modi di esprimere le concentrazioni; equivalenti chimici in reazioni acido-base e di ossidoriduzione; diluizioni e miscelamenti; impiego delle soluzioni titolate.
- Gas ideali (5 h): leggi dei gas ideali; miscugli gassosi.
- Soluzioni ideali, proprietà colligative (2 h): legge di Raoult; ebullioscopia, crioscopia; pressione osmotica.
- Termochimica (1 h): calorimetria, legge di Hess, bilancio termico.
- Equilibrio chimico (6 h): principi generali e costanti di equilibrio; influenza delle variabili esterne; equilibri omogenei ed eterogenei; grado di dissociazione e di avanzamento; equilibri tra ioni, formazione e dissociazione di ioni complessi.
- Equilibrio acido-base in soluzioni acquose (10 h): scala PII; calcoli di pH e di composizione in soluzioni di specie mono- e poliprotiche e in miscele.
- Solubilità e prodotto di solubilità (5 h): soluzioni sature; precipitazione e dissoluzione; equilibri multipli per specie poco solubili: ioni in comune, acidità, agenti complessanti.

Esercitazioni in laboratorio (32h)

Strettamente connesse alle esercitazioni numeriche, comportano l'acquisizione di tecniche sperimentali di base mediante esperimenti, in banco singolo, di sintesi, purificazione e reattività di diversi composti e l'uso di soluzioni titolate.

Testi consigliati

- M. Freni, A. Sacco, *Stechiometria*, Ed. Ambrosiana
- L. Rosenberg, *Chimica Generale*, Collana Schaum Ed. ETAS Libri
- P. Michelin-Lauserot, G.A. Vaglio, *Fondamenti di Stechiometria*, Ed. PICCIN

PROVA DI LINGUA INGLESE

Crediti didattici 3

Mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica, vedi programma di "Accertamento Lingua Inglese"

LABORATORIO DI INFORMATICA

Crediti didattici 3

Sabrina Gaito

Introduzione

Informatica e informazione.

Algoritmi e programmi

Problemi, algoritmi, diagrammi di flusso, linguaggi di programmazione, programmi.

La rappresentazione delle informazioni

Codifica di caratteri, istruzioni, numeri, immagini e suoni.

Architettura hardware di un elaboratore

Hardware, processore, memoria centrale, bus, memorie di massa e periferiche, ciclo della macchina e valutazione delle prestazioni.

Architettura software

Software di sistema, sistema operativo, file system.

Reti di calcolatori

Tipologie di reti di calcolatori, protocolli di trasmissione, TCP/IP, Internet.

Applicazioni

MS Windows, elaborazione di testi (linguaggi di formattazione, word processor, MS Word), fogli elettronici (MS Excel), basi di dati (MS Access), Internet (browser, motori di ricerca, posta elettronica, linguaggio html), strumenti di presentazione (PowerPoint).

Bibliografia

- Materiale didattico fornito dal docente.
- Sciuto, Bonanno, Fornaciari, Mari, *Introduzione ai sistemi informatici*, II ed., McGraw Hill, 2002.
- Console, Ribaud, *Introduzione all'informatica*, Utet Università, 1997.
- Manuali di riferimento per la patente ECDL.

CHIMICA ANALITICA

Crediti didattici 7

Prof. Patrizia Mussini

Introduzione

La Chimica Analitica. Concetto d'errore massimo accettabile (EMA). Impostazione dei bilanci di massa, protonico, elettronico e di carica; impostazione del sistema di n equazioni in n incognite per il calcolo della concentrazione delle specie presenti in soluzione. La procedura analitica totale. Parametri di qualità dei dati analitici. Esercitazioni numeriche.

Valutazione dei dati analitici

Errori nell'analisi quantitativa; trattazione statistica di misure replicate; introduzione ai test statistici; presentazione dei risultati, cifre significative. Esercitazioni numeriche.

Equilibri acido-base

Equazioni esatte e/o approssimate per il calcolo del pH e/o delle concentrazioni delle specie presenti in soluzioni contenenti uno o più acidi forti o deboli, mono o poliprotici, una o più basi (forti o deboli), un sale acido, un amminoacido, una soluzione tampone. Calcolo del punto isoelettrico ed isoionico degli amminoacidi. Costruzione dei diagrammi di distribuzione e delle frazioni di coppie coniugate acido-base e loro applicazioni nella risoluzione di problemi inerenti agli equilibri in soluzione. Esercitazioni numeriche.

Titolazioni acido-base

Derivazione delle equazioni delle curve di titolazione in funzione della frazione titolata ϕ , e dell'errore di titolazione ($\phi-1$) al punto d'arresto, nel caso di titolazioni di un acido forte o debole monoprotico con una base forte e viceversa. Titolazione di acidi poliprotici. Selezione dell'indicatore più conveniente in funzione dell'EMA. Esempi di applicazioni pratiche. Esercitazioni numeriche.

Equilibri e titolazioni di precipitazione

Solubilità. Dipendenza della solubilità dalla forza ionica; effetto dello ione comune; solubilità di sali di acidi o basi deboli; meccanismi di precipitazione; tipi di precipitati; coagulazione e peptizzazione dei colloidali; coprecipitazione e postprecipitazione; lavaggio, essiccamento, incenerimento. Precipitazione omogenea; precipitazione frazionata. Derivazione delle equazioni delle curve di titolazione e dell'errore di titolazione al punto d'arresto nel caso di titolazioni di precipitazione simmetriche. Dipendenza delle curve di titolazione dalla concentrazione e dal prodotto di solubilità. Titolazioni di Mohr, Volhard e Fajans. Selezione dell'indicatore più conveniente in funzione dell'EMA. Esempi di applicazioni pratiche. Esercitazioni numeriche.

Equilibri e titolazioni di complessazione

Generalità sugli equilibri di complessazione; diagrammi di distribuzione di specie complesse; dissoluzione di precipitati mediante complessazione; chelati e agenti chelanti; costanti di formazione termodinamiche, stechiometriche e condizionali. Titolazioni di complessazione. Indicatori metallocromici. Esempi di applicazioni pratiche. Esercitazioni numeriche.

Elementi di elettrochimica e titolazioni di ossidoriduzione

Origine del potenziale elettrodo. La convenzione di Stoccolma. Potenziali elettrodo standard. Elettrodi di I, II e III specie, elettrodi a membrana. La misurazione del pH. Calcolo approssimato delle

curve di titolazione di ossidoriduzione simmetriche e asimmetriche. Indicatori per titolazioni redox. Esempi di applicazioni pratiche. Esercitazioni numeriche.

Conduttimetria

Introduzione alla conduttimetria. Conducibilità delle soluzioni. Celle e costanti di cella. Misurazione della conducibilità. Esempi di titolazioni conduttimetriche.

Testo consigliato:

- E. Desimoni, *Chimica Analitica. Equilibri ionici e fondamenti di analisi quantitativa*. CLUEB, Bologna
- Appunti del docente

LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA

Crediti didattici 5

Dott.ssa Patrizia Mussini

Esercitazioni di trattamento statistico dei dati. Esperienze pratiche di titolazioni, potenziometria e conduttimetria.

FISICA GENERALE

Crediti didattici 9 (8 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof. Ettore Gadioli

Meccanica (25 ore di lezione e 6 ore di esercitazioni)

Misura di grandezze fisiche e sistemi di unità di misura. Grandezze scalari e vettoriali. Sistemi di riferimento. Cinematica del punto materiale. Dinamica del punto materiale. Lavoro ed energia. Leggi di conservazione. Campi di forza. Campo gravitazionale e campo coulombiano. Corpi rigidi. Idrostatica. Fluidodinamica.

Elettromagnetismo (23 ore di lezione e 6 ore di esercitazione)

Elettrostatica. Dielettrici. Correnti elettriche continue. Campo magnetico. Induzione elettromagnetica. Circuiti con correnti variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell e onde elettromagnetiche.

Ottica (16 ore di lezione e 4 ore di esercitazione)

Onde. Lo spettro della radiazione elettromagnetica. Fenomeni ondulatori: interferenza, diffrazione e polarizzazione. Ottica geometrica. Emissione e assorbimento della radiazione elettromagnetica.

Le esercitazioni consisteranno nella risoluzione di problemi.

Testo consigliato:

- Halliday, Resnick e Walker, *Fondamenti di fisica*, Casa Editrice Ambrosiana

CALCOLO NUMERICO

Crediti didattici 7 (5 CFU di lezioni + 2 CFU di esercitazioni)

Prof.ssa Flavia De Tisi

- Nozioni introduttive su errori dovuti alla rappresentazione dei numeri. Tipi di errore, propagazione, stima e maggiorazione. Mal condizionamento, stabilità. Operatori elementari: differenze in avanti, traslazione, confronto con operatore derivata. (4ore)
- Sistemi lineari. Metodi diretti (eliminazione di Gauss, diagonalizzazione, fattorizzazione $A=LU$). Metodi iterativi (Jacobi, Gauss-Seidel), condizioni di convergenza, considerazioni sugli errori. Mal-condizionamento di matrice, numero condizione. Cenno all'inversione di matrice. (6 ore)
- Equazioni non lineari. Metodi iterativi, condizioni di convergenza, velocità di convergenza, test di fine iterazione. Metodi di bisezione, secanti, Newton, esempi di applicazioni particolari. (2 ore)

- Approssimazione polinomiale di funzioni e dati. Interpolazione polinomiale: Formule di Lagrange e Newton, errore di interpolazione. Funzioni splines, splines polinomiali cubiche naturali, tecnica dei momenti. Approssimazione a distanza minima, minimi quadrati nel discreto. Regressione lineare, coefficiente di correlazione. (11 ore)
- Concetti statistici elementari. Distribuzioni, cenno a test statistici e intervalli di confidenza (3 ore)
- Integrazione numerica. Formule di Newton-Cotes (punto medio, trapezi, Cavalieri-Simpson), formule composite. Formule di Gauss (cenno). Stima dell'errore. (4 ore)
- Equazioni differenziali ordinarie del primo ordine. Generalità su teorema di esistenza ed unicità, curve integrali. Metodi ad un passo con particolare riferimento ai metodi tipo Runge-Kutta (Eulero, Heun, Runge – Kutta4.).Ordine di un metodo .Analisi degli errori, studio sviluppato utilizzando il metodo di Eulero. Propagazione degli errori e considerazioni sulla stabilità. Metodi a più passi, Predictor-Corrector. Confronto tra i metodi ad un passo e i metodi a più passi . (10 ore).
- Esercitazioni (16 ore)

Testi consigliati:

- A.Quarteroni, F.Saleri, *Introduzione al Calcolo Scientifico*, Springer, Milano, 2001
- Nardi, Pareschi, Russo, *Introduzione al Calcolo Scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab*. Mc Graw-Hill,2001

SECONDO ANNO

CHIMICA ORGANICA I

Crediti didattici 7

Prof. Cinquini Mauro

- Ibridazione sp^3 , sp^2 e sp del carbonio. Nomenclatura delle principali classi di composti organici.
- Stereoisomeria: Enantiomeri e diastereoisomeri. Chiralità e simmetria. Nomenclatura di stereoisomeri.. Reazioni stereospecifiche e stereoselettive. Risoluzione cinetica e "sintesi asimmetrica".
- Cinetica e meccanismi di reazione. Controllo termodinamico e cinetico . Intermedi e stati di transizione. Ioni carbonio, carbanioni, carbeni, radicali al Carbonio. Effetti induttivi e coniugativi.
- Alcani. Reazioni radicaliche: alogenazione. Sintesi di alcani.
- Alcheni: meccanismi di addizioni elettrofile (regio e stereochemica), trasposizioni di ioni carbonio. Idrogenazione, idroborazione, ozonizzazione, ossidrilazione, epossidazione, ciclopropanazione. Alogenazione allilica. Sintesi di alcheni.
- Dieni coniugati: il concetto di risonanza. Cenni ai composti aromatici. Addizioni 1,2- e 1,4. Cicloaddizioni
- Alchini: acidità di 1-alchini. Addizioni di alogeni, acqua, alcoli, tioli, borani, acidi alogenidrici. Idrogenazione. Sintesi di alchini.
- Cicloalcani: aspetti sintetici e analisi conformazionale.
- Alogenoderivati: Reazioni di sostituzione nucleofila e eliminazione. Sintesi da alcani, alcheni e alcoli.
- Composti organo-metallici: Natura del legame carbonio-elemento. I reattivi di Grignard. Litio, zinco e cadmio-alchili, cuprati.
- Alcoli: Acidità e basicità; trasformazione in eteri, esteri, alogenuri. Disidratazione, ossidazione. Trasposizione pinacolonica. Sintesi: di alcoli e glicoli
- Eteri: Proprietà chimiche. Sintesi da alcoli e alcheni.
- Ossirani: Meccanismo e stereochemica dell'apertura dell'anello epossidico. Sintesi di ossirani..
- Aldeidi e chetoni: Proprietà chimiche: polarità del doppio legame C=O, tautomeria, acidità degli atomi di idrogeno in alfa. Addizione di acqua, alcoli, tioli, ammine, composti organometallici. Reazione di Wittig e analoghe. Reazione con ilidi di solfonio. Reazioni di condensazione aldolica, crotonica, di Henry, Darzens, Mannich. Alfa-alogenazione. Riduzione. Ossidazione di aldeidi. Sintesi di aldeidi e chetoni. Composti carbonilici alfa-beta insaturi: addizioni 1-2 e 1-4 (reazioni di Michael).
- Acidi carbossilici e derivati. Acidità e basicità. Reazioni di addizione-eliminazione. Reazioni di esteri, acil cloruri ed ammidi con organometallici. Riduzione ad alcoli, aldeidi, ammine. Condensazione di Claisen. Alfa-alogenazione di acidi. Sintesi di esteri, cloruri acilici, ammidi, e acidi.
- Sintesi acetoacetica e sintesi malonica.
- Ammine: basicità e acidità; alchilazione, acilazione, reazione di Mannich. Sintesi: Gabriel; riduzione di ossime, ammidi, nitrili, nitro-composti, amminazione riduttiva.
- Immine, Enammine, Idrazoni, Ossime, Nitro-composti, Nitrili.
- Acilazidi e Diazochetoni: sintesi e reattività. Trasposizioni anionotropiche.
- Amminoacidi: proprietà acido-base, sintesi, risoluzione ottica, sintesi asimmetrica.
- Carboidrati: Monosaccaridi: struttura, proprietà, rappresentazioni steriche. Cenni ai polisaccaridi.
- Grassi e saponi.

Testi consigliati e di consultazione

- K.P.C. Vollhardt: *Organic Chemistry*, II edizione, Ed. Freeman, New York, 1994.
- S. Ege, *Chimica Organica*, Ed. Sorbona, Milano 1994.
- A. Streitwieser et al., *Chimica Organica*, Ed. SES, 1995

CHIMICA FISICA

Crediti didattici 7

Prof. Paolo Carniti

Termodinamica

- Primo e secondo principio della termodinamica: lavoro, calore, energia interna, entropia.
- Funzioni ausiliarie e condizioni di equilibrio per sistemi chiusi e aperti: entalpia, energie libere, potenziale chimico.
- Termodinamica dei gas puri e delle miscele gassose.
- Equilibri di fase.
- Termodinamica delle soluzioni.
- Equilibrio di reazione in fase gassosa e in soluzione.
- Elettroliti. Celle elettrochimiche.
- Terzo principio della termodinamica

Struttura della materia

- Teoria quantistica.
- Struttura atomica. Orbitali atomici.
- Struttura molecolare. Legame chimico: teoria del legame di valenza, teoria dell'orbitale molecolare. Spettroscopia
- Legame nei solidi. Struttura cristallina.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA

Crediti didattici 5

Prof.ssa Antonella Gervasini

Il corso tratta aspetti teorici e pratici di cinetica chimica ed è suddiviso in lezioni ed in esercitazioni di laboratorio. Le lezioni sono articolate in modo da fornire i fondamenti della cinetica chimica per una comprensione degli esperimenti da un punto di vista sia dell'impostazione delle modalità operative di svolgimento che dell'elaborazione dei dati sperimentali al fine di determinare i parametri cinetici con la loro significatività.

Lezioni (2 crediti)

Velocità di reazione. Equazioni e costanti di velocità. Ordine di reazione e molecolarità. Equazioni cinetiche integrate di primo e di secondo ordine, di ordine zero, di ordine *ennesimo*. Grado di avanzamento di reazione. Tempo di semitrasformazione.

Determinazione dell'ordine di reazione. Reazioni parallele. Reazioni opposte (di equilibrio). Reazioni consecutive. Approssimazione dello stato intermedio stazionario. Stato determinante la velocità di reazione.

Dipendenza della costante di velocità dalla temperatura. Equazione di Arrhenius: fattore pre-esponenziale ed energia di attivazione. Teoria delle collisioni. Teoria dello stato di transizione, equazione di Eyring. Entropia, entalpia ed energia libera di attivazione.

Catalisi omogenea. Catalisi acido-base. Relazioni di Broensted.

Esperienze di laboratorio e relazione (3 crediti)

Illustrazione delle esperienze: meccanismo della reazione svolta, aspetti cinetici, aspetti analitici, modalità operative, raccolta ed elaborazione dei dati sperimentali.

CHIMICA INORGANICA

Crediti didattici 8

Prof. Renato Ugo

- 1) Correlazione tra struttura elettronica degli atomi secondo Slater, livelli elettronici e proprietà degli elementi per arrivare alla Tavola Periodica. Caratteristiche periodiche di energia di ionizzazione, affinità elettronica e infine dell'elettronegatività. Approfondimento e paragone dei concetti di elettronegatività, di polarizzabilità e di potere polarizzante. Binding energies e variazione delle energie di coesione nel sistema periodico.

Distribuzione periodica di metalli, isolanti, semiconduttori e infine di non metalli a carattere molecolare. Allotropia e zone di borderline tra metalli e non metalli. Caratteristiche periodiche dei legami elemento-idrogeno, elemento-alogeni e elemento-elemento.

Caratteristiche periodiche dei metalli (elettropositivi, mediamente elettropositivi e infine nobili) e correlazione con la loro elettronegatività. Periodicità nella distribuzione e nella preparazione degli elementi. Aspetti termodinamici generali dei processi metallurgici.

- 2) Le caratteristiche dei solventi e le correlazioni tra solubilità e energie reticolari dei solidi. Le teorie generali degli acidi e delle basi. Le caratteristiche e proprietà in acqua degli ossiacidi. I superacidi e superbasi in solventi non acquosi. L'interazione acido-base di Lewis e i concetti di acceptor e donor numbers dei solventi. Acidi e basi soft e hard, gli ioni metallici come centri acidi soft e hard; i solventi donatori come basi soft e hard.
- 3) La chimica dell'idrogeno, la chimica degli idruri semplici e il legame di idrogeno.
- 4) La chimica degli elementi del blocco s: metalli alcalini e alcalino-terrosi. Aspetti generali e industriali.
- 5) La chimica degli elementi del blocco p inclusi i Gas Nobili. Aspetti generali e industriali.
- 6) La chimica dei lantanidi e dei transuranici. Aspetti generali.
- 7) La chimica di Rame, Argento e Oro.
- 8) Cenni alla chimica dei metalli di transizione: caratteristiche metalliche, forze di coesione, potenziali di ionizzazione. I differenti comportamenti degli elementi del primo periodo di transizione rispetto al secondo e al terzo (stabilità degli stati di ossidazione e proprietà redox); il passaggio dagli elementi con pochi elettroni d (caratteristiche meno metalliche, comportamento hard degli ioni, proprietà degli ossiacidi e ossoanioni) agli elementi con molti elettroni d (caratteristiche metalliche, comportamento soft degli ioni).
- 9) Cenni di chimica di coordinazione: Numeri di coordinazione; geometria di coordinazione; tipi di leganti; nomenclatura; isomeria; effetto templato. Le costanti di stabilità e l'effetto chelante. Teoria del campo cristallino; la serie spettrochimica; energia di stabilizzazione del campo cristallino; effetto Jahn-Teller; teoria del campo dei leganti. Alti e bassi stati di ossidazione: caratteristiche dei legami e dei leganti che stabilizzano le tre diverse classi (bassi, medi, alti stati di ossidazione).

Testi consigliati:

- . P. Chini "Complementi di Chimica Generale e Inorganica", Ed. Clued;
- . F. A. Cotton, G. Wilkinson and P.L. Gauss "Basic Inorganic Chemistry" 3rd Ed. J. Wiley;
- . L. Malatesta "Compendio di Chimica Inorganica" 4^a edizione, Casa Editrice Ambrosiana;
- . Appunti del corso in dispense dattiloscritte.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA I

Crediti didattici 5 (1 CFU esercitazioni in aula per 16 ore; 4 CFU di esercitazioni in laboratorio per 64 ore)

Prof.ssa Anna Bernardi

Il corso tratta i seguenti argomenti:

1. Principali tecniche di isolamento e purificazione di composti organici (separazioni estrattive, cristallizzazione, distillazione, cromatografia)
2. Sicurezza e prevenzione nei laboratori chimici
3. Aspetti sperimentali delle reazioni basilari della chimica organica (ossidazioni, riduzioni, condensazioni, sostituzione nucleofila, sintesi di Fischer)

Il corso si conclude con una prova pratica, che costituisce prova d'esame.

Testi consigliati:

- L.M. Harwood, C.J. Moody - *Experimental Organic Chemistr: principles and practice* - Blackwell Scientific Publications
- R.M. Roberts, J.C. Gilbert, S.F. Martin - *Chimica Organica Sperimentale* - Zanichelli

CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE

Crediti didattici 7 (6 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof. Michele Gullotti

Fondamenti di Chimica Analitica Strumentale

Polarografia e Voltammetria (2 ore) - Introduzione e basi teoriche. Applicazioni quali e quantitative. Introduzione ai metodi spettrofotometri (2 ore) - Teoria quantistica applicata alla spettroscopia. Strumentazione.

Spettroscopia Atomica di assorbimento e di emissione (4 ore) - principi e teoria. Processi di atomizzazione. Sorgenti di radiazione. Applicazioni analitiche quali e quantitative.

Spettroscopia di assorbimento UV-Vis, chemiluminescenza, infrarossa e raman (12 ore) - Assorbimento molecolare della radiazione. Spettri elettronici. Legge di Lambert-Beer. Effetto della struttura molecolare sull'assorbimento. Regole di selezione. Intensità delle transizioni elettroniche. Studio di cromofori. Applicazioni spettrofotometriche. Strumentazione. Analisi quantitative. Fluorescenza e fosforescenza. Strumentazione. Applicazioni. teoria e fondamenti. Legami molecolari e struttura molecolare. Spettri vibrazionali. Regole di selezione e intensità delle transizioni vibrazionali. Sistemi di campionamento. Strumentazione e analisi quantitative. Interpretazione di spettri infrarossi e raman.

Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR) e di risonanza paramagnetica elettronica (EPR) (14 ore) - Proprietà magnetiche dei nuclei. Interpretazione classica e quantomeccanica della risonanza magnetica nucleare. Strumenti ad onda continua (CW) e a trasformata di Fourier (FT NMR). Spostamento chimico. Accoppiamento spin-spin. Dipendenza dal tempo dei fenomeni NMR. Applicazioni analitiche. Interpretazione degli spettri NMR di molecole organiche. Cenni di spettroscopia NMR bidimensionale, tridimensionale e in stato solido. Tomografia NMR (Imaging). Altre applicazioni. Condizioni di risonanza. Equilibrio termico e rilassamento di spin. Strumentazione. Applicazioni analitiche.

Spettroscopia fotoelettronica (2 ore) - Teoria e fondamenti. Strumentazione. Spettri fotoelettronici.

Polarimetria e Spettropolarimetria (2 ore)- Teoria. Strumentazione. Dicroismo circolare.

Spettrometria di massa (4ore)- Introduzione. Aspetti teorici. Il principio fisico del metodo. Strumentazione. Relazione tra struttura molecolare e frammentazione. Applicazioni analitiche. Interpretazione di spettri di massa.

Cromatografia (6 ore)- Classificazione dei metodi cromatografici. Tecniche di separazione.

Cromatografia liquido-solido: tecniche di adsorbimento. Cromatografia su colonna. Scambiatori ionici inorganici, organici e polimerici. Proprietà degli scambiatori. Applicazioni. Cromatografia liquido-liquido: teoria della ripartizione. Cromatografia su colonna, su carta, su strato sottile. Cromatografia liquida sotto pressione (HPLC). Applicazioni analitiche della cromatografia HPLC.

Gas-cromatografia: introduzione. Aspetti di equilibrio e meccanicistici. Termodinamica e cinetica della gas-cromatografia. Strumentazione. Rivelatori. Analisi quali e quantitative.

Esercitazioni (16 ore) – Risoluzione di problemi

Testi consigliati

- Skoog, Leary, *Chimica Analitica Strumentale*, Edises, Napoli.
- Skoog, Holler, Nieman, *Principles of Instrumental Analysis, Fifth Edition*, Saunders College Publishing.
- H.H. Bauer, G.D. Christian, J.E. O'Reilly, *Analisi Strumentale*, Ed. Piccin.
- R.M. Silverstein, F.X. Webster, *Identificazione spettroscopica di composti organici*, Ed. CEA.

LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE

Crediti didattici 5 (4 CFU di Esercitazioni di laboratorio + 1 CFU di lezioni)

Prof. Michele Gullotti

Metodologie polarografiche e voltammetriche

- Determinazione di metalli pesanti in soluzione
- Determinazione di Vitamina C nei succhi di frutta

Metodologie spettroscopiche UV-Vis

- Applicazione della legge di Lambert-Beer ad una miscela di due componenti in soluzione
- Determinazione spettrofotometrica del pKa di un indicatore
- Determinazione del ferro in vari componenti
- Esame spettrofotometrico UV degli oli di oliva

Metodologie spettroscopiche IR

- Determinazione quantitativa di una miscela di xileni
- Riconoscimento qualitativo delle frequenze di gruppo di composti organici

Metodologie spettroscopiche di assorbimento atomico

- Determinazione in tracce di metalli in soluzione

Metodologie cromatografiche

- Separazione e determinazione di una miscela organica per HPLC
- Determinazione gas-cromatografica di una miscela di composti organici
- Verranno inoltre effettuate registrazioni e interpretazioni di spettri di Risonanza magnetica nucleare (NMR), di Massa (MS-CI), di spettroscopia Raman e spettroscopia di Fluorescenza.

Sedici ore infine, saranno utilizzate per esercitazioni numeriche sulla legge di Lambert-Beer; per l'assegnazione, nella spettroscopia IR, delle frequenze di gruppo ai principali composti organici; per la determinazione, nella spettroscopia NMR, del chemical shift dei protoni e dei carboni ¹³C nei composti organici; per la determinazione, nella spettrometria di massa, delle frammentazioni nei composti organici.

CHIMICA ORGANICA II

Crediti didattici 7

Prof. Stefano Maiorana

1. Sistemi Aromatici CFU 4+0.5 (eserc.)

Sistemi aromatici carbociclici

1. Considerazioni generali sui composti aromatici
2. Proprietà chimico-fisiche dei sistemi aromatici
3. Elementi della teoria degli orbitali molecolari
4. Significati dell'energia di risonanza
5. Aromaticità dei sistemi non benzenoidi. Regola di Huckel

Reazioni di sistemi benzenoidi

1. Sostituzioni elettrofile
2. Sostituzioni nucleofile
3. Sostituzioni elettrofile e nucleofile sull'anello del naftalene

Areni

1. Proprietà fisiche, fonti industriali
2. Metodi di ottenimento e comportamento chimico

Alogeno derivati

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Alogenuri arilici di particolare interesse

Alogenuri arilalifatici

1. Comportamento chimico e metodi di preparazione

Nitroderivati aromatici

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico

2. Metodi di preparazione
3. Nitroderivati aromatici di particolare interesse

Ammine aromatiche

1. Proprietà fisiche, basicità e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Ammine aromatiche di particolare interesse
4. Ammine arilalifatiche

Diazocomposti aromatici, sali di diazonio e loro derivati

1. Metodi di ottenimento dei sali di diazonio
2. Struttura dei sali diazonio
3. Comportamento chimico dei sali di diazonio
4. Reazione di arilazione
5. Riduzione

Derivati aromatici con funzioni nitroso-, idrossilammino-, idrazo-, azo.

Fenoli

1. Proprietà fisiche, acidità e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Fenoli di particolare interesse

Aldeidi aromatiche

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Aldeidi aromatiche di particolare interesse

Chetoni aromatici

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Chetoni aromatici di particolare interesse

Acidi arilcarbossilici

Chinoni

1. Proprietà chimico-fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Chinoni di particolare interesse

Derivati organici solforati, acidi arisolfonici, acidi solfonici, acidi solfenici, solfuri, solfossidi e solfoni, tiofenoli

2. Sistemi Eterociclici CFU 2+0.5 (eserc.)

Generalità, classificazioni, nomenclatura

Eteroaromaticità

1. Estensione di concetto di aromaticità agli eterocicli
2. Densità elettronica e ordine di legame
3. Densità di carica e ordine di legame

Basicità, acidità e tautomeria nei sistemi eterociclici azotati

1. Sistemi eterociclici con carenza elettronica
2. Sistemi eterociclici con eccedenza elettronica

Comportamento chimico e reattività nei sistemi eterociclici

1. Sostituzioni elettrofile

2. Sostituzioni nucleofile
3. Reazioni specifiche di gruppi funzionali nella serie eterociclica

Considerazioni generali sul modo di formazione dei sistemi eterociclici

Anelli eterociclici a 5 atomi contenenti un eteroatomo

- Pirrolo e benzoderivati. Furano
- Tiofene

Azine, piridina. Piridina N-ossido.

- Sintesi
- Reattività e selettività nei riguardi di reagenti elettrofili e nucleofili
- Eventuale reattività specifica nei gruppi funzionali (metile, ammino, mercapto, ossidrilico, alogeno, ecc.)

Imidazolo, Pirazolo, Isossazolo.

Sintesi e selettività nei riguardi di reagenti elettrofili e nucleofili

Eventuale reattività specifica nei gruppi funzionali (metile, ammino, mercapto, ossidrilico, alogeno, ecc.)

Testi consigliati

- J. March, *Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure*, ed. McGraw-Hill Book Company;
- A. Streitwieser et al., *Chimica Organica*, Ed. SES, 1995.

LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA

Crediti didattici 4 (64 ore)

Prof.ssa Dominique Roberto

Esercitazioni di laboratorio (14 pomeriggi in laboratorio + 1 pomeriggio in biblioteca, per un totale di ca 56 h = 3,5 crediti).

Preparazione, purificazione e caratterizzazione chimico-fisica di composti di coordinazione e metallorganici di Cr, Mn, Fe, Co, Mo, Cu; preparazione di una relazione critica sugli esperimenti e sui risultati. Gli esperimenti di questo Corso sono stati scelti per mostrare allo studente: (i) come effettuare semplici reazioni inorganiche o metallorganiche; (ii) come isolare e purificare dei composti inorganici e metallorganici, in particolare utilizzando la tecnica di cristallizzazione o di cromatografia; (iii) come caratterizzare i composti inorganici e metallorganici, in particolare attraverso la misura del punto di fusione, l'utilizzo delle spettroscopie infrarossa e UV-visibile, della risonanza magnetica nucleare del protone (^1H NMR) e del carbonio (^{13}C NMR), della suscettività magnetica.

Esercitazione in biblioteca: impostazione delle regole per la ricerca bibliografica.

Esercitazioni in aula (8 h = 0,5 credito).

Esercitazioni scritte riguardanti la chimica di coordinazione e la chimica metallorganica: magnetismo degli ioni dei metalli di transizione (alto e basso spin); complessi labili e inerti e effetto trans; la regola dei 18 elettroni e suoi esercizi applicativi in metallorganica e chimica della coordinazione.

Testo consigliato:

- Manuale di laboratorio in dispense dattiloscritte

TERZO ANNO

CHIMICA BIOLOGICA

Crediti didattici 6 (6 CFU di lezione) - Modalità d'esame: prova scritta

Prof.ssa Renata Zippel

Introduzione (3 ore): Scopo e campi di studi della biochimica. La cellula come unità fondamentale dei processi chimici negli organismi viventi. Ruolo dell'acqua nei processi biologici. *Aspetti termodinamici dei processi biologici:* composti ad alto contenuto energetico: ATP e composti ad alto potenziale di trasferimento di gruppo.

Proteine (8 ore): Livelli di organizzazione strutturale delle proteine; struttura primaria, secondaria terziaria e quaternaria. Fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria delle proteine. Alcuni esempi di proteine: mioglobina, emoglobina.

Enzimi (10 ore): Classificazione degli enzimi e funzione. Coenzimi e cofattori. Cinetica enzimatica, Inibizione enzimatica. Esempi di meccanismi di catalisi enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: allosteria e modificazioni covalenti.

Metabolismo (10 ore): Aspetti generali. *Metabolismo dei carboidrati:* Glicolisi e fermentazione alcolica. Regolazione della glicolisi. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato, ciclo dell'acido citrico, vie anaplerotiche. Gluconeogenesi. Sintesi e degradazione del glicogeno. *Ossidazioni biologiche:* Catena respiratoria: trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa.

Acidi nucleici (11 ore): Struttura dei diversi tipi di DNA e livelli di organizzazione strutturale, stabilità della struttura. I diversi tipi di RNA. Metodiche per il sequenziamento del DNA, accenni alla genomica funzionale *Flusso dell'informazione:* Processi di replicazione e riparo del DNA. Processi di trascrizione: sintesi dell'RNA messaggero, dell'rRNA e tRNA, il codice genetico.

Sintesi delle proteine (5 ore). Ribosomi, il processo di traduzione: attivazione degli amminoacidi e formazione dei amminoacil tRNA, reazione di inizio, di allungamento e terminazione della traduzione.

Elementi base di DNA ricombinante e biotecnologie (1 ore). Plasmidi ed enzimi di restrizione.

Testo consigliato

- D. Nelson, M. Cox, *I principi di Biochimica di Lehninger*. Terza edizione 2002 Zanichelli

CHIMICA FISICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 7

Prof. Lucio Forni

Fenomeni di trasporto e applicazioni:

- Trasferimento di quantità di moto ed applicazioni (2,5 CFU): Trasporto molecolare e diffusione. Teoria di Maxwell e Boltzmann. Processi di trasporto nei liquidi. Proprietà fisiche dei fluidi. Processi fluenti stazionari. Equaz. del bilancio energetico. Equaz. del moto dei fluidi: di continuità, di Navier-Stokes, di Eulero, di Bernoulli. Moto dei fluidi nei condotti, resistenza al moto, equaz. Di Fanning. Moto laminare e turbolento. Misure relative al moto dei fluidi. Moto isotermico di gas viscoso. Moto di fluidi attraverso masse porose, equaz. Di Blake-Kozeny, di Burke-Plummer, di Ergun. Filtrazione. Fluidizzazione. Compressione dei gas.
- Trasferimento di calore ed applicazioni (1 CFU): Conduzione stazionaria. Trasmissione del calore nei fluidi. Convezione: coefficienti liminari. Scambiatori di calore. Proprietà termodinamiche del vapor d'acqua. Irraggiamento. Trasmissione di energia raggiante fra superfici solide. Irraggiamento di gas e vapori.
- Trasferimento di massa ed applicazioni (1,5 CFU): Diffusione, leggi di Fick. Equaz. di continuità. Diffusione stazionaria e non stazionaria. Coefficienti di trasferimento di massa. Trasferimento simultaneo di massa e calore. Trasferimento di massa tra fasi fluide a contatto: teoria del doppio film e della penetrazione. Trasferimento di massa e calore all'interno di masse solide porose.

Catalisi industriale:

- Introduzione alla catalisi ed aspetti applicativi della stessa (1 CFU): Definizioni. Adsorbimento. Cinetica delle reazioni catalitiche. Preparazione e caratterizzazione di un catalizzatore. Reattori da laboratorio e loro accessori. Impianti pilota catalitici.

Esercitazioni numeriche riepilogative (1 CFU)

Nota:

Le lezioni teoriche sono alternate ad esercitazioni numeriche. Le esercitazioni riepilogative sono basate su problemi d'esame degli anni precedenti. L'esame di profitto consiste in uno scritto, costituito da problemi inerenti agli argomenti trattati, seguito da un colloquio orale.

Testi consigliati:

- L. Forni, *Fenomeni di Trasporto*, Cortina, Milano 1994;
- L. Forni, *Introduzione alla Catalisi*, CUSL, Milano, 1993;
- R. B. Bird, W. E. Stewart, E.N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, Wiley, London, 1960;
- C. O. Bennet, J. E. Myers, *Momentum, Heat and Mass Transfer*, McGraw-Hill, New York, 1962.

CHIMICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 7

I modulo Prof. Giuseppe Faita - II modulo Prof.ssa Elisabetta Ranucci

Modulo I: 5,5 CFU

Struttura del costo di un prodotto industriale. Produzione di idrogeno [steam reforming endotermico e autotermico di gas naturale, GPL e nafta, ossidazione parziale di oli pesanti, conversione dell'ossido di carbonio, purificazione, trattamento dell'acqua di raffreddamento, trattamento dell'acqua per i generatori di vapore, compressione - schemi a blocchi - costo di produzione]

Elettrolisi cloro/soda [tecnologie a membrana, a diaframma, a catodo di mercurio] - Materiali di costruzione [acciai al carbonio, acciai bassoalegati, acciai inox, superleghe, materiali plastici rinforzati] - Metodi di controllo non distruttivo in ispezione impianti.

Modulo II: 1,5 CFU

Sintesi di monomeri per la produzione di polimeri di massa: monomeri vinilici alogenati, (vinil cloruro e tetrafluoroetilene); acidi dicarbossilici (acido adipico, ω -aminoundecanoico); esametildiammina.; ϵ -caprolattame; stirene e divinilbenzene.

Sintesi di polimeri: polimeri radicalici (polistirene); polimeri di policondensazione (poliammidi).

LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 4

Prof.ssa Elisabetta Ranucci

Sintesi di ϵ -caprolattame: ossidazione di cicloesano a cicloesanone, seguita da ossimazione e, successivamente, da trasposizione di Beckmann.

Sintesi del Nylon-6 mediante processo di polimerizzazione per apertura di anello. Sintesi di polistirene mediante processo di polimerizzazione radicalica in massa, in soluzione e in emulsione. Studio dell'effetto del trasferimento di catena sull'andamento dei pesi molecolari.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA II

Crediti didattici 5

Prof.ssa Emanuela Licandro

Verranno preliminarmente svolte 16 ore di esercitazioni [1 CFU] in aula durante le quali si approfondiranno concetti e reazioni trattati nel corso di Chimica Organica 2° corso, con particolare riguardo alle reazioni che saranno oggetto delle esercitazioni di laboratorio. Nell'ambito del corso, alcune ore verranno dedicate all'approfondimento delle problematiche connesse alla sicurezza nei laboratori chimici.

In laboratorio verranno svolte 64 ore [4 CFU] di esercitazioni a banco singolo, durante le quali lo studente eseguirà sintesi a uno o più stadi con caratterizzazione anche spettroscopica dei prodotti finali ottenuti. La scelta degli esperimenti e delle condizioni di reazione è stata fatta tenendo in considerazione i problemi di tossicità ed inquinamento correlati a prodotti e solventi utilizzati.

In particolare, si effettueranno le seguenti reazioni:

1. sintesi di un'ammide aromatica di interesse biologico (principio attivo dell'Autan).
2. reazione di sostituzione elettrofila aromatica [nitrazione ed acilazione di Friedel-Crafts].
3. reazione di copulazione dei sali di diazonio aromatici: sintesi del colorante metilarancio
4. reazione di sostituzione nucleofila aromatica
5. sintesi di un derivato dell'indolo tramite sintesi indolica di Fischer.
6. analisi organica qualitativa per via chimica e spettroscopica.

Testi consigliati:

- 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, Milano, 1994.

PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI

Crediti didattici 7

- Prima parte: prof. Vittorio Ragaini
- Seconda parte: prof. Paolo Beltrame

Prima parte (3,5 crediti)

Introduzione al corso

Finalità del corso - Reperibilità dei dati - Cenni sul calcolo di grandezze varie con metodi additivi e dei contributi di gruppo. Testi consultabili per il corso e per la professione.

Termodinamica Applicata (crediti 1 - 9 ore)

Criteri per l'equilibrio tra fasi per sistemi a più componenti. Tensione di vapore e calore di evaporazione. La fugacità per un gas puro e in miscele gassose. Equilibrio Liquido - Vapore (ELV). Criteri di equilibrio in termini di fugacità. Fugacità di un liquido in equilibrio con il suo vapore. Relazioni di ELV per diversi casi. Cenni sulle funzioni di eccesso. Calcolo dei coefficienti di attività con i modelli più semplici. Convenzione simmetrica e asimmetrica per il calcolo dei coefficienti di attività. Diagrammi per l'ELV. Metodi sperimentali per studiare l'ELV. Consistenza termodinamica dei dati di ELV. Solubilità dei gas nei liquidi. Cenni dell'Equilibrio Liquido - Liquido (ELL) e sue applicazioni pratiche.

Assorbimento (crediti 1 - 9 ore)

Introduzione. Bilancio materiale per una colonna di assorbimento. Condizioni termodinamiche per l'assorbimento e il deassorbimento ("*strippaggio*"). Condizioni limite. Condizioni di ingorgo. Tipi di riempimenti tradizionali (anelli Raschig e simili) e a corpi strutturati. Diametro, altezza del riempimento, perdite di carico di una colonna a riempimento tradizionale. Colonne a piatti. Calcolo del numero dei piatti.

Applicazione dell'Assorbimento a problemi ambientali: purificazione di emissioni gassose.

Distillazione e Rettifica (crediti 1, 5 - 13 ore)

Introduzione e definizioni. Distillazione continua ad uno stadio (flash). Rettifica di sistemi a due componenti: bilanci materiali e termici di una colonna di rettifica; calcolo del calore da fornire in caldaia e da sottrarre nel condensatore; calcolo del calore dissipato. Rapporto di riflusso minimo, ottimo, effettivo. Calcolo del numero di stadi con metodo grafico e con metodi analitici. Cenni sull'efficienza dei piatti. Rettifica di sistemi a più componenti: calcolo del numero di stadi con i metodi più semplici. Cenni sul metodo piatto - piatto. Rettifica di colonne a riempimento. Rettifica discontinua a rapporto di riflusso costante o variabile. Distillazione e rettifica estrattiva.

Seconda parte (3,5 crediti)

Cinetica applicata (1 credito- 9 ore)

Richiami di Cinetica chimica. Reazioni a stadi.

Catalisi acido-basica. Catalisi enzimatica. Catalisi eterogenea. Adsorbimento fisico e chimico. Modelli cinetici per le reazioni catalitiche. Limitazioni diffusive, efficacia dei catalizzatori.

Processi e reattori chimici (2,5 crediti - 22 ore)

Schemi di processo. Simboli e sigle. Schemi di regolazione. Bilanci di massa e di energia.

Reattori discontinui. Reattori continui tubolari ideali. Reattori continui a completo mescolamento. Conversione e selettività nei diversi reattori. Effetti termici.

Reattori continui non-ideali. Distribuzione dei tempi di residenza nei reattori continui. Cenno ai modelli di reattori continui a mescolamento parziale.

Impianto pilota, impianto industriale: passaggi di scala.

Testi consigliati

- O. Levenspiel, *Chemical Reaction Engineering*, Wiley, New York, 1999.

LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI

Crediti didattici 4

Esercitazioni di termodinamica applicata, assorbimento di gas, rettifica su colonna a piatti, estrazione liquido-liquido, separazione con membrane.

ECONOMIA, ORGANIZZAZIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE

Crediti didattici 5

Insegnamento disattivato dall'a.a. 2003-2004

Valutazione economica dei processi. Struttura dei costi. Organizzazione della produzione e della manutenzione. Proprietà industriale e brevetti.

CORSI A SCELTA

SICUREZZA NELL'AMBIENTE DI LAVORO E STRUMENTAZIONE CHIMICA

Crediti didattici 5

Dott. Anacleto Gianantonio - Dott.ssa Amedea Manfredi

Sicurezza del laboratorio chimico e protezione ambientale

(Dott. A. Gianantonio – 3 crediti)

- Sicurezza: perché, programmi ed organizzazione.
- Rischio: funzione di pericolosità ed esposizione.
- I tipi di Pericolosità.
- Tossicità: definizione, indicatori e fonti informative.
- Infiammabilità: limiti, flash-point.
- Combustione e mezzi di estinzione.
- Etichettatura sostanze pericolose.
- Schede di sicurezza.
- Controllo dell'esposizione.
- Cappe chimiche.
- Scarto di sostanze chimiche.
- I perossidi.
- Solventi: quantità, fatto, purezza, criteri di scelta. Proprietà.
- Leggi ambientali.
- Manipolazione di gas.

Strumentazione chimica di laboratorio e industriale

(Dott.ssa A. Manfredi – 2 crediti)

Sono previste 16 ore di lezione frontale e 3 ore di esercitazioni. (Nelle esercitazioni gli studenti hanno modo di VEDERE in un laboratorio didattico l'approntamento e il funzionamento di alcune apparecchiature e l'utilizzo di strumentazione tipica da laboratorio).

- Definizione di: punto di ebollizione (p.e.), tensione di vapore. Determinazione del p.e., uso del nomografo. Teoria della distillazione. Distillazione semplice. Distillazione frazionata, miscele azeotropiche, distillazione in corrente di vapore, distillazione sotto vuoto. Apparecchiature per la distillazione semplice, per la distillazione frazionata: le colonne di frazionamento da laboratorio e industriali. Apparecchiature per la distillazione in corrente di vapore, per la distillazione sotto vuoto. Pompe ad acqua e ad olio.
- Teoria della fusione e del congelamento. Punti di fusione e punti di fusione misti.
- Teoria della sublimazione. Sublimatori. Liofilizzazione. Liofilizzatori.
- Estrazione con solventi: estrazioni in discontinuo liquido-liquido. Gli imbuto separatori. Estrazione in continuo liquido-liquido e solido-liquido. Soxhlet. Essiccamento. Anidrificanti.
- Teoria della cristallizzazione. Scelta del/i solvente/i. Filtri. Filtrazione a caldo. Filtrazione sotto vuoto.
- Tecniche cromatografiche: principi di base e classificazione. Cromatografia per adsorbimento: cromatografia su colonna e su strato sottile.
- Trappole per l'assorbimento di gas. Autoclavi da laboratorio e industriali. Valvole e connessioni. Reattori industriali: schemi e applicazioni. Misure di pressione, di portata, di temperatura.

Libri di testo:

- A. L. VOGEL - *Chimica organica pratica*, Seconda Edizione, Casa Editrice Ambrosiana – Milano
- D. L. PAVIA, G. L. LAMPMAN, G. S. KRIZ - *Il laboratorio di chimica organica* a cura di P. Grünanger e D. Pocar, Edizioni Sorbona - Milano
- M. d'ISCHIA - *La chimica in laboratorio*, Tomo I, Piccin Nuova Libreria S.p.A. - Padova
- Qualunque testo di Chimica Generale

GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE

Crediti didattici 5

I modulo in attesa nomina docente - II modulo dott. Fabrizio Minoja

GESTIONE AZIENDALE

Crediti didattici 5

Insegnamento disattivato dall'a.a. 2003-2004

Luigi Cattini

Tipologie di aziende. Risorse aziendali. Programmazione dello sviluppo. Marketing e gestione della produzione, della logistica, delle risorse umane e ambientali.

**ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA
TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE**

insegnamento	docente
Istituzioni di Matematiche	Alberto Alesina
Chimica Generale e Inorganica	Michele Rossi
Laboratorio Chimica Generale e Inorganica	Guido Banditelli
Laboratorio di Informatica	Sabrina Gaito
Chimica Analitica	Patrizia Mussini
Laboratorio di Chimica Analitica	Patrizia Mussini
Fisica Generale	Ettore Gadioli
Calcolo Numerico	Flavia De Tisi
Chimica Organica 1° corso	Mauro Cinquini
Chimica Fisica	Paolo Carniti
Laboratorio di Chimica Fisica	Antonella Gervasini
Chimica Inorganica	Renato Ugo
Laboratorio di Chimica Organica 1° corso	Anna Bernardi
Chimica Analitica Strumentale	Michele Gullotti
Laboratorio di Chimica Analitica Strumentale	Michele Gullotti
Chimica Organica 2° corso	Stefano Maiorana
Laboratorio di Chimica Inorganica	Dominique Roberto
Chimica Biologica	Renata Zippel
Chimica Fisica Industriale	Lucio Forni
Chimica Industriale	Giuseppe Faita
	Elisabetta Ranucci
Laboratorio di Chimica Industriale	Elisabetta Ranucci
Laboratorio di Chimica Organica II	Emanuela Licandro
Processi e Impianti Industriali Chimici	Vittorio Ragaini
	Paolo Beltrame
Laboratorio di Processi e Impianti Industriali Chimici	Vittorio Ragaini
Sicurezza nell'ambiente di lavoro e strumentazione chimica	Anacleto Gianantonio
	Amedea Manfredi
Gestione Aziendale e Diritto Industriale	Luigi Cattini
	Fabrizio Minoja

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E
AMBIENTALE**

NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE.

Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze di base e metodologiche necessarie ad esplicare con la dovuta competenza un'attività lavorativa nell'ambito:

- dell'industria chimica (sintesi, analisi, ambiente, controllo) e delle industrie collegate
- dei settori pubblici (sanità, ambiente, insegnamento e formazione)
- dell'informazione tecnico-scientifica.

Si forniscono le conoscenze e le informazioni per:

- inserirsi con capacità di autonomia nei gruppi di lavoro
- preparare ed esporre relazioni tecniche
- lavorare in modo consapevole e rispettoso di salute e ambiente
- utilizzare la lingua inglese nell'ambito lavorativo

Il curriculum del Corso di Laurea prevede una didattica teorico-pratica e lo svolgimento, preferibilmente presso aziende, di un periodo di tirocinio finale con preparazione dell'elaborato da discutere in sede di esame di laurea.

L'orientamento opportuno del tirocinio garantisce il completo raggiungimento della gamma degli obiettivi formativi e quindi la capacità tecnica di questa nuova figura professionale per le funzioni della quale vi è grande necessità e richiesta in campi nuovi che sono di pertinenza sia del settore pubblico sia di quello privato.

La durata del corso di laurea in Chimica Applicata e Ambientale è di tre anni.

Al compimento degli studi viene conseguita la laurea in Chimica Applicata e Ambientale, classe delle lauree in Scienze e Tecnologie Chimiche.

Per l'ammissione al corso di laurea in Chimica Applicata e Ambientale si applicano le disposizioni previste dal Regolamento didattico d'Ateneo, parte prima – art. 5, dal Regolamento della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali e dal Regolamento didattico del corso di Laurea.

L'itinerario didattico è articolato in semestri e prevede un primo biennio inteso a fornire una preparazione di base e un terzo anno di carattere più specificatamente professionalizzante.

Durante il terzo anno lo studente deve svolgere un tirocinio (per un periodo di circa quattro mesi), presso industrie del settore o laboratori di ricerca sia pubblici sia privati rispondenti ai requisiti stabiliti dalla struttura didattica competente al fine di preparare l'elaborato di laurea.

L'apprendimento delle competenze e della professionalità degli studenti è valutato in crediti formativi, denominati CFU. Ad ogni credito corrispondono 25 ore di lavoro di apprendimento dello studente che si intendono così articolate per le varie attività formative:

- Lezioni: 8 ore di lezione e 17 ore di studio
- Laboratori ed Esercitazioni: 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio
- Tirocinio: 25 ore di lavoro

La quantità di lavoro di apprendimento svolto in un anno da uno studente, impegnato a tempo pieno negli studi universitari ed in possesso di adeguata preparazione iniziale, è fissata in 60 crediti

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

La numerazione < > si riferisce al numero degli esami da sostenere. Gli insegnamenti indicati con lo stesso numero prevedono un unico voto d'esame.

PRIMO ANNO

codice	insegnamento		crediti
I semestre			
F44001	Istituzioni di matematiche	<1>	9
F44002	Chimica generale e inorganica	<2>	9
	Lab. chim. generale e inorganica		6
F44003	Laboratorio di Informatica	<3>	3
Totale			27
II semestre			
F44004	Fisica Generale	<4>	8
F44005	Chimica Analitica con laboratorio	<5>	5
	Chimica Elettroanalitica con laboratorio		5
F44006	Chimica organica	<6>	7
	Laboratorio Chimica Organica		5
F44007	Prova lingua inglese	<prova 1>	3
Totale			33

SECONDO ANNO

codice	Insegnamento		crediti
I semestre			
F44008	Chimica Fisica	<7>	7
	Chimica Fisica delle Interfasi		2
	Laboratorio di chimica Fisica		5
F44009	Chimica Inorganica e dei Materiali Inorganici con laboratorio	<8>	7
F44017	Controllo Qualità e Certificazione	<9>	6
	Controllo Ambientale(*)	<10>	4
Totale			31
II semestre			
F44011	Comp. Organici di Interesse Industriale con laboratorio	<11>	10
F45019	Chimica dell'Ambiente ¹	<12>	6
	Analisi chimica Strumentale(*)	<13>	4
	Analisi di Strutture Molecolari(*)	<14>	4
-----	Corso a scelta	<15>	4
Totale			28

(*) Insegnamenti da codificare

TERZO ANNO

codice	insegnamento		crediti
I semestre			
F44014	Tecnologie Industriali di Disinquinamento	<16>	7
F44015	Elementi di Impianti Chimici	<17>	5
F44016	Chimica Organica Fine e Macromolecolare	<18>	7
F44012	Chimica Biologica e Biotecnologie	<19>	7
F44018	Proprietà Industriale	<20>	3
-----	Corso a scelta	<21>	5
Totale			34
II semestre			

¹ Mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica

	Tirocinio (circa 4 mesi)		21
	Prova finale		6
Totale			27

Gli studenti iscritti al terzo anno, che hanno già seguito nell'a.a. 2002/03 l'insegnamento di "Chimica Biologica", potranno sostenerne il relativo esame anche prima della fine del I semestre. Gli stessi studenti dovranno seguire l'insegnamento di "Controllo qualità e certificazione", che è stato spostato dal 3° al 2° anno.

Novem crediti sono a disposizione dello studente per essere destinati ad insegnamenti liberamente scelti tra quelli attivati presso la Facoltà di Scienze M.F.N. o altre Facoltà ("Corso a scelta" delle precedenti tabelle). Per facilitare una scelta di tali insegnamenti coerente con gli obiettivi formativi del corso di laurea, sono attivati gli insegnamenti opzionali indicati nella seguente Tabella.

Insegnamenti opzionali attivati per l'a.a. 2003/04			
	codice	insegnamento	crediti
1.	F44020	Chimica Analitica (applicata ai Beni Culturali)	4
2.	F44022	Sostanze Naturali e Applicazioni Industriali	4
3.	F44024	Tecnologie Elettrochimiche Ambientali	4
4.	F44025	Materiali Strutturali per l'Industria Chimica	4
5.	F44019	Metodi di Indagine Strutturale di Materiali Inorganici ⁽¹⁾	5
6.	F44026	Chimica Inorganica Avanzata e Metallorganica	5
7.	F44027	Metodologie di Sintesi organica	5
8.	F44028	Ausiliari e Materiali Polimerici	5
9.	F44029	Spettroscopia e Fotochimica Applicate	5
10.	F44030	Sintesi Organica a Basso Impatto Ambientale	5
11.	F45007	Calcolo Numerico ⁽¹⁾	5
12.	F56018	Ecologia e Tossicologia ⁽²⁾	5

⁽¹⁾ mutuato dal Corso di Laurea triennale in Chimica.

⁽²⁾ mutuato dal Corso di Laurea triennale in Biotecnologie.

Presentazione dei piani di studio

All'inizio del secondo anno di corso, secondo le norme indicate dall'art. 16 del Regolamento Didattico della Facoltà, gli studenti presentano il piano di studi individuale indicante in qual modo intendono utilizzare i 9 crediti a loro disposizione.

La distribuzione dei moduli di presentazione del piano studi sarà affiancata da una illustrazione delle modalità di compilazione fatta dalla Commissione Piani di Studio. **Prima della compilazione dei moduli gli studenti sono caldamente invitati a prendere contatto con questa Commissione, che ha anche compiti di orientamento sia per la compilazione dei Piani sia per gli studenti che hanno in corso pratiche di opzione e/o di trasferimento.**

Propedeuticità.

L'esame di "Chimica organica e Laboratorio" deve essere sostenuto prima di quello di "Composti organici di interesse industriale". Si consiglia, comunque, di sostenere gli esami di ciascun semestre prima di sostenere quelli dei semestri successivi.

Insegnamenti disattivati dall'a.a. 2003-2004

Dall'a.a. 2003-2004 vengono disattivati i seguenti insegnamenti:

1. F44010 Chimica Ambientale, Sicurezza e Legislazione/Controllo Ambientale
2. F44013 Analisi chimica Strumentale/Analisi di Strutture Molecolari

NORME PER IL TIROCINIO

L'attività di tirocinio è distinta in:

- 1) Tirocinio Esterno
- 2) Tirocinio Interno

Tirocinio esterno

Consiste in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso Enti o Aziende pubblici o privati, sotto la guida di un Responsabile Aziendale (Relatore esterno) e la supervisione di un Tutore (Relatore interno).

Tirocinio interno

Consiste in un'attività di carattere chimico svolta dallo studente presso i Dipartimenti della facoltà di Scienze MM FF NN di questa Università sotto la guida di un Relatore, eventualmente coadiuvato da un Correlatore.

Relatori ufficiali

Il Relatore Esterno, o *Responsabile Aziendale* dell'inserimento del tirocinante nell'Azienda, è il garante nei confronti del Consiglio di Coordinamento Didattico dell'attività assegnata allo studente e del suo corretto svolgimento.

Il Relatore Interno (o *Tutore*) è il responsabile didattico-organizzativo dell'attività di tirocinio.

Possono essere Relatori Interni (Tutori) o Relatori i Docenti Ufficiali (anche fuori ruolo) di materie chimiche dei Corsi di Studio afferenti al Consiglio di Coordinamento Didattico in SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE e anche di altri Corsi di Studio purché operino all'interno o dei Dipartimenti Chimici o della Facoltà di Scienze MMFFNN.

Correlatori

Possono essere Correlatori di tirocinio interno:

- Tutti i Docenti inclusi nella categoria dei Relatori Ufficiali
- I laureati cultori della materia di provata esperienza.

Condizioni per l'ammissione all'attività di tirocinio

Per essere ammesso a svolgere il tirocinio lo studente deve aver conseguito un numero minimo di 120 CFU.

Le domande di ammissione dovranno venire approvate dal Consiglio di Coordinamento Didattico, previo parere favorevole della Commissione Tesi e Tirocinio che ne esaminerà la congruità.

Durata del tirocinio

Il tirocinio sia interno che esterno deve avere una durata di effettive 525 ore.

Frequenza all'attività di tirocinio

L'orario di svolgimento dell'attività di tirocinio viene concordato dallo studente con il Relatore Esterno e/o Interno.

Sessioni di ingresso al tirocinio e delle sedute di Laurea

Le domande per i tirocini - corredate di tutta la documentazione richiesta - potranno essere presentate alla Segreteria Didattica entro il 1° di ogni mese, **però solo dopo aver raggiunto i 120 crediti richiesti**. L'inizio del Tirocinio potrà avvenire (previa approvazione del CCD) dal 1° del mese successivo a quello di presentazione della domanda, con la sola eccezione del mese di Agosto.

Gli studenti che intendessero iniziare il Tirocinio dal 1° di Settembre dovranno presentare la domanda entro il 15 di Luglio e saranno ammessi a frequentare il tirocinio in base al giudizio della Commissione Tirocini.

Acquisizione dei crediti per il tirocinio

Per esigenze di pre-iscrizione alla Laurea Specialistica lo studente del Corso di Laurea in Chimica Applicata e Ambientale, dopo aver svolto almeno 260 ore di tirocinio, può presentare alla Segreteria didattica un apposito modulo (PRIMA PARTE DEL TIROCINIO) compilato e corredato anche della firma del relatore se si tratta di tirocinio interno, ovvero delle firme del relatore e del relatore aziendale se si tratta di tirocinio esterno, in modo che gli vengano assegnati 11 CFU. Il completamento della seconda parte del tirocinio, al termine delle 525 ore totali, sarà segnalato compilando con analoga procedura e consegnando alla Segreteria didattica il modulo apposito (SECONDA PARTE DEL TIROCINIO). Alla consegna di questo secondo modulo saranno assegnati allo studente i restanti 10 CFU.

Altre disposizioni

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

Per essere ammesso a sostenere la prova finale lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studio (compresa la prova di conoscenza della lingua inglese) ed aver ottenuto l'attestato di frequenza al tirocinio per un totale quindi di 174 CFU.

La prova finale, che consente di acquisire i restanti 6 CFU, consiste nella discussione di una relazione scritta, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore, inerente l'attività svolta nel tirocinio.

Le Sedute di Laurea si terranno nei periodi: luglio 2004, ottobre 2004, dicembre 2004, febbraio 2005, aprile 2005.

Lo studente che ha conseguito la laurea in Chimica potrà iscriversi senza debiti formativi alla LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI.

Altra laurea specialistica di area chimica é la LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

PRIMO ANNO

ISTITUZIONI DI MATEMATICHE

Crediti didattici 9 (8 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni). Corso mutuato da Chimica Industriale Prof. Alberto Alesina

Corso mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale. Vedi programma del corso omonimo.

CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Crediti didattici 9

Prof.ssa Francesca Porta

- Atomi e particelle elementari. Isotopi ed elementi. Quantizzazione dell'energia. Teoria di Bohr per l'atomo d'idrogeno ed introduzione alla meccanica quantistica. Classificazione degli orbitali e numeri quantici. (6 ore)
- Tavola periodica degli elementi. Energia di ionizzazione. Affinità elettronica. (6 ore)
- Legame ionico e legame covalente. Strutture di Lewis. Legame dativo. Elettronegatività. Mesomeria e risonanza. Legame coordinativo. Legame d'idrogeno. Geometrie molecolari. Orbitali ibridi. Orbitali molecolari. (12 ore)
- Cristalli molecolari e ionici.
- Pressione. Legge dei gas. Comportamento dei gas reali. (2 ore)
- Sistemi e funzioni di stato. Lavoro e calore. Primo principio della termodinamica. Calore di reazione ed entalpia. Energia di legame. Entropia e secondo principio della termodinamica. Terzo principio della termodinamica. Dipendenza della costante d'equilibrio dalla temperatura. (6 ore)
- Regola delle fasi. Tensione di vapore delle soluzioni e leggi di Raoult. Punto di ebollizione e di congelamento di una soluzione. Distillazione. Soluzioni saturate e solubilità. Pressione osmotica. (6 ore)
- Ordine di reazione. Processi elementari e meccanismo di reazione. Energia di attivazione. Dipendenza della velocità di reazione dalla temperatura. Velocità di reazione ed equilibrio chimico. Catalizzatori. (6 ore)
- Teoria di Arrhenius degli acidi e delle basi secondo Brønsted e Lewis. Forza degli acidi e delle basi. (4 ore)
- Conducibilità elettrica delle soluzioni acquose. Energia libera e lavoro elettrico. Pile. Potenziali di ossido riduzione. Titolazioni potenziometriche. Misure potenziometriche del pH. Elettrolisi. Pile di pratico impiego. (12 ore)
- Chimica degli elementi dei blocchi s e p. (12 ore)

Testi consigliati

- L. Malatesta, S. Cenini, *Principi di Chimica Generale con Esercizi*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1989).
- W. L. Masterton, C.N. Hurley, *Chimica*, Ed: Piccin, 1998.
- J. D. Lee, *Chimica Inorganica*, Ed. Piccin, 2000.

LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA

In attesa nomina docente

Crediti didattici 6 (48 ore di lezione + 48 ore di esercitazioni in laboratorio)

Calcolo Stechiometrico

1. Calcolo dimensionale. Sistemi internazionali di misura. Cifre significative.
2. La mole. Pesi atomici e molecolari.
3. Formule chimiche. Bilancio di reazione. Reagenti di reazione e agente limitante. Bilancio nelle reazioni tra ioni e ossidoriduzioni. Peso equivalente in reazioni acido-base e in ossidoriduzioni.
4. Le soluzioni. Modi di esprimere le concentrazioni. Titolazioni e loro impiego.

5. Leggi dei gas ideali. Miscugli gassosi.
6. Proprietà colligative. Legge di Rault. Ebulloscopia, crioscopia e pressione osmotica.
7. Reazioni eso ed endotermiche. Legge di Hess
8. Equilibri chimici. Principi generali. Costanti di equilibrio. Equilibri eterogenei.
9. Calcolo del pH in sistemi monoprotici, poliprotici e in miscele.
10. Solubilità e prodotto di solubilità. Precipitazione e dissoluzione. Equilibri multipli in presenza di specie poco solubili. Costanti di formazione e dissociazione di ioni complessi.
11. Elettrochimica. Leggi di Faraday. Potenziali normali di riduzione e f.e.m. della pila. Processi elettrolitici.

Esercitazioni di laboratorio

Le esercitazioni di laboratorio sono strettamente connesse alle esercitazioni numeriche e comportano l'acquisizione delle fondamentali tecniche sperimentali oltre all'applicazione, in esperimenti di laboratorio, di argomenti del Corso di Chimica Generale e Inorganica.

LABORATORIO DI INFORMATICA

Crediti didattici 3

Dott.ssa Anna Bucalo

Il corso si propone di fornire le nozioni di base richieste in un percorso introduttivo all'informatica e all'utilizzo del software applicativo di uso comune.

Introduzione

Informatica e informazione.

Algoritmi e programmi

Problemi, algoritmi, diagrammi di flusso, linguaggi di programmazione, programmi.

La rappresentazione delle informazioni

Codifica di caratteri, istruzioni, numeri, immagini e suoni.

Architettura hardware di un elaboratore

Hardware, processore, memoria centrale, bus, memorie di massa e periferiche, ciclo della macchina e valutazione delle prestazioni.

Architettura software

Software di sistema, sistema operativo, file system.

Reti di calcolatori

Tipologie di reti di calcolatori, protocolli di trasmissione, TCP/IP, Internet.

Applicazioni

MS Windows, elaborazione di testi (linguaggi di formattazione, word processor, MS Word), fogli elettronici (MS Excel), basi di dati (MS Access), Internet (browser, motori di ricerca, posta elettronica, linguaggio html), strumenti di presentazione (PowerPoint).

Bibliografia

- Materiale didattico fornito dal docente.
- Sciuto, Bonanno, Fornaciari, Mari, *Introduzione ai sistemi informatici*, II ed., McGraw Hill, 2002.
- Console, Ribaud, *Introduzione all'informatica*, Utet Università, 1997.
- Manuali di riferimento per la patente ECDL.

FISICA GENERALE

Crediti didattici 8(7 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof. Ettore Gadioli

Meccanica (21 ore di lezione e 6 ore di esercitazioni)

Misura di grandezze fisiche e sistemi di unità di misura. Grandezze scalari e vettoriali. Sistemi di riferimento. Cinematica del punto materiale. Dinamica del punto materiale. Lavoro ed energia. Leggi di conservazione. Campi di forza. Campo gravitazionale e campo coulombiano. Corpi rigidi. .

Elettromagnetismo (21 ore di lezione e 6 ore di esercitazione)

Elettrostatica. Dielettrici. Correnti elettriche continue. Campo magnetico nel vuoto. Induzione elettromagnetica. Circuiti con correnti variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell e onde elettromagnetiche.

Ottica (14 ore di lezione e 4 ore di esercitazione)

Onde. Lo spettro della radiazione elettromagnetica. Fenomeni ondulatori: interferenza, diffrazione e polarizzazione. Ottica geometrica.

Le esercitazioni consisteranno nella risoluzione di problemi.

Testo consigliato:

- Halliday, Resnick e Walker, *Fondamenti di fisica*, Casa Editrice Ambrosiana

CHIMICA ANALITICA CON LABORATORIO

Crediti didattici 5 (CFU 3 per 24 ore di lezioni e CFU 2 per 32 ore di laboratorio)

Dott.ssa Paola Fermo

Durante le ore di lezione verranno affrontati i seguenti argomenti:

- Applicazioni della statistica al trattamento e alla valutazione dei dati (3 ore)
- Metodi di analisi gravimetrica (Analisi termogravimetrica, analisi termica differenziale, calorimetria differenziale a scansione)
- Metodi di analisi basati sulle titolazioni
- Chimica delle soluzioni acquose
- Titolazioni di neutralizzazione
- Curve di titolazione per sistemi acido/base complessi
- Applicazioni delle titolazioni di neutralizzazione
- Titolazioni di precipitazione
- Titolazioni con formazioni di complessi
- Introduzione ai metodi cromatografici
- Gascromatografia
- Cromatografia liquida ad alta prestazione

Durante le ore di esercitazione verranno svolte le seguenti esperienze:

1. Determinazione del contenuto di acido acetico in un aceto commerciale (4 ore)
2. Determinazione del grado di durezza dell'acqua per via complessometrica (8 ore)
3. Determinazione del grado di idratazione di un sale mediante analisi TGA (4 ore)
4. Determinazione del metanolo nei distillati alcolici e nei vini (4 ore)
5. Determinazione di anioni nelle acque minerali mediante cromatografia ionica (4 ore)
6. Determinazione dei cloruri nelle acque minerali mediante metodo di Volhard e metodo di Fajans (4 ore)
7. Determinazione della composizione di una miscela di idrocarburi (4 ore)

CHIMICA ELETTROANALITICA CON LABORATORIO

Crediti didattici 5 (2.5 di lezioni e 2.5 di laboratorio)

Prof. Torquato Mussini

Sistemi elettrochimici: pile ed elettrolizzatori; elettroliti: proprietà caratterizzanti termodinamiche e di trasporto; potenziali standard. La potenziometria in elettroanalisi. Determinazione della concentrazione di una specie ionica mediante pila ad elettrodo ionoreversibile oppure ionoselettivo a membrana (ISE): pH-metria, standard pH-metrici primari e secondari, limiti di rilevabilità, errore di risoluzione, compensazione di temperatura, costante di selettività, procedura della forcilla degli

standard, determinazioni mediante tecniche di aggiunte di standard; unità bielettrode a membrana gaspermeabile, bielettrodi ad enzima. Potenzimetri indiretta: curve di titolazione potenziometriche. Conduttimetria, taratura delle celle, titolazioni conduttimetriche. Cenni di cinetica elettrochimica, tecniche elettroanalitiche voltammetriche, polarografia e relative varianti procedurali. (20 h = 2.5 CFU)

Sperimentazioni applicative in laboratorio: misure di pH; titolazioni potenziometriche; determinazione del cloro residuo totale nelle acque di consumo umano; analisi completa di un'acqua minerale commerciale; durezza delle acque; metodo di Karl Fischer per determinare tracce d'acqua in solventi organici; rilevazione della costante di cella e titolazioni conduttimetriche; applicazioni voltammetriche e polarografiche. (40 h = 2.5 CFU)

Testo di studio

- vengono fornite dispense complete.

CHIMICA ORGANICA

Crediti didattici 7 (6 CFU di lezioni per 48 ore e 1 CFU per 16 ore di esercitazioni)

Prof. Cesare Gennari

Prima parte (20 ore lezione; 2 ore di esercitazioni di analisi conformazionale, 2 ore di esercitazioni di stereochimica)

I parte: 20 ore

- Introduzione al corso e principi generali; Alcani; Principi di analisi conformazionale; Cicloalcani; Alcheni (descrizione); Introduzione alle reazioni organiche; Alcheni (reattività); Dieni coniugati e risonanza; Gli alchini; Il benzene e la aromaticità; Stereochimica.

- **Esercitazioni: 4 ore** (analisi conformazionale; stereochimica)

II parte: 18 ore

Alogenuri alchilici; Reazioni di sostituzione ed eliminazione; Alcoli ed eteri; Epossidi, tioli e solfuri; Composti carbonilici; Aldeidi e chetoni; Acidi carbossilici e derivati acilici; Enoli e anioni enolato; Gli enoni; Le ammine.

Esercitazioni: 10 ore (reattività e trasformazioni dei gruppi funzionali; condensazioni carboniliche)

III parte: 10 ore

Introduzione alla chimica aromatica; Areni; Alogenoderivati aromatici; Derivati aromatici azotati; Composti carbonilici aromatici; Fenoli e chinoni.

Esercitazioni: 2 ore (reattività e trasformazioni dei gruppi funzionali)

Testo adottato:

W.H. Brown & C.S. Foote, *CHIMICA ORGANICA* (seconda edizione), EDISES s.r.l. – Napoli, 1999.

Libri consigliati:

- S. Ege, *Chimica Organica*, Edizioni Sorbona, Milano
- S. Ege, R. Kleinman, M.L.C. Carter, *Chimica Organica: Study Guide*, Edizioni Sorbona, Milano.
- T.R. Morrison, N.R. Boyd, *Chimica Organica*, Ed. Ambrosiana.
- K.P.C. Vollhardt - *Chimica Organica* - Zanichelli Bologna.
- A. Streitwieser, Jr. - Heathcock, C.H. *Introduzione alla Chimica Organica* - Ed. Piccin.
- N.L. Allinger et al. - *Chimica Organica* - Zanichelli Bologna.
- Kemp-Vellaccio - *Chimica Organica* - Zanichelli Bologna.
- T.W.G. Solomons - *Chimica Organica* - Editoriale E. Grosso - Bologna.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA

Crediti formativi 5 (CFU 1.25 per 10 ore di lezioni e CFU 3.75 per 60 ore di laboratorio)

Prof.ssa Rita Annunziata

Esercitazioni

Prima settimana (20 ore)

Operazioni fondamentali

Cristallizzazione di un campione di acido benzoico reso impuro da un residuo UV visibile (TLC).

Separazione acido/base di una miscela di p-cloroanilina/nitrobenzene e successiva cristallizzazione della p-cloroanilina e distillazione del nitrobenzene; caratterizzazione dei prodotti per IR.

Cromatografia su colonna: separazione di una miscela di alcool benzilico e salicilato d'etile

Seconda settimana (20 ore)

Alifatica

Riduzione con sodio boro idruro della benzaldeide ad alcool benzilico con caratterizzazione dei prodotti per IR.

Ossidazione cromica del cicloesano a cicloesanone e successivo smaltimento dei sali di cromo III.

Purificazione per distillazione del chetone ottenuto e caratterizzazione per IR.

Condensazione aldolica tra acetone ed alcool benzilico. Cristallizzazione del prodotto di condensazione.

Terza settimana (20 ore)

Aromatica

E' prevista una sequenza sintetica: preparazione dell'acetanilide dall'anilina, nitratura dell'acetanilide e successiva idrolisi dell'amide a p-nitro anilina.

Lezioni Frontali (10 ore)

Composizione struttura e formula delle molecole organiche: analisi elementare, formula empirica e molecolare, isomeri strutturali.

Purificazione delle sostanze organiche

La sicurezza nei laboratori chimici

PROVA DI LINGUA INGLESE

Crediti didattici 3

Mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica, vedi programma di "Accertamento Lingua Inglese"

SECONDO ANNO

CHIMICA FISICA

Crediti formativi 7 (CFU 6 di lezioni e 1 CFU di esercizi numerici)

Prof. Giorgio Fiori

Termodinamica

- La prima legge della termodinamica: conservazione dell'energia, energia interna ed entalpia.
- Termochimica: trasformazioni fisiche, reazioni chimiche.
- La seconda legge della termodinamica: l'entropia, l'energia di Gibbs.
- L'equilibrio di fase nelle sostanze pure: la termodinamica delle transizioni, i diagrammi di fase.
- Le proprietà delle miscele: descrizione termodinamica, proprietà colligative, diagrammi di fase.
- I principi dell'equilibrio chimico: fondamenti termodinamici, la risposta dell'equilibrio alle condizioni sperimentali.

Struttura atomica e molecolare

- La teoria quantistica: insufficienze della fisica classica, la dinamica dei sistemi microscopici, applicazioni della meccanica quantistica.
- La struttura degli atomi: atomi idrogenici, atomi a più elettroni, periodicità delle proprietà atomiche, gli spettri degli atomi complessi.
- Il legame chimico: la teoria del legame di valenza, la teoria dell'orbitale molecolare. Cenni sulla simmetria molecolare.
- Sostanze molecolari: l'origine della coesione, biopolimeri, liquidi, sistemi dispersi.

Testo consigliato.

- Peter Atkins – *The elements of physical chemistry* – third edition – Oxford University Press 2001

CHIMICA FISICA DELLE INTERFASI

Crediti didattici 2

Prof.ssa Silvia Ardizzone

Descrizioni convenzionali della regione interfase. Parametri termodinamici di superficie. Tensione superficiale. Fenomeni di adsorbimento. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Metodiche per la determinazione sperimentale di isoterme di adsorbimento in interfacce diverse. Sistemi colloidali liofilici e liofili: soluzioni micellari, emulsioni, schiume, dispersioni solido-liquido. Detergenza.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA

Crediti didattici 5 (2 di lezioni e 3 di esercitazioni)

Prof.ssa Elena Selli

Lezioni

Fondamenti di cinetica chimica (5 ore) – Espressioni e costanti di velocità, ordine di reazione e moleolarità; tempo di semitrasformazione; reazioni di ordine zero, uno e due, reazioni di ordine superiore, determinazione dell'ordine di reazione.

Reazioni complesse (3 ore)

Reazioni opposte, parallele, consecutive, approssimazione dello stato stazionario; meccanismi di reazione, stadio determinante la velocità.

Dipendenza dalla temperatura della velocità di reazione (4 ore)

Equazione di Arrhenius. Teoria delle collisioni per reazioni bimolecolari e unimolecolari. Teoria del complesso attivato: coordinata di reazione, stato di transizione, equazione di Eyring, parametri di attivazione.

Catalisi (4 ore)

Catalisi omogenea: catalisi acido-base e catalisi enzimatica. Catalisi eterogenea: adsorbimento, meccanismo di Langmuir-Hinshelwood.

Esercitazioni di laboratorio e relazione

Illustrazione delle esperienze di laboratorio. Esperienze di cinetica e di termodinamica chimica, elaborazione dei dati sperimentali e presentazione dei risultati, preparazione della relazione conclusiva.

Testi consigliati:

- K.J. Laidler, J.H. Meiser, *Chimica Fisica*, Ed. Grasso (Bologna), 1999
- P.W. Atkins, *Elements of Physical Chemistry*, Oxford University Press, 3rd Ed., 2001

CHIMICA INORGANICA E DEI MATERIALI INORGANICI CON LABORATORIO

Crediti didattici 7 (5 CFU in aula di cui 4 di lezioni e 1 di esercitazioni, per complessive 48 ore, e 2 CFU in laboratorio per 32 ore)

Prof. Luigi Garlaschelli

- Richiamo al legame chimico in modo particolare per quanto riguarda lo stato solido e il legame metallo-metallo. (0,5 CFU, 4 ore)
- Classificazione delle strutture dei composti ionici. (0,5 CFU, 4 ore)
- Lo stato metallico. Conduttori e semiconduttori. (0,5 CFU, 4 ore)
- Esempi di materiali inorganici: sintesi, proprietà e applicazioni. (0,5 CFU, 4 ore)
- Proprietà generale degli elementi. Chimica descrittiva di alcuni elementi dei blocchi, s, p e d. (1 CFU 8 ore)
- Composti di coordinazione: teoria del legame, magnetismo e spettri elettronici. (0,5 CFU, 4 ore)
- Teoria generale degli acidi e delle basi in solventi acquosi e non. Potenziali redox e campo di stabilità degli ioni in soluzione acquosa. (0,5 CFU, 4 ore)
- Per alcuni argomenti saranno anche proposti esercizi di tipo applicativo. (1 CFU, 16 ore)
- Laboratorio: sintesi e caratterizzazione di alcuni composti inorganici e di coordinazione.

Libro di testo consigliato:

- J. D. Lee, *Chimica Inorganica*, Piccin.

CHIMICA DELL'AMBIENTE

Crediti didattici 6

Prof. Gianmaria Zanderighi

Insegnamento mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica, vedi programma del corso omonimo.

CHIMICA AMBIENTALE, SICUREZZA E LEGISLAZIONE

Crediti didattici 6

Dott. Marino Nebuloni

insegnamento disattivato nell'a.a. 2003-2004

L'insegnamento si divide in tre parti

- La Chimica dell'Ambiente*
- Sicurezza in Campo Chimico e sul posto di Lavoro*
- Norme Legislative in campo di Sicurezza ed impatto ambientale*

Gli obiettivi della prima parte (a) sono

- *conoscere l'importanza dell'aria e dell'acqua per la vita quotidiana e per le attività produttive*
- *conoscere i principali fattori di inquinamento chimico dell'atmosfera, dell'acqua e del suolo ed i loro effetti*

- *conoscere i trattamenti di depurazione e potabilizzazione delle acque*
- *conoscere le tecniche di bonifica*
- *sapere illustrare un ciclo biologico*

Atmosfera

- Aria ed Inquinamento atmosferico
- I cicli biogeochimici
- Inquinamento e sostanze inquinanti (provenienza ed effetti)
- Effetti dell'inquinamento

Acqua

- Acqua ed inquinamento
- Acque potabili
- Dissalazione acqua marine
- Inquinamento delle acque
- Depurazione delle acque
- Modalità delle Analisi delle acque

Suolo

- Suolo ed inquinamento

Rifiuti

- La produzione e lo smaltimento dei rifiuti solidi ed industriali

Gli obiettivi della seconda parte (b) sono

- *conoscere l'importanza dei concetti di base della sicurezza (Cultura, Organizzazione, Gestione)*
- *conoscere i principali fattori di rischio chimico e tossicologico*
- *conoscere le principali fonti di rischio (infiammabilità, reattività chimica, compatibilità dei composti chimici)*
- *conoscere le precauzioni da adottare per la manipolazione delle sostanze chimiche*
- *conoscere l'utilizzo delle Schede di Sicurezza e corretta Etichettatura dei prodotti*

Concetti di base per un Programma di Sicurezza

- Individuazione del Pericolo
- Fonti di pericolo e di rischio chimico
- Sistemi di Prevenzione
- Sistemi di Protezione

Gli obiettivi della terza parte (c) sono:

- *conoscere le norme legislative vigenti in campo di protezione dell'ambiente (acqua, aria, suolo, rifiuti, ecc..)*
- *conoscere le leggi che regolano il normale esercizio di una attività chimica produttiva (legge Seveso, DPR 334, ecc.)*
- *conoscere i vincoli di legge per la tutela dell'ambiente e le sanzioni connesse*
- *conoscere le Unità del territorio preposte al controllo e gestione della Sicurezza (Regioni, ARPA, ASL, ecc.)*
- *conoscere le norme che tutelano il lavoratore dai pericoli di tipo chimico (DL 626)*

La terza parte (c) è sostanzialmente dedicata alla spiegazione delle Norme Legislative in campo di Sicurezza ed impatto ambientale e la loro applicazione (in generale ed a livello industriale). Viene riservata una buona parte della sezione all'analisi del rischio per la salute e l'igiene dei lavoratori e della popolazione in prossimità delle attività chimiche.

CONTROLLO AMBIENTALE

Crediti didattici 4

Prof.ssa Anna Bortoluzzi

Obiettivi del corso:

Il corso è suddiviso in tre sezioni per permettere di analizzare, sotto diversi punti di osservazione, il controllo ambientale e quindi fornire un quadro organico e completo delle conoscenze. Nella prima sezione del corso si trattano in dettaglio le fonti di inquinamento industriale ed il controllo che l'impresa esercita su queste. Vengono anche presentati i sistemi di gestione ambientale regolamentati dalla normazione volontaria (ISO 14001 e regolamento EMAS). Nella seconda sezione sono presentati i controlli di competenza degli enti preposti sulla base della legislazione cogente. Nella terza sezione viene presentato il controllo esercitato socialmente dalla collettività e la tutela legislativa a questo scopo introdotta dalla Comunità Europea ed Internazionale.

Introduzione al corso:

Il controllo ambientale – L'impresa ed i sistemi di gestione ambientale :

Breve illustrazione di tecnologie e sistemi antinquinamento

- sistemi e impianti di controllo delle emissioni atmosferiche, del trattamento acque, del trattamento suolo e fanghi. L'impresa e la conformità legislativa
- l'analisi ambientale iniziale, i principali adempimenti legislativi per le piccole aziende (la gestione dei rifiuti, la gestione delle acque, le emissioni in atmosfera, altri adempimenti).

L'impresa e la prevenzione dell'inquinamento

- il sistema di gestione ambientale, la normativa volontaria di riferimento ISO 14001 e regolamento EMAS, la realizzazione di un sistema di gestione ambientale (la pianificazione, la realizzazione, i controlli e la valutazione), eco-audit ed eco-label, la certificazione ambientale dei prodotti industriali.

Esercitazione: valutazione della conformità legislativa di un'azienda campione attraverso l'utilizzo del software LCS (distribuito in CD ai corsisti).

Il controllo ambientale – Gli enti preposti al controllo :

Gli Enti

- ANPA, ARPA, controlli provinciali e regionali, VVFF. I laboratori
- l'accreditamento dei laboratori, le metodiche analitiche normate, la gestione dei prelievi e del campionamento.

Le sanzioni

- la giurisprudenza per gli aspetti ambientali più significativi nella realtà delle piccole aziende.

Seminario: le acque industriali e di scarico: approfondimento sul quadro legislativo ed i controlli applicati nel contesto industriale (in collaborazione con un rappresentante ARPA). Esame dettagliato di alcune metodiche analitiche utilizzate per il controllo delle acque.

Il controllo ambientale – Gli interessi della collettività e la legislazione comunitaria:

Le risorse ambientali nella teoria classica, neoclassica e nell'economia ecologica. Il pensiero ambientalista e il giusto valore da dare alle risorse naturali. Il ruolo dei governi in materia ambientale. Come le scelte dei consumatori incidono sulla gestione ambientale dell'impresa. Lo sviluppo ecologicamente sostenibile. I benefici delle imprese ecologicamente sostenibili.

Testi consigliati:

- Vari – *Ambiente e competitività* – IPASERVIZI Editore
- L. Brida – *L'autovalutazione degli adempimenti ambientali* – Il Sole 24 Ore
- M. Di Muzio – *Vademecum per l'ambiente* – EPC Libri
- M. Fabrizio P. Ficco – *Codice dell'ambiente* – Il Sole 24 Ore
- P. Soprani – *Codice della sicurezza* – Il Sole 24 Ore
- Elenco di siti internet consigliati (distribuito a lezione)
- Appunti dalle lezioni

COMPOSTI ORGANICI DI INTERESSE INDUSTRIALE CON LABORATORIO

Crediti didattici 10 [3 + 0.5 (esercitazioni) per il I modulo, 3 + 0.5 (esercitazioni) per il II modulo; 3 per il III modulo].

Prof.ssa Giovanni Russo (I modulo), Dott. Dario Perdicchia (II modulo); Dott. Maurizio Benaglia (III modulo).

- lezioni in aula ed esperimenti in laboratorio.
- 48 ore di lezioni frontali in aula e 16 ore di esercitazioni (I e II modulo)+ 48 ore di laboratorio.
- esame orale

Modulo I (Giovanni Russo)

- Richiami della chimica organica dei gruppi funzionali. (6 ore).
- Amminoacidi, lipidi e carboidrati, con particolare attenzione agli aspetti applicativi della sintesi e della reattività (18 ore)
- Aspetti di base di struttura, sintesi e reazioni degli amminoacidi. Sintesi di peptidi e loro struttura secondaria, terziaria e quaternaria. Cenni su peptidi biologicamente attivi e farmaci a struttura peptidica (6 ore).
- Lipidi (4 ore).
- Carboidrati. Nomenclatura, configurazioni e forme cicliche. Glicosidi. Disaccaridi, oligosaccaridi e polisaccaridi. Cenni su glicolipidi, glicoproteine e glicosidi con attività biologica. Acidi nucleici (8 ore).
- Esercitazioni in aula (8 ore).

Testo adottato:

- W.H. Brown & C.S. Foote, *CHIMICA ORGANICA* (seconda edizione), EDISES-Napoli, 1999.

Modulo II (Dario Perdicchia)

Saranno esaminati quegli anelli eterociclici presenti in molecole ad attività biologica e farmacologica. In particolare, anelli a cinque termini con uno e due eteroatomi (pirrolo, furano, tiofene, imidazolo, pirazolo, isossazolo, tiazolo); anelli a sei termini con un eteroatomo (piridina) e con due eteroatomi (pirimidina, piperazina). Cenni sulle reazioni di Diels-Alder e cicloaddizioni 1,3-dipolari.

Modulo III (Maurizio Benaglia)

Il corso si articola in 8 ore di lezioni di preparazione al laboratorio (in particolare metodi di protezione e riduzione di gruppi funzionali) e in 40 ore di esercitazioni pratiche a banco singolo, con esperienze legate agli argomenti trattati nel presente modulo e negli altri due moduli del corso.

L'impostazione del corso privilegerà gli aspetti sintetici della chimica organica. La scelta degli esperimenti e delle condizioni di reazione verrà fatta cercando di evidenziare i problemi connessi alla tossicità dei reagenti e le problematiche di inquinamento e di smaltimento relative ai prodotti usati.

Durante le lezioni frontali si affronteranno tematiche inerenti alla sintesi organica e alla sicurezza e prevenzione nei laboratori chimici.

Protezione gruppi funzionali (4 ore): principali metodi protettivi del gruppo ossidrilico, amminico e del gruppo carbossilico.

Principali metodi di riduzione (4 ore): idrogenazione, riduzione con idruri e borani, altri metodi.

Esercitazioni in laboratorio:

- SINTESI DELLA N,N-DIETIL-*m*-TOLUAMMIDE (AUTAN)
- SINTESI DEL 2-*p*-TOLILINDOLO (Sintesi di Fisher)
- RIDUZIONE ENZIMATICA DEL PIRUVATO DI ETILE
- BENZOILAZIONE DELL' α -METIL-D-GLUCOPIRANOSIDE.
- SINTESI DI UN COMPOSTO ETEROCICLICO MEDIANTE CICLOADDIZIONE 1,3 DIPOLARE TRA UN ALCHENE E UN NITRILOSSIDO

CHIMICA BIOLOGICA E BIOTECNOLOGIE

Crediti didattici 7

Corso mutuato, vedi programma di Chimica Biologica del Corso di Laurea Triennale in Chimica

ANALISI CHIMICA STRUMENTALE

Crediti didattici 4 (3 di lezioni e 1 di laboratorio)

Prof. Francesco Cariati

Lezioni frontali (ore totali: 24)

- Introduzione alla spettroscopia: proprietà della radiazione elettromagnetica, assorbimento ed emissione, legge di Lambert-Beer
- Spettroscopia atomica: spettroscopia di assorbimento atomico in fiamma ed elettrotermica, spettroscopia di emissione atomica in fiamma e in plasma ad accoppiamento induttivo (ICP)
- Spettroscopia elettronica: assorbimento e fluorescenza
- Spettroscopia vibrazionale: infrarosso, FTIR e Raman

Esercitazioni (ore totali: 16)

Apprendimento dei principi di funzionamento della strumentazione per spettroscopia analitica, in particolare degli spettrofotometri per assorbimento atomico in fiamma, ICP, UV-visibile e FTIR nonché di uno spettrofluorimetro.

Analisi quantitativa di un metallo in soluzione acquosa.

Identificazione dei componenti di una miscela incognita di composti inorganici mediante le tecniche spettroanalitiche illustrate a lezione.

ANALISI DI STRUTTURE MOLECOLARI

Crediti didattici 4

Prof.ssa Rita Annunziata

Il corso deve fornire gli strumenti di base per analizzare la struttura di composti organici, a peso molecolare medio, attraverso lo studio delle loro caratteristiche spettroscopiche fondamentali.

Sarà dato particolare rilievo all'identificazione dei più importanti gruppi funzionali (utilizzo della spettroscopia UV e IR) ed alla caratterizzazione di intorni molecolari significativi (spettroscopia di RMN e MS).

Poiché, per l'analisi strutturale è particolarmente importante l'impiego comparativo di queste tecniche, sarà data particolare attenzione all'uso concertato nello studio di strutture organiche.

La spettroscopia elettronica 2 ore

La spettroscopia visibile ed ultravioletta applicata alla chimica organica. L'acquisizione di spettri elettronici di composti organici e presentazione dei dati. Descrizione di alcuni cromofori, auxocromi ed effetto della coniugazione.

La spettroscopia rotovibrazionale 2 ore

Uso della spettroscopia IR in chimica organica. Acquisizione di spettri infrarosso dei principali gruppi funzionali di composti organici.

La risonanza magnetica nucleare 24 ore

Cenni sulle proprietà magnetiche dei nuclei dotati di spin e loro comportamento in presenza di un campo magnetico. Spettroscopia ad impulsi. Acquisizione di spettri di risonanza magnetica nucleare relativi ai nuclei ^1H e ^{13}C con analisi dei dati spettrali. Descrizione delle principali sequenze monodimensionali.

La spettrometria di massa 4 ore

Lo spettrometro di massa. Metodi di ionizzazione. Metodi d'analisi degli ioni in fase gassosa. Principali frammentazioni delle molecole organiche.

Uso combinato di queste tecniche per l'analisi strutturale

TERZO ANNO

TECNOLOGIE INDUSTRIALI DI DISINQUINAMENTO

Crediti didattici 7

Prof. Paolo Longhi

- A) Tipologie delle emissioni solide, liquide e aeriformi da impianti chimici, centrali termoelettriche e altri impianti e cicli di produzione industriali.
- B) Reflui liquidi industriali: impatto ambientale; tecniche di abbattimento degli inquinati mediante trattamenti fisici, chimici e chimico-fisici.
- C) Reflui liquidi industriali: tecniche di abbattimento degli inquinati mediante trattamenti biologici.
- D) Emissioni aeriformi: origine; permanenza in atmosfera ed effetti inquinanti; tecniche di abbattimento degli inquinati mediante trattamenti fisici, chimici e chimico-fisici.
- E) Cenni su nuovi processi e tecnologie alternative a minor impatto ambientale.

ELEMENTI DI IMPIANTI CHIMICI

Crediti didattici 5 - Modalità d'esame: l'esame di profitto consiste nell'analisi dettagliata di un flow-sheet di un processo industriale ed in un colloquio orale.

Dott.ssa Claudia Bianchi

- *Analisi di flow-sheet (6 ore)* - Analisi di flow-sheet di processi industriali. Simbologia utilizzata. Bilanci di materia. Bilanci di energia. Applicazioni a casi reali.
- *Il ciclo dell'acqua in un impianto industriale chimico (3 ore)*
- *Cenni teorici sul trasferimento di calore e sul trasferimento di massa (5 ore)*
- *Cenni teorici e pratici sugli scambiatori di calore (3 ore)* - Definizione del coefficiente globale di scambio termico. Calcolo del calore scambiato nell'unità di tempo. Scambiatori a fascio tubiero, a tubi alettati e compatti. Problemi dovuti all'incrostamento.
- *Pompe e compressori (3 ore).*
- *Cinetica applicata (9 ore)* - Richiami di cinetica chimica. Reazioni a stadi. Catalisi acido-basica. Autocatalisi. Catalisi eterogenea. Modelli cinetici per le reazioni catalitiche. Limitazioni diffusive, trasferimento di massa e di calore tra un fluido ed una superficie, trasferimento di massa con reazione chimica, trasferimento di massa all'interno di granuli porosi. Reazioni tra gas e liquidi. Reazioni in sistemi trifasici gas-liquido-solido.
- *Metodi di separazione (5 ore)* - Filtrazione. Assorbimento. Distillazione/rettifica. Metodi sperimentali per la determinazione dell'equilibrio liquido-vapore.
- *Processi e reattori chimici (10 ore)* - Reattori discontinui. Reattori continui a completo mescolamento. Reattori continui con flusso a pistone. Reattori continui non-ideali. Sistemi formati da più reattori. Reattori con riciclo. Reattori per reazioni gas-liquido. Reattori per reazioni gas-solido. Reattori per reazioni trifasiche.

Alcune lezioni teoriche saranno seguite da esercitazioni numeriche.

Testi consigliati:

- O. Levenspiel, *Chemical Reaction Engineering*, Wiley, New York, 1972
- L. Forni, *Fenomeni di trasporto*, Cortina, Milano, 1994
- C.O. Bennett, J.E. Meyers, *Momentum, heat and mass transfer*, McGraw-Hill, New York, 1962

Modalità d'Esame

L'esame di profitto consiste nell'analisi dettagliata di un flow-sheet di un processo industriale ed in un colloquio orale.

CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE

Crediti didattici 7 (due moduli da 3.5 crediti)

- I modulo: Dott.ssa Amedea Manfredi
- II modulo: Prof.ssa Elisabetta Ranucci

I Modulo: Chimica Organica Fine (3,5 CFU)

Ricerca e sviluppo di un processo di Chimica Fine:

- professionalità e metodologie necessarie nella ricerca e sviluppo di un prodotto:
 - i PRDG (Process Research and Development Groups) nelle grosse multinazionali e nelle piccole e medie industrie: compiti e obiettivi a confronto;
 - problemi collegati con lo scale-up: reattori, separazioni, misura dei volumi, campionamento, evaporazione a secchezza, controllo delle temperatura, isolamento dei prodotti solidi;
 - pericoli termochimici: le reazioni fuggitive e le decomposizioni termiche. Statistiche sugli incidenti, criteri di previsione: l'ARC e il programma CHETAH;
 - scelta della via sintetica: teoria dell' economia dell'atomo, catalisi, numero dei passaggi, resa;
 - solventi e reagenti per lo scale-up: tossicità e infiammabilità, criteri di scelta;
 - problemi di impatto ambientale: controllo dell'inquinamento, minimizzazione degli scarti.
 - regolamentazioni: le linee guida della FDA, le GMP, i sistemi di controllo dei cambiamenti di processo, la validazione dei processi.
- Esempi articolati di sintesi di prodotti della Chimica Organica Fine dalla loro individuazione alla loro produzione su scala industriale:
 - introduzione e descrizione della molecola
 - cenni sull'utilizzo e/o modo di azione
 - confronto critico fra le varie vie di sintesi
 - descrizione delle sintesi industriali.

(Sono stati descritti i principi attivi dei seguenti prodotti: Losartan, Nabumetone, Acyclovir, Idarubicina, antibiotici β -lattamici non classici).

Libri di testo consigliati:

- W. CABRI, R. DI FABIO - *From bench to market. The evolution of chemical synthesis* Oxford University Press - New York
- OLJAN REPIC - *Principles of process research and chemical development in the chemical pharmaceutical industry.* John Wiley & Sons, inc.

Modulo II: Chimica macromolecolare (3,5 CFU)

Definizioni introduttive fondamentali e concetto di distribuzione dei pesi molecolari nei polimeri. Sintesi di polimeri mediante polimerizzazione radicalica. Sintesi di polimeri mediante polimerizzazione a stadi. Sintesi di polimeri mediante polimerizzazione coordinata. Principali proprietà dei polimeri: proprietà termiche, viscosità in soluzione.

CONTROLLO QUALITÀ E CERTIFICAZIONE

Crediti didattici 6

Insegnamento mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica, vedi programma del corso omonimo

PROPRIETÀ INDUSTRIALE

Crediti didattici 3

Dottor Gualtiero Dragotti

Introduzione al diritto industriale

Nozione ed oggetto del diritto industriale -I fondamenti giuridici ed economici del sistema delle privative - Cenni alle diverse privative: brevetti, modelli, marchi - Brevetto e sfruttamento dell'invenzione in regime di segreto - Invenzioni di prodotto, di procedimento e d'uso - Invenzioni e scoperte

Riferimenti normativi

Legislazione nazionale - Legislazione internazionale - Legislazione Europea e Comunitaria - Varietà Vegetali - Rapporti tra i diversi sistemi normativi - La natura sovranazionale del diritto dei brevetti

I requisiti di validità del brevetto

Le invenzioni non brevettabili: scoperte, software, metodi commerciali, novità vegetali e razze animali, metodi terapeutici - Industrialità - Liceità - Novità - Altezza inventiva

Procedura di deposito nazionale

Differenza tra sistema con esame e senza esame - Gli allegati alla domanda di brevetto: titolo, riassunto, descrizione, disegni, rivendicazioni - Il procedimento di brevettazione: Deposito, Esame, Modifiche della domanda, Concessione - Procedura di ricorso

Procedura di deposito CBE

La struttura dell'Ufficio Europeo dei Brevetti - Il problema linguistico - Il procedimento di brevettazione - Efficacia del brevetto europeo in Italia - Cenni alla procedura PCT

Le cause di nullità del brevetto

Tassatività delle cause di nullità - carenza dei requisiti - insufficienza della descrizione - estensione oltre il contenuto della domanda iniziale - brevettazione del non avente diritto - conversione del brevetto nullo - l'azione di nullità del brevetto

L'interpretazione del brevetto

Ambito dell'esclusiva - descrizione e rivendicazioni - brevetto di prodotto e brevetto di procedimento - la contraffazione per equivalenti - la contraffazione indiretta - gli usi consentiti: uso sperimentale, eccezione galenica, uso personale

Le invenzioni del dipendente

Invenzione di servizio - invenzione d'azienda - invenzione occasionale - le invenzioni in ambito universitario - determinazione dell'equo premio

La circolazione del brevetto

Cessione - licenza - licenza negoziale e licenza obbligatoria - insufficiente attuazione - brevetto dipendente - Regolamento sui trasferimenti di tecnologia - Il problema delle importazioni parallele: l'esaurimento dei diritti di brevetto

La difesa del brevetto

La domanda di contraffazione - presunzioni - competenza (forum shopping) - rimedi - cenni alla difesa penale

I provvedimenti cautelari a tutela del brevetto

La procedura cautelare - descrizione - sequestro - inibitoria - pubblicazione

Nell'ambito del corso verrà svolto un seminario di approfondimento.

Per ogni comunicazione il Prof. Dragotti può essere raggiunto all'indirizzo dir.ind@pdlawit.com

CORSI OPZIONALI

CHIMICA ANALITICA (APPLICATA AI BENI CULTURALI)

Crediti didattici 4

Prof.ssa Silvia Bruni

Lezioni frontali (ore totali: 26)

1. Introduzione al corso: correlazione tra arte, archeologia e chimica analitica (ore 2)
2. Metodi di analisi elementare applicati all'opera d'arte o al reperto archeologico:
 - spettroscopia atomica di assorbimento ed emissione, ICP-MS, LA-ICP-MS (ore 3)
 - fluorescenza di raggi X (XRF) ed emissione di raggi X indotta da particelle (PIXE) (ore 3)
 - analisi per attivazione neutronica (ore 2)
 - trattamento statistico del dato analitico: cenni ai metodi di analisi multivariata (ore 2)
3. Metodi di analisi molecolare applicati all'opera d'arte o al reperto archeologico:
 - spettrometria di massa, in particolare associata alla gas-cromatografia (GC-MS) (ore 4)
 - spettroscopie micro-Raman e micro-FTIR (ore 2)
 - spettroscopia in riflettanza con fibre ottiche (ore 1)
4. Cenni ai metodi di datazione: analisi degli isotopi e termoluminescenza (ore 3)
5. Tecniche di analisi delle superfici: spettroscopia fotoelettronica di raggi X (XPS), spettroscopia di elettroni Auger (AES), microscopia elettronica a scansione (SEM) e analisi di raggi X in dispersione di energia (EDX) (ore 4)

Esercitazioni (ore totali: 12)

1. Dimostrazione dell'utilizzo di attrezzatura spettroscopica (Raman, FTIR, riflettanza nel visibile) da laboratorio e portatile per la caratterizzazione di pigmenti in opere d'arte.
2. Dimostrazione dell'utilizzo dell'apparecchiatura per SEM-EDX applicato ad un frammento di ceramica antica con rivestimento.
3. Dimostrazione dell'utilizzo di un'apparecchiatura per GC-MS nel riconoscimento di un residuo organico di interesse archeologico.

SOSTANZE NATURALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Crediti didattici 4

I modulo: Dott.ssa Alessandra Silvani

II modulo: Prof. Bruno Danieli

1 CFU

1. Metabolismo primario e secondario.
2. I mattoni biosintetici del metabolismo secondario: unità C₁; unità C₂ o acetato; unità C₅ o isoprenica; unità C₆C₃ o fenilpropilica; unità C₆C₂N o fenilalaninica; unità indolo-C₂N o triptofanica; unità C₄N o dell'ornitina; unità C₅N o della lisina.
3. I meccanismi di costruzione del metabolismo secondario: reazioni di sostituzione nucleofila e di addizione elettrofila; reazioni di trasposizione; reazione aldolica e di Claisen; reazioni di basi di Schiff e di Mannich; transaminazione; decarbossilazione; riduzione, ossidazione ed accoppiamento ossidativo; reazioni di glicosilazione.

2 CFU

4. La via biogenetica dell'acetato: acidi grassi saturi, insaturi acetilenici, ramificati; prostaglandine; polichetidi aromatici.
5. La via biogenetica dello shikimato: amminoacidi aromatici e semplici acidi benzoici; acidi cinnamici; lignani; cumarine; flavonoidi.
6. La via biogenetica del mevalonato: emiterpeni; monoterpeni ed iridoidi; sesquiterpeni; diterpeni; sesterterpeni; triterpeni; steroidi e fitosteroli.
7. Alcaloidi, peptidi, proteine ed altri derivati amminoacidici; alcaloidi pirrolidinici, pirrolizidinici, piperidinici, tetraidroisochinolinici semplici e modificati; alcaloidi indolici e dell'ergot; ormoni peptidici; peptidi modificati (β-lattami).

1 CFU

8. Sostanze Naturali di interesse industriale: metodi di isolamento, purificazione e riconoscimento; ormoni adrenocorticali/corticosteroidi; progestinici, estrogeni e androgeni; glicosidi cardioattivi; saponine steroidee; sostanze naturali ad attività antitumorale; sostanze naturali ad attività epatoprotettiva, antibatterica e sul SNC.

TECNOLOGIE ELETTROCHIMICHE AMBIENTALI

Crediti didattici 4 (3 CFU lezioni frontali + 1 CFU esperienze di laboratorio)

Prof.ssa Sandra Rondinini

- Sistemi elettrochimici (2 ore): principi di funzionamento, elettrodi (materiali e geometrie), celle (materiali e geometrie)
- Processi elettrochimici puliti (8 ore): applicazioni per l'industria nei settori della produzione di energia (sistemi di accumulo dell'energia e pile a combustibile), chimica fine, chimica farmaceutica, industria agro-alimentare, ecc. Fotoelettrochimica. Tecnologie elettrochimiche applicate ai monitoraggi ambientali.
- Tecnologie elettrochimiche per il disinquinamento (6 ore): sistemi elettrolitici per la degradazione di inquinanti e microinquinanti organici, rimozione di inquinanti inorganici, riduzione e condizionamento degli scarichi
- Tecnologie elettrochimiche per il recupero e riciclaggio di materiali e la trasformazione dei residui industriali (8 ore): processi elettrolitici a membrana tipo elettrodialisi ed elettro-elettrodialisi, cenni di funzionamento delle membrane a scambio ionico, uso delle membrane bipolari

Esperienze di laboratorio (16 ore) sui temi: "*Conversione di energia*" (4 ore), "*Degradazione di coloranti*" (4 ore), "*Recupero di rame*" (4 ore) e "*Rigenerazione di acido e base*" (4 ore)

Materiali didattico e Testi Consigliati:

Durante il corso viene fornito il materiale didattico usato per le lezioni frontali, sotto forma di fotocopie o presentazioni al computer; si suggeriscono inoltre, a titolo consultivo, i seguenti testi:

- *Modern Electrochemistry: Electrodics in Chemistry, Engineering, Biology, and Environmental Science* by John O'm Bockris, Amulya K. N. Reddy, J. O'M Bockris, Maria Gamboa-Aldeco, Plenum Press, 2000
- *Industrial Electrochemistry* by Derek Pletcher, Frank C. Walsh, Chapman and Hall, 1990

MATERIALI STRUTTURALI PER L'INDUSTRIA CHIMICA

Crediti didattici 4

Prof. Giuseppe Faita

- tipi di danneggiamento dei materiali strutturali (rottture meccaniche in funzione della temperatura, attacchi da corrosione)
- elementi riguardanti le caratteristiche meccaniche: resilienza a bassa temperatura, carico di snervamento, fatica a media temperatura, creep ad alta temperatura
- principi di corrosione
- criteri di scelta dei materiali strutturali
- esempi applicativi (flowsheet di un impianto chimico, descrizione delle condizioni di processo, selezione dei materiali adatti alle varie apparecchiature)
- controlli non distruttivi in fase di manutenzione degli impianti
- bibliografia

METODI DI INDAGINE STRUTTURALE DI MATERIALI INORGANICI

Crediti didattici 5

Dott. Piero Macchi

Corso mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica.

CHIMICA INORGANICA AVANZATA E METALLORGANICA

Crediti didattici 5

Dott.ssa Laura Santagostini

Composti inorganici nell'ambiente; composti dei gruppi 14, 15, 16, 17, metalli pesanti: loro utilizzo e potenziale inquinante. Principi di chimica metallorganica. Utilizzo di composti metallorganici ed impatto ambientale. Applicazione dei composti organometallici in campo medico: cofattori enzimatici, complessi veicolanti, antibatterici, antivirali, antitumorali. I derivati dei lantanidi nella diagnostica medica.

METODOLOGIE DI SINTESI ORGANICA

Crediti didattici 5 (40 ore)

Dott. Luigi Lay

1. Metodi di formazione del legame C-C (18 ore):

generazione di carbanioni stabilizzati; alchilazione di ioni enolato (da aldeidi, chetoni, esteri, ammidi e nitrili); sintesi e utilizzo sintetico di enammine; reazioni di addizione coniugata; reazione di condensazione aldolica; reazioni di condensazione di immine e ioni imminio; acilazione di carbanioni; reazione di Wittig; cicloaddizioni (reazione di Diels-Alder e correlate); reagenti organometallici: preparazione e applicazioni nella sintesi organica.

2. Interconversione di gruppi funzionali (6 ore):

preparazione di alogenuri alchilici e di nitrili; alchilazione di ammine e ammidi; preparazione di eteri; scissione di eteri e esteri; sintesi di esteri e ammidi.

3. Riduzione e ossidazione di gruppi funzionali (10 ore):

idrogenazione; riduzione con idruri metallici; riduzione con metalli in soluzione; ossidazione di alcoli e aldeidi; ossidazione di doppi legami C-C (epossidazione e scissione ossidativa); scissione ossidativa di glicoli.

4. Strategie di sintesi organica (6 ore):

protezione di gruppi funzionali (doppio e triplo legame C-C, OH, NH₂, CO e COOH); esempi di sintesi di molecole di media complessità.

Testi consigliati:

- F.A. Carey, R.J. Sundberg *Advanced Organic Synthesis*, IV Ed. Part B, Plenum Press

AUSILIARI E MATERIALI POLIMERICI

Crediti didattici 5

Prof. Giuseppe Di Silvestro

Il corso intende dare agli studenti i fondamenti delle proprietà dei materiali polimerici e dei problemi connessi alla modifica di queste proprietà per effetto dell'aggiunta di additivi di varia natura.

Il programma è diviso in due moduli uno legato alle proprietà dei materiali mentre l'altro è dedicato agli additivi.

Proprietà dei materiali polimerici (2.5 cfu)

1. I polimeri come materiali: caratteristiche strutturali.
2. Proprietà fisiche dei polimeri: proprietà termiche ed elettriche.
3. Proprietà meccaniche e concetto di viscoelasticità.
4. Proprietà dinamico-meccaniche.
5. Metodi di lavorazione dei materiali polimerici.

Additivi per materiali polimerici (2.5 cfu)

1. Problematica industriale dell'additivazione e metodi per ottenerla.
2. Stabilizzanti termici ed UV
3. Ritardanti di fiamma
4. Plastificanti per il controllo della temperatura di transizione vetrosa.

5. Cariche rinforzanti ed agenti di controllo della velocità di cristallizzazione e della morfologia dei materiali.
6. Cenni sui coloranti e sui compatibilizzanti di miscele polimeriche.

Nella trattazione saranno privilegiati i prodotti usati in due classi importantissime di materiali: poliolefine e poliammidi.

SPETTROSCOPIA E FOTOCHIMICA APPLICATE

Crediti didattici 5

Prof.ssa Elena Selli

Introduzione (2 ore) – Spettri di assorbimento e di emissione, livelli energetici, energia della radiazione, leggi di Lambert e Beer.

Spettroscopia vibro-rotazionale (6 ore) – Livelli energetici rotazionali e vibrazionali, transizioni relative. Spettri rotazionali puri di molecole biatomiche e di molecole lineari e non lineari, spettroscopia nelle microonde. Spettri vibro-rotazionali, modi normali di vibrazione, frequenze caratteristiche di gruppo, spettri Raman.

Spettroscopia di risonanza (4 ore) – Principi di spettroscopia di risonanza di spin elettronico e di spettroscopia di risonanza magnetica nucleare.

Produzione, proprietà e cammini di disattivazione di stati elettronici eccitati (8 ore) – Assorbimento di luce. Tempi di vita, proprietà geometriche e acido-base di stati eccitati. Energie degli stati eccitati. Rilassamento vibrazionale, transizioni radiative e non radiative. Cinetica di spegnimento di stati eccitati, eccimeri e ecciplessi. Rese quantiche, cinetica e meccanismi di reazioni fotochimiche.

Tecniche sperimentali (4 ore) – Sorgenti di luce convenzionali, attinometria. Lasers. Spettroscopia di luminescenza. Cenni su tecniche pulsate.

Processi fotochimici in natura (4 ore) – Fotosintesi. Processo visivo. Reazioni fotochimiche nell'atmosfera e nell'inquinamento dell'aria.

Fotochimica di polimeri (4 ore) – Meccanismi di fotopolimerizzazione e fotoreticolazione. Fotoiniziatori. Fotoinnesto di monomeri per la modifica superficiale di polimeri. Fotodegradazione e fotostabilizzazione di polimeri.

Fotocatalisi (4 ore) – Processi fotoelettrochimici su semiconduttori, aspetti termodinamici e cinetici. La fotocatalisi nella conversione di energia solare e nella degradazione di inquinanti.

Altre applicazioni (4 ore) – Fotocromismo. Sintesi fotochimiche. Il processo fotografico.

Testi consigliati:

- K. J. Laidler, J. H. Meiser, *Chimica Fisica*, Ed. Grasso (Bologna), 1999
- A. Gilbert, J. Baggott, *Essentials of Molecular Photochemistry*, Blackwell, 1991
- R. P. Wayne, *Principles and Applications of Photochemistry*, Oxford Science Publications, 1988

SINTESI ORGANICA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

Crediti didattici 5 (4 CFU lezioni frontali + 1 CFU esercitazioni)

Prof. Mauro Cinquini

- Condizioni di reazione e scelta del solvente. Solventi protici e solventi aprotici dipolari. Reazioni in mezzi non convenzionali (fase fluorosa, liquidi ionici). Catalisi per trasferimento di fase liquido/liquido e solido/liquido.
- Atom economy
- Sintesi organica su fase solida.
- Catalisi omogenea e catalisi eterogenea. Catalisi organica.
- Catalizzatori supportati su matrice polimerica solubile ed insolubile.
- Catalizzatori enantioselettivi.

CALCOLO NUMERICO

Crediti didattici 5

Corso mutuato dal corso di laurea triennale in chimica, vedi programma.

ECOLOGIA E TOSSICOLOGIA

Crediti didattici 5

Mutuato dal Corso di Laurea in Biotecnologie

Dott. Andrea Binelli

Ecosistema come concetto ecologico di base, proprietà degli ambienti sistemici, struttura e funzione dell'ecosistema, stabilità e biodiversità, produzione e decomposizione, materia ed energia, evoluzione dell'ecosistema, fattori limitanti, legge di Liebig e di Shelford, concetto di nicchia ecologica, densità di popolazione e fattori di regolazione, interazioni di popolazione (competizione, coesistenza, predazione), composizione specifica, trasferimento di materia ed energia nella catena alimentare.

Descrizione delle diverse classi di contaminanti (“naturali” e “di sintesi”), i modificatori endocrini e loro meccanismi d'azione, distribuzione dei contaminanti nell'ambiente (raggiungimento della condizione di equilibrio tra i diversi comparti ambientali, Legge di Henry), i coefficienti di ripartizione bifasici, il trasporto dei contaminanti a lunga distanza (teoria della distillazione frazionata, effetto “cavalletta”, trappola fredda, reti trofiche artiche e antartiche), persistenza e degradabilità di una sostanza, il bioaccumulo (bioconcentrazione e biomagnificazione), definizione di tossicità, curve dose-effetto, tossicità acuta e cronica, valutazione della qualità di un corpo idrico, I.B.E, gli indicatori biologici, elementi di stima del rischio ambientale e per l'uomo, l'eutrofizzazione, la depurazione.

Testi consigliati:

- Provini, *Ecologia Applicata*, Città Studi Edizioni, 1998.
- S. Galassi, *Microinquinanti organici*, Hoepli, 1991.
- R. Vismara, *Ecologia Applicata*, Hoepli, 1997
- M. Vighi, *Ecotossicologia*, UTET, 1998.

**ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA
TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE**

insegnamento	docente
Istituzioni di matematiche	Alberto Alesina
Chimica generale e inorganica	Francesca Porta
Lab. chim. generale e inorganica	
Laboratorio di Informatica	Anna Bucalo
Fisica Generale	Ettore Gadioli
Chimica Analitica con laboratorio	Paola Fermo
Chimica Elettroanalitica con laboratorio	Torquato Mussini
Chimica Organica	Cesare Gennari
Laboratorio Chimica Organica	Rita Annunziata
Prova lingua inglese	Jill Friedman
Chimica Fisica	Giorgio Fiori
Chimica Fisica delle Interfasi	Silvia Ardizzone
Laboratorio di Chimica Fisica	Elena Selli
Chimica Inorganica e dei Materiali Inorganici con laboratorio	Luigi Garlaschelli
Chimica Ambientale, Sicurezza e Legislazione	Marino Nebuloni (disattivato dall'a.a. 03-04)
Controllo Ambientale	Anna Bortoluzzi
Comp. Organici di Interesse Industriale con lab. (I e II modulo)	Giovanni Russo Dario Perdicchia Maurizio Benaglia
Chimica Biologica e Biotecnologie	Renata Zippel
Analisi chimica Strumentale	Francesco Cariati
Analisi di Strutture Molecolari	Rita Annunziata
Tecnologie Industriali di Disinquinamento	Paolo Longhi
Elementi di Impianti Chimici	Claudia Bianchi
Chimica Organica Fine e Macromolecolare I e II modulo	Amedea Manfredi Elisabetta Ranucci
Controllo Qualità e Certificazione	Marina Perego
Proprietà Industriale	Gualtiero Dragotti
Metodi di Indagine Strutturale di Materiali Inorganici	Piero Macchi
Chimica Inorganica Avanzata e Metallorganica	Laura Santagostini
Chimica Analitica (applicata ai Beni Culturali)	Silvia Bruni
Ecologia e Tossicologia	Andrea Binelli
Metodologie di Sintesi organica	Luigi Lay
Sostanze Naturali e Applicazioni Industriali	Alessandra Silvani Bruno Danieli
Sintesi Organica a Basso Impatto Ambientale	Mauro Cinquini
Ausiliari e Materiali Polimerici	Giuseppe Di Silvestro
Spettroscopia e Fotochimica Applicate	Elena Selli
Tecnologie Elettrochimiche Ambientali	Sandra Rondinini
Materiali Strutturali per l'Industria Chimica	Giuseppe Faita
Calcolo Numerico	Flavia De Tisi

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE
CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI**

NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE E IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI

Il corso di laurea specialistica integrata in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali, appartenente alla classe delle lauree specialistiche in Scienze Chimiche - Classe 62/S , si svolge nella Facoltà di Scienze MM. FF. NN. e ha la durata di due anni.

I laureati nel corso di laurea specialistica avranno una formazione intesa a:

- avere una solida preparazione culturale di base nei diversi settori della chimica, nei suoi aspetti teorici e sperimentali;
- avere una buona padronanza del metodo scientifico di indagine;
- avere una buona conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- permettere di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- fornire una ampia autonomia nell'ambito del lavoro, che permetta una elevata responsabilità di progetti e strutture;
- acquisire tecniche utili per la comprensione di fenomeni a livello molecolare e conseguire competenze specialistiche in uno specifico settore della chimica e della biochimica;
- acquisire conoscenze nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei;
- avere una buona conoscenza per la caratterizzazione spettroscopica e strutturale dei composti chimici, inclusi i materiali impiegati nei beni culturali;
- avere una solida preparazione per l'applicazione ai sistemi chimici di metodi teorici di simulazione e di modellistica computazionale;
- acquisire le metodologie analitiche necessarie per la valutazione dell'impatto ambientale sul territorio e le metodologie chimiche per la bonifica ambientale;
- acquisire conoscenze sul controllo di qualità e sulle applicazioni di materiali biodegradabili.

Tra le attività che i laureati specialistici 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.

Accesso

Possono accedere al corso di laurea specialistica integrata in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali, con riconoscimento integrale dei crediti formativi universitari acquisiti, i laureati (Classe 21, classe delle lauree universitarie in Scienze e Tecnologie Chimiche) dell'Università degli Studi di Milano in Chimica per i curricula A, B e C e in Chimica Applicata e Ambientale per il curriculum D.

Possono anche accedervi, con riconoscimento eventualmente parziale dei crediti formativi (CFU), coloro che siano in possesso di un'altra laurea della classe 21, Scienze e Tecnologie Chimiche, oppure della classe 1, Biotecnologie, della classe 24, Scienze e Tecnologie Farmaceutiche o della classe 27, Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura, nonché coloro che siano in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Per essere ammesso al corso di laurea specialistica il laureato deve possedere i seguenti requisiti curriculari, con riferimento agli Ordinamenti Didattici dei Corsi di Laurea in Chimica e in Chimica Applicata e Ambientale:

- per quanto riguarda le attività formative di base, almeno un totale di 19 CFU nelle discipline degli ambiti matematico-informatico e fisico per i curricula A, B, C, e almeno un totale di 10 CFU per il curriculum D;
- per quanto riguarda le attività formative caratterizzanti, almeno 55 CFU complessivi per i curricula A, B, C, e almeno 34 CFU complessivi per il curriculum D.

I laureati con carenza di crediti formativi, rispetto alla laurea triennale in Chimica o in Chimica Applicata e Ambientale e con riferimento ai diversi curricula, se ammessi, dovranno acquisire le conoscenze mancanti in accordo con le finalità della laurea specialistica. I CFU non riconosciuti rimarranno nella carriera dello studente e potranno essere, previo parere di una apposita Commissione, utilizzati nel corso degli studi della Laurea Specialistica.

La preparazione personale dei laureati sarà verificata, ai fini dell'ammissione al corso di laurea specialistica, mediante un colloquio a carattere multidisciplinare. Il colloquio si svolgerà alle ore 15 del giorno 6 ottobre 2003 presso l'aula D, piano terra ala sud del Dipartimento di Chimica Fisica Elettrochimica - Via Venezian, 21 - Milano. Potranno accedervi gli studenti iscritti alla LS e quelli iscritti con riserva, cioè quelli ai quali manchino, per conseguire la Laurea triennale, non più di 20 CFU, comprensivi dei crediti previsti per il superamento della prova finale. Questi studenti, se ammessi, dovranno conseguire i crediti mancanti entro il 28 febbraio 2004 (art.11 del Reg. di Facoltà). L'esito negativo conseguito nella prova di verifica comporta la preclusione all'accesso al corso di laurea specialistica per l'anno accademico 2003/2004.

Al compimento degli studi viene conseguita la laurea specialistica integrata in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali, classe delle lauree specialistiche in Scienze Chimiche.

ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI LAUREA.

La durata normale del corso di laurea specialistica integrata in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali è di ulteriori due anni dopo la laurea.

Per l'a.a 2003-2004 verrà attivato solo il 1° anno.

Il corso di laurea è articolato in quattro curricula. 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 svolti all'esterno, 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 e corsi integrati.

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 tesi 21 ore di lavoro e 4 ore di studio personale.

Per conseguire la laurea specialistica lo studente deve avere acquisito 300 crediti, ivi compresi quelli già acquisiti ai fini del conseguimento della laurea e riconosciuti validi per l'accesso al corso di laurea specialistica.

Attività formativa.

Le attività formative nelle diverse aree scientifico-disciplinari per i diversi curricula, e i corrispondenti crediti (CFU), sono specificati nella tabella che segue.

Curriculum A : Inorganico-Chimico Fisico

Insegnamenti obbligatori (dalla Tab. 1)	a) fondamentali:	- CHIM/02 o CHIM/03 (18 CFU)
	b) affini o integrativi:	- MAT/01-09 (5 CFU) - INF/01 (3CFU) - CHIM/08 o GEO/06 (4 CFU)
Insegnamenti opzionali (dalla Tab. 2)	- CHIM/02 o CHIM/03 (12 CFU) - CHIM/06 (6 CFU)	
Insegnamenti a scelta libera dello studente:	- 6 CFU	
Altre attività (tesina e lavoro su banche dati):	- 6 CFU	
Laboratorio di tesi specialistica e prova finale	- 60 CFU	

Curriculum B : Organico

Insegnamenti obbligatori (dalla Tab. 1)	a) fondamentali:	- CHIM/06 (18 CFU)
	b) affini o integrativi:	- MAT/01-09 (5 CFU) - INF/01 (3CFU) - CHIM/08 o GEO/06 (4 CFU)
Insegnamenti opzionali (dalla Tab. 2)	- CHIM/06 (12 CFU) - CHIM/02 o CHIM/03 (6 CFU)	
Insegnamenti a scelta libera dello studente:	- 6 CFU	
Altre attività (tesina e lavoro su banche dati):	- 6 CFU	

Laboratorio di tesi specialistica e prova finale	- 60 CFU
--	----------

Curriculum C : Interdisciplinare

Insegnamenti obbligatori (dalla Tab. 1)	a) fondamentali:	- CHIM/02 (9 CFU) e CHIM/03 (9CFU), - oppure: CHIM/02 (9 CFU) e CHIM/06 (9 CFU), - oppure: CHIM/03 (9 CFU) e CHIM/06 (9 CFU)
	b) affini o integrativi:	- MAT/01-09 (5 CFU) - INF/01 (3CFU) - CHIM/08 o GEO/06 (4 CFU)
Insegnamenti opzionali (dalla Tab. 2)	- CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06 (18 CFU)	
Insegnamenti a scelta libera dello studente:	- 6 CFU	
Altre attività (tesina e lavoro su banche dati):	- 6 CFU	
Laboratorio di tesi specialistica e prova finale	- 60 CFU	

Curriculum D : Chimica Applicata e Ambientale

Insegnamenti obbligatori (dalla Tab. 1)	a) fondamentali:	- CHIM/06 (n° 11) (6 CFU) - CHIM/01 (n°12) (6 CFU)
	b) affini o integrativi:	- MAT/01-09 (7 CFU) - FIS/01 (6 CFU)
Insegnamenti opzionali (dalla Tab. 2)	- CHIM/02 e/o CHIM/03 (21 CFU) - CHIM/06 (6 CFU) - CHIM/04 (3 CFU)	
Insegnamenti a scelta libera dello studente:	- 6 CFU	
Laboratorio di tesi specialistica e prova finale	- 59 CFU	

Organizzazione didattica per il 1° anno

Attività comune per tutti i curricula:

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esame o prova</i>
1° semestre		
Complementi di matematica (2° modulo)	5	<1>
2° semestre		
Laboratorio di tesi	25	

Attività curriculari caratterizzanti:

Curricula A, B, e C

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esame o prova</i>
---------------------	----------------------	----------------------

1° semestre		
Un insegnamento con relativo laboratorio, dalla Tab. 1	9	<2>
Informatica	3	<3>
Chimica Farmaceutica	4	<4>
<i>oppure</i>		
Mineralogia	4	<4>
Un insegnamento dalla Tab. 2	6	<5>
2° semestre		
Un insegnamento con relativo laboratorio dalla Tab. 1	9	<6>

Curriculum D

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esame o prova</i>	
1° semestre			
Complementi di matematica (1° modulo)	2	<1>	
Metodologie analitiche per l'ambiente e il territorio	6	<2>	
Caratterizzazione strutturale di composti organici	6	<3>	
Fisica dell'atmosfera	6	<4>	
Un insegnamento dalla Tab. 2	6	<5>	
<i>oppure:</i>			
Un insegnamento dalla Tab. 2	3		<5>
Un insegnamento dalla Tab. 2	3		<6>
2° semestre			
Un insegnamento dalla Tab. 2	3	<6>	<7>
Un insegnamento dalla Tab. 2	3	<7>	<8>

Gli insegnamenti scelti dalle Tab. 1 e 2 dovranno essere compatibili con la distribuzione, nelle diverse aree scientifico-disciplinari, dei CFU più sopra indicati per la attività formativa di ciascuno dei diversi curricula, in modo da rispettare l'Ordinamento Didattico delle LS integrate. A tale scopo gli studenti si avvarranno dei suggerimenti di una apposita Commissione.

Gli studenti possono discostarsi dai curricula previsti e presentare un piano di studio individuale, nel rispetto delle norme del Regolamento Didattico della Facoltà di Scienze MM. FF. NN. Ogni piano di studio individuale verrà vagliato dalla Commissione piani di studio e sarà sottoposto al Consiglio di Coordinamento Didattico, che lo potrà approvare o respingere.

Tabella 1

n.	insegnamenti	CFU	settori	anno/ semestre
1.	Chimica Fisica (A) e Laboratorio di Chimica Fisica (A)	6+3	CHIM/02	I/1°
2.	Chimica Fisica (B) e Laboratorio di Chimica Fisica (B)	6+3	CHIM/02	I/2°
3.	Chimica Inorganica (A) e Laborat.di Chimica Inorganica (A)	6+3	CHIM/03	I/1°
4.	Chimica Inorganica (B) e Laborat. di Chimica Inorganica (B)	6+3	CHIM/03	I/2°
5.	Chimica Organica (A) e Laboratorio di Chimica Organica (A)	6+3	CHIM/06	I/1°
6.	Chimica Organica (B) e Laboratorio di Chimica Organica (B)	6+3	CHIM/06	I/2°
7.	Complementi di matematiche (1° modulo)	2	MAT/01-09	I/1°
7. bis	Complementi di matematiche (2° modulo)	5	MAT/01-09	I/1°
8.	Informatica	3	INF/01	I/1°
9.	Chimica Farmaceutica	4	CHIM/08	I/1°
10.	Mineralogia	4	GEO/06	I/1°
11.	Caratterizzazione strutturale di composti organici	6	CHIM/06	I/1°
12.	Metodologie analitiche per l'ambiente e il territorio	6	CHIM/01	I/1°

13.	Fisica dell'atmosfera *	6	FIS/01	I/1°
-----	-------------------------	---	--------	------

* = dal Corso di laurea in Fisica

Tabella 2

n.	insegnamenti	CFU	settori	semestre
1.	Chimica Fisica (Cristallochimica)	6	CHIM/02	1°
2.	Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e Interfasi	6	CHIM/02	2°
3.	Chimica Fisica dello Stato Solido e delle Superfici	6	CHIM/02	2°
4.	Chimica Teorica	6	CHIM/02	2°
5.	Elettrochimica (Organica)	6	CHIM/02	2°
6.	Fotochimica	6	CHIM/02	1°
7.	Chimica Bioinorganica	6	CHIM/03	1°
8.	Stereochimica Inorganica	6	CHIM/03	2°
9.	Chimica Inorganica (Applicazioni)	6	CHIM/03	1°
10.	Chimica Inorganica (Complementi)	6	CHIM/03	2°
11.	Chimica Inorganica (Cristallochimica)	6	CHIM/03	1°
12.	Chimica Inorganica (Reattività dei composti metallorganici)	6	CHIM/03	1°
13.	Chimica Metallorganica (Catalisi omogenea)	6	CHIM/03	2°
14.	Chimica dello Stato Solido	6	CHIM/03	2°
15.	Metodologie avanzate di sintesi organica	6	CHIM/06	1°
16.	Chimica Bioorganica	6	CHIM/06	1°
17.	Chimica dei Composti Organometallici	6	CHIM/06	1°
18.	Metodi Fisici Avanzati in Chimica Organica *	6	CHIM/06	1°
19.	Chimica Organica (complementi) **	6	CHIM/06	2°
20.	Tecnologie elettrochimiche di bonifica ambientale	3	CHIM/02	1°
21.	Nuovi vettori energetici	3	CHIM/02	2°
22.	Chemimetria	3	CHIM/02	2°
23.	Chimica supramolecolare, 1° modulo: sintesi	3	CHIM/03	2°
23.bis	Chimica supramolecolare, 2° modulo: applicazioni	3	CHIM/03	2°
24.	Chimica Organica Industriale §	3	CHIM/04	2°
25.	Risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorg. e metallorg.	3	CHIM/03	2°
26.	Chimica degli elementi e qualità della vita	3	CHIM/03	2°

* = mutuato da "Metodi fisici in chimica organica" del Corso di laurea quinquennale in Chimica; scelta riservata ai curricula B e C.

** = mutuato da "Chimica Organica (applicata)" del Corso di laurea specialistica in Chimica Industriale e Gestionale

§ = parzialmente mutuato dal Corso di laurea specialistica in Chimica Industriale e Gestionale

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

PRIMO ANNO

Insegnamenti della tabella 1

CHIMICA FISICA (A)

Crediti didattici 6

Prof. Mario Raimondi

Introduzione a metodi statistici

Concetti statistici fondamentali. Valori medi e distribuzioni probabilistiche. Cammini casuali e distribuzione gaussiana.

Descrizione statistica di sistemi di particelle

Definizione dello stato di un sistema con un numero di particelle dell'ordine di grandezza del numero di Avogadro

Termodinamica Statistica

Il teorema di Liouville e la relazione tra i postulati probabilistici fondamentali ed il concetto di equilibrio e di processo reversibile. Processi irreversibili e teorema della mobilità. Insieme statistico rappresentativo. Trattazione statistica della interazione termica di sistemi macroscopici. Equilibrio termico. Temperatura. Entropia. Trattazione statistica della interazione meccanica. Calcolo statistico di quantità termodinamiche. Sistemi in equilibrio con una riserva di calore ed equilibrio canonico. Funzione partizione. Sue proprietà.

Applicazioni semplici di meccanica statistica

Trattazione del gas perfetto. Interpretazione microscopica della equazione di stato. Calcolo dell'entropia mediante la meccanica classica; paradosso di Gibbs ed indistinguibilità. Teorema di equiripartizione dell'energia ed applicazioni. Calore specifico dei solidi e modello di Einstein. Paramagnetismo e trattazione generale della magnetizzazione.

Trattazione statistica dell'equilibrio tra fasi ed equilibrio chimico

Equilibrio chimico: trattazione statistica delle condizioni di equilibrio e derivazione della espressione della costante di equilibrio in termini delle funzioni partizione molecolari. Collegamento con la spettroscopia e calcolo della funzione partizione di molecole poliatomiche: calcolo del contributo traslazionale, vibrazionale e rotazionale.

Meccanica statistica quantistica

Distribuzioni statistiche quantistiche. Statistica di Maxwell-Boltzmann. Statistica di Planck. Statistica di Bose-Einstein. Statistica di Fermi-Dirac. Limite classico delle distribuzioni quantistiche. Applicazioni a gas quantistici ideali. Problema del corpo nero. Gli elettroni di conduzione dei metalli. Funzione di Fermi e calcolo quantitativo del calore specifico elettronico nei metalli.

Sistemi non ideali

Gas reale: derivazione della equazione di Van der Waals a partire da un potenziale attrattivo approssimato. Equazione del viriale. Liquidi: cenni sulla simulazione con tecniche di calcolo basate sulla dinamica molecolare e sul metodo di Montecarlo.

Teoria del trasporto

Tempo di collisione. Libero cammino medio. Sezione d'urto. Viscosità η . Calcolo del coefficiente di viscosità per un gas diluito. Calcolo del coefficiente di conducibilità termica. Diffusione. Calcolo del coefficiente di diffusione. Equazione della diffusione. Conducibilità elettrica. Processi di trasporto e funzione di distribuzione. Equazione di Boltzmann in assenza ed in presenza di collisioni di Boltzmann.

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (A)

Crediti didattici 3

Prof. Emanuele Ortoleva

Durante il laboratorio verrà studiata mediante calcoli quantomeccanici una reazione chimica.

Verranno utilizzate le nozioni di punti stabili e punti di sella sulla superficie di Born-Oppenheimer, modi normali di vibrazione, coordinata intrinseca di reazione. Verranno utilizzati i principali concetti di termodinamica statistica per calcolare le costanti di equilibri e la costante cinetica mediante l'equazione di Eyring.

Verranno, inoltre fatte ipotesi di reattività a partire dal calcolo del potenziale elettrostatico.

CHIMICA FISICA (B)

Crediti Didattici: 6 (5 CFU di lezioni + 1 CFU di esercitazioni)

Prof. Gian Franco Tantardini

- Strutture periodiche e reticolo cristallino, operazioni di simmetria, indici di Miller, reticoli di Bravais, strutture cristalline semplici. Reticolo reciproco, diffrazione, equazioni di Laue, legge di Bragg, zone di Brillouin, fattori di struttura, metodi di diffrazione.
- Energia interna dei cristalli. Dinamica atomica nei cristalli, potenziale, equazioni di moto, vibrazioni reticolari, modi normali, relazioni di dispersione, fononi acustici e ottici, capacità termica fononica, distribuzione di Planck, modelli di Einstein e di Debye.
- Modello a elettroni liberi, distribuzione di Fermi-Dirac, capacità termica del gas di elettroni. Modello a elettroni quasi liberi, approssimazione Tight Binding, funzioni di Bloch, bande di energia, densità degli stati, superfici di Fermi.
- Struttura di superfici solide, ricostruzione, strutture di adsorbati, metodi sperimentali per lo studio di superfici.
- Processi su superfici solide, fisisorbimento, chemisorbimento molecolare e dissociativo, dinamica di adsorbimento, approccio molecolare ai meccanismi della catalisi.
- Esercitazioni - Risoluzione di problemi ed esempi.

Testi di consultazione:

- H. Ibach, H. Luth, *Solid State Physics (An Introduction to Principles of Material Science)*, Springer-Verlag, 3^a ed., 2003
- K.W. Kolasinski, *Surface Science - Foundations of Catalysis and Nanoscience*, John Wiley & Sons LTD, 2002

LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (B)

Crediti didattici 3

Dott. Marco Scavini

Lezioni Frontali

Difetti puntuali e loro influenza sulle proprietà fisiche dei solidi. Diagrammi di fase mono, bi e tri-componente. Transizioni di fase: classificazione di Buerger e di Ehrenfest. Equazione di Avrami. Reattività dei solidi: reazioni solido-solido.

Laboratorio

I concetti appresi nel corso delle lezioni verranno applicati allo studio di un numero limitato di sistemi solidi modello, evidenziando l'interdipendenza tra struttura cristallina, struttura difettuale e proprietà fisiche risultanti.

Tecniche sperimentali descritte ed utilizzate: sintesi allo stato solido, diffrattometria di raggi-X su polveri, microscopia elettronica, spettroscopia di impedenza, calorimetria differenziale a scansione, termogravimetria.

CHIMICA INORGANICA (A)

Crediti didattici 6

Prof. Alessandro Pasini

1) Complementi di Chimica degli Elementi di non transizione

Stati di ossidazione. Numeri e geometrie di coordinazione, VSEPR e sue eccezioni. Acidità e basicità dei composti. Catenazione. Legami multipli M=M e M=E. Metallo alchili. Legami policentrici bieletronici.

2) Metalli di transizione e loro composti

Stati di ossidazione e proprietà generali.

3) Il sistema metallo legante

Tipologie e nomenclatura. Denticità e apciticà. Donazione e retrodonazione. Regola dei 18 elettroni e sue eccezioni. Analogie isolobali.

Aspetti termodinamici. Fattori entalpici ed entropici.

Stabilità pratica e meccanismi di decomposizione. Effetto della chelazione ed effetto macrociclo. Aspetti elettronici. Teorie degli orbitali molecolari e del campo cristallino. Magnetismo. Stabilizzazione degli stati di ossidazione e delle geometrie di coordinazione. Stabilizzazione di molecole o gruppi mediante coordinazione.

4) Molecole stereochimicamente non rigide

Metodi di studio ed esempi.

4) Reattività del sistema metallo-legante

Reazioni di somma ossidativa e loro inverso.

Reazioni di migrazione-inserzione e loro inverso.

Attivazione e reattività di leganti coordinati.

Esempi di cicli catalitici.

5) Aspetti biomedici della Chimica Inorganica

NMR imaging. Cisplatino.

Il corso sarà inoltre affiancato da una quindicina di ore di esercitazioni e discussioni in aula sugli argomenti trattati.

LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (A)

Crediti didattici 3

Dott.ssa Emma Gallo

In attesa programma

CHIMICA INORGANICA (B)

Crediti didattici 6

Prof. Angelo Sironi

Lo scopo primario del corso è quello di:

- i) mostrare l'importanza del concetto di struttura molecolare per la razionalizzazione della reattività e delle proprietà spettroscopiche;
- ii) discutere le principali metodologie (diffrazzometriche e spettroscopiche) usate per la determinazione (anche solo parziale) della struttura molecolare nei diversi stati di aggregazione, al fine di evidenziare le interconnessioni esistenti tra i procedimenti di modellazione e di determinazione strutturale;
- iii) fornire gli strumenti necessari per la ricerca, la valutazione dell'affidabilità e l'utilizzazione delle informazioni strutturali presenti nella letteratura scientifica;
- iv) descrivere il Principio di Correlazione di Struttura e le sue principali derivazioni ed implicazioni [dalle correlazioni distanza, ordine ed energia di legame all'Analisi Quantitativa degli Effetti dei Leganti (QALE)];

- v) descrivere alcuni modelli teorici (dai diagrammi di Walsh alla Meccanica Molecolare) utili per la razionalizzazione della stereochimica, della termochimica e della reattività dei composti organometallici e di coordinazione;

LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (B)

Crediti didattici 3

Prof. Angelo Sironi

Gli studenti, suddivisi in gruppi, affronteranno una esperienza tra quelle qui di seguito elencate. Le lezioni del corso avranno carattere tutoriale e ciascun gruppo di studenti, durante l'espletamento dell'attività assegnatagli, riceverà suggerimenti sulle modalità operative e sulle letture necessarie all'approfondimento teorico di quanto messo in pratica. Le esperienze, che prevedono un impiego esteso di elaboratori elettronici, riguarderanno alcune tecniche fondamentali nell'ambito delle discipline Inorganico-Strutturali:

- i) determinazione della struttura cristallina e molecolare di un composto organometallico mediante diffrazione a Raggi X su monocristallo;
- ii) analisi qualitative e quantitative di fasi inorganiche utilizzando la diffrazione a raggi X su materiali policristallini;
- iii) valutazione dell'ingombro sterico medio di un legante mediante l'uso combinato di dinamica e meccanica molecolare (ER di Brown);
- iv) razionalizzazione della stereochimica di una classe di composti organometallici mediante l'uso della grafica e della meccanica molecolare;
- v) utilizzo delle banche dati cristallografiche nella razionalizzazione della stereochimica dei composti organometallici;

CHIMICA ORGANICA (A)

Crediti didattici 6

Prof. Giovanni Russo

Richiami su legame chimico e struttura.

Metodo VO e MO. Orbitali molecolari perturbati. Iperconiugazione.

Stereochimica.

Stereochimica statica e dinamica. Chiralità, enantiomeria, diastereomeria, prochiralità. Analisi conformazionale. Effetto di eteroatomi sulle conformazioni. Effetti conformazionali, sterici, e stereoelettronici sulla reattività.

Meccanismi di reazione.

Aspetti generali. Termodinamica, cinetica. Equazione di Hammett. Effetti isotopici. Intermedi di reazione. Catalisi. Effetti del solvente. Aspetti stereochimici. Reazioni di sostituzione nucleofila. Reazioni di addizione e di eliminazione.

Aromaticità.

Il concetto di aromaticità. Gli annuleni. Omoaromaticità. I sistemi condensati.

Reazioni concertate.

Reazioni elettrocicliche, reazioni sigmatropiche, reazioni eniche, cicloaddizioni.

Esercitazioni in aula.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (A)

Crediti didattici 3

Paola Del Buttero

Il corso consiste in esercitazioni di laboratorio a banco singolo.

Obiettivo di questo laboratorio e' quello di stimolare nello studente, che già dovrebbe aver acquisito con i Corsi precedenti oltre ad una solida conoscenza teorica anche una buona abilità manuale, la curiosità per le problematiche connesse con il lavoro di sintesi e di ricerca e di fornirgli, per quanto possibile, una metodologia per risolverle.

A tale scopo lo studente realizzerà delle sintesi in più step di prodotti racemi di interesse applicativo, seguendo una metodologia per la maggior parte guidata, senza però precludere una certa libertà di scelta da parte dello studente, in special modo riguardo alle tecniche di recupero dei prodotti ed alla loro purificazione. Inoltre lo studente si cimenterà sulla risoluzione negli enantiomeri dei prodotti ottenuti e sulla determinazione della loro purezza ottica.

CHIMICA ORGANICA (B)

Crediti didattici 6 (48 ore)

Prof: Carlo Scolastico

Addizioni elettrofile a legami multipli C-C: addizione di acidi alogenidrici, idratazione, ossimercuriazione, addizione di alogeni, reagenti elettrofilici a base di zolfo e selenio, sostituzione elettrofila in α al gruppo carbonilico. Addizioni ad alleni e ad alchini. Idroborazione. Reazione degli organoborani: trasformazioni in alcoli, ammine alogenuri. Idroborazione enantioselettiva, idroborazione di alchini.

Reazioni di cicloaddizione: reazione di Diels-Alder, il diene e il dienofilo. Reazione di Diels-Alder inversa, asimmetrica e intramolecolare. Cicloaddizioni 1,3-dipolari, dipoli e dipolarofili. Cicloaddizioni 1,3-dipolari asimmetriche. Cicloaddizioni [2+2] e altre reazioni che conducono a ciclobutani. Reazioni fotochimiche di cicloaddizione. Riassamenti sigmatropici [3,3]: Cope, Ossi-Cope e Ossi-Cope anionica, Claisen. Riassamenti [2,3] sigmatropici. "Ene reaction" e reazioni di eliminazione termica unimolecolari. Decomposizione di azocomposti ciclici, β -eliminazioni coinvolgenti stati di transizione ciclici.

Composti organometallici del I, II e III gruppo: preparazione e reazioni di composti di organomagnesio, di organolitio, di organozinco, di organomercurio, di organoindio e di organocerio.

Reazioni coinvolgenti metalli di transizione: preparazione e reazioni di composti di organorame, di organocuprati, di organocianocuprati, di organozincorame e di organomagnesiorame. Reazioni coinvolgenti intermedi di organopalladio: alchilazione e sostituzione nucleofila catalizzata da palladio, reazione di Heck, reazioni di cross coupling catalizzate da palladio, reazione di carbonilazione. Reazioni coinvolgenti composti di organo-nickel, reazioni coinvolgenti rodio e cobalto, composti organometallici con legami π .

Formazione del legame C-C: preparazione e reazioni dei composti contenenti boro, silicio e stagno. Reazioni coinvolgenti intermedi carbocationici. Reazioni coinvolgenti carbeni e nitreni.

Reazioni coinvolgenti radicali liberi: preparazione di intermedi radicalici, funzionalizzazione mediante reazioni radicaliche, reazioni di addizione di radicali ad alcheni sostituiti, ciclizzazione di intermedi radicalici, reazioni di frammentazione e di riassamento.

Testo consigliato:

- F. Carey, R. Sundberg "Advanced Organic Chemistry", IV Edition, Part B, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2001.

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (B)

Crediti didattici 3

Prof.ssa Anna Bernardi

Il corso prevede l'introduzione di tecniche di laboratorio non utilizzate nei precedenti corsi, con particolare enfasi sulle tecniche di manipolazione in atmosfera inerte e sull'esecuzione di sequenze sintetiche in più passaggi.

COMPLEMENTI DI MATEMATICHE (1° MODULO)

Crediti didattici 2

Prof.ssa Flavia De Tisi

- Nozioni introduttive sugli errori, tipi di errore, stima e maggiorazione.
- Instabilità e mal condizionamento con particolare riferimento alla soluzione di sistemi lineari .
Trattamento di dati sperimentali, regressione lineare.
- Integrazione numerica : formule di quadratura e soluzioni approssimate di un problema di Cauchy (Runge-Kutta).

COMPLEMENTI DI MATEMATICHE (2° MODULO)

Crediti didattici 5

Prof. Alberto Alesina

- Richiami di calcolo differenziale in piu' variabili: Derivate parziali e direzionali, Gradiente, Differenziale totale, Differenziazione di funzioni composte, Cambiamenti di coordinate (cilindriche, sferiche..) in espressioni differenziali.
- Forme differenziali, Integrale di linea di una forma differenziale, Potenziale.
- Richiami sulle equazioni differenziali ordinarie, soluzione per serie di potenze, cenni alle funzioni di Bessel.
- Cenni alle Equazioni alle Derivate Parziali, con discussione di esempi di interesse per la Chimica e l'Impiantistica.
- Ottimizzazione dei parametri; minimi quadrati non lineari. Il caso dei modelli espliciti e di quelli sotto forma differenziale.
- Uso di software matematico per la soluzione di alcuni dei problemi trattati teoricamente
- Se avanza tempo:
Cenno alla Serie e alla Trasformata di Fourier. Trasformata di Fourier Discreta, Algoritmo FFT.

INFORMATICA

Crediti didattici 3

Dott.ssa Anna Morpurgo

Il corso di Informatica si propone di avviare lo studente alla programmazione in Fortran.

A. Introduzione:

- Richiami sul calcolatore, hardware e software, sistemi operativi (Windows e Linux)
- Algoritmi e programmi
- Linguaggi: sintassi e semantica - Linguaggi di programmazione - Dal programma in linguaggio ad alto livello al programma eseguibile - Paradigmi di programmazione

B. Introduzione alla programmazione in Fortran:

- Struttura di un programma Fortran
- Tipi di dati
- Istruzioni e Strutture di controllo
- Iterazione e ricorsione
- Procedure e funzioni
- lettura e scrittura

C. Uso delle librerie

D. Aspetti relativi alla gestione di un esperimento

- raccolta dei dati
- software applicativi di visualizzazione
- Grapher
- Surfer

CHIMICA FARMACEUTICA

Crediti didattici 4

Prof. Carlo De Micheli

In attesa programma

MINERALOGIA

Crediti didattici 4

CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE DI COMPOSTI ORGANICI

Crediti didattici 6

Prof.ssa Rita Annunziata

La Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) e la Spettroscopia di Massa (MS) sono le più moderne tecniche spettroscopiche per l'analisi strutturale: le applicazioni e le novità tecniche più recenti vengono illustrate ed approfondite dando ampio spazio alla lettura ed interpretazione degli spettri relativi.

1. La Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) (4CFU)

- L' NMR e la tavola periodica: applicazioni della RMN a eteronuclei. Parametri spettrali. Correlazione tra costante d'accoppiamento J_{XH} , spostamento chimico e struttura.

Esperimenti pulsati monodimensionali

- Spin Echo, SPT, SPI, SEFT, Inept, Depti, Inadequate 1D. Effetto Overhauser (NOE). Spettroscopia dinamica (DNMR). Reagenti di shift

La spettroscopia multidimensionale

- Quando l' NMR diventa a più dimensioni: Spettroscopia di correlazione, J-Resolved e di scambio

2. La Spettrometria di Massa (MS) (2CFU)

Tecniche sperimentali e strumentazione

- Lo strumento: sistemi d'introduzione del campione, le sorgenti, gli analizzatori, i rivelatori, sistemi di acquisizione dati ed elaborazione degli spettri; viene data particolare attenzione alle tecniche più moderne.

Lo spettro di massa e la frammentazione

- Informazioni deducibili da uno spettro di massa. Fattori che influenzano la frammentazione degli ioni e la loro stabilità. Frammentazioni a più centri.

Frammentazioni delle più comuni classi di composti organici

- Analisi sistematica dei più importanti gruppi funzionali: idrocarburi, alcoli e fenoli, composti carbonilici, acidi e derivati, amine, derivati aromatici.

METODOLOGIE ANALITICHE PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Crediti didattici 6

Prof. Franco Cariati

Applicazioni delle principali tecniche analitiche al monitoraggio dell'ambiente (aria, acqua, suolo) e alla determinazione dei principali inquinanti:

A) Tecniche spettroscopiche

- determinazione dei metalli mediante AAS, ETAAS, ICP-OES, ICP-MS e spettroscopia UV-Vis
- metodi spettroscopici per il monitoraggio dell'aria

B) Tecniche cromatografiche

- determinazione degli inquinanti organici mediante GC-MS e HPLC

- determinazione di cationi e anioni mediante cromatografia ionica

C) Tecniche elettroanalitiche

- conduttimetria e potenziometria: richiami ed estensioni, con particolare riguardo al monitoraggio delle acque (conducibilità, pH, potenziale redox, rH, durezza...) e a moderni sensori d'interesse ambientale quali elettrodi ionoselettivi (ISE), elettrodi ad enzima, ISFET, sensori di gas, nasi elettronici
- tecniche amperometriche e voltammetriche: richiami ed estensioni, con particolare riguardo a tecniche pulsate e di *stripping* e ad applicazioni d'interesse ambientale quali l'analisi di tracce di metalli pesanti e di inquinanti organici
- rivelatori elettrochimici per tecniche combinate

D) Metodi termici per l'analisi della frazione carboniosa

Il territorio italiano: cenni a *status quo*, problematiche ed aspetti legislativi dei controlli ambientali (aria, acqua, suolo). Visita presso laboratori ARPA Lombardia.

Data la specificità delle tematiche trattate, quale testo verranno tempestivamente e direttamente fornite dispense a cura dal docente.

FISICA DELL'ATMOSFERA

Crediti didattici 6

Corso mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Fisica

Insegnamenti della tabella 2

CHIMICA FISICA (CRISTALLOCHIMICA)

Crediti didattici 6 (5 CFU di lezioni + 1 CFU di Esercitazioni)

Prof. Riccardo Destro

Fondamenti di cristallografia (5 ore)

Tecniche strutturali - Elementi di cristallografia - Metodi diffrattometrici - Impacchettamenti compatti di atomi rigidi: esagonale e cubico compatto - Cavità tetraedriche ed ottaedriche - Classificazione delle strutture cristalline - Strutture ioniche: energia del reticolo cristallino secondo l'approccio di Born e Madelung - Il ciclo di Born-Haber - Equazioni semiempiriche.

Densità elettronica. (15 ore)

Il ruolo della densità di carica nello studio dei sistemi chimici - Sua determinazione sperimentale da dati di diffrazione di raggi X - Necessità della bassa temperatura soprattutto nel caso di cristalli molecolari organici - Aspetti strumentali: diffrattometri e criostati - Misura ed elaborazione dei dati - Modelli multipolari: il formalismo di Hansen-Coppens e quello di Stewart - Proprietà elettrostatiche derivabili da dati di diffrazione, con particolare riferimento a: Laplaciano della densità elettronica, momento dipolare, potenziale elettrostatico, forze di interazione elettrostatica.

Approccio teorico alla densità elettronica (10 ore)

Definizioni - Panoramica dei metodi *ab initio* - Cenni ai metodi semiempirici ed ai metodi di campi di forza - Principio variazionale, metodo di Hartree-Fock, metodi correlati - Calcolo della densità elettronica per un solido cristallino: modello a cluster e modello periodico - Determinazione delle cariche atomiche - Procedure e problemi di partizionamento della densità elettronica - L'analisi topologica secondo la teoria quantistica degli atomi nelle molecole (QTAM) di Bader.

Forze intermolecolari (10 ore)

Contributi a lungo ed a corto raggio - Interazione elettrostatica: espressione dei termini carica-carica, carica-dipolo e dipolo-dipolo - Interazione di induzione: espressione del termine dipolo-dipolo indotto - Interazione di dispersione: formula di London - Contributi energetici dell'interazione a ponte di idrogeno - Influenza delle forze intermolecolari sull'impacchettamento delle molecole nei cristalli - Metodi computazionali per lo studio delle forze intermolecolari - Legame ad idrogeno: caratteristiche fondamentali ed esempi.

Esercitazioni (16 ore)

Calcoli su molecole isolate e su molecole in intorni di cariche puntuali - Utilizzazione del sistema di programmi VALRAY, con elaborazione di dati sperimentali misurati a 20 K - Confronto tra le densità elettroniche sperimentali e quelle provenienti da calcoli *ab initio*.

CHIMICA FISICA DEI SISTEMI DISPERSI E INTERFASI

Crediti didattici 6

Prof.ssa Silvia Ardizzone

Termodinamica di sistemi contenenti una interfase.

Descrizioni convenzionali della regione interfase e grandezze termodinamiche relative. Adsorbimento. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Isotherme di adsorbimento ed equazioni di stato bidimensionali di monostrati ideali e reali.

Elettificazione interfaseale.

Origine della elettificazione e componenti della differenza di potenziale interfase. Potenziali di superficie e Volta: misure al contatto liquido-gas. Componenti ioniche del doppio strato; relazioni tra parametri elettrici e chimici: modelli di Gouy-Chapman, Stern-Grahame e molecolari. Componenti dell'energia libera di adsorbimento di specie elettificate.

Interfasi solido-gas.

Caratterizzazioni di superfici solide. Spettroscopie in UHV. Tensione superficiale ed energia libera di solidi. Fisisorbimento: tipi di isoterme. Equazioni BET. Adsorbimento su solidi porosi. Equazioni di Kelvin. Termodinamica dell'adsorbimento solido/gas.

Interfasi fluide.

Equazioni di Young-Laplace e Kelvin. Misure di tensione superficiale e angolo di contatto. Energie di coesione ed adesione. Film fluidi di spandimento e adsorbimento. Sistemi colloidali liofili e liofobi di natura fluida (soluzioni micellari, emulsioni, microemulsioni, schiume).

Interfasi solido-liquido.

Tensione superficiale critica e bagnabilità di superfici solide. Adsorbimento da miscele binarie di non elettroliti e da soluzioni elettrolitiche. Elettificazione di interfasi metallo-soluzione e reversibili: accessibilità dei parametri elettrici/chimici e modelli classici e "ad hoc".

Sistemi colloidali.

Classificazione e stabilità termodinamica. Preparazione di sistemi ad elevata suddivisione. Proprietà ottiche e reologiche. Proprietà elettriche e metodi sperimentali per la determinazione dei parametri relativi alle diverse regioni del doppio strato elettrico.

Stabilità di sospensioni liofobe.

Tipi di interazioni tra particelle. Teoria DLVO. Aspetti cinetici.

Testi consigliati

- R. Aveyard and D.A. Haydon, *An Introduction to the Principles of Surface Chemistry*, Cambridge University Press, 1973.
- A. W. Adamson, *Physical Chemistry of Surfaces*, 5th Ed., John Wiley & Sons, 1988.
- J. Lyklema, *Fundamentals of Interface and Colloid Science*, Academic Press, 1991.

CHIMICA FISICA DELLO STATO SOLIDO E DELLE SUPERFICI

Crediti didattici 6

Dott. Marco Scavini

I. Struttura e difetti nei solidi

Richiami di simmetria nei solidi. Strutture cristalline ed amorfe.

Tecniche sperimentali: diffrazione di polveri e di cristallo singolo, EXAFS. Sorgenti di luce di sincrotrone e di neutroni.

Classificazione dei difetti puntuali. Difetti in metalli, semiconduttori e composti.

Diffusione nei solidi e conducibilità ionica. Difetti estesi. Misure di trasporto: conducibilità in corrente continua e spettroscopia di impedenza.

II. Elettroni nei solidi

Modelli di Drude e di Sommerfeld ad elettroni liberi. Teorema di Bloch: approssimazione Tight Binding; approssimazione ad elettroni quasi liberi. Struttura a Bande e densità degli stati dei solidi. Metodi spettroscopici (PES e XANES).

Effetti di repulsione elettronica: modello di Hubbard. Distorsioni del reticolo governate dalla struttura elettronica nei solidi a bassa dimensionalità. I Polaroni. Localizzazione tipo Anderson. Superconduttività: il fenomeno, la teoria BCS.

III. Magnetismo nei solidi

Introduzione: il momento magnetico. Momenti magnetici isolati. Interazioni di scambio e di dipolo magnetico. Ferromagnetismo, antiferromagnetismo, ferrimagnetismo. Ordine e rottura di simmetria: eccitazioni e dominî. Competizione tra interazioni: frustrazione, *spin glasses*, magneti monodimensionali, magnetoresistenza

CHIMICA TEORICA

Crediti didattici 6

Prof. Gian Franco Tantardini

- Introduzione: richiami di algebra lineare, funzioni ortogonali, operatori e autofunzioni, metodo variazionale.
- Funzioni d'onda many electrons: il problema elettronico, orbitali, determinanti di Slater, funzioni di base, operatori ed elementi di matrice, configurazioni spin-adapted.
- Approssimazione Hartree-Fock: equazioni H-F e interpretazione delle soluzioni, equazioni di Roothaan, basis set poliatomici, unrestricted H-F per open-shell.
- Metodo CI: funzioni d'onda multiconfigurazionali, matrice full CI, CI con doppiamente eccitate, matrice densità ridotta e orbitali naturali, CI troncato e size-consistency, metodi MC-SCF e GBV.
- Teoria del funzionale densità: teoremi di Hohenberg-Kohn, equazioni di Kohn-Sham, funzionali densità, approssimazione LDA, correzioni al gradiente, pseudopotenziali, esempi di applicazione del metodo DFT.
- Molecolarità dei processi dinamici: introduzione alla molecolarità, processi adiabatici, dinamica classica e quantistica, processi chimici state-to-state, processi non adiabatici.

ELETTROCHIMICA (ORGANICA)

Crediti didattici 6

Prof. Paolo Longhi

Sistemi elettrochimici. Potenziali di ossido-riduzione; potenziale reversibile c potenziale standard; scale di potenziale in solventi diversi.

La regione interfase: trasferimento elettronico all'interfase elettrodo-soluzione e sua cinetica; fenomeni di adsorbimento. Step successivi elettrochimici e chimici e loro combinazioni nei processi ossidativi e riduttivi di substrati organici. Trasferimento di massa e cinetica delle reazioni elettrochimiche sotto controllo di trasporto di materia.

Metodi per lo studio delle reazioni elettro-organiche: polarografia, voltammetria ciclica, cronopotenziometria, cronoamperometria; l'elettrodo a disco rotante ed a disco e anello.

Aspetti meccanicistici delle reazioni catodiche e anodiche su substrati organici. Schemi per la rottura o formazione elettrochimica di legami tra atomi di C, H, O, N, S, alogeni in composti organici. Comportamento elettrochimico di classi rappresentative di composti organici.

Celle di elettrolisi per lo studio dei processi elettro-organici e per la preparativa su scala di laboratorio. Scelta del materiale elettrodico, del solvente dell'elettrolito di supporto. Elettrodi di riferimento di uso pratico.

Cenni di reattoristica per i processi elettro-organici industriali: elettrodi mono- e bipolari, bi- e tridimensionali; i tipi di celle industriali impiegabili per processi elettro-organici, rendimento di corrente e resa di reazione, bilancio energetico della cella; separazione dei prodotti e riciclo dei reagenti. Criteri di scelta tra metodi elettrochimici e metodi tradizionali di chimica organica per l'ottenimento di un prodotto.

Processi elettro-organici di interesse industriale: sintesi dell'adiponitrile dell'ac. sebacico, di composti perfluorurati.

Trattamento elettrochimico di biomasse. Polimerizzazione elettrochimica sull'elettrodo; polimeri conduttori ed elettrodi modificati chimicamente.

Testi di consultazione:

- "Organic Electrochemistry; an introduction and a guide". H. Lund and M.M. Baizer eds., M. Dekker, 1991.
- D. Pletcher, F.C. Walsh: "Industrial Electrochemistry" (cap. 6), Chapman and Hill, 1990

FOTOCHIMICA

Crediti didattici 6

Prof.ssa Elena Selli

Introduzione (6 ore)

Reazioni termiche e fotochimiche. La natura della luce. Stati elettronici di molecole poliatomiche.

Produzione e proprietà di stati eccitati (8 ore)

Assorbimento di luce. Tempi di vita, proprietà geometriche e acido-base di stati eccitati. Energie degli stati eccitati, effetto del solvente.

Cammini di decadimento di stati eccitati (16 ore)

Rilassamento vibrazionale, transizioni radiative e non radiative. Cinetica di spegnimento di stati eccitati, eccimeri e ecciplessi. Rese quantiche, cinetica e meccanismi di reazioni fotochimiche (con esercitazioni).

Tecniche sperimentali (6 ore)

Sorgenti di luce convenzionali, attinometria. Lasers. Spettroscopia di luminescenza. Tecniche pulsate: laser flash photolysis, luminescenza risolta nel tempo.

Processi fotochimici in natura (4 ore)

Fotosintesi. Processo visivo. Reazioni fotochimiche nell'atmosfera e nell'inquinamento dell'aria.

Fotochimica di polimeri (4 ore)

Meccanismi di fotopolimerizzazione e fotoreticolazione. Fotoiniziatori. Fotoinnesto di monomeri per la modifica superficiale di polimeri. Fotodegradazione e fotostabilizzazione di polimeri.

Fotocatalisi (4 ore)

Processi fotoelettrochimici su semiconduttori, aspetti termodinamici e cinetici. La fotocatalisi nella conversione di energia solare e nella degradazione di inquinanti.

Altre applicazioni (4 ore)

Fotocromismo. Sintesi fotochimiche. Il processo fotografico.

Testi consigliati:

- A. Gilbert, J. Baggott, *Essentials of Molecular Photochemistry*, Blackwell, 1991
- R.P. Wayne, *Principles and Applications of Photochemistry*, Oxford Science Publications, 1988
- M. Klessinger, J. Michl, *Excited States and Photochemistry of Organic Molecules*, VCH, 1995

CHIMICA BIOINORGANICA

Crediti didattici 6

I modulo: prof. Michele Gullotti - II modulo: prof.ssa Tiziana Beringhelli

Il corso é sostanzialmente diviso in due parti: ad una parte generale sulle proprietà e reattività dei composti di coordinazione, soprattutto in relazione ai leganti e altre molecole di interesse biologico e sulle tecniche utilizzate per caratterizzare i siti metallici nei sistemi biologici, segue una seconda parte descrittiva in cui si evidenziano le relazioni tra struttura e funzioni di sistemi in cui i metalli hanno un ruolo determinante, in particolare i metalloenzimi e le metalloproteine.

Gli elementi essenziali in biologia.

I complessi metallici con amminoacidi, peptidi, proteine e altri chelanti naturali (nucleosidi e nucleotidi) e richiami sulle loro proprietà spettrali e magnetiche utilizzando tecniche spettroscopiche quali: risonanza magnetica nucleare per i sistemi paramagnetici, risonanza di spin elettronico, dicroismo circolare, spettroscopia Raman.

Coordinazione e attivazione dell'ossigeno, dell'azoto, dell'ossido di carbonio e di altre piccole molecole di interesse biologico.

I metalloenzimi: classificazione.

Porfirine e metalloporfirine: sintesi e proprietà spettroscopiche.

Le emoproteine: classificazione, struttura e funzioni. Emoglobina e mioglobina, citocromi b e c, citocromo c ossidasi, citocromo P-450, perossidasi e catalasi. Le ferropoteine non eminiche: ferritina, transferrina, fosfatasi acide, emeritina, proteine ferro-zolfo, nitrogenasi, ferro diossigenasi, ribonucleotide riduttasi, metano monossigenasi, lipossigenasi.

Le rameproteine: trasportatori di elettroni, emocianina, ritosinasi, superossido dismutasi, rame ossigenasi, rame ossidasi, dopamina- β -idrossilasi, rame nitrito riduttasi.

Proteine ed enzimi contenenti zinco.

La vitamina B₁₂ e i sistemi corrinoidi.

Cenni all'uso dei complessi metallici in farmacologia.

STEREOCHIMICA INORGANICA

Crediti didattici 6

Dott. Pierluigi Mercandelli

La stereochimica dei complessi dei metalli di transizione, incluse le specie organometalliche, può essere studiata con successo impiegando i metodi della chimica computazionale. Verranno presentate e discusse alcune di queste tecniche (sia classiche che quantistiche) anche attraverso l'analisi di alcuni casi particolarmente significativi. In aggiunta, verranno discusse le relazioni tra la stereochimica e le proprietà chimico-fisiche, sia sperimentali che calcolate, delle specie prese in esame. Lo studente acquisirà le competenze necessarie per impostare l'esecuzione dei calcoli e per fornire una prima interpretazione dei risultati.

- Meccanica Molecolare: descrizione dei sistemi inorganici e organometallici; applicazioni all'analisi conformazionale; quantificazione degli effetti sterici dei leganti; applicazioni al design di catalizzatori omogenei.
- Metodi Quantomeccanici. Modelli qualitativi: costruzione degli orbitali molecolari a partire da frammenti; molecole ipervalenti; complessi dei metalli di transizione; orbitali molecolari di frontiera e reattività; analogia isolobale.
- Metodi Quantomeccanici. Modelli basati sul funzionale della densità: accuratezza del metodo applicato a molecole inorganiche e organometalliche; calcolo della geometria ottimizzata, delle

proprietà spettroscopiche e termodinamiche, degli indici di reattività; descrizione del legame metallo-legante: metodi basati sull'analisi degli orbitali, sulla distribuzione della densità elettronica e sulla decomposizione dell'energia.

Letture consigliate:

- P. Comba & T.W. Hambley, *Molecular Modelling of Inorganic Compounds*, VCH (1995).
- T.R. Cundari, *Computational Organometallic Chemistry*, Dekker (2001).

CHIMICA INORGANICA (APPLICAZIONI)

Crediti didattici 6

Dott. Alessandro Caselli

- 1) Introduzione.
- 2) Classificazione dei complessi organometallici.
- 3) Energia, polarità e reattività del legame M-C.
- 4) Composti organometallici del "main group": metodi di preparazione, caratterizzazione, struttura e reattività.
- 5) Complessi organometallici dei metalli di transizione.
- 6) Composti di organorame.
- 7) Metallo-alchili e metallo-arili: sintesi e applicazioni.
- 8) Complessi olefinici e allilici.
- 9) Metallo alchilideni e alchilidini: reazioni di metatesi e di polimerizzazione.
- 10) Applicazioni alle sintesi organiche: riduzione, ossidazione e controllo della stereochimica, protezione e deprotezione, eliminazione riduttiva, reazioni di accoppiamento, reazioni di inserzione, attacco nucleofilo su di un legante e reazioni dei metallo carbeni.

Testi consigliati

- Ch. Elschenbroich, A. Salzer, *Organometallics, a Concise Introduction*, 2nd. Edition, VCH, Weinheim, 1992.
- R. H. Crabtree, *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*, 3rd Edition, John Wiley e Sons, New York, 2000.
- Parte del materiale didattico verrà fornito dal docente.

CHIMICA INORGANICA (COMPLEMENTI)

Crediti didattici 6 (48 ore)

Prof. Luigi Garlaschelli

Il corso prenderà in esame uno degli aspetti della chimica organometallica che in questi ultimi anni ha avuto un grande sviluppo cioè la scoperta e l'evoluzione della chimica organometallica dei cluster molecolari. Il corso dovrebbe essere di particolare interesse per tutti gli studenti dell'indirizzo di chimica inorganica. Nel corso verranno discussi cluster molecolari carbonilici, cluster molecolari contenente metalli di transizione e zolfo (cubani), cluster dei metalli di transizione contenente alogeni e fosfine terziarie e cluster nudi.

Per le diverse categorie di cluster verranno trattati i seguenti argomenti:

- a) aspetti strutturali e di legame; (1 CFU, 8 ore)
 - b) sistematica di sintesi; (1 CFU, 8 ore)
 - c) reazioni di sostituzione dei leganti; (1 CFU, 8 ore)
 - d) riarrangiamento del poliedro dei metalli; (1 CFU, 4 ore)
 - e) reazioni di frammentazioni; (0,5 CFU, 4 ore)
 - f) cluster come catalizzatori o precursori catalitici per reazioni di catalisi in fase omogenea (1 CFU, 4 ore).
- Parte del corso verrà dedicato ad una ricerca bibliografica su un argomento di interesse per lo studente. (0,5 CFU, 4 ore)
 - Parte del materiale didattico verrà fornito dal docente.

Libri consigliati

- *The Chemistry of Metal Cluster Complexes*. D.F. Shriver, H.D. Kaesz, R.D. Adams. VCH.
- *Introduction to Cluster Chemistry*. D.M.P. Mingos, D.J. Wales. Prentice Hall.
- *Inorganometallic Chemistry*. T.P. Fehlner, Plenum.
- *Principles of Descriptive Inorganic Chemistry*. G. Wulfsberg; Brooks Cole.
- *Transition Metal Carbonyl Cluster Chemistry*. J. Dysin, J. Scott McIndoe; Gordon and Breach Science Publisher.

CHIMICA INORGANICA (CRISTALLOCHIMICA)

Crediti didattici 6

Prof.ssa Mirella Sansoni

Gli argomenti trattati in questo corso sono un approfondimento di argomenti accennati nel corso di Strutturistica Chimica, di cui si consiglia peraltro la precedenza.

Si intende portare lo studente a conoscenza di alcuni metodi che portano alla risoluzione strutturale, partendo da dati di diffrazione di raggi X sia da polveri che da cristallo singolo.

Diffrazione a polveri.

- a) Strumentazione: metodi a camera (Debye-Scherrer, Guinier e Gandolfi) e diffrattometri (Seemann-Bohlin e Bragg-Brentano). Aberrazioni sistematiche ed effetto dei parametri strumentali; principali fonti di errori che si ripercuotono sull'accuratezza delle misure di intensità, posizione angolare delle linee di diffrazione e allargamento delle linee.
- b) Analisi quantitativa mediante diffrazione di raggi X da polveri. Metodo dello Standard Interno (SI) e metodo del Rapporto delle Intensità di Riferimento (RIR).
- c) Fitting del profilo: "pulizia" dei dati raccolti ed eliminazione del rumore di fondo. Estrazione di tutte le informazioni contenute in un picco mediante metodi di convoluzione.
- d) Metodo di affinamento Rietveld e suoi vantaggi. Esempi di affinamento e di risoluzione col metodo Rietveld.

Metodi diretti in cristallografia.

- a) Metodi diretti e indiretti; metodi algebrici. Fattori di struttura unitari e fattori di struttura normalizzati.
- b) Relazioni di disequaglianza. Le disequaglianze di Harker e Kasper e loro applicazione. Disequaglianze per strutture con centro di simmetria. Invarianti di struttura. Disequaglianze per altri elementi di simmetria. Limitazioni. Relazioni tra le disequaglianze di Harker e Kasper e quelle determinanti.
- c) Relazioni di segno. Equazione di Sayre. Altre relazioni di segno per P1. Relazioni di segno in unione con le disequaglianze. Invarianti e seminvarianti di struttura. Applicazione delle relazioni di segno per la determinazione di strutture.
- d) Metodi probabilistici. I primi approcci di Wilson e di Phillips e Rogers. La monografia di Hauptman e Karle per strutture centrosimmetriche. L'addizione simbolica: strutture centrosimmetriche e non centrosimmetriche.
- e) Criteri per il riconoscimento della soluzione vera.

Testi consigliati:

- J.I. Langford, D. Louer, *Powder Diffraction, Rep. Prog. Phys.* 59 (1996) 131-234.
- D.L. Bisch, J.E. Post, *Modern Powder Diffraction, Reviews in Mineralogy*, vol. 20 (1989), Mineralogy Society of America, Washington.
- M.M. Woolfson, *Direct Methods in Crystallography*, Oxford.
- C. Giacovazzo, *Direct Methods in Crystallography*, Academic Press.

CHIMICA INORGANICA (REATTIVITÀ DEI COMPOSTI METALLORGANICI)

Crediti didattici 6

Prof.ssa Francesca Porta

Il corso presenta la sintesi e la reattività dei più rappresentativi complessi dei metalli di transizione. In particolare verrà presentata la reattività chimica, stechiometrica e catalitica, di complessi aventi legami Metallo-H, -N, -O, -S.

1. Sintesi, proprietà chimiche e strutturali di complessi idrurici e del diidrogeno. Reattività di idruro complessi. Idrogenazioni catalitiche omogenee.
2. Sintesi, proprietà chimiche e strutturali di complessi di metalli di transizione con il diossido di carbonio; reazioni di co-oligomerizzazione e carbossilazione.
3. Reattività dell'ossigeno di tripletto e di singoletto. Reagente di Fenton. Sintesi, proprietà chimiche e reattività di complessi cobalto-diossigeno e di complessi porfirinici di Fe(III) e Mn(III). Reazioni catalitiche di idrossilazione e di epossidazione. Sintesi e reattività di complessi perossidici e di peracidi inorganici nelle reazioni stechiometriche e catalitiche di ossidazione. Sistemi catalitici contenenti idroperossidi organici e complessi metallici; loro reazioni di epossidazione regio, stereo ed enantioselettive; epossidazione di Sharpless.
4. Proprietà chimiche e spettroscopiche di complessi di metalli di transizione aventi leganti azotati. Sintesi di complessi del diazoto e loro protonazione e riduzione. Sintesi e reattività di complessi nitrosilici, di complessi metallici di C-nitroso e nitro derivati organici. Complessi a legami multipli metallo-azoto: nitruro, nitreni, azido, isocianato, tetraazadieni, immino e amido complessi. Applicazioni in catalisi omogenea.
5. Sintesi, proprietà chimiche, spettroscopiche e reattività di complessi aventi come leganti solfuri, tioli, ossidi dello zolfo, ditiocarbammati, solfoni e solfosfidi.

Testi consigliati:

- F.A.Cotton, G.Wilkinson, *Advances Inorganic Chemistry*, Wiley, New York.
- J.P.Collman, L.S.Hegeudus, J.R.Norton, R.G.Finke, *Principles and Applications of Organotransition Metal Chemistry*, University Science Books (1987)
- R.A.Sheldon, J.Kochi, Eds., *Metal Catalysed Oxidations of Organic Compounds*, Academic Press, New York (1981).

CHIMICA METALLORGANICA (CATALISI OMOGENEA)

Crediti didattici 6

Prof. Fabio Ragaini

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 e alle reazioni enantioselettive.

Isomerizzazione delle olefine e loro polimerizzazione; idrogenazione (anche asimmetrica) di olefine, chetoni e immine; idrocianazione e idrosililazione (anche asimmetrica) 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 carbossilazione di olefine; reazioni di metatesi di olefine; ciclopropanazioni; copolimerizzazione CO-olefine; sintesi di dimetilcarbonato e dimetilossalato; carbonilazione riduttiva di nitroareni; cenni di reattività organometallica di lantanidi e attinidi.

Testo consigliato:

- Parshall e Ittel, *Homogeneous Catalysis*, 2^a Ed., Academic Press, 1992.

CHIMICA DELLO STATO SOLIDO

Crediti didattici 6

Prof. Gianfranco Ciani

- *Introduzione.*

Tipi di solidi. Stato cristallino. Richiami di cristallografia: cella elementare, sistemi cristallini, reticoli di Bravais, piani e indici di Miller, simmetria cristallina, gruppi spaziali.

Chimica strutturale dei solidi inorganici.

Impacchettamenti di sfere e materiali close-packed (metalli, leghe, strutture ioniche). Networks covalenti. Strutture molecolari. Poliedri space-filling. Importanti tipi strutturali di riferimento. Perovskiti. Bronzi al tungsteno. Spinelli. Strutture di silicati e alluminosilicati. Fasi intermetalliche.

- *Legame nei solidi e struttura elettronica.*

Modelli di legame nei solidi. Legame ionico e strutture ioniche. Energia reticolare. Diagrammi Mooser-Pearson. Elettroni *d* e campo cristallino. CFSE e preferenze di sito. Elettroni nei solidi metallici. Livello di Fermi e energia di Fermi. Zone di Brillouin. Il solido come una molecola gigante e il modello a bande. Distorsioni di Pejerls. Struttura a bande nei metalli e composti intermetallici.

- *Cenni ai difetti cristallini e ai composti non-stechiometrici.*

- *Proprietà elettriche, magnetiche e ottiche.*

Relazioni struttura-proprietà. Proprietà elettriche. Conduttività metallica. Metalli organici. Superconduzione. Semiconduzione. Conduttività ionica. Materiali dielettrici. Ferroelettricità, piroelettricità, piezoelettricità. Proprietà magnetiche. Magnetismo cooperativo. Ferro- e antiferromagnetismo. Proprietà ottiche. Luminescenza, laser.

- *Composti di intercalazione e zeolitici.*

Strutture di importanti classi di composti a strati. Reazioni di intercalazione. Zeoliti: struttura e composizione. Cavità e canali. Preparazione. Caratterizzazione strutturale. Applicazioni: scambio ionico, catalisi, setacci molecolari.

- *Metodi di sintesi e design di materiali.*

Cenni ai metodi di sintesi mirata di materiali solidi funzionali. Crescita di cristalli singoli. Sintesi di materiali policristallini.

Testi consigliati:

- L. Smart e E. Moore, *Solid state chemistry-An introduction*. Chapman & Hall.
- A. R. West, *Basic solid state chemistry*, 2° Edition, Wiley.

METODOLOGIE AVANZATE DI SINTESI ORGANICA

Crediti didattici 6 (ore totali 48)

- Modulo A (CFU 3): Prof. Carlo Scolastico
- Modulo B (CFU 3): Prof. Cesare Gennari

Modulo A (CFU 3; ore 24)

- interconversione di gruppi funzionali attraverso reazioni di sostituzione nucleofila (conversione degli alcoli in agenti alchilanti; introduzione di gruppi funzionali attraverso reazioni di sostituzione nucleofila al carbonio saturo; rottura nucleofila del legame carbonio-ossigeno negli eteri e negli esteri; interconversione dei derivati degli acidi carbossilici; problemi).
- alchilazione di carboni nucleofili. Enolati, enammine (generazione dei carbanioni per deprotonazione; regioselettività e stereoselettività della formazione degli enolati; alchilazione degli enolati; generazione ed alchilazione dei dianioni; effetto solvente nella alchilazione degli enolati; alchilazione al carbonio e all'ossigeno; alchilazione di aldeidi esteri, ammidi e nitrili; gli analoghi azotati degli enoli e degli enolati: enammine ed anioni delle immine; alchilazione di nucleofili al carbonio attraverso reazioni di addizione coniugata; problemi).

Modulo B (CFU 3; ore 24)

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; reazioni aldoliche intramolecolari ed anellazione di Robinson; reazioni di addizione ad immine e a ioni imminio; la reazione di Mannich; le reazioni di condensazione catalizzate dalle ammine; le reazioni di acilazione dei carbanioni; la reazione di Wittig e reazioni correlate; reazioni di composti carbonilici con carbanioni alfa-trimetilsilil; ilidi dello zolfo e nucleofili correlati; la reazione di Darzens; problemi)

Testo consigliato:

- F. Carey, R. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry*, IV Edition, Part B, Kluwer Academic/Plenum Publishers 2001.

CHIMICA BIOORGANICA

Crediti didattici 6

Prof.ssa Giovanna Speranza

- Classificazione degli enzimi secondo le regole IUB.
- Livelli strutturali della molecola proteica. Il sito attivo dell'enzima.
- Cenni di cinetica enzimatica.
- I vari aspetti della catalisi enzimatica : catalisi acida e basica generale, elettrofila e nucleofila; effetto di prossimità; strain, distorsione e cambiamenti conformazionali. Studi *in vitro* mediante sistemi modello.
- Coenzimi. Ruolo di ATP, NAD(P), FAD, FMN, piridossal fosfato, biotina, tiamina pirofosfato, adenosilcobalamina ecc. nella catalisi enzimatica.
- Uso degli enzimi in sintesi organica.

Testi consigliati

- R.B. Silverman, *Organic Chemistry of Enzyme-Catalyzed Reactions*, Academic Press, Orlando, 1999.
- K. Faber, *Biotransformations in Organic Chemistry : A Textbook*, Springer-Verlag, New York, 2000.

CHIMICA DEI COMPOSTI ORGANOMETALLICI

Crediti didattici 6

I modulo: prof.ssa Fulvia Orsini - II modulo: prof.ssa Paola Del Buttero

Scopo del corso e' di approfondire lo studio delle strutture e dei meccanismi che regolano l'utilizzo in sintesi organica di derivati organometallici sia della serie principale che di quella di transizione. Gli argomenti trattati sono:

- Introduzione e cenni storici.
- Struttura, natura del legame e tipi di reazioni organometalliche.
- Complessi di metalli della serie principale:
- Sintesi, caratterizzazione, utilizzo in sintesi organica
- Complessi di metalli di transizione:
- Tipi di leganti, sintesi e utilizzo dei complessi in sintesi organica.
- Applicazione dei composti organometallici alla sintesi di prodotti di base e di intermedi per l'industria farmaceutica.
- Cenni sulla chimica degli organolantanidi
- Applicazioni di composti organometallici in campo bio-medico.

In considerazione della rapida evoluzione della chimica organometallica, particolare attenzione sara' rivolta all'aggiornamento bibliografico.

Agli studenti verra' fornito materiale didattico sotto forma di fotocopie di lucidi utilizzati per le lezioni.

METODI FISICI AVANZATI IN CHIMICA ORGANICA

Crediti didattici 6

Prof. Bruno Danieli

Mutuato da "*Metodi fisici in chimica organica*" del Corso di laurea quinquennale in Chimica; scelta riservata ai curricula B e C.

Parte I. La Risonanza Magnetica Nucleare.

Influenza della simmetria molecolare e della chiralità sugli spettri RMN.

Isocronia. Diastereotopia. Omotopia e enantiotopia. Analisi di sistemi di spin degenerati attraverso bande satelliti di ^{13}C e sostituzione H-D.

Analisi degli spettri RMN ad alta risoluzione.

Cenni sul calcolo dei sistemi di spin di ordine superiore: AB, A_2B , ABX, $AA'XX'$. Spettri con sistemi di spin ingannevolmente semplici. Accoppiamenti virtuali.

Tecniche pulsate in RMN.

Il comportamento di un insieme di nuclei in un campo magnetico continuamente variabile. Equazione di Bloch per M_y . Il problema della sensibilità. Il comportamento di un insieme di nuclei in un campo magnetico pulsato. Il rilassamento nucleare. I segnali nel dominio del tempo e della frequenza: la trasformata di Fourier. Elaborazione del segnale. Disaccoppiamento omo- e eteronucleare selettivo e a banda larga. Gated decoupling. Meccanismi di rilassamento. Misura dei tempi di rilassamento T1 e T2 : inversion recovery e spin echo. Significato strutturale dei tempi di rilassamento. Misura quantitative negli spettri ^{13}C .

Tecniche RMN multipulsate mono- e bidimensionali

L'esperimento di spin echo eteronucleare ed omonucleare. Esperimento spin echo modulato. Innalzamento del segnale per trasferimento di polarizzazione (esperimenti SPI e INEPT). Esperimenti DEPT. Spettroscopia bidimensionale correlata eteronucleare (H,C-COSY) ed omonucleare (H,H-COSY). L'effetto nucleare Overhauser e l'esperimento NOESY.

Teoria del chemical shift.

Protone. Contributo del diamagnetismo locale e della densità elettronica degli atomi vicini. Influenza dei momenti magnetici indotti (anisotropia). Corrente di anello in sistemi ciclici coniugati ed elettroni pi. Effetto del campo elettrico. Legame di idrogeno. Effetto del solvente. Carbonio. Regole di additività. Effetto gamma. Tecniche per l'assegnazione dei segnali.

Costanti di accoppiamento spin-spin.

La costante diretta, geminale e vicinale: variazione dei valori in funzione dei sostituenti e della relazione spaziale in sistemi aciclici e ciclici. Costanti di long-range H-H e C-H in sistemi saturi e insaturi.

Interpretazione degli spettri RMN ad alta risoluzione come esemplificazione dei concetti esposti nel corso delle lezioni teoriche e come metodo di verifica dell'apprendimento.

Testi consigliati:

- H. Friebolin, *Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy*, VCM.
- B. Danieli e G. Lesma, *Equivalenza magnetica e classificazione dei sistemi di spin*, Dispensa CUSL, 1992.
- G. Lesma e B. Danieli, *Guida alla interpretazione degli spettri di RMN: esercizi e problemi*. Dispensa CUSL, 1992.

Parte II: La Spettrometria di Massa.

Aspetti strumentali della Spettrometria di Massa.

Descrizione di uno strumento EI/E-B a geometria diretta e inversa. Moderni aspetti strumentali della MS: sorgenti FAB e FIB, thermospray, electrospray. Analizzatori a quadrupolo, MALDI-TOF. Analizzatore ICR-FTMS. Determinazione della composizione isotopica di uno ione mediante peak-matching ed HR-MS. L'uso del calcolatore in MS: problemi di acquisizione, calibrazione, elaborazione degli spettri, ricerca su banche dati.

Maggiori informazioni strutturali da ciascun ione: MS-MS.

Ioni metastabili a decomposizione spontanea ed attivata. Esperimenti tandem-MS: B/E, B2/E, neutral loss, MIKE (per strumenti a geometria inversa). Tripli quadrupoli. Strumenti a configurazione ibrida. Collisioni ad alte e basse energie.

Il processo di ionizzazione delle molecole e Teoria del Quasi Equilibrio (QET).

Ionizzazione adiabatica e verticale (principio di Frank-Condon. La distribuzione dell'energia interna dello ione molecolare. Introduzione alla QET e assunzioni fondamentali. L'espressione della costante di velocità. Teoria QET modificata. Curve di $\log K$ contro E . Energia interna e vita media di uno ione in reazioni competitive di riarrangiamento e di semplice frammentazione. Distribuzione dell'energia interna tra i frammenti. Effetti cinetici. Effetti dei sostituenti nelle reazioni di frammentazione. Cenni sulle principali frammentazioni: σ , α , i , rH e rG .

Testi consigliati:

- J. R. Chapman, *Practical Organic Mass Spectrometry*, Wiley, London.
- M. E. Rose and R. A. W. Johnstone, *Mass Spectroscopy for Chemists and Biochemists*, Cambridge University Press, Cambridge.
- E. De Hoffmann, J. Charette, V. Stroobant, *Mass Spectrometry. Principles and Applications*, Wiley Masson, London,

CHIMICA ORGANICA (COMPLEMENTI)

Crediti didattici 6

Prof. Stefano Maiorana

Corso mutuato da "*Chimica Organica (applicata)*" del Corso di laurea specialistica in Chimica Industriale e Gestionale

TECNOLOGIE ELETTROCHIMICHE DI BONIFICA AMBIENTALE

Crediti didattici 3

Prof.ssa Sandra Rondinini

Sistemi elettrochimici:

principi di cinetica elettrochimica ed elettrocatalisi, principi di disegno di cella, tipologie dei reattori elettrochimici

Tecnologie elettrochimiche per il recupero dell'ambiente:

processi di degradazione e rimozione di inquinanti, processi di recupero e trasformazione di materiali, processi elettrochimici innovativi. Fotoelettrochimica.

Materiale didattico e Testi Consigliati:

Durante il corso viene fornito il materiale didattico usato per le lezioni frontali, sotto forma di fotocopie o presentazioni al computer. Si suggeriscono inoltre, a titolo consultivo, i seguenti testi:

- *Modern Electrochemistry: Electrode Processes in Chemistry, Engineering, Biology, and Environmental Science* by John O'M Bockris, Amulya K. N. Reddy, J. O'M Bockris, Maria Gamboa-Aldeco, Plenum Press, 2000
- *Industrial Electrochemistry* by Derek Pletcher, Frank C. Walsh, Chapman and Hall, 1990

NUOVI VETTORI ENERGETICI

Crediti didattici 3

Prof. Giorgio Fiori

- Fonti e vettori di energia.
- Termodinamica della conversione di energia: la macchina termica e il generatore elettrochimico.
- Tipi di generatori elettrochimici: pile, batterie e celle a combustibile.
- Produzione, trasporto, accumulo e distribuzione dell'idrogeno.

CHEMIOMETRIA

Crediti didattici 3

Prof. Maurizio Sironi

Introduzione alla Chemiometria: obiettivi, metodi, esempi di alcune applicazioni.

Problemi chimici descritti da molte variabili: trattamento dei dati. Il metodo dell'analisi delle componenti principali. Esempi e visualizzazioni grafiche.

Il problema della suddivisione dei dati in cluster: le principali tecniche di clustering analyses.

Metodi di regressione multilineare.

Le tecniche QSAR (relazioni quantitative struttura-attività). I principali descrittori molecolari.

Importanza delle tecniche QSAR nei metodi di drug design

Uso delle reti neurali per la risoluzione di alcuni problemi chimici

CHIMICA SUPRAMOLECOLARE, 1° MODULO: SINTESI

Crediti didattici 3

Prof.ssa Francesca Porta

Il modulo è inteso a fornire allo studente i concetti basilari della chimica supramolecolare ed esempi di strategie da adottare nella sintesi dei composti.

Origini e concetti fondamentali della chimica supramolecolare. Eteri a corona, sferandi, criptandi, ciclodestrine, calixareni, cavitandi e carcerandi (classificazione ed aspetti sintetici). Tipi di interazioni supramolecolari. Interazioni donatore-accettore: assemblaggi molecolari (quadrati, catenani e rotaxani). Cenni sull'utilizzo in congegni molecolari e supramolecolari. Fili molecolari ed interruttori. Cenni su sensori. Catalisi. Self-assembly e self-organizzazione. Replicazione. Self-assembly attraverso la coordinazione di ioni metallici. Self-assembly attraverso legame d'idrogeno. Cristalli liquidi e polimeri supramolecolari. Arrangiamenti self-organizzativi di tensioattivi.

Testo consigliato:

J.-M. Lehn, *Supramolecular Chemistry*, VCH, Weinheim, 1995

CHIMICA SUPRAMOLECOLARE, 2° MODULO: APPLICAZIONI

Crediti didattici 3

Dott.ssa Lucia Carlucci

- Concetti fondamentali. Interazioni deboli in solido e aspetti strutturali delle interazioni host-guest. Applicazioni dei composti host-guest fra i cationi metallici e eteri corona e criptandi.
- Composti clatrati inorganici (clatrati idrati, zeoliti, materiali a strati e intercalati, intercalati di grafite, composti di Hoffman e clatrati del Werner).
- Composti clatrati con Host organici (clatrati tipo urea). Complessi intracavità.
- Self-assembly e crystal engineering. Architetture supramolecolari di coordinazione: principi costruttivi, poligoni, gabbie e poliedri molecolari. Caratterizzazione e applicazioni di superstrutture molecolari a base metallica.
- Networks di coordinazione: elementi di classificazione topologica, classificazione in base al tipo di legante. Fenomeni di interpenetrazione e catenazione. Applicazioni e tecniche di caratterizzazione di proprietà host-guest dei polimeri di coordinazione (scambio ionico, assorbimento di gas e vapori).

Esercitazione:

- ricerca bibliografica su uno degli argomenti trattati durante il corso.

CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 3

Prof. Dario Landini

Corso parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Chimica Industriale e Gestionale.

RISONANZE MAGNETICHE: APPLICAZIONI IN CHIMICA INORG. E METALLORG.

Crediti didattici 3

Prof.ssa Tiziana Beringhelli

Spettroscopia NMR.

I nuclei NMR attivi nella tavola periodica: nuclei a spin $\frac{1}{2}$ e quadrupolari; abbondanza isotopica, sensibilità.

I non metalli: deuterio-2; boro-11; fluoro-19; azoto-14/azoto-15; ossigeno-17; fosforo-31.

I metalli: argento-107/109; cadmio-113; rodio-103; platino-195.

Influenza di questi nuclei sugli spettri di ^1H e ^{13}C (isotopomeri, satelliti). Shift di coordinazione. Correlazioni scalari e dipolari eteronucleari. Rilassamento. Non rigidità stereochimica.

Specie paramagnetiche.

Magnetismo e sua misura. Sistemi a spin $\frac{1}{2}$. NMR paramagnetico protonico. Spettri di risonanza di spin elettronico.

CHIMICA DEGLI ELEMENTI E QUALITÀ DELLA VITA

Crediti didattici 3

Prof. Alessandro Pasini

Criteri generali. Elementi essenziali alla vita. Abbondanza, distribuzione e disponibilità.

Studio di casi particolari:

- Litio
- Selenio
- Cromo
- Alluminio
- Platino
- Diagnostica

ELENCO DOCENTI DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN SCIENZE CHIMICHE ED IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI

insegnamento	docente
Chimica Fisica (A)	Mario Raimondi
Laboratorio di Chimica Fisica (A)	Emanuele Ortoleva
Chimica Fisica (B)	Gian Franco Tantardini
Laboratorio di Chimica Fisica (B)	Marco Scavini
Chimica Inorganica (A)	Alessandro Pasini
Laborat.di Chimica Inorganica (A)	Emma Gallo
Chimica Inorganica (B)	Angelo Sironi
Laborat. di Chimica Inorganica (B)	Angelo Sironi
Chimica Organica (A)	Giovanni Russo
Laboratorio di Chimica Organica (A)	Paola Del Buttero
Chimica Organica (B)	Carlo Scolastico
Laboratorio di Chimica Organica (B)	Anna Bernardi
Complementi di matematiche (1° modulo)	Flavia De Tisi
Complementi di matematiche (2° modulo)	Alberto Alesina
Informatica	Anna Morpurgo
Chimica Farmaceutica	Carlo De Micheli
Mineralogia	Corso mutuato
Caratterizzazione strutturale di composti organici	Rita Annunziata
Metodologie analitiche per l'ambiente e il territorio	Franco Cariati
Fisica dell'atmosfera	Corso mutuato
Chimica Fisica (Cristallochimica)	Riccardo Destro
Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e Interfasi	Silvia Ardizzone
Chimica Fisica dello Stato Solido e delle Superfici	Marco Scavini
Chimica Teorica	Gian Franco Tantardini
Elettrochimica (Organica)	Paolo Longhi
Fotochimica	Elena Selli
Chimica Bioinorganica I e II modulo	Michele Gullotti Tiziana Beringhelli
Stereochimica Inorganica	Pierluigi Mercandelli
Chimica Inorganica (Applicazioni)	Alessandro Caselli
Chimica Inorganica (Complementi)	Luigi Garlaschelli
Chimica Inorganica (Cristallochimica)	Mirella Sansoni
Chimica Inorganica (Reattività dei composti metallorganici)	Francesca Porta
Chimica Metallorganica (Catalisi omogenea)	Fabio Ragaini
Chimica dello Stato Solido	Gianfranco Ciani
Metodologie avanzate di sintesi organica mod. A e B	Carlo Scolastico Cesare Gennari
Chimica Bioorganica	Giovanna Speranza
Chimica dei Composti Organometallici I e II mod.	Fulvia Orsini Paola Del Buttero
Metodi Fisici Avanzati in Chimica Organica	Bruno Danieli
Chimica Organica (complementi)	Stefano Maiorana
Tecnologie elettrochimiche di bonifica ambientale	Sandra Rondinini
Nuovi vettori energetici	Giorgio Fiori
Chemiometria	Maurizio Sironi
Chimica supramolecolare I e II mod.	Francesca Porta Lucia Carlucci
Chimica Organica Industriale	Dario Landini
Risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorg. e metallorg.	Tiziana Beringhelli

Chimica degli elementi e qualità della vita	Alessandro Pasini
---	-------------------

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E
GESTIONALE**

NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA INTEGRATA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE

Il Corso di Laurea Specialistica in Chimica Industriale e Gestionale ha la durata di due anni e ha come obiettivo la formazione di una figura di chimico che possieda un'elevata preparazione scientifica e operativa nelle tematiche connesse alla produzione industriale nei diversi settori chimici, con speciale riferimento alle connessioni prodotto-processo, che abbia adeguate conoscenze di economia e gestione aziendale e che sia in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture. Questi obiettivi generali sono articolati in modo specifico per i diversi curricula, come spiegato oltre.

Accesso alla Laurea Specialistica

Possono accedere al corso di laurea specialistica in "Chimica Industriale e Gestionale", con riconoscimento integrale dei crediti formativi universitari acquisiti, i laureati dell'Università degli Studi di Milano in Chimica Industriale, classe delle lauree universitarie in Scienze e Tecnologie chimiche (classe 21).

Possono anche accedervi coloro che siano in possesso di una laurea conseguita presso lo stesso o altro Ateneo nell'ambito della stessa Classe 21 (Scienze e Tecnologie chimiche) oppure della Classe 1 (Biotecnologie), della Classe 10 (Ingegneria industriale), della Classe 24 (Scienze e Tecnologie farmaceutiche) o della Classe 27 (Scienze e Tecnologie per l'ambiente e la natura), nonché coloro che siano in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Per essere ammesso al corso di laurea specialistica il laureato deve possedere i seguenti requisiti curriculari, con riferimento all'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea in Chimica industriale:

per quanto riguarda le attività formative di base, almeno un totale di 12 crediti formativi nelle discipline degli ambiti matematico-informatico e fisico;

per quanto riguarda le attività formative caratterizzanti, almeno 40 C FU complessivi.

La preparazione personale dei laureati sarà verificata, ai fini dell'ammissione al corso di laurea specialistica, mediante un colloquio a carattere multidisciplinare.

Il colloquio si svolgerà alle ore 9.30 del giorno 2 ottobre 2003 presso l'aula D, piano terra ala sud del Dipartimento di Chimica Fisica Elettrochimica, Via Venezian, 21 - Milano.

Potranno accedervi gli studenti iscritti alla LS e quelli iscritti con riserva, cioè quelli ai quali manchino, per conseguire la Laurea triennale, non più di 20 CFU, comprensivi dei crediti previsti per il superamento della prova finale. Questi studenti, se ammessi, dovranno conseguire i crediti mancanti entro il 28 febbraio 2004 (art.11 del Reg. di Facoltà). L'esito negativo conseguito nella prova di verifica comporta la preclusione all'accesso al corso di laurea specialistica per l'anno accademico 2003/2004.

I laureati con carenze nelle attività formative caratterizzanti della Laurea in Chimica industriale, se ammessi, dovranno acquisire le conoscenze e i crediti formativi mancanti entro il primo anno della Laurea Specialistica, rispettando le propedeuticità indicate dalla Commissione di accesso alla Laurea Specialistica. Tale Commissione valuterà la possibilità per il laureato di utilizzare in tutto o in parte, per la Laurea Specialistica, i crediti formativi che non gli sono stati riconosciuti ai fini dell'accesso, aiutando il laureato a formulare un adeguato Piano di Studi.

Percorso formativo della Laurea Specialistica in CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE

In relazione ai propri obiettivi formativi, il Corso di Laurea Specialistica in Chimica Industriale e Gestionale definisce tre curricula diversi, ma stabilisce un gruppo di insegnamenti fondamentali, comuni a tutti i curricula (per un totale di 26 CFU). I curricula sono precisati nelle pagine seguenti, con gli specifici obiettivi formativi e i conseguenti obblighi didattici.

a) *Curriculum "Processi chimici ed elettrochimici"*

Questo curriculum ha l'obiettivo di far conoscere allo studente:

- 1) lo sviluppo dei processi chimici industriali, in particolare dei processi catalitici, dalla scala di laboratorio all'impianto pilota ai principi per il passaggio alla scala industriale;
- 2) le tecnologie elettrochimiche nei vari campi di applicazione: analitici, di sintesi, energetici, di trattamento ambientale;
- 3) i problemi di preparazione e impiego dei materiali metallici, con particolare riguardo ai fenomeni di corrosione e degrado ambientale.

Gli sbocchi professionali previsti sono: reparto di ricerca e sviluppo delle industrie chimiche ed elettrochimiche; progettazione e produzione di generatori e sensori elettrochimici; progettazione e gestione di impianti pilota; conduzione di impianti chimici industriali; specialisti dei problemi di corrosione; uffici brevettazione.

Con un'opportuna scelta degli insegnamenti opzionali, lo studente ha la possibilità di dare al proprio piano di studi l'orientamento culturale più aderente alle proprie inclinazioni.

Organizzazione didattica per il curriculum (a):

PRIMO ANNO

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esame o prova</i>
1° semestre		
Chimica industriale (approfondimento)	6	<1>
Laboratorio di Chim. ind.(approfondim.)	4	
Processi e Impianti ind. chimici (approfondimento)	6	<2>
Ottimizzazione delle Risorse aziendali	5	<3>
Complementi di Matematiche ¹	5	<4>
2° semestre		
Elettrochimica	5	<5>
Laboratorio di Elettrochimica	5	
<i>oppure</i>		
Chimica fisica della Catalisi	5	<5>
Laboratorio di Chim.fis.della Catalisi	5	
<i>tre corsi da scegliere tra i seguenti</i>		
Corrosione e Protezione dei Materiali metallici	5	<6>
Chimica fisica dei Sistemi dispersi e delle Interfasi	5	
Termodinamica e Cinetica chimica applicate	5	
Catalisi industriale	5	<7>
Passaggi di Scala nei Processi chimici	5	<8>
Elettrochimica industriale	5	
Metallurgia	5	
Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	4	<prova 1>
Ricerca bibliografica	5	<prova 2>

Per "*ulteriori conoscenze linguistiche*" si intende una conoscenza approfondita della lingua inglese oppure una conoscenza elementare del francese o del tedesco.

Per la ricerca bibliografica, lo studente dovrà rivolgersi a un docente-relatore per l'assegnazione del tema della ricerca, nell'ambito del curriculum scelto, e svolgere il lavoro sotto la sua guida. I risultati della ricerca saranno esposti in un seminario, che costituirà la prova di verifica.

SECONDO ANNO

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (C FU)</i>	<i>esami e prove</i>
Gestione dell'Innovazione	5	<9>

¹ mutuato dal Corso di Laurea Specialistica integrata in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali.

Corso a libera scelta dello studente	5	<10>
Laboratorio di tesi di laurea specialistica	50	<prova finale>

Il secondo anno non è attivato per l'anno 2003-2004.

b) *Curriculum "Chimica fine e biotecnologica"*

E' obiettivo di questo curriculum la preparazione di laureati che siano specialisti nell'analisi, progettazione e produzione di molecole di grande interesse applicativo, utilizzando metodologie e strategie di sintesi avanzate e innovative. Queste tecnologie trovano sviluppo anche nell'individuazione di processi biotecnologici innovativi e nella messa a punto di metodologie più economiche e meno inquinanti nel campo della chimica fine, che è uno dei settori di punta dell'industria chimica. Questi laureati "specialisti" avranno competenze per presiedere alle fasi di progettazione delle molecole e di ottimizzazione della loro sintesi in vista della produzione industriale e per interagire in maniera non subalterna con altre funzioni aziendali (ingegneria, marketing, ecc.) coinvolte nell'iter di ricerca, sviluppo, produzione e commercializzazione di principi attivi, in particolare quelli ad elevato valore aggiunto. L'acquisizione di dette competenze apre al laureato chimico "specialista" l'accesso ai più svariati settori industriali quali il farmaceutico, l'alimentare, l'agrochimico, i settori degli additivi, degli ausiliari, dei materiali per l'elettronica e dell'ecologia, oltre che al campo delle proprietà industriali (brevetti) e della gestione aziendale.

Organizzazione didattica per il curriculum (b):

PRIMO ANNO

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esame o prova</i>
1° semestre		
Chimica industriale (approfondimento)	6	<1>
Laboratorio di Chim.ind.(approfondim.)	4	
Processi e Impianti ind.chimici(approfondimento)	6	<2>
Ottimizzazione delle Risorse aziendali	5	<3>
<i>un corso da scegliere tra i seguenti:</i>		
Concetti e Metodologie di Sintesi organica	5	<4>
Caratterizzazione strutturale di Composti organici	5	
Chimica bioinorganica	5	
2° semestre		
Chimica organica applicata	6	<5>
Laboratorio di Chim.organica applicata	3	
Fermentazioni e Biotrasformazioni industriali con Laboratorio	6	<6>
<i>un corso da scegliere tra i seguenti:</i>		
Chimica organica industriale	5	<7>
Chimica dei Prodotti naturali di Interesse industriale	5	
Chimica dei Processi biotecnologici	5	
Sintesi e Tecniche speciali inorganiche	5	
Chimica metalloorganica	5	
<i>un corso a scelta tra i seguenti:</i>		
Biochimica industriale	5	<8>
Biologia molecolare	5	
Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	4	<prova 1>
Ricerca bibliografica	5	<prova 2>

Per "*ulteriori conoscenze linguistiche*" si intende una conoscenza approfondita della lingua inglese oppure una conoscenza elementare del francese o del tedesco.

Per la ricerca bibliografica, lo studente dovrà rivolgersi a un docente-relatore per l'assegnazione del tema della ricerca, nell'ambito del curriculum scelto, e svolgere il lavoro sotto la sua guida. I risultati della ricerca saranno esposti in un seminario, che costituirà la prova di verifica.

SECONDO ANNO

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (C FU)</i>	<i>esami e prove</i>
Gestione dell'Innovazione	5	<9>
Corso a libera scelta dello studente	5	<10>

Laboratorio di tesi di laurea specialistica	50	<prova finale>
---	----	----------------

Il secondo anno non sarà attivato per l'anno 2003-2004.

c) *Curriculum "Materiali "*

Questo indirizzo è volto alla formazione di laureati interessati a svolgere attività produttiva o di ricerca nel settore dei materiali inorganici, organici e polimerici, con particolare riferimento alla loro preparazione e caratterizzazione. Il contenuto dell'indirizzo è finalizzato a soddisfare le necessità di industrie e centri di ricerca operanti nei più diversificati campi dei materiali tradizionali e innovativi.

Allo scopo di assicurare una preparazione la più ampia possibile, è consigliabile che gli studenti dell'orientamento "Materiali polimerici" scelgano, nell'ambito dei corsi opzionali, anche insegnamenti relativi ai materiali inorganici, e, viceversa, che gli studenti dell'orientamento "Materiali inorganici" scelgano, nell'ambito dei corsi opzionali, anche insegnamenti relativi ai materiali organici.

Organizzazione didattica per il curriculum (c):

PRIMO ANNO

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esame o prova</i>
1° semestre		
Chimica industriale (approfondimento)	6	<1>
Laboratorio di Chim.ind.(approfondim.)	4	
Processi e Impianti ind.chimici(approfondimento)	6	<2>
Ottimizzazione delle Risorse aziendali	5	<3>
<i>un corso da scegliere tra i seguenti:</i>		
Polimeri per Applicazioni mediche	5	<4>
Fotochimica	5	
Scienza dei metalli	5	
2° semestre		
Chimica delle Macromolecole	6	<5>
Laboratorio di Chim.delle Macromolecole	4	
<i>oppure</i>		
Chimica fisica dei Materiali	6	<5>
Laboratorio di Chim.fisica dei Materiali	4	
<i>due corsi da scegliere tra i seguenti:</i>		
Chimica e Tecnologia dei Polimeri	5	<6>
Chimica inorganica dei Materiali con Laboratorio	5	
Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi	5	
Corrosione e Protezione dei Materiali metallici	5	<7>
Metallurgia	5	
<i>un corso a scelta tra i seguenti:</i>		
Chimica dell'Ambiente e dei Beni culturali	5	<8>
Fisica dello Stato solido	5	
Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	4	<prova 1>
Ricerca bibliografica	5	<prova 2>

Per "ulteriori conoscenze linguistiche" si intende una conoscenza approfondita della lingua inglese oppure una conoscenza elementare del francese o del tedesco.

Per la ricerca bibliografica, lo studente dovrà rivolgersi a un docente-relatore per l'assegnazione del tema della ricerca, nell'ambito del curriculum scelto, e svolgere il lavoro sotto la sua guida. I risultati della ricerca saranno esposti in un seminario, che costituirà la prova di verifica.

SECONDO ANNO

<i>insegnamento</i>	<i>crediti (C FU)</i>	<i>esami e prove</i>
Gestione dell'Innovazione	5	<9>
Corso a libera scelta dello studente	5	<10>
Laboratorio di tesi di laurea specialistica	50	<prova finale>

Il secondo anno non sarà attivato per l'anno 2003-2004.

Piani di studio individuali

Gli studenti possono discostarsi dai curricula sopra proposti, presentando propri piani di studio individuali, nel rispetto delle norme del Regolamento didattico della Facoltà. Ogni piano di studio individuale sarà esaminato da una commissione del Consiglio di Coordinamento Didattico e sarà sottoposto al Consiglio stesso, che lo potrà approvare o respingere. Si consiglia a coloro che intendono presentare un piano di studi individuale di rivolgersi a uno dei responsabili dell'orientamento.

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

PRIMO ANNO

CHIMICA INDUSTRIALE (APPROFONDIMENTO)

Crediti Didattici 6 (48 ore di lezioni frontali)

Prof. Dario Landini

Fonti di energia e materie prime per l'industria chimica: carbone, gas naturale, petrolio. Composizione e lavorazione del petrolio: cracking termico, steamcracking, cracking catalitico, reforming catalitico, alchilazione. Gas di sintesi. Processo SASOL Fischer-Trops. Unità C1: metanolo, formaldeide, acido formico, formammidi, acido cianidrico. Produzione industriale delle olefine: etilene, propilene, buteni e omologhi superiori. Metatesi delle olefine. Diolefine coniugate: butadiene, isoprene, cloroprene e ciclopentadiene. Acetilene: produzione e applicazioni. Idroformilazione: processi di carbonilazione e carbossilazione delle olefine. Prodotti di ossidazione dell'etilene: ossido di etilene, glicole etilenico, polietilenglicoli. Acetaldeide. Acido acetico, acetato d'etile, anidride acetica. Produzione industriali degli alcoli: etanolo, isopropanolo, butanoli e omologhi superiori. Dioli e polioli. Derivati degli xileni e del naftalene: acido ftalico, anidride ftalica ed esteri ftalici.

Testi consigliati:

- K. Weissmerl, H. I. Arpe, *Industrial Organic Chemistry*, 3rd. Ed. VHC, Weinheim, 1997; alternativamente, *Chimica organica Industriale* (Traduzione italiana della I ed. tedesca e aggiornamento ricavato dalla III ed. tedesca a cura di C. Botteghi, Piccin ed. Padova, 1981, 1991);
- C. Giavarini, *Guida allo Studio dei Processi di Raffinazione e Petrochimici*, Ed. Scien. , Siderea, Roma, 1999.

LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE (APPROFONDIMENTO)

Crediti didattici 4 (64 ore di esercitazioni in laboratorio)

Dott. Domenico Albanese

Il programma del corso prevede l'esecuzione a banco singolo di esperimenti di laboratorio, riguardanti la preparazione di intermedi e di prodotti finiti di interesse industriale tramite sintesi a uno stadio o a più stadi. I prodotti ottenuti verranno caratterizzati tramite tecniche spettroscopiche e analitiche.

In particolare verranno eseguite le seguenti esperienze:

- sintesi del 2-etilano a partire da aldeide butirrica e suo impiego per la preparazione di plastificanti
- sintesi di cloroprene per deidroclorurazione di diclorobuteni in condizioni di catalisi per trasferimento di fase
- sintesi di detergenti anionici, quale il dodecilbenzensolfonato sodico

Testi consigliati:

- Materiale didattico riguardante gli esperimenti, che verrà fornito dal docente all'inizio del corso di laboratorio

CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 5

Prof. Dario Landini

Il corso riguarda la sintesi organica, vista in chiave industriale. In particolare i processi di sintesi organica (scelta dei reagenti, dei solventi, delle condizioni operative e delle operazioni per l'isolamento e la purificazione dei prodotti) sono trattati dal punto di vista dell'applicazione industriale. Il corso comprende lo studio approfondito dei principali processi organici, *Processi Unitari*, quali nitrificazione, solfonazione, solfatazione, amminazione riduttiva, amminazione per ammonolisi e idroammonolisi. Per ognuno di questi processi vengono presentati e discussi gli aspetti generali relativi al chimismo, alla cinetica e alla termodinamica, e, per alcune delle sintesi industriali

più significative, vengono presentati e discussi in dettaglio i relativi diagrammi di flusso. In tutte le operazioni di processo viene dato un rilievo particolare ai problemi relativi alla sicurezza e all'igiene. Il corso comprende anche almeno una visita agli impianti di produzione di un'industria chimica.

Testi consigliati

- Materiale didattico fornito dal docente all'inizio del corso
- Fonti di consultazione disponibili presso la biblioteca chimica: Kirk-Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, IV ed., 1992; *Ullmann's encyclopedia of Industrial Chemistry*, VHC, V ed., 1998.

PROCESSI E IMPIANTI IND. CHIMICI (APPROFONDIMENTO)

Crediti didattici 6

I modulo: prof. Vittorio Ragaini - II modulo: prof. Paolo Beltrame

I modulo (Le separazioni industriali)

1. Le implicazioni economiche delle tecniche di separazione nello sviluppo prodotto-processo
2. Approfondimenti di termodinamica applicata
3. Separazione e purificazione di prodotti termosensibili con:
 - la distillazione molecolare
 - la cristallizzazione
 - le membrane (osmosi inversa, ultrafiltrazione)
 - estrazione con fluidi supercritici
4. Alternative economiche alla distillazione
5. Le separazioni di sistemi a più componenti
6. Esemplicazioni numeriche per alcune tipologie di separazione
7. Visite d'istruzione a specifiche apparecchiature

Il modulo (Complementi di cinetica e reattori)

1. Cinetica di processi a volume variabile
2. Cinetica di processi eterogenei (reagenti gassosi, liquidi, solidi)
3. Reattori semicontinui
4. Reattori monolitici e a membrana
5. Reattori in situazioni non-stazionarie
6. Reattori continui non-ideali
7. Reattori per reazioni gas+liquido e gas+solido
8. Reattori trifasici

OTTIMIZZAZIONE DELLE RISORSE AZIENDALI

Crediti didattici 5

In attesa nomina docente e programma

COMPLEMENTI DI MATEMATICHE

Crediti didattici 5

Prof. Alberto Alesina

insegnamento mutuato dal Corso di Laurea Specialistica integrata in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali. Vedi programma del corso omonimo.

ELETTROCHIMICA

Crediti didattici 5

Prof. Sergio Trasatti

Introduzione al corso

Definizione di elettrochimica. Impatto tecnologico. Industrie e lavorazioni elettrolitiche. Generatori elettrochimici, applicazioni elettrochimiche in altri campi. Pila di Volta. Relazione tra scoperta e commercializzazione. Prospettive future dell'elettrochimica. Competizione delle auto elettriche col petrolio. Fonti rinnovabili di energia. Economia basata sull'idrogeno come combustibile. Scienza e applicazioni della scienza.

Energia di una particella in una fase

Vari tipi di potenziale. Potenziale elettrostatico. Potenziale di superficie. Parametri degli elettroni nei metalli. Struttura elettronica dei metalli. Potenziale di superficie dei metalli. Superfici policristalline. Potenziale chimico.

Stato standard

Attività. Coefficienti di attività. Potenziale chimico di un elettrolita. Attività ionica media. Coefficienti di attività in scale diverse di concentrazione. Teoria di Debye-Hückel. Legge limite. Descrizione del modello. Spessore dell'atmosfera ionica. Interazioni a corto raggio. Teoria dell'idratazione. Coefficienti di attività di elettroliti misti. Associazione ionica in soluzione. Polielettroliti.

Equilibrio tra fasi

Sale poco solubile. Caso del metallo/acqua. Equilibrio metallo/ione metallico Equazione di Nernst. Misura di f . Elettrodi di riferimento. Elettrodi di I e II specie. Catena galvanica aperta. Componenti di f . Significato del potenziale misurato. E come differenza di energia elettronica. E come differenza di G per la reazione di cella. Derivazione termodinamica di $G = -nFE$.

Trasformazioni reversibili

Confronto fra sistema chimico e sistema elettrochimico. Sistema elettrochimico reversibile. Reazioni parziali e totali. Misura di G , S , E° e coefficienti di attività. Ciclo di Born-Haber. Potenziale assoluto. Scala dei potenziali. Scala redox. Elettrodi ione-selettivi, pH, pHmetro. Altri tipi di elettrodi ione-selettivi. Potenzimetri per analisi. Potenziale formale.

Leggi di Faraday

Rendimenti di corrente, equivalente elettrochimico.

Conducibilità delle soluzioni

Conducibilità specifica, conducibilità equivalente. Misura di conducibilità. Costante di cella. Caratteristiche di cella. Dipendenza della conducibilità della concentrazione. Numeri di trasporto. Metodo di Hittorf. Moto di uno ione. Raggio di Sokes. effetti Falkenhagen e Wien. Effetto degli ultrasuoni. Effetto della T e P . Applicazioni della conducibilità.

Diffusione

1^a Legge di Fick, 2^a Legge di Fick. Relazione tra diffusione e migrazione. Equazione di Planck-Einstein. Origine del potenziale di diffusione. Potenziale interliquido. Concetti fondamentali. Equazione di Henderson. Ponti salini. Il caso del KCl saturo. Celle con trasporto. Determinazione dei numeri di trasporto. Potenziale Donnan. Membrane ione-selettive. Elettrodo a vetro.

Interfasi polarizzabili e non polarizzabili

Definizione di interfase polarizzabile. Circuiti equivalenti. Eccesso superficiale. Definizione di adsorbimento. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Equazione elettrocapillare. Eccesso superficiale relativo. Curva elettrocapillare. Potenziale di carica zero. Capacità differenziale. Relazioni termodinamiche. Ottenimento dell'equazione elettrocapillare. Misura degli eccessi superficiali. Teoria di Gouy-Chapman. Confronto dati sperimentali con teoria. Adsorbimento specifico. Modello di Stern. Formule della teoria di Gouy-Chapman. Modello di Grahame. Condensatori in serie. Il potenziale di carica zero: da misura di capacità e con l'elettrodo a getto di Hg. Diagramma di Parsons e Zobel. Isotherme di adsorbimento. Test delle isoterme. Adsorbimento ionico e non ionico. Misure di capacità. Effetto del campo elettrico sull'adsorbimento. Relazione tra potenziale di carica zero e parametri strutturali dell'interfase. Componenti del potenziale di carica zero. Idrofilicità dei metalli. Cristalli singoli e policristalli. Interfaccia solido/ionico soluzione. Punto di carica zero. Titolazioni potenziometriche. Colloidi. Potenziale zeta. Punto isoelettrico. Fenomeni elettrocinetici.

Cinetica elettrochimica

Curve dell'energia potenziale prima dell'equilibrio. Sistema dell'equilibrio. Termini chimici e termini elettrici. Equazioni cinetiche. Corrente di scambio. Determinazione del coefficiente di trasferimento (greco). Significato di (greco). Resistenza di reazione. Retta di Tafel. Estrapolazione della corrente di scambio. Confronto con la resistenza di reazione. Sovratensione di concentrazione e ohmica. Origine della caduta ohmica non compensata.

Effetto dello stato di carica dell'elettrodo sulla cinetica

Adsorbimento specifico. Ordine di reazione a potenziale e a sovratensione costante. Energia di attivazione a potenziale e a sovratensione costante. Effetto dello stato di carica dell'elettrodo. Effetto dell'adsorbimento specifico di specie ioniche e neutre.

Meccanismi a più stadi

Numero stechiometrico. Determinazione del numero stechiometrici. Meccanismi della reazione di sviluppo di idrogeno. Relazione tra pendenza della retta di Tafel e meccanismo di reazione. Retta di Tafel a due pendenze. Effetto del grado di copertura della superficie elettrodica con intermedi di reazione. Stadio chimico come cineticamente determinante. Equazione cinetica generalizzata. Principi di elettrocatalisi. Effetti primari e secondari del materiale elettrodico. Curve a "vulcano".

Tecniche sperimentali per lo studio dei fenomeni elettrochimici

Curve potenziostatiche e galvanostatiche. Curve potenziodinamiche. Voltammetria ciclica. Esempio del platino. Step di corrente (cronopotenziometria). Correzione delle cadute ohmiche non compensate. Step di potenziale (crono-coulometria). Erici per la flessibilità coordinativa. Esempi di catalisi omogenea e di reattività dei complessi.

LABORATORIO DI ELETTROCHIMICA

Crediti didattici: 5

Prof.ssa Patrizia Mussini

Il corso ha lo scopo di render familiare la maggior parte delle apparecchiature e metodologie di base elettrochimiche, applicando concretamente molte delle nozioni teoriche apprese nel Corso di Elettrochimica. E' formato per circa un quarto di lezioni in aula (richiami ed estensioni di nozioni del corso base di Elettrochimica, descrizione delle apparecchiature e delle modalità operative, esempi di calcolo) e per le restanti ore da esercitazioni in laboratorio. Dalla docente verranno fornite ad ogni gruppo dispense sull'intera parte teorica del corso nonché schede con le descrizioni dettagliate delle esperienze di laboratorio e fogli elettronici modello per le elaborazioni dei risultati.

1. Esercitazioni sulla conducibilità delle soluzioni elettrolitiche

- Taratura di una cella conduttimetrica.
- Conducibilità specifiche e molari di elettroliti forti (verifica eq. di Onsager e legge di Kohlrausch) e deboli (applicazione eq. di Kraus e Bray per determinazione pK_a).
- Titolazioni conduttimetriche.

2. Esercitazioni sulla termodinamica elettrochimica

- Preparazione e verifica di elettrodi sensori ad AgCl (con metodo bielettrolitico) e a Hg₂Cl₂
- Determinazione del ΔG° di reazione della pila Pt|Ag|AgCl|KCl|Hg₂Cl₂|Hg|Pt (da misura di f.e.m.)
- Determinazione del τ_{K^+} da misure di f.e.m. della pila con trasporto Pt|Ag|AgCl|KCl||KCl|AgCl|Ag|Pt;

3. Esercitazioni di elettroanalisi potenziometrica

- Elettrodi ionoselettivi: costruzione, taratura (grado di idealità, limite di rilevabilità) e uso in misura diretta e in titolazioni potenziometriche
- Taratura e misura del pH con elettrometro e con pHmetro; titolazioni pH-metriche
- Durezza totale e temporanea e *Langelier Saturation Index* dell'acqua di rete
- Analisi di un'acqua minerale commerciale (κ , pH, durezza, LSI, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, HCO₃⁻);

4. Esercitazioni di cinetica elettrochimica, con applicazioni alla elettrocatalisi, alla elettroanalisi e alla corrosione

- Uso del sistema [potenziostato/galvanostato + generatore di funzioni + registratore x/y o y/t] in circuiti con resistenze e condensatore variamente disposti: generazione di segnali complessi, ciclovoltammetrie, cronopotenziometrie;
- Voltammetrie cicliche su Pt in H₂SO₄: aree corrispondenti all'adsorbimento e desorbimento di idrogeno ed ossigeno, determinazione di superficie e capacità dell'elettrodo e loro modifiche in seguito ad adsorbimento specifico di tracce di alcoli;
- Voltammetrie cicliche: effetto della velocità di scansione; criteri per determinare il grado di reversibilità di una reazione
- *Underpotential deposition*: Cu su Pt (ed esempio di “stripping anodico”), Cu su Au, Pb su Au
- Sistema redox Fe(III)/Fe(II) analizzato su elettrodo di Pt a disco rotante: identificazione delle zone a controllo diffusivo e misto; determinazione dei coefficienti di diffusione, delle costanti di velocità diretta e inversa per il trasferimento elettronico nonché del parametro α .
- Sistema redox Fe(III)/Fe(II) analizzato su elettrodo di Pt stazionario: curve di polarizzazione i vs η nella zona a bassissime sovratensioni e verifica della loro linearità “ohmica”
- Sviluppo di ossigeno su elettrodi di ossidi metallici catalitici: curva di polarizzazione i vs η nella zona ad elevate sovratensioni; verifica della linearità η vs $\log i$ (equazione di Tafel); metodi per la correzione della caduta ohmica.
- Polarografie DC e DPP di Pb²⁺ e Ni²⁺. Criteri di reversibilità. Determinazione del numero e della costante di complessazione di Pb²⁺ con OH⁻
- Titolazione amperometrica Karl Fischer per la determinazione di tracce di acqua in solventi organici.
- Registrazione di curve di passivazione di un acciaio inossidabile e loro correlazione con la composizione dell'acciaio e con l'aggressività dell'ambiente.

CHIMICA FISICA DELLA CATALISI

Crediti didattici 5

Dott.ssa Ilenia Rossetti

Funzione del catalizzatore (1 CFU).

Definizione della catalisi. Stadi della reazione catalitica. Adsorbimento. Diffusione. Selettività di forma (shape selectivity).

Struttura del catalizzatore (0.5 CFU).

Architettura del catalizzatore: composizione e struttura fisica. Polifunzionalità. Equilibrio tra i componenti.

Materiali catalitici (0.5 CFU).

Tipi di materiali catalitici. Metalli. Semiconduttori. Isolanti. Solidi acidi. Zeoliti. Supporti e promotori.

Preparazione del catalizzatore (1 CFU).

Tecniche di laboratorio per la preparazione: precipitazione, tecnica sol-gel, impregnazione, spray-drying, tecniche speciali.

Caratterizzazione del catalizzatore (1.5 CFU).

Proprietà di massa. Proprietà di particella. Proprietà di superficie. Misura dell'attività catalitica.

Disattivazione del catalizzatore (0.5 CFU).

Cause della disattivazione. Effetti della disattivazione. Disattivazione reversibile ed irreversibile. Rigenerabilità del catalizzatore.

Gli argomenti verranno illustrati anche con esempi applicativi (case histories).

Testi consigliati:

- J.T.Richardson, *Principles of Catalyst Development*, Plenum Press, New York, 1989.
- J.M.Thomas, W.J.Thomas, *Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis*, VCH, Weinheim, 1997.

LABORATORIO DI CHIM.FIS.DELLA CATALISI

Crediti didattici 5

Prof.ssa Antonella Gervasini

Le esercitazioni pratiche, eseguite a gruppi di 3-4 studenti, consistono nella preparazione, caratterizzazione e impiego di alcuni catalizzatori ossidici per la combustione catalitica (flameless) del metano.

Ciascun gruppo di studenti:

- segue le lezioni esplicative (totale di 15 ore) e quindi
- prepara un catalizzatore (12 ore)
- caratterizza il catalizzatore da lui preparato mediante le tecniche: TGA (5 ore), XRF (8 ore), EPR (4 ore), TPD (4 ore), XPS (4 ore), XRD (4 ore), BET (8 ore)
- esegue una prova di attività catalitica a temperature crescenti, per individuare il punto di "light off" e il punto di esaurimento del reagente (6 ore)
- stende una relazione dettagliata sul lavoro svolto, sui calcoli eseguiti e sui risultati ottenuti (20 ore).

CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI

Crediti didattici 5

Prof. Enrico Sivieri

Parte I

Generalità: Definizioni. Velocità di corrosione. Andamento della corrosione nel tempo. Significato tecnico ed economico della corrosione.

Parte II

Corrosione in ambiente acquoso: Generalità. Natura elettrochimica dei fenomeni di corrosione. Termodinamica dei processi di corrosione. Diagrammi potenziale-pH. Cinetica dei processi di corrosione. Riduzione catodica dell'ossigeno. Evoluzione d'idrogeno. Passività. Teoria dei potenziali misti. Teoria degli elementi galvanici in corto circuito. Misura della velocità di corrosione con metodi elettrochimici. Resistenza di polarizzazione. Processi controllanti. Polarizzazione chimica, di concentrazione. Fattori termodinamici e cinetici di localizzazione della corrosione umida.

Parte III

Morfologia della corrosione: Corrosione per contatto, per vaiolatura, intestiziale, per fatica, sotto sforzo, per sfregamento, intergranulare. Danneggiamento da idrogeno. Corrosione delle strutture interrate. Corrosione biologica. Corrosione marina. Corrosione atmosferica. Corrosione per correnti disperse. Corrosione nelle acque naturali ed industriali.

Parte IV

Metodi di protezione: inibitori anodici, catodici, di adsorbimento, da imballaggio, in fase vapore, metodi di protezione con strati ricoprenti, protezione passiva, protezione mista. Strati di conversione, ossidazione, anodica, fosfatizzazione.

Parte V

Corrosione ad alta temperatura: Generalità. Aspetti termodinamici e cinetici. Teoria di Wagner. Conduttori ionici ed elettronici. Semiconduttori. Fattori di velocità. Corrosione secca delle leghe. Ossidazione interna. Corrosione da sali fusi.

Testi consigliati

- G. Bianchi, F. Mazza, *Corrosione e protezione dei metalli*, Ed. Masson s.p.a., Milano, 1989.

CHIMICA FISICA DEI SISTEMI DISPERSI E DELLE INTERFASI

Crediti didattici 5

Prof.ssa Silvia Ardizzone

Corso parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Scienze Chimiche ed in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali. Vedi programma del corso omonimo.

TERMODINAMICA E CINETICA CHIMICA APPLICATE

Crediti didattici 5

Prof. Paolo Carniti

Termodinamica

- Richiami e approfondimenti sul primo e secondo principio della termodinamica e sulle varie funzioni termodinamiche.
- Calcolo delle variazioni delle funzioni termodinamiche partendo da dati teorici e di letteratura, e da dati sperimentali.
- Termodinamica dei gas reali e delle miscele gassose reali. Equazioni di stato per i gas reali. Principio degli stati corrispondenti. Fugacità. Metodi per la valutazione dei coefficienti di fugacità.
- Termodinamica delle soluzioni. Proprietà generali delle soluzioni e equazione di Gibbs-Duhem. Relazione tra tensione di vapore parziale e composizione. Soluzioni ideali e non ideali. Coefficienti di attività. Convenzioni per i coefficienti di attività. Determinazione sperimentale dei coefficienti di attività. Funzioni di eccesso. Equazioni per esprimere i coefficienti di attività in funzione della composizione della soluzione. Energia libera di eccesso e miscibilità parziale.
- Equilibrio di reazione in fase gassosa e in soluzione. Costanti di equilibrio per reazioni in miscele non ideali. Metodi per la stima di dati termochimici. Impiego dei contributi di gruppo.
- Cenni di termodinamica statistica. Relazione tra funzioni di partizione e grandezze termodinamiche. Costanti di equilibrio espresse per mezzo delle funzioni di partizione.

Cinetica chimica

- Richiami di cinetica chimica elementare.
- Teorie cinetiche. Teoria delle collisioni e dello stato stazionario.
- Reazioni complesse: reazioni parallele, consecutive, opposte, ecc.
- Catalisi omogenea. Meccanismi catalitici. Catalisi acido-basica generale e specifica.
- Catalisi enzimatica.
- Modelli matematici in cinetica chimica. Impostazione del modello. Metodi di integrazione numerica. Metodi di ottimizzazione. Significatività dei parametri ottenuti. Discriminazione tra modelli possibili.

CATALISI INDUSTRIALE

Crediti didattici 5

Prof. Lucio Forni

Richiesta di un processo catalitico (0.5 CFU).

Esigenze per lo sviluppo di un processo catalitico. Definizione del problema e fase esplorativa. Letteratura aperta e brevettuale. Scelta e sviluppo del processo.

Classificazione dei catalizzatori industriali (0.5 CFU).

Tipi di catalisi e di catalizzatori. Proprietà essenziali di un catalizzatore industriale. Equilibrio tra i componenti. Progetto di un catalizzatore industriale.

Caratterizzazione del catalizzatore (1 CFU).

Proprietà di massa, di particella, di superficie. Scelta delle tecniche di caratterizzazione più adatte. Misura dell'attività catalitica. Tipi e dimensioni dei reattori da laboratorio e pilota.

Sviluppo (scaling-up) della preparazione del catalizzatore (1.5 CFU).

Scelta delle materie prime. Tecniche industriali e principali operazioni unitarie della preparazione del catalizzatore.

Sviluppo (scaling-up) del processo catalitico (1 CFU).

Cinetica delle reazioni catalitiche e limitazioni diffusive. Scelta del reattore. Consumi energetici. Simulazione e progetto del processo. Stima dei costi.

Disattivazione del catalizzatore (0.5 CFU).

Cause ed effetti della disattivazione. Disattivazione reversibile ed irreversibile. Tecniche di rigenerazione dei catalizzatori industriali.

Gli argomenti verranno illustrati anche con esempi applicativi (case histories).

Testi consigliati:

- R.J.Farrauto, C.H.Bartholomew, Fundamentals of Industrial Catalytic Processes, Chapman & Hall, London, 1997.
- J.T.Richardson, Principles of Catalyst Development, Plenum Press, New York, 1989.
- J.M.Thomas, W.J.Thomas, Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis, VCH, Weinheim, 1997.
- C.N.Satterfield, Heterogeneous Catalysis in Industrial Practice, 2nd Ed., Mc Graw-Hill, New York, 1991.

PASSAGGI DI SCALA NEI PROCESSI CHIMICI

Crediti didattici 5

In attesa docente e programma

ELETTROCHIMICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 5

Prof. Sandra Rondinini

Introduzione

L'industria elettrochimica: sviluppi e prospettive

Valutazioni di processo

Costi. Parametri di merito. Parametri dei reattori elettrochimici

Principi di disegno di cella

Fenomeni di trasporto, distribuzione di corrente, connessione di celle. Tipologia dei reattori elettrochimici: processi continui e discontinui, PFR, CSTR, elettrodi convenzionali e tridimensionali

Pile e batterie primarie e secondarie

Processi elettrochimici di interesse industriale

Questa parte del corso, più che fornire una descrizione sistematica di tutti i processi elettrochimici realizzati su scala industriale, è dedicata all'approfondimento di alcuni processi di rilevante interesse industriale che siano significativi anche dal punto di vista didattico, quali, ad esempio:

- Processi per la protezione ambientale (trattamento reflui, recupero e rigenerazione reagenti, fotoelettrochimica, ecc.)
- Processi per i materiali metallici: estrazione, raffinazione, trattamenti superficiali, lavorazione
- Processi industriali per la produzione di cloro e soda, alluminio, adiponitrile.

La scelta del tema è concordata anno per anno con gli studenti.

METALLURGIA

Crediti didattici 5

Prof. Enrico Sivieri

La metallurgia di processo:

materie prime, trattamenti preliminari, pirometallurgia, idrometallurgia, elettrometallurgia, colata del metalli e solidificazione.

Cenni di fisica dei metalli:

il legame nei metalli, reticoli cristallini e metodi per il loro studio, imperfezioni reticolari, metalli e leghe allo stato liquido, solidificazione, meccanismi di rafforzamento.

Diagrammi di stato delle leghe metalliche:

la fase vapore, la fase liquida, le fasi solide, trasformazioni di fase, regole generali per l'interpretazione dei diagrammi di stato, diagramma ferro-carbonio, raffreddamenti in condizioni di non-equilibrio.

Trattamenti termici:

generalità sui trattamenti termici, punti critici, esperienza di Bain, curve anisotenne, temprabilità degli acciai, strutture metallografiche degli acciai, trattamenti termici di interesse applicativo, trattamenti termici non tradizionali.

Metodi di studio e controllo dei metalli:

caratteristiche meccaniche, prove di resistenza a trazione, a compressione, a flessione, a scorrimento a caldo, di durezza, di resistenza all'urto, a fatica; microscopia ottica, elettronica, analisi EDS-WDS, analisi delle superfici, controlli non distruttivi.

Proprietà del ferro ed influenza di eteroatomi:

gli acciai, acciai da costruzione, per utensili, inossidabili, per usi particolari, superleghe, le ghise.

CONCETTI E METODOLOGIE DI SINTESI ORGANICA

Crediti didattici 5

Prof.ssa Emanuela Licandro

Il corso si propone di fornire allo studente un metodo per la migliore organizzazione delle conoscenze (anche di quelle già acquisite) di chimica organica, localizzando l'attenzione su *1) concetti*, *2) metodi*, *3) reagenti* di partenza necessari alla progettazione di molecole che hanno un importante ruolo nella moderna sintesi organica.

1. I *concetti* esposti nel corso includono:

- metodi per realizzare la formazione del legame carbonio-carbonio in modo regio- e stereoselettivo; interconversione e protezione di gruppi funzionali
- strategie per favorire la termodinamica di reazioni sfavorevoli

2. I *metodi* sintetici che verranno presentati sono stati scelti considerando aspetti di:

- a) *applicabilità*: il metodo è stato utilizzato per sintesi complesse
- b) *semplicità*: il metodo non è eccessivamente lungo e tedioso
- c) *selettività*: il metodo tiene conto di alcuni principi per il controllo della selettività.

3. *Reagenti di partenza*: si utilizzerà una lista di reagenti poco costosi e commercialmente disponibili come presupposto per la progettazione di sintesi di molecole organiche.

Testi consigliati:

- Fuhrhop J., Penzlin G. *Organic Synthesis*, 1994, VCH Verlag: Weinheim, Germany (II edizione).

- Norman R., Coxon j. M. *Principi di Sintesi Organica*, 1997, Piccin editore (II edizione italiana).

CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE DI COMPOSTI ORGANICI

Crediti didattici 5

Prof.ssa Rita Annunziata

Corso parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Scienze Chimiche ed in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali. Vedi programma del corso omonimo.

CHIMICA BIOINORGANICA

Crediti didattici 5

I modulo: prof. Michele Gullotti - II modulo: prof.ssa Tiziana Beringhelli

Corso parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Scienze Chimiche ed in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali. Vedi programma del corso omonimo.

CHIMICA ORGANICA APPLICATA

Crediti didattici 6

Prof. Stefano Maiorana

Si prendono in esame classi di prodotti biologicamente attivi di grande importanza pratica e commerciale, per ciascuna classe vengono date notizie sul meccanismo di azione, sui metodi di valutazione dell'attività biologica in vitro ed in vivo con notizie riguardanti le correlazioni struttura-attività.

Vengono descritte le più comuni vie di accesso (fermentazione, sintesi) facendo emergere le problematiche connesse.

Particolare rilievo viene dato ai criteri che indirizzano, a livello industriale, le scelte riguardanti la ricerca e sviluppo di nuovi prodotti oltre ad illustrare l'iter di sviluppo di un nuovo farmaco compresi i problemi brevettuali e di sicurezza delle reazioni e dei prodotti.

La sintesi in fase solida ed i principi della chimica combinatoria vengono discussi come nuove metodologie per la scoperta di nuovi prodotti con attività biologica.

Esperti dell'industria contribuiranno con lezioni su argomenti specifici allo svolgimento del corso.

Durante il corso potranno anche tenersi esercitazioni di vario tipo (ricerca bibliografica, progettazione di sintesi di prodotti industriali ecc.). Parte integrante del corso sarà una visita ad una Azienda chimica di chimica fine.

Anti-infiammatori non steroidei

- Derivati dell'acido benzoico
- Derivati degli acidi arilacetici
- Derivati degli acidi arilpropionici
- Derivati oxicam.

Derivati con attività antibatterica

- Antibiotici -lattamici:
 - Penicilline e Penicilline semisintetiche
 - Cefalosporine e Cefalosporine semisintetiche
 - Penem e derivati
 - Tienamicina
 - Monobattami
- Antibiotici macrolidici
 - Eritromicina: sviluppo del processo biotecnologico di produzione. Sintesi di derivati di interesse industriale.

- Nuovi antibatterici di sintesi: derivati chinolonici
- Chinoloni di I generazione
- Chinoloni di II generazione
- Nuovi antibiotici di sintesi

Fitofarmaci

- Caratteristiche generali, classificazione, cenni su meccanismi di azione.
- Vengono esaminati in particolare i principi attivi in relazione al loro utilizzo ed ai metodi di sintesi.
- Fungicidi
- Insetticidi
- Erbicidi

LABORATORIO DI CHIM. ORGANICA APPLICATA

Crediti didattici 3

Prof.ssa Emanuela Licandro

Parte prima (svolta nelle lezioni del mattino)

Verranno insegnati i principi base della ricerca bibliografica, la logica della catalogazione di tutta la letteratura scientifica, la definizione di letteratura primaria e letteratura secondaria, una rassegna delle riviste più significative e utili per il chimico organico.

Si illustrerà l'utilizzo di databases specificamente elaborati ed organizzati per rendere agevole e mirata la ricerca di molecole. Si organizzeranno quindi esercitazioni pratiche di ricerca bibliografica.

Parte seconda (svolta in laboratorio nel pomeriggio)

Esercitazioni in laboratorio a banco singolo, si effettuerà la sintesi, a più stadi di una molecola ad attività biologica, la scelta dei reagenti e delle condizioni di reazione (solvente, temperatura, pressione, atmosfera inerte), nonché dell'isolamento dei prodotti, verrà fatta conto della fattibilità della sintesi stessa su scala industriale.

FERMENTAZIONI E BIOTRASFORMAZIONI INDUSTRIALI CON LABORATORIO

Crediti didattici 5

Dott.ssa Concetta Compagno

- Microorganismi di interesse industriale, miglioramento genetico e conservazione
- Tecnologie di coltivazione dei microorganismi: configurazione dei bioreattori, allestimento dei terreni colturali per fermentazioni industriali
- Tecniche fermentative: coltura batch, coltura continua, coltura in fed-batch, cellule ed enzimi immobilizzati
- Monitoraggio e controllo del processo: parametri aggregati e segregati
- Processi biotecnologici per la produzione di metaboliti di interesse industriale: produzione di solventi, acidi organici, amminoacidi, antibiotici.
- Produzione di proteine da organismi geneticamente modificati: scelta dell'ospite, sistemi di espressione e secrezione, strategie fermentative.
- Ingegneria metabolica come strumento per lo studio e il miglioramento del processo produttivo.
- Produzioni avanzate: prodotti commerciali da microorganismi ricombinanti

Laboratorio:

- Selezione e identificazione di microorganismi
- Analisi della crescita
- Trasformazione di microorganismi
- Bioconversioni
- Prodotti da DNA ricombinante

CHIMICA DEI PRODOTTI NATURALI DI INTERESSE INDUSTRIALE

Crediti didattici 5

Modulo I: prof. Paolo Manitto - Modulo II: dott.ssa Donatella Potenza

I Modulo: Metaboliti primari (3 CFU)

- *Proteine* – Struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria delle proteine.
- *Carboidrati* – Monosaccaridi: classificazione e struttura; mutuarotazione; reazione dei gruppi ossidrilici; reazioni al centro anomero. Disaccaridi: saccarosio, maltosio, lattosio. Oligosaccaridi: ciclodestrine. Polisaccaridi: amido e cellulosa.
- *Nucleotidi* – RNA e DNA: struttura, biosintesi e trasmissione dell'informazione.
- *Lipidi* – Acidi grassi saturi, insaturi e di struttura insolita. Fosfolipidi. Prostaglandine, tromboxani e leucotrieni: struttura e rilevanza biologica.

Metaboliti secondari

- *Terpeni* – Classificazione. Regola isoprenica strutturale. Regola isoprenica biogenetica. Isoprene attivo. Acido mevalonico ed emiterpeni. Monoterpeni cicloesani ed iridoidi. Sesquiterpeni. Diterpeni. Triterpeni. Carotenoidi.
- *Steroidi* – Trasformazione del lanosterolo in colesterolo. Steroidi naturali. Fitosteroli. Saponine. Corticosteroidi. Progestinici. Androgeni. Estrogeni.
- *Fenilpropanoidi* – Derivati della fenilalanina via acido cinnamico. Fenilpropanoidi. Lignani. Lignine. Flavonoidi.
- *Polichetidi* - Naftochinoni e antrachinoni. Antibiotici.

II Modulo: Utilizzo della spettroscopia NMR per la determinazione strutturale di metaboliti primari e secondari. (2 CFU)

- Esperimenti monodimensionali ^1H e ^{13}C -NMR: interpretazione dei parametri spettrali (chemical shifts e costanti di accoppiamento) per la caratterizzazione di amminoacidi, piccoli peptidi, mono e disaccaridi.
- Interpretazione di spettri bidimensionali omo ed eteronucleari ^1H e ^{13}C -NMR (COSY, TOCSY, HETCOR) per la determinazione strutturale di metaboliti secondari.
- Determinazione della configurazione assoluta di molecole di origine naturale mediante spettroscopia NMR: reagenti chirali di shifts e reagenti derivatizzanti chirali.

Testi consigliati:

- P. M. Dewick, *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach*, Wiley, Chichester, 1997
- P. Manitto, G. Speranza, *Elementi di Chimica delle Sostanze Organiche Naturali*, Libreria CLUED, Milano, 2001.
- H. Friebolin, *Basic one and two-dimensional NMR spectroscopy*, VCH Publishers, New York, 2001

CHIMICA DEI PROCESSI BIOTECNOLOGICI

Crediti didattici 5

Prof. Pierfausto Seneci

Il corso tratterà di alcune metodologie avanzate chimiche o ad alto contenuto chimico, sia nel campo della ricerca di nuovi farmaci che dei processi biotecnologici, partendo da una illustrazione chiara e semplice dei principi base ed esemplificandone gli aspetti di maggiore rilevanza.

Fra i processi biotecnologici esamineremo in dettaglio il processo di scoperta di nuovi prodotti naturali, discutendo delle fonti di nuovi prodotti, delle tecniche di fermentazione ed isolamento da brodi di coltura, della determinazione di struttura e di attività dei principi attivi, delle nuove tendenze in ambito industriale per quanto riguarda la gestione e lo sviluppo dei processi biotecnologici stessi. Discuteremo anche del processo di scoperta di nuovi farmaci, evidenziando come e dove i processi biotecnologici aiutano a migliorare la qualità del processo di ricerca. Di nuovo, alcuni esempi saranno essenziali nel rendere più comprensibile l'intero processo e nel farne apprezzare l'importanza.

SINTESI E TECNICHE SPECIALI INORGANICHE

Crediti didattici 5

Prof. Guido Banditelli

Prodotti inorganici di largo consumo: materie prime, sintesi e produzioni industriali, raffinazione, sottoprodotti, proprietà, applicazioni, mercato e prospettive.

Catalizzatori inorganici in produzioni industriali su vasta scala. Applicazioni e sviluppi di catalizzatori omogenei in chimica fine.

Classi selezionate di complessi di metalli di transizione di potenziale interesse applicativo.

Durante il corso è prevista la visita a impianti industriali.

Principali riferimenti bibliografici:

- W Büchner, R.Schliebs, G. Winters, K.H. Büchel, "*Industrial Inorganic Chemistry*", 2nd Ed. 1989 VCH, Weinheim (Federal Republic of Germany); Id., "*Chimica Inorganica Industriale*", 1 Ed. Ital., 1996 PICCIN (Padova).
- "*The Modern Inorganic Chemicals Industry*", R.Thompson Ed., 1977 Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- "*Industrial Inorganic Chemicals: Production and Uses*", R.Thompson Ed., 1995 Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- B.C. Gates, "*Catalytic Chemistry*", 1992 J. Wiley & Sons, New York.
- G.W. Parshall and S.D. Ittel, "*Homogeneous Catalysis*", 2nd Ed., 1992 J.Wiley & Sons, New York.
- "*Insights into Speciality Inorganic Chemicals*", D. Thompson Ed., 1995 Royal Society of Chemistry, Cambridge.

CHIMICA METALLOORGANICA

Crediti didattici 5

Prof.ssa Maddalena Pizzotti

Il Corso intende fornire gli strumenti indispensabili per una piena comprensione dei diversi processi in cui i metalli risultano attivi (sintesi stechiometriche, cicli catalitici, composti modello, specie ad attività bio e/o farmacologia). Valutando i contenuti e gli obiettivi dell'orientamento in cui si inserisce questo corso, nonché le attuali prospettive delle produzioni industriali, un accento particolare verrà dato alle interazioni metallo carbonio e quindi alla reattività al carbonio in molecole organiche. Verranno considerati anche semplici casi di interazione metallo-idrogeno, metallo-azoto e metallo-ossigeno.

1. Generalità sul legame Metallo-Carbonio. Stabilità termodinamica e cinetica.
2. Litio, Magnesio e Alluminio alchili
3. Silicio, Stagno e Piombo alchili.
4. Il legame Metallo-carbonio nei metalli di transizione. Cenni alla teoria degli orbitali molecolari. Complessi σ e π .
5. Tipi di leganti: σ donatori, π donatori e π accettori.
6. Regola dei 18 elettroni
7. Complessi idrurici
8. Complessi con olefine, dieni e acetilenici.
9. Complessi con fosfine. Angolo conico.
10. Complessi carbonilici
11. Complessi ciclopentadienilici. Complessi arenici.
12. Complessi allilici, carbenici e nitrenici.
13. Complessi con diossigeno. Perosso, superosso e osso composti
14. Complessi con i Lantanidi
15. Legame Metallo-Metallo. Clusters di metalli di transizione.
16. Reazioni di scambio dei leganti.
17. Somme ossidative ed eliminazioni riduttive.
18. Reazioni di inserzione-migrazione e di trasferimento elettronico.
19. Applicazioni. Ruolo dei complessi nella catalisi omogenea, nella modellistica e nell'ottica non lineare.

BIOCHIMICA INDUSTRIALE

Crediti didattici 5 (lezioni frontali)

Prof.ssa Renata Zippel

- 1) Introduzione alle diverse tecniche di DNA ricombinante.
- 2) Gli enzimi industriali e la loro applicazione nei settori dell'industria alimentare, nell'industria tessile e nella preparazione di detersivi.
- 3) Bioconversioni e biosensori
- 4) Biotecnologia nell'industria diagnostica.
- 5) Approcci ad ampio campo per lo screening e l'identificazione di nuovi farmaci

BIOLOGIA MOLECOLARE

Crediti didattici 5

Corso mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Scienze Biologiche

POLIMERI PER APPLICAZIONI MEDICHE

Crediti didattici 5

Prof. Paolo Ferruti

Introduzione, cenni storici, definizioni fondamentali e requisiti generali. Classificazione in base al tipo di materiale polimerico e all'applicazione specifica. Biomateriali strutturali, interventi di riparazione o sostituzione di tessuti corporei, e organi artificiali. Ingegneria tissutale. Sistemi per il rilascio controllato di farmaci. Addotti polimerici solubili di farmaci. Aumento della selettività dei farmaci mediante direzionamento ("targeting") e localizzazione preferenziale in organi o cellule bersaglio, con riferimento particolare ai tumori.

FOTOCHIMICA

Crediti didattici 5

Prof.ssa Elena Selli (Corso parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Scienze Chimiche)

Introduzione (6 ore)

Reazioni termiche e fotochimiche. La natura della luce. Stati elettronici di molecole poliatomiche.

Produzione e proprietà di stati eccitati (4 ore)

Assorbimento di luce. Tempi di vita, proprietà geometriche e acido-base di stati eccitati. Energie degli stati eccitati, effetto del solvente.

Cammini di decadimento di stati eccitati (10 ore)

Rilassamento vibrazionale, transizioni radiative e non radiative. Cinetica di spegnimento di stati eccitati, eccimeri e ecciplessi. Rese quantiche, cinetica e meccanismi di reazioni fotochimiche.

Tecniche sperimentali (4 ore)

Sorgenti di luce convenzionali, attinometria. Lasers. Spettroscopia di luminescenza. Cenni su tecniche pulsate.

Processi fotochimici in natura (4 ore)

Fotosintesi. Processo visivo. Reazioni fotochimiche nell'atmosfera e nell'inquinamento dell'aria.

Fotochimica di polimeri (4 ore)

Meccanismi di fotopolimerizzazione e fotoreticolazione. Fotoiniziatori. Fotoinnesto di monomeri per la modifica superficiale di polimeri. Fotodegradazione e fotostabilizzazione di polimeri.

Fotocatalisi (4 ore)

Processi fotoelettrochimici su semiconduttori, aspetti termodinamici e cinetici. La fotocatalisi nella conversione di energia solare e nella degradazione di inquinanti.

Altre applicazioni (4 ore)

Fotocromismo. Sintesi fotochimiche. Il processo fotografico.

Testi consigliati:

- A. Gilbert, J. Baggott, *Essentials of Molecular Photochemistry*, Blackwell, 1991
- R.P. Wayne, *Principles and Applications of Photochemistry*, Oxford Science Publications, 1988
- M. Klessinger, J. Michl, *Excited States and Photochemistry of Organic Molecules*, VCH, 1995

SCIENZA DEI METALLI

Crediti didattici 6

Prof. Sergio Trasatti

Introduzione

Tipi di solidi. Curve dell'energia. Solidi ionici. Solidi molecolari. Forze di dispersione. Solidi covalenti e metallici.

Concetti di meccanica quantistica

Esperienze fondamentali. Natura dualistica della materia. Heisenberg. Schrodinger. Funzione d'onda. Metodo LCAO. Molecola idrogeno.

Teoria dell'elettrone libero

Modello di Sommerfeld. Quantizzazione. Livello Fermi. Densità degli stati. Lavoro di estrazione elettrolitica. Potenziali di elettroni in una fase. La superficie. Effetto orientazione cristallografica. Potenziale di contatto. Statistica di Fermi-Dirac. Calore specifico elettronico.

Teoria delle bande

Zone di Brillouin. Sovrapposizione. Densità degli stati. Teoria del legame di valenza. Massa effettiva dell'elettrone.

Conducibilità elettrica

Interazione elettrone-fotone. Numero effettivo elettroni liberi. Classi di conduttori. Semiconduttori estrinseci ed intrinseci. Buche elettroniche. Calcolo portatori di carica. Effetto T su livello Fermi. Contatto semiconduttore-metallo. Curvatura delle bande. Stati superficiali. Polarizzazione. Effetto rettificante.

Cristalli ionici

Struttura elettronica. Difetti. Centri di colore. Stechiometrici e non stechiometrici. Descrizione con la teoria delle bande.

Magnetismo

Classi di sostanze magnetiche. Energia di scambio e di promozione elettronica. Interpretazione. Teoria dei domini. Teorie empiriche.

Diffusione

Entropia di mescolamento. Termodinamica di formazione di vacanze. Meccanismi di diffusione. Equazioni di Fick. Effetto Kirkendall. Equazioni di Darken. Autodiffusione. Trattazione teorica coefficienti di diffusione.

Proprietà termiche

Calore specifico reticolare. Calore specifico elettronico. Conducibilità termica. Meccanismi. Dipendenza della conducibilità termica della T.

Leghe

Definizioni. Tipi di leghe. Descrizione generale. Teoria elettronica. Termodinamica. Energia libera e composizione. Diagrammi di stato. Relazioni con i diagrammi di energia libera. Diagrammi a miscibilità totale, con eutettico e peritettico. Variazioni della solubilità allo stato solido con la T.

Testi consigliati per la consultazione:

- A.J. Dekker, Solid State Physics, Mac Millan.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, Wiley.
- R.E. Reed-Hill, Physical Metallurgy Principles, Van Nostrand.
- A.H. Cottrel, Scienza dei Metalli, Trad. Spinedi, Paron, Bologna.

CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE

Crediti didattici 6

Prof. Paolo Ferruti

Richiamo delle definizioni e dei concetti fondamentali sui polimeri. Metodi di sintesi dei polimeri. Polimerizzazione radicalica e controllo dei pesi molecolari. Polimerizzazione a stadi e per apertura di cicli. Polimerizzazione stereospecifica.

Proprietà in soluzione dei polimeri. Metodi per la determinazione dei pesi molecolari dei polimeri. Degradazione e stabilizzazione dei polimeri. Polimeri allo stato solido e proprietà termiche dei polimeri. Proprietà meccaniche di polimeri. Polimeri d'interesse industriale. Polimeri per usi speciali

LABORATORIO DI CHIM.DELLE MACROMOLECOLE

Crediti didattici 4

Prof.ssa Elisabetta Ranucci

Polimerizzazione radicalica dello stirene mediante processo in massa, soluzione ed emulsione. Sintesi del polibutilenadipato mediante polimerizzazione a stadi di acido adipico con butandiolo. Sintesi del policaprolattame mediante polimerizzazione per apertura di cicli da ϵ -caprolattame. Polimerizzazione a stadi multifunzionale e determinazione del punto di gelazione. Determinazione dei pesi molecolari dei polimeri sintetizzati mediante cromatografia SEC. Analisi termica dei polimeri sintetizzati mediante DSC.

CHIMICA FISICA DEI MATERIALI

Crediti didattici 6

I modulo: dott. Alberto Vertova - II modulo: dott.ssa Claudia Bianchi

I modulo (3 CFU)

Struttura della Materia

Il legame metallico. Accenni alla teoria quantistica: atomo di Bohr; principio di indeterminazione di Heisenberg; legge di de Broglie; equazione di Schrödinger. Teoria di Drude e Lorentz; teoria di Sommerfeld; teoria delle zone di Brillouin.

La Struttura dei Solidi Cristallini

I materiali cristallini: reticolo cristallino e cella elementare; vettori traslazionali; definizione dei sistemi cristallini; indici di Miller; direzioni cristallografiche; diffrazione di raggi X: funzionamento e applicazioni.

Imperfezioni nei solidi

Difetti puntuali: vacanze, posizioni interstiziali, impurezze; difetti lineari: dislocazioni a bordo e a vite; difetti superficiali: i bordigrano.

Diagrammi di Fase

Definizione e concetti base; regola delle fasi; diagrammi di fase a un componente; diagrammi di fase a più componenti; diagrammi di fase di sistemi binari isomorfi: determinazione della composizione e della quantità delle fasi; sistemi binari eutettici ed eutetoidi.

Proprietà Meccaniche dei Metalli

Diagrammi carico/elongazione; deformazioni plastiche ed elastiche; modulo di Young; duttilità, resilienza, tenacità; microdurezza Vickers; rottura fragile e duttile.

Proprietà elettriche e magnetiche dei metalli

Conducibilità elettrica; teoria delle bande; mobilità elettronica; influenza delle impurezze; influenza della temperatura. Richiami di magnetismo: dipoli magnetici e vettore campo magnetico; diamagnetismo, ferromagnetismo e paramagnetismo; materiali magnetici duri e dolci; effetto della temperatura.

LABORATORIO DI CHIM.FISICA DEI MATERIALI

Crediti didattici 4

I modulo: dott. Alberto Vertova - II modulo: dott.ssa Claudia Bianchi

I modulo (2 CFU)

Spettroscopia di Impedenza

Preparazione di pastiglie di AgI ed analisi di diffrattogrammi del sale acquisiti prima e dopo la transizione di fase. Misure di impedenze a diverse temperature, prima e dopo la transizione di fase, sulle pastiglie preparate. Determinazione dell'energia di attivazione.

Caratterizzazione di un acciaio al carbonio

Studio delle proprietà meccaniche di acciai al carbonio che hanno subito differenti trattamenti termici. Analisi, al microscopio ottico a riflessione, del tipo di frattura e delle diverse morfologie dei grani.

CHIMICA E TECNOLOGIA DEI POLIMERI

Crediti didattici 5

Prof. Giuseppe Di Silvestro

Scopo del corso

Lo studente alla fine del corso dovrebbe conoscere:

- gli aspetti chimici (meccanismo e controllo delle masse molecolari in funzione delle proprietà richieste);
- gli aspetti tecnologici dei processi industriali di produzione di polimeri (polimerizzazione in massa, in soluzione, in sospensione, ecc.);
- le proprietà e gli usi finali dei materiali polimerici più importanti;
- i processi di trasformazione.

Il corso utilizza le conoscenze date nell'insegnamento di chimica delle macromolecole anche se verranno ricordati, ove necessario, i concetti principali di scienza delle macromolecole.

Programma del corso

Saranno illustrati i processi industriali di produzione di polimeri tenendo conto del meccanismo coinvolto (radicalico, ionico, ecc.) del meccanismo di crescita delle macromolecole (policondensazione, poliaddizione) e della tecnologia di produzione.

La maggiore attenzione sarà per i processi produttivi e di trasformazione dei polimeri e delle miscele di più elevato consumo; saranno illustrati esempi di polimeri per usi speciali (polimeri per applicazioni biomediche, per rivestimenti protettivi anticorrosione ecc.).

Principali tecniche di trasformazione dei polimeri.

Morfologia dei materiali polimerici, relazione con le proprietà per effetto dei processi di trasformazione e di compatibilizzazione.

Stabilizzazione e degradazione dei materiali e loro riciclo.

Ove possibile, saranno organizzati sia interventi di responsabilità di gestione di impianti di produzione o la visita agli impianti stessi.

CHIMICA INORGANICA DEI MATERIALI CON LABORATORIO

Crediti didattici 5

Prof.ssa Laura Prati

- Argille e materiali strutturali :strutture ed applicazioni (1 credito)
- Ossidi metallici e non metallici: metodi di preparazione, caratteristiche ed applicazioni. Sonda lambda e marmite catalitiche. Modificazioni allotropiche del carbonio: carboni attivi e modificazioni superficiali (2 crediti)
- Metalli nobili: estrazioni, proprietà e usi. Nanoparticelle. Terre rare: fonti, estrazione, separazione ed utilizzo (1 credito)

Laboratorio (1 credito)

Lo scopo delle esperienze di laboratorio sarà quello di applicare le nozioni acquisite durante le lezioni in aula attraverso la preparazione di alcuni materiali e la loro caratterizzazione superficiale. Le principali tecniche di indagine verranno poi utilizzate per il riconoscimento di un materiale incognito.

CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI

Crediti didattici 5

Corso mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica

FISICA DELLO STATO SOLIDO

Crediti didattici 5

Corso mutuato dal Corso di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche

PROVA DI ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE

Crediti didattici 4

In attesa docente e programma

RICERCA BIBLIOGRAFICA

Crediti didattici 5

In attesa docente e programma

**ELENCO DEI DOCENTI E DEGLI INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA
SPECIALISTICA IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE**

insegnamento	docente
Chimica industriale (approfondimento)	Dario Landini
Laboratorio di Chim. ind.(approfondim.)	Domenico Albanese
Processi e Impianti ind. chimici (approfondimento)	Vittorio Ragaini
	Paolo Beltrame
Ottimizzazione delle Risorse aziendali	
Complementi di Matematiche	Alberto Alesina
Elettrochimica	Sergio Trasatti
Laboratorio di Elettrochimica	Patrizia Mussini
Chimica fisica della Catalisi	Ilenia Rossetti
Laboratorio di Chim.fis.della Catalisi	Antonella Gervasini
Corrosione e Protezione dei Materiali metallici	Enrico Sivieri
Chimica fisica dei Sistemi dispersi e delle Interfasi	Silvia Ardizzone
Termodinamica e Cinetica chimica applicate	Paolo Carniti
Catalisi industriale	Lucio Forni
Passaggi di Scala nei Processi chimici	
Elettrochimica industriale	Sandra Rondinini
Metallurgia	Enrico Sivieri
Concetti e Metodologie di Sintesi organica	Emanuela Licandro
Caratterizzazione strutturale di Composti organici	Rita Annunziata
Chimica bioinorganica	Michele Gullotti
	Tiziana Beringhelli
Chimica organica applicata	Stefano Maiorana
Laboratorio di Chim.organica applicata	Emanuela Licandro
Fermentazioni e Biotrasformazioni industriali con Laboratorio	Concetta Compagno
Chimica organica industriale	Dario Landini
Chimica dei Prodotti naturali di Interesse industriale	Paolo Manitto
	Donatella Potenza
Chimica dei Processi biotecnologici	Pierfausto Seneci
Sintesi e Tecniche speciali inorganiche	Guido Banditelli
Chimica metalloorganica	Maddalena Pizzotti
Biochimica industriale	Renata Zippel
Biologia molecolare	
Polimeri per Applicazioni mediche	Paolo Ferruti
Fotochimica	Elena Selli
Scienza dei metalli	Sergio Trasatti
Chimica delle Macromolecole	Paolo Ferruti
Laboratorio di Chim.delle Macromolecole	Elisabetta Ranucci
Chimica fisica dei Materiali	Alberto Vertova
Laboratorio di Chim.fisica dei Materiali	Alberto Vertova
	Claudia Bianchi
Chimica e Tecnologia dei Polimeri	Giuseppe Di Silvestro
Chimica inorganica dei Materiali con Laboratorio	Laura Prati
Chimica dell'Ambiente e dei Beni culturali	Gianmaria Zanderighi
Fisica dello Stato solido	
Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	
Ricerca bibliografica	

Orario ricevimento dei docenti dei corsi di laurea chimici

Questo é l'orario di ricevimento dei docenti dei corsi di laurea chimici. Ovviamente, per avere informazioni più aggiornate é sempre consigliabile consultare il sito internet, poiché variazioni o anche nomina di nuovi docenti nel corso dell'anno accademico seno sempre possibili.

Leggenda

Dip.to COI =	DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE Via Venezian, 21-20133 Milano - Tel. 02-70632048 - Fax 02-2364369
Dip.to CFE =	DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA via Golgi 19, I-20133 Milano - Tel: 02-26603-1 - Fax: 02-70638129
Dip.to CIMA =	DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA Via Venezian, 21 - 20133 Milano - Tel. 02-70630841 - Fax 02-2362748
Dip.to CSSI =	DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA Via Venezian, 21 - 20133 Milano - Tel. 02-70635120 - Fax 02-70635288
Dip.to MAT =	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA Via Saldini, 50 - MILANO
BIODIP =	DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA Via Celoria, 26 - MILANO
Dip.to FISICA =	DIPARTIMENTO DI FISICA Via Celoria, 16 MILANO

docente	giorni	orario	luogo
ALESINA Alberto	Martedì	9.00-10.30	Dip.to MAT
	Giovedì	13.30/15.00	
ANNUNZIATA Rita	Mercoledì	10.30/12.00	Dip.to COI
ARDIZZONE SILVIA	Lunedì - Giovedì	10,30-12,30	Dip.to CFE
BANDITELLI Guido	Lunedì	15.30/17.30	Dip.to CIMA
	Martedì	15.30/16.30	
BELLON PIERLUIGI			
BELTRAME Paolo	Lunedì	12.00/13.00	Dip.to CFE
	Martedì	11.00/13.00	
BERNARDI ANNA	Martedì - Giovedì	11-12,30	2° p - Dip.to COI
BRUNI Silvia			Dip.to CIMA
CARIATI FRANCESCO	Lunedì - Martedì - Mercoledì	11,30-12,30	1° p Dip.to CIMA
CARNITI Paolo	Giovedì	09.30/10.30	Dip.to CFE
	Venerdì	09.30/10.30	
CENINI SERGIO	Lunedì - Martedì - Mercoledì	9,30-10,30	1° p Dip.to CIMA
CERIOTTI ALESSANDRO	Mercoledì	14,30-17,30	Dip.to CIMA
CIANI GIANFRANCO	Lunedì - Venerdì	15-18	Dip.to CSSI
CINQUINI Mauro	Venerdì	08.30/10.30	Dip.to COI
		14.30/15.30	
COZZI FRANCO	Martedì	14,30-16,30	1° p - Dip.to COI
DANIELI BRUNO	Lunedì - Martedì	12,30-13,30	Studio - 1° p Dip.to COI
	Mercoledì	13,30-14,30	
DE STEFANO STEFANIA	Martedì	14,30-16,30 + su appuntamento previa telefonata	Dip.to COI
DE TISI FLAVIA	Martedì	12-13	Dip.to MAT
DEL BUTTERO PAOLA	Lunedì	9-12	1° p.- Dip.to COI
DESTRO RICCARDO	Lunedì - Mercoledì - Venerdì	9,30-10,30	Dip.to CFE p.t.
DI SILVESTRO Giuseppe	Lunedì	14.00/15.30	Dip.to COI

Orario ricevimento docenti

	Martedì	14.00/15.30	
FAITA Giuseppe	Martedì	10.30/12.30	Dip.to CFE
	Giovedì	10.30/12.30	
	Lunedì	12,30-13,30	
FAZIO MICHELANGELO	Lunedì	12,30-13,30	Dip.to Fisica
FERRARI MARINELLA	Giovedì - Venerdì	12,30-14,30 9-10	Dip.to COI
FERRUTI PAOLO			
FORMARO LEONARDO	Mercoledì - Giovedì - Venerdì	15-17	2 p. Dip.to CFE
FORNI Lucio	Giovedì	11.00/12.30	Dip.to CFE
	Venerdì	11.00/12.30	
GARANTI LUISA	Martedì	15-17	Dip.to COI
GARLASCHELLI LUIGI	Mercoledì	14,30-17,30	Dip.to CIMA - p.t.
GENNARI CESARE	Martedì	11,30-12,30 15-17	2° p. Dip.to COI
GIANINETTI ERMANNO	Martedì	11-12	Dip.to CFE
GRASSI MARIA	Mercoledì	14-16	Dip.to CIMA - p.t.
	Giovedì	15-16	
GULLOTTI Michele	Giovedì	09.30/12.30	Dip.to CIMA
LANDINI Dario	Lunedì	09.30/11.30	Dip.to COI
	Martedì	09.30/11.30	
LESMA GIORDANO	Lunedì	9,30-12,30	1° p. - Dip.to COI
LICANDRO Emanuela	Venerdì	09.00/12.00	Dip.to COI
LONGHI PAOLO	Giovedì - Venerdì	16-17.30	3° p. Dip.to CFE
MAIORANA Stefano	Venerdì	09.00/12.00	Dip.to COI
MANDELLI LUCIANO	Lunedì	14-18	Dip.to FISICA
MANITTO Paolo	Martedì	09.30/10.30	Dip.to COI
		11.30/12.30	
MAZZA Francesco	Martedì	10.30/12.30	Dip.to CFE
	Mercoledì	10.30/11.30	
MUSSINI TORQUATO			
OLIVA CESARE	Martedì	10.30-12,30	Dip.to CFE
ORSINI FULVIA	Giovedì	10,30-12,30	Dip.to CIMA
ORTOLEVA EMANUELE	Mercoledì	10,30-11,30	Dip.to CFE
PASINI ALESSANDRO	Martedì	10,30-12,30	Dip.to CIMA
PIZZOTTI Maddalena	Martedì	15.00/17.00	Dip.to CIMA
	Giovedì	15.00/17.00	
PORTA FRANCESCA	Venerdì	14.30-16,30	1° p. Dip.to CIMA
POTENZA DONATELLA			
PRATI Laura	Lunedì	14.00/15.00	Dip.to CIMA
	Martedì	14.00/15.00	
	Mercoledì	14.00/15.00	
RAGAINI FABIO			
RAGAINI Vittorio	Lunedì	10.00/13.00	Dip.to CFE
RAIMONDI Laura			Dip.to COI
RAIMONDI MARIO	Mercoledì	10,30-11,30 14-16	Dip.to CFE Ala Sud
RANZI BIANCA MARIA	Mercoledì	10,30-13,30	Biodip
RICCA GIULIANA	Lunedì	10-12	Dip.to COI
ROBERTO Dominique	Lunedì	13.30/16.30	Dip.to CIMA
RONDININI Sandra	Martedì	14.00/15.00	Dip.to CFE
	Giovedì	14.00/15.00	
ROSSI Michele	Lunedì - Martedì - Mercoledì	10.30/11.30	Dip.to CIMA
RUSSO GIOVANNI	Lunedì - Martedì (altri giorni su appuntamento)	9,30-12,30	Dip.to COI
SANNICOLO' FRANCESCO	Lunedì	15-17	Dip.to COI
SANSONI MIRELLA	Martedì	9,00-10,30	Dip.to CSSI
	Mercoledì	9,00-10,30	
SCAVINI MARCO	Martedì	11,30-12,30	Dip.to CFE p.t.
	Giovedì	10,30-12,30	

Orario ricevimento docenti

SCOLASTICO CARLO	Martedì	10,45-12,45	Dip.to COI
SELLI ELENA	Martedì - Mercoledì	11,30-13	Dip.to CFE
SIRONI ANGELO	Lunedì - Martedì	14,30-18,30	Dip.to CSSI
SIRONI MAURIZIO	Lunedì	9,30-12,30	Dip.to CFE
SIVIERI Enrico	Lunedì	14.00/15.30	Dip.to CFE
	Mercoledì	14.00/15.30	
SPERANZA Giovanna	Lunedì	09.30/12.30	Dip.to COI
TANTARDINI GIAN FRANCO	Venerdì	9,30-11,30	Dip.to CFE
TOLLARI STEFANO			
TRASATTI Sergio	Mercoledì	08.30/09.30	Dip.to CFE
UGO Renato	Venerdì	14.00/17.00	Dip.to CIMA
VALCAVI UMBERTO	Mercoledì (1 semestre)	9,30-12,30	Dip.to COI
	Martedì (2 semestre)	15,30-18,30	
ZANDERIGHI GIOVANNI	Mercoledì	11-13	Dip.to CIMA
	Giovedì	11-12	