



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

## **GUIDA AI CORSI DI LAUREA CHIMICI**



### **CORSI DI LAUREA TRIENNALI**

- Chimica
- Chimica industriale
- Chimica applicata e ambientale

### **CORSI DI LAUREA MAGISTRALI**

- Scienze chimiche
- Chimica industriale e gestionale

Anno accademico 2010 - 2011

- **revisione del 20 ottobre 2010** -

Segreteria Didattica Chimica - Via Venezian, 21 - MILANO  
tel.-fax 0250314419

chimp@unimi.it - [www.segreteriadidattica.135.it](http://www.segreteriadidattica.135.it)  
skype: segreteriachimica - msn: segreteriachimica@hotmail.it

## INDICE

INDICE .....	2
PRESENTAZIONE.....	6
EUROBACHELOR®.....	6
Date utili: .....	6
Legenda .....	7
INFORMAZIONI GENERALI SUI CORSI DI LAUREA CHIMICI .....	8
IMMATRICOLAZIONE AI CORSI DI LAUREA TRIENNALI .....	8
Conoscenze per l'accesso .....	8
Immatricolazioni .....	8
Esoneri dalle tasse e contributi .....	9
IMMATRICOLAZIONE AI CORSI DI LAUREA MAGISTRALE (Classi LM-54 e LM-71) .....	9
Informazioni e modalità organizzative per immatricolazione .....	9
INFORMAZIONI PER FREQUENTARE I CORSI DI LAUREA.....	10
Informazioni sulla didattica.....	10
Indirizzo di posta elettronica per le comunicazioni riguardanti la didattica .....	10
Calendario accademico .....	10
Orario Lezioni .....	11
Iscrizione agli esami e ai laboratori .....	11
Obbligo di frequenza .....	11
Esami di profitto.....	11
Tutorato per le lauree triennali .....	11
Presentazione dei piani di studio .....	11
Verifica della conoscenza della lingua inglese.....	12
REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL TIROCINIO DEI CORSI DI LAUREA TRIENNALI (D.M. 509/99)	12
.....	12
Sessioni di ingresso al tirocinio.....	13
Caratteristiche Tirocinio lauree triennali D.M. 270/04 .....	14
Prova finale (Lauree Triennali) .....	14
REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL TIROCINIO E DELLE TESI DI LAUREA DEI CORSI DI LAUREA MAGISTRALE (D.M. 509/99).	15
Prova finale (Magistrali ex 509/99).....	16
Laboratorio di Tesi Corsi di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche LM-54 e Chimica Industriale e Gestionale LM-71.....	16
SEDUTE DI LAUREA E RELATIVI ADEMPIMENTI .....	16
APPENDICE A: Equipollenze riconosciute o proposte per la lingua inglese sulla base del CEF (Common European Framework).....	17
APPENDICE B .....	20
INFORMAZIONI UTILI E SERVIZI PER GLI STUDENTI.....	20
Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico di Scienze e Tecnologie Chimiche .....	20
Rubrica telefonica, indirizzi e email ed orario di ricevimento docenti.....	21
Rappresentanti degli studenti presso il CCD.....	22
Biblioteca Chimica .....	22
<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA.....</b>	<b>23</b>
Premessa .....	24
Obiettivi formativi generali e specifici .....	24
Abilità e competenze acquisite.....	24
Profilo professionale e sbocchi occupazionali.....	24
Lauree Magistrali a cui si può accedere.....	25
Struttura del corso .....	25
Tipo percorso .....	25
Articolazione degli insegnamenti .....	25
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....	26
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	28
Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica .....	29
Fisica generale.....	30
Istituzioni di matematica.....	31
Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I.....	32
Chimica organica I .....	32
Complementi di matematica e calcolo numerico.....	33
Chimica fisica I .....	33

Chimica inorganica.....	34
Chimica organica II .....	35
Laboratorio di chimica fisica I .....	35
Laboratorio di chimica organica.....	36
Chimica analitica II/Laboratorio di chimica analitica II .....	38
Chimica biologica.....	39
<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE .....</b>	<b>41</b>
Premessa .....	42
Obiettivi formativi generali e specifici .....	42
Abilità e competenze acquisite.....	42
Profilo professionale e sbocchi occupazionali.....	43
Lauree Magistrali a cui si può accedere.....	43
Struttura del corso .....	43
Tipo percorso .....	43
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....	45
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	48
Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica .....	49
Istituzioni di matematica.....	49
Chimica analitica/Laboratorio di chimica analitica .....	50
Chimica organica I .....	51
Complementi di matematica e calcolo numerico (F6X).....	52
Fisica generale.....	52
Chimica fisica I .....	53
Chimica biologica.....	54
Chimica fisica II.....	55
Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica .....	56
Chimica organica II .....	56
Laboratorio di chimica organica.....	57
Laboratorio di chimica fisica.....	58
<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE .....</b>	<b>60</b>
Premessa .....	61
Obiettivi formativi generali e specifici .....	61
Abilità e competenze acquisite.....	61
Profilo professionale e sbocchi occupazionali.....	61
Lauree Magistrali a cui si può accedere.....	62
Tipo percorso .....	62
Articolazione degli insegnamenti .....	62
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....	63
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	65
Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica .....	66
Istituzioni di matematica.....	67
Chimica analitica/Laboratorio di chimica analitica .....	68
Chimica organica.....	69
Complementi di matematica e calcolo numerico.....	69
Fisica generale.....	70
Chimica inorganica.....	70
Complementi di chimica organica con laboratorio .....	70
Controllo qualità e certificazione.....	71
Chimica ambientale.....	72
Chimica analitica strumentale/Laboratorio di chimica analitica strumentale .....	72
Chimica fisica I/Laboratorio di chimica fisica I .....	72
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI COMUNI AI CORSI DI LAUREA TRIENNALI .....	74
Chimica delle sostanze organiche naturali .....	75
Chimica inorganica avanzata.....	75
Introduzione alle nanotecnologie.....	76
Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici.....	76
Modellistica molecolare.....	77
Spettroscopia e fotochimica applicate.....	77
Tecnologie dei materiali metallici .....	78
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE LM-54.....</b>	<b>79</b>

Premessa .....	80
Obiettivi formativi generali e specifici .....	80
Profilo professionale e sbocchi occupazionali.....	80
Articolazione degli insegnamenti .....	81
<b>ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....</b>	<b>82</b>
<b>PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....</b>	<b>85</b>
<b>Chimica Fisica A.....</b>	<b>86</b>
Chimica Inorganica A.....	86
Chimica Organica A.....	87
Chimica Fisica B .....	89
Chimica Inorganica B.....	90
Chimica Organica B.....	90
<b>Biologia strutturale ed enzimologia.....</b>	<b>91</b>
<b>Chimica Metallorganica.....</b>	<b>91</b>
Cristallochimica .....	92
Metodologie avanzate di Sintesi Organica.....	92
Catalisi omogenea .....	93
Chimica Bioorganica .....	93
Chimica dei Cluster carbonilici.....	94
Chimica Fisica dello stato solido e delle superfici.....	95
Chimica teorica .....	95
Complementi di Chimica Fisica .....	96
Stereochimica Inorganica.....	96
<b>Metodi matematici applicati alla chimica .....</b>	<b>97</b>
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE LM-71 .....</b>	<b>98</b>
Premessa .....	99
Obiettivi formativi generali e specifici .....	99
Abilità e competenze acquisite.....	99
Profilo professionale e sbocchi occupazionali.....	99
Conoscenze per l'accesso .....	99
Struttura del corso .....	100
Articolazione degli insegnamenti .....	100
<b>ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....</b>	<b>101</b>
<b>PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....</b>	<b>103</b>
Chimica Industriale (approf.) con Laboratorio.....	104
<b>Economia e gestione delle imprese.....</b>	<b>104</b>
Processi chimici e impianti industriali.....	104
Catalisi e ambiente .....	105
Chimica Inorganica dei materiali con laboratorio.....	106
Chimica Macromolecolare con Laboratorio.....	106
<b>Chimica Organica Applicata con Laboratorio.....</b>	<b>107</b>
Fonti energetiche e conversione di energia.....	107
<b>Concetti e metodi della chimica organica .....</b>	<b>108</b>
Chimica e tecnologia dei Polimeri.....	108
Corrosione e protezione dei materiali metallici.....	109
Principi e applicazioni di Chimica Metallorganica.....	109
Processi biotecnologici .....	110
Bionanotecnologie .....	111
<b>PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI COMUNI AI CORSI DI LAUREA MAGISTRALI .....</b>	<b>112</b>
Brevetti e gestione dell'innovazione .....	113
Sicurezza nell'ambiente di lavoro .....	113
Chimica Farmaceutica .....	114
Chimica Bioinorganica .....	114
Chimica Fisica dei sistemi dispersi e delle interfasì .....	115
Chimica Fisica delle formulazioni.....	115
Elettrochimica per l'ambiente.....	116
Fotochimica.....	117
Metodi Fisici in Chimica Organica.....	117
Metodologie Analitiche per l'ambiente e il degrado ambientale dei beni culturali .....	118
Metodologie catalitiche per la sintesi Organica.....	118
Nanotecnologie dei materiali inorganici .....	119
<b>Processi industriali e passaggi di scala.....</b>	<b>119</b>

Stereochimica Organica.....	120
<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA.....</b>	<b>122</b>
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....	123
INSEGNAMENTI A SCELTA.....	124
Propedeuticità.....	124
Insegnamenti disattivati .....	124
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	125
<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA INDUSTRIALE .....</b>	<b>135</b>
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....	137
Corsi a scelta proposti e piano studi .....	138
Propedeuticità.....	138
Insegnamenti disattivati .....	138
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	138
<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE .....</b>	<b>144</b>
ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI .....	145
Insegnamenti opzionali attivati per l'a.a. 2010/2011 .....	146
Propedeuticità.....	146
Insegnamenti disattivati .....	146
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	148
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE.....</b>	<b>152</b>
NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE .....	153
ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI LAUREA.....	155
Curriculum A : Inorganico-Chimico Fisico .....	156
Curriculum B : Organico .....	156
Curriculum C : Interdisciplinare.....	156
Organizzazione didattica .....	158
SECONDO ANNO.....	158
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI.....</b>	<b>160</b>
NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI.....	162
ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI LAUREA.....	163
Attività formativa .....	163
Organizzazione didattica .....	163
Tabella degli insegnamenti opzionali .....	164
Insegnamenti disattivati .....	164
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE.....</b>	<b>165</b>
NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE .....	167
Percorso formativo della Laurea Magistrale in CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE .....	169
Obiettivi Formativi Qualificanti .....	172
Piani di studio individuali .....	175
PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI.....	176
SECONDO ANNO .....	177
GESTIONE DELL'INNOVAZIONE .....	177

## PRESENTAZIONE

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

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

- Corso di Laurea Triennale in Chimica
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Applicata e Ambientale

In attuazione del Decreto Ministeriale n. 270 del 2004, dal presente anno accademico vengono introdotte anche le nuove lauree magistrali e disattivati i corsi di studio attivati secondo il precedente D.M. 509 del 1999:

- Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, afferente alla classe 54 delle lauree magistrali
- Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale, afferente alla classe 71 delle lauree magistrali.

### **Corsi di laurea ai sensi del D.M. 509/99**

I Corsi di Laurea triennali sono disattivati a partire dall'a.a. 2009/10. E' attivo per ciascun corso solo il terzo anno per gli studenti già iscritti.

- Corso di Laurea Triennale in Chimica
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale
- Corso di Laurea Triennale in Chimica Applicata e Ambientale

I Corsi di Laurea Magistrali sono disattivati a partire dall'a.a. 2010/11. E' attivo per ciascun corso solo il secondo anno per gli studenti già iscritti.

- Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche
- Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali
- Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale

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

Si ricorda che i dati sono aggiornati alla data indicata in copertina e che per maggiori informazioni è possibile rivolgersi alla Segreteria Didattica dei Corsi di Laurea (Via Venezian, 21 - Milano - tel.&fax 02 50314419 - email: [chimp@unimi.it](mailto:chimp@unimi.it) - sito internet [www.segreteriadidattica.135.it](http://www.segreteriadidattica.135.it)) aperta al pubblico dal lunedì al venerdì, dalle ore 10 alle 12 ed in altri orari previo appuntamento.

Siamo anche su skype con il nome utente [segreteriachimica](https://www.skype.com/it/people/segreteriachimica) e msn [segreteriachimica@hotmail.it](mailto:segreteriachimica@hotmail.it).

Sul sito della Segreteria Didattica, nell'area download, sono inoltre disponibili i moduli per la presentazione delle domande di tirocinio, fine tirocinio, tesina e lavoro su banche dati, ecc..

### **EUROBACHELOR®.**

I corsi di laurea triennali dell'Università degli Studi di Milano sono tra i primi in Italia ad avere ricevuto - nel mese di dicembre 2009 - l'*Eurobachelor Label*. L'accreditamento Eurobachelor viene assegnato da un'apposita commissione designata dalla European Thematic Association, che riunisce università e società chimiche europee.

L'Eurobachelor Label qualifica i titoli di studio forniti dalle lauree triennali chimiche dell'Università Statale di Milano come lauree riconosciute dalle altre istituzioni universitarie europee e dà il diritto di accesso automatico ai corsi delle Lauree Magistrali di carattere chimico in ambito europeo.

### **Date utili:**

- Immatricolazione ai Corsi di Laurea Chimici:

- 15 Luglio - 15 ottobre 2010;
- Rinnovo dell'iscrizione ai Corsi di Laurea Chimici:
  - 15 Luglio - 30 settembre 2010;
- Presentazione domande d'ammissione e immatricolazione ai Corsi di Laurea Magistrale:
  - 15 Luglio - 15 Settembre 2010;
- Colloqui d'ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale:
  - vedi paragrafo "*immatricolazione ai corsi di laurea magistrali*"
- Trasferimenti interni ed esterni:
  - 15 Luglio-15 Ottobre 2010;
- Presentazione piani di studio
  - Lauree Triennali: 1 Dicembre 2010 - 28 Febbraio 2011;
  - Lauree Magistrali: 1 Dicembre 2010 - 31 Marzo 2011;
- Calendario delle Attività Didattiche:
  - I semestre: 27 settembre 2010 - 21 gennaio 2011
  - II semestre: 28 febbraio 2011 - 10 giugno 2011.

#### **Legenda**

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

- CCD: Consiglio di Coordinamento Didattico
- CFU: Crediti Formativi Universitari
- CL: Corso di Laurea
- SSD: Settore Scientifico Disciplinare

## INFORMAZIONI GENERALI SUI CORSI DI LAUREA CHIMICI

### IMMATRICOLAZIONE AI CORSI DI LAUREA TRIENNALI

#### Conoscenze per l'accesso

Per l'ingresso ai corsi di laurea scientifici nell'anno accademico 2010/11 è previsto un test di accesso nazionale da effettuare negli stessi giorni in tutte le sedi, con lo scopo di verificare le conoscenze richieste. Pertanto, gli studenti che intendono accedere al corso di laurea in Chimica dovranno sostenere una prova non selettiva volta ad accertare il loro livello di preparazione.

Lo studente che non sosterrà e/o supererà la prova di valutazione non potrà sostenere alcun esame del secondo anno del corso di studi, senza aver in precedenza superato l'esame di Istituzioni di matematica.

#### Contenuti e modalità di svolgimento della prova

La prova consisterà in domande a risposta multipla suddivise in "moduli". Per accedere al corso di laurea in Chimica, lo studente dovrà sostenere due "moduli": uno di Matematica di base (25 domande) e uno di Chimica (10 domande).

Si considererà superata la prova se lo studente avrà risposto ad almeno il 48% delle domande.

Per informazioni, consultare gli aggiornamenti alla pagina <http://www.scienzefn.unimi.it/test.html>.

#### Numero di appelli della prova

Vi saranno tre appelli nelle seguenti date:

- 9 settembre 2010 per gli studenti che si immatricolano entro il 6 settembre
- 1 ottobre 2010 per gli studenti che si immatricolano entro il 29 settembre
- un appello suppletivo a dicembre per gli studenti che si immatricolano oltre il 29 settembre 2010 e per gli studenti che non abbiano partecipato, per motivi documentabili, alla prova di settembre o a quella di ottobre.

E' fortemente consigliata la partecipazione al primo appello, perché solo agli studenti che vi partecipano sarà offerta, in caso di esito negativo, la possibilità di seguire in settembre corsi propedeutici, volti al recupero delle conoscenze matematiche di base. Il luogo e l'ora della prova saranno comunicati al momento dell'iscrizione.

#### Iscrizione alla prova

All'atto dell'immatricolazione via SIFA (o SIFA online, [www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm)), verrà segnalata la data in cui lo studente deve sostenere la prova.

#### Attività di supporto e relative prove di recupero

Per gli studenti per i quali saranno accertate carenze, verranno organizzate attività di supporto in settembre, seguite da prove di recupero che si svolgeranno durante l'anno e con le quali lo studente dovrà dimostrare di aver migliorato la propria preparazione,

oppure non potrà sostenere alcun esame del secondo anno prima di aver superato l'esame di Istituzioni di matematica.

#### Esenzione dal test di accertamento

Sono esonerati dal test di accertamento tutti gli studenti:

- che si iscrivono ad un corso di laurea della Facoltà di Scienze MFN avendo già conseguito una laurea;
- che si trasferiscono da un altro corso di laurea del nostro o di un altro Ateneo;
- gli studenti stranieri che hanno conseguito all'estero il diploma di scuola secondaria;
- che abbiano sostenuto con esito positivo la prova nazionale anticipata di verifica delle conoscenze scientifiche del febbraio 2010

oppure la prova nazionale del settembre 2010 presso altro Ateneo, purché presentino la documentazione comprovante il superamento della prova.

Informazioni dettagliate sono disponibili sul sito di Facoltà alla pagina: <http://www.scienzefn.unimi.it/test.html>.

#### Immatricolazioni

Dal 15 Luglio 2010 sono aperte le immatricolazioni ai corsi di laurea triennali secondo le modalità indicate sul sito di Ateneo <http://www.unimi.it/studenti>.

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

- 800 188 128 da telefono fisso (chiamata gratuita);
- 199 188 128 da telefono cellulare\*.

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

Maggiori informazioni sono disponibili all'indirizzo internet <http://www.unimi.it/studenti/immconcl/2059.htm>



### Esoneri dalle tasse e contributi

In attuazione del Decreto ministeriale 12 gennaio 2005 (Modifica dell'articolo 4 del Decreto Ministeriale 198/2003 relativo al "Fondo per il sostegno dei giovani"), l'Università degli Studi di Milano ha stabilito di incentivare le iscrizioni ad uno dei corsi della classe 27, prevedendo per le matricole dell'anno accademico 2010/2011 un contributo da erogare tenendo conto del numero di crediti acquisiti alla data del 30 settembre 2011 e della media dei voti pesata con i crediti (CFU).

I destinatari saranno individuati sulla base di una graduatoria per classe formulata come segue:

#### ▪ N. CFU acquisiti al 30 settembre 2011 + media pesata dei voti x 1.5

Il numero di beneficiari e l'entità del contributo saranno determinati in funzione del budget assegnato alla classe.

Il contributo potrà essere erogato per il secondo anno subordinatamente allo stanziamento dell'apposito fondo da parte del Ministero dell'Università.

Per maggiori informazioni rivolgersi all'Ufficio Esoneri, borse e premi.

### IMMATRICOLAZIONE AI CORSI DI LAUREA MAGISTRALE (Classi LM-54 e LM-71)

#### Informazioni e modalità organizzative per immatricolazione

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

Possono altresì accedervi i laureati in corsi di laurea di altra classe di qualunque Ateneo italiano, nonchè coloro in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo, purchè in possesso di adeguati requisiti curriculari, meglio specificati nel sottostante paragrafo

#### *Requisiti curriculari.*

- Ai laureati dei corsi di laurea triennale L-27 dell'Università degli Studi di Milano verranno riconosciuti integralmente i crediti acquisiti;
- tutti gli altri studenti dovranno dimostrare di possedere i requisiti curriculari propri dei laureati della classe L-27. In particolare sono richiesti
  - almeno 20 CFU nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche
  - almeno 70 CFU nei settori scientifico-disciplinari degli ambiti caratterizzanti della classe: CHIM/01-06, CHIM/12, ING-IND/21-22, ING-IND/25 e BIO/10-12

In ogni caso l'ammissione al corso di studio, oltre ai requisiti curriculari, richiede la verifica dell'adeguatezza della preparazione personale del candidato, che avviene attraverso un colloquio davanti ad una Commissione composta da almeno tre docenti del corso di laurea, nominata dal Consiglio di Coordinamento Didattico.

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

#### Link utili per immatricolazione

<http://www.unimi.it/studenti/immconcl/23520.htm>

#### Istruzioni operative

Informazioni e modalità per l'ammissione al corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, ad accesso libero, di studenti italiani e stranieri.

Gli studenti italiani e stranieri con titolo di studio accademico conseguito in Italia dovranno presentare le domande di ammissione nel periodo 15 luglio – 15 settembre 2010. Potranno presentare domanda anche i laureandi che intendono laurearsi entro il 28 febbraio 2011.

La domanda di ammissione è obbligatoria e dovrà essere effettuata per via telematica all'indirizzo:

<http://www.unimi.it/studenti/immconcl/23520.htm>

La preparazione personale di tutti i candidati sarà verificata mediante un colloquio su argomenti relativi alle discipline trattate nei corsi fondamentali della laurea in Scienze Chimiche. Il colloquio può essere effettuato anche prima della laurea (che ai fini dell'immatricolazione dovrà essere conseguita entro il 28 febbraio 2011), fatto salvo comunque il possesso dei requisiti curriculari.

Il colloquio verrà svolto dalla Commissione Piani di studio e Accesso alle Lauree Magistrali, costituita da docenti nominati dal Consiglio di Coordinamento Didattico.

L'esito negativo conseguito nel colloquio comporta per tutti gli studenti, laureati e laureandi, la preclusione all'accesso al corso di laurea magistrale per l'anno in corso.

Per l'a.a. 2010-2011 i colloqui per la verifica del possesso dei requisiti curriculari e dell'adeguatezza della preparazione personale dei candidati saranno effettuati nelle date seguenti:

- 24 settembre 2010 ore 14.30
- 19 ottobre 2010 ore 14.30
- 14 dicembre 2010 ore 14.30
- 1 marzo 2010 ore 14,30

Per una migliore pianificazione della didattica, tutti gli studenti che hanno presentato domanda di ammissione alla laurea magistrale, compresi quelli che prevedono di laurearsi entro il 28 febbraio 2011, sono tenuti a presentarsi al colloquio d'ammissione del 24 settembre.

I colloqui si svolgeranno presso l'aula D - Dipartimento di Chimica Fisica Elettrochimica, Via Golgi, 19 – Milano

Per eventuali aggiornamenti su date e orari di svolgimento delle prove, si consiglia di consultare il sito [www.ccdchim.unimi.it](http://www.ccdchim.unimi.it)

#### *Immatricolazione*

Potranno immatricolarsi solo i laureati che avranno superato con esito positivo la prova di verifica. I candidati ammessi potranno immatricolarsi dopo 5 giorni lavorativi dalla data del colloquio e comunque entro il 15 marzo 2011, termine ultimo fissato per l'immatricolazione, con le procedure riportate sul sito web [www.unimi.it](http://www.unimi.it) - Segreteria studenti

#### *Ammissione e Immatricolazione alle lauree magistrali.*

Gli studenti dell'Ateneo, che abbiano presentato domanda di ammissione e che si laureino tra ottobre 2010 e febbraio 2011, potranno seguire insegnamenti e laboratori previsti dal corso di LM e sostenere i relativi esami acquisendo CFU in eccedenza rispetto ai 180 necessari alla laurea triennale.

Tali CFU, purché maturati entro il 31 gennaio 2010, saranno convalidati ai fini del conseguimento dei 120 CFU richiesti per la LM.

#### **Note**

Per tutte le procedure di immatricolazione, si invitano gli interessati a consultare il sito internet della Segreteria Studenti all'indirizzo: <http://www.unimi.it/studenti/>

Per l'accesso ai corsi da parte degli studenti extracomunitari deve essere superata la prova di lingua italiana nel mese di SETTEMBRE 2010.

### **INFORMAZIONI PER FREQUENTARE I CORSI DI LAUREA**

#### **Informazioni sulla didattica**

Per informazioni su orari, programmi e tutto ciò che riguarda la didattica rivolgersi alla Segreteria Didattica dei Corsi di Laurea Chimici (atrio via Venezian 21 - aperta al pubblico dal lunedì al venerdì dalle 10 alle 12) ed in altri orari previo appuntamento.

#### **Indirizzo di posta elettronica per le comunicazioni riguardanti la didattica**

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

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

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

#### **Calendario accademico**

Le lezioni si svolgeranno secondo il seguente calendario:

- I semestre: 27 settembre 2010 - 21 gennaio 2011
- II semestre: 28 febbraio 2011 - 10 giugno 2011.

I giorni di vacanza sono stati previsti nei periodi sottoindicati:

- Vacanze di Natale-Capodanno dal 23 dicembre 2010 al 8 gennaio 2011
- Vacanze di Pasqua dal 21 al 27 aprile 2011

La ricorrenza di Sant' Ambrogio, Patrono di Milano, è considerata giorno festivo.

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

### Orario Lezioni

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

### Iscrizione agli esami e ai laboratori

L'iscrizione agli esami si può effettuare sia utilizzando i terminali self service SIFA dislocati nelle varie sedi dell'ateneo sia collegandosi al sito internet <http://studenti.unimi.it> da qualsiasi personal computer,

Si ricorda agli studenti che generalmente è possibile iscriversi o cancellarsi dagli appelli d'esame fino a cinque giorni prima della data d'esame.

L'iscrizione ai laboratori si eseguirà via internet avvalendosi dei servizi online SIFA ([http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm)).

Gli studenti inizialmente verranno iscritti in unico turno. In caso di necessità il docente potrà ridistribuire gli studenti su più turni.

### Obbligo di frequenza

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

### Esami di profitto

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

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

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

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

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

### Tutorato per le lauree triennali

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

### Presentazione dei piani di studio

- All'inizio del II anno lo studente di una **laurea triennale ex 509** presenta il piano degli studi, che prevede l'indicazione degli insegnamenti a scelta dello studente per un totale di 12 CFU, scegliendoli tra tutti gli insegnamenti attivati, proposti dalla Facoltà e/o dall'Ateneo, purchè coerenti con il progetto formativo.
- Per le **lauree magistrali ex 509**, gli studenti erano tenuti a presentare il piano studio all'inizio del primo anno di corso. Pertanto, questi studenti possono soltanto presentare un piano di studio di modifica, sempre nei termini specificati più avanti.
- Per favorire una migliore pianificazione della didattica, all'atto del colloquio d'accesso gli studenti delle **lauree magistrali DM 270/04**, riceveranno un modulo per l'indicazione di un piano di studio preliminare che dovrà essere compilato e consegnato alla Segreteria Didattica entro il 15 ottobre 2010.

Il **piano di studio definitivo** va consegnato al 2° anno di corso attraverso il servizio SIFAONLINE.

I piani di studio devono essere presentati via web, all'indirizzo internet [http://www.unimi.it/studenti/servizi\\_online.htm](http://www.unimi.it/studenti/servizi_online.htm) nei seguenti periodi:

#### *lauree triennali*

- dal 1 dicembre 2010 al 28 febbraio 2011

#### *lauree magistrali*

- dal 1 dicembre 2010 al 31 marzo 2011

Prima della presentazione, gli studenti sono caldamente invitati a prendere contatto con la Commissione Piani Studio, che ha anche compiti di orientamento sia per la compilazione dei Piani sia per gli studenti che hanno in corso pratiche di trasferimento.

Per casi particolari é disponibile un modulo cartaceo, da ritirare e riconsegnare alla Segreteria Studenti di via Celoria, 20.

Non è consentita la presentazione o la variazione del piano degli studi in periodi diversi e da parte di studenti non iscritti all'anno accademico.

**Si ricorda che la verifica della corrispondenza tra l'ultimo piano degli studi approvato e gli esami sostenuti è condizione necessaria per l'ammissione alla laurea. Nel caso in cui, all'atto della presentazione della domanda di laurea, la carriera risulti non conforme al piano di studio lo studente non può essere ammesso all'esame di laurea.**

### Verifica della conoscenza della lingua inglese

#### Corsi di Laurea Triennali

I crediti relativi alla conoscenza della lingua inglese devono essere acquisiti con una delle seguenti modalità:

- presentazione di certificazioni di comprovata validità internazionale di livello B1, il cui elenco sarà consultabile sul sito del CCD (<http://www.ccdchim.unimi.it>) e riportato nell'Appendice A;
- superamento di un test di accertamento, ripetibile una volta all'anno e organizzato nell'ambito degli appelli d'esame di profitto;
- partecipazione ad un corso di lingua inglese, con esame finale, organizzato dalla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.

#### Corsi di Laurea Magistrali

- *Corsi di Laurea in Scienze Chimiche e in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali (ex 509)*  
Per poter essere ammesso all'esame di laurea magistrale lo studente non deve superare alcuna verifica di conoscenza di una lingua straniera. Gli studenti che forniranno alla segreteria didattica il certificato equipollente almeno al livello B2 di un Ente riconosciuto dalla Facoltà, (si veda Appendice A), potranno chiedere l'assegnazione di 3 CFU per "Altre attività".
- *Corsi di Laurea in Chimica Industriale e Gestionale (ex 509)*  
Per poter essere ammesso all'esame di laurea magistrale lo studente deve dimostrare "Ulteriori conoscenze linguistiche", per le quali si intende o una conoscenza elementare del francese o del tedesco oppure, in alternativa, una conoscenza approfondita della lingua inglese, equivalente al livello europeo B2. Per la lingua inglese lo studente potrà fornire alla segreteria didattica il certificato equipollente almeno al livello B2 rilasciato da un Ente riconosciuto dalla Facoltà (si veda Appendice A).  
Il conseguimento di tale livello comporterà l'assegnazione di 4 CFU allo studente.
- *Corsi di Laurea in Scienze Chimiche LM-54 e in Chimica Industriale e Gestionale LM-71 (DM270/04)*  
I crediti relativi a "Ulteriori conoscenze linguistiche" s'intendono acquisiti con la presentazione di un esaustivo riassunto del lavoro di tesi redatto in lingua inglese.  
Nel caso in cui lo studente scelga di presentare il lavoro di tesi in lingua inglese, questo dovrà essere corredato di un ampio riassunto in italiano.  
I crediti di cui sopra possono essere acquisiti anche presentando certificazioni di comprovata validità internazionale di livello B2, il cui elenco sarà consultabile sul sito del CCD (<http://www.ccdchim.unimi.it>) o di omologhi certificati relativi ad altre lingue.

**Importante: tutti i certificati sostitutivi della conoscenza linguistica non dovranno essere stati conseguiti da più di cinque anni alla data di presentazione alla Segreteria.**

### **REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL TIROCINIO DEI CORSI DI LAUREA TRIENNALI (D.M. 509/99)**

Ogni CL prevede, alla fine del corso di studi, lo svolgimento di un tirocinio con diverse modalità e durata che sono indicate nel seguito.

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 (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.

### Sessioni di ingresso al tirocinio

Le domande per i tirocini - corredate di tutta la documentazione richiesta - potranno essere presentate alla Segreteria Didattica entro il 1° di ogni mese, **solo dopo aver raggiunto il numero minimo di CFU 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.

Una volta terminato il tirocinio è necessario consegnare alla Segreteria Didattica il verbale di fine tirocinio firmato dal/i relatore/i e controfirmato dallo studente per presa visione. L'acquisizione dei relativi CFU è subordinata all'accertamento della congruità del numero di ore effettive con i CFU da parte della Commissione Tirocini e Tesi.

L'apposito modulo, così come il resto della modulistica, è disponibile nell'area download del sito della segreteria didattica ([www.segreteriadidattica.135.it](http://www.segreteriadidattica.135.it)).

### Relatori ufficiali

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

Il *Relatore Esterno* (o *Tutore*) è il responsabile didattico-organizzativo dell'attività di tirocinio ed è individuato dall'azienda ospitante lo stage.

Possono essere Relatori tutti i docenti ufficiali degli insegnamenti di materie chimiche afferenti al CCD in Scienze e Tecnologie Chimiche ed i docenti ufficiali di altri Corsi di Laurea nonché i Ricercatori, purché afferiscano alla Facoltà di Scienze MM.FF.NN.

Il Relatore può essere coadiuvato da un Correlatore

### Correlatori

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

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

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

### Condizioni per l'ammissione all'attività di tirocinio e relativa durata

Per essere ammesso a svolgere il tirocinio lo studente deve aver conseguito un numero minimo di Crediti Formativi (CFU nel seguito) riportato nella tabella sottostante, in cui vengono anche indicati la durata del tirocinio per ciascuno dei corsi di laurea e i crediti cui dà luogo.

Corso di laurea	Requisito di CFU per l'ammissione	Durata del tirocinio in ore	CFU previsti
Chimica	132	225	9
Chimica Industriale	132	225	9
Chimica Applicata e Ambientale	120	525	21

Per poter svolgere il tirocinio lo studente deve presentare una domanda di ammissione alla Segreteria Didattica. Questa viene valutata dalla Commissione Tesi e Tirocini (la cui composizione è riportata in Appendice B) e successivamente, solo se il parere di questa commissione è positivo, viene sottoposta al CCD per l'approvazione finale.

### Frequenza all'attività di tirocinio

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

### Altre disposizioni

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

#### **Caratteristiche Tirocinio lauree triennali D.M. 270/04**

Per essere ammesso a frequentare il tirocinio lo studente dovrà essere iscritto al terzo anno di corso, aver acquisito 120 CFU e presentare domanda alla Segreteria Didattica, compilando il modulo opportuno.

Il periodo di tirocinio finale è prevalentemente rivolto all'acquisizione di esperienze di alto valore professionalizzante da svolgere presso imprese, amministrazioni pubbliche, enti pubblici o privati, ivi compresi quelli del terzo settore, ordini e collegi professionali.

Un tutor universitario, poi relatore di laurea, si farà garante del livello qualitativo della predetta attività.

Il lavoro svolto verrà accertato attraverso l'elaborazione di una relazione finale ed in caso di tirocinio presso enti esterni anche da una certificazione da parte dell'ente ospitante.

L'orientamento così definito del tirocinio garantisce il completo raggiungimento degli obiettivi formativi e quindi della capacità tecnica del laureato di inserirsi facilmente nel mondo del lavoro.

#### **Prova finale (Lauree Triennali)**

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.

La prova finale consiste nella discussione di una relazione scritta, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore, inerente l'attività svolta nel tirocinio. Tale elaborato dovrà descrivere l'attività svolta dallo studente presso gruppi di ricerca o imprese durante il tirocinio, di norma dedicato all'approfondimento di tecniche analitiche, spettroscopiche e di laboratorio.

La durata dell'esposizione deve essere contenuta in un massimo di 10 min (non più di 8 lucidi).

## REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DEL TIROCINIO E DELLE TESI DI LAUREA DEI CORSI DI LAUREA MAGISTRALE (D.M. 509/99).

### Tesi di laurea

Consistono in una dissertazione scritta su ricerche originali di carattere chimico compiute dallo studente sotto la guida di un Relatore, svolte nel laboratorio precisato nella domanda di ammissione.

### Le tesi di laurea si distinguono in:

- Tesi Sperimentali Interne
- Tesi Sperimentali Esterne

Si considerano *Tesi sperimentali interne* quelle svolte presso i Dipartimenti Chimici della Facoltà di Scienze MMFFNN dell'Università degli Studi di Milano

Si considerano *Tesi sperimentali esterne* quelle svolte presso altre strutture universitarie, o presso Enti pubblici dotati di strutture adeguate, su tematiche che non possono essere trattate all'interno dei Dipartimenti Chimici della Facoltà di Scienze. Sulla possibilità di svolgere queste Tesi si esprime il CCD.

### Sessioni di ingresso in tesi di laurea e tirocinio pre-tesi

L'entrata in tesi per il CL in Chimica Industriale e Gestionale, o l'inizio dello svolgimento dell'attività del **tirocinio pre-tesi per i CL in Scienze Chimiche e Scienze Chimiche Applicate e Ambientali**, possono avvenire il primo giorno dei mesi di ottobre, febbraio, aprile e luglio. Le relative domande di ammissione - redatte su apposito modulo controfirmato per accettazione dal relatore - vanno presentate presso la Segreteria Didattica entro il primo giorno del mese antecedente il mese di ingresso, per la necessaria approvazione del CCD.

L'entrata in tesi per i CL in Scienze Chimiche e Scienze Chimiche Applicate e Ambientali potrà avvenire in qualsiasi giorno dell'anno previa presentazione dell'apposita domanda di ammissione alla Segreteria Didattica, **da effettuare contestualmente alla consegna del modulo di fine tirocinio**, la cui congruità verrà controllata dalla Commissione Tirocini e Tesi e comunicato mensilmente in CCD.

### Relatori ufficiali

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

Possono essere Relatori di Tesi tutti i docenti ufficiali degli insegnamenti di materie chimiche afferenti al CCD in Scienze e Tecnologie Chimiche ed i docenti ufficiali di altri Corsi di Laurea nonché i Ricercatori confermati, purché afferiscano a uno dei Dipartimenti Chimici della Facoltà di Scienze MM.FF.NN.

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

### Correlatori

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

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

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

### Durata della tesi

Il tempo di permanenza nei laboratori di tesi è per tutti di 1 anno solare comprensivi:

- Per il CL Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale: del tempo necessario per acquisire i 10 CFU dei 2 esami previsti dal piano di studio;
- Per il CL Magistrale in Scienze Chimiche e per il CL Magistrale in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali: del tirocinio pre-tesi.

### **Frequenza al laboratorio delle tesi sperimentali**

L'orario di frequenza del laboratorio di tesi è concordato dallo studente con il Relatore, in funzione del tipo di ricerca proposta per la tesi e degli impegni didattici dello studente.

### **Tesi sperimentali esterne**

Su richiesta motivata dal Relatore Ufficiale, la Commissione Tesi e Tirocinio può proporre al CCD di autorizzare lo svolgimento della tesi sperimentale al di fuori della Facoltà di Scienze MM.FF.NN, nelle sedi indicate al paragrafo riguardante le *tesi sperimentali esterne*.

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

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

Le domande devono essere presentate con congruo anticipo in modo che possano essere sottoposte all'approvazione del CCD del mese precedente l'ingresso in Tesi.

Per la modulistica relativa a "*ammissione/termine del tirocinio*" si rimanda all'area di download del sito della Segreteria Didattica ([www.segreteriadidattica.135.it](http://www.segreteriadidattica.135.it)).

### **Prova finale (Magistrali ex 509/99)**

Per essere ammesso a sostenere la prova finale lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studio, compresi - secondo le previsioni dei vari ordinamenti - tirocini, tesine banche dati, ricerche bibliografiche e tesi.

La prova finale consiste nella discussione della tesi di laurea.

### **Laboratorio di Tesi Corsi di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche LM-54 e Chimica Industriale e Gestionale LM-71**

Al 2° anno di corso dovrà essere svolto il Laboratorio di tesi, che è della durata di almeno un anno solare, comprensivo della frequenza dei corsi previsti nello stesso anno.

L'inizio del laboratorio di tesi può avvenire il primo giorno dei mesi di giugno, settembre, dicembre e marzo. Le domande di ammissione vanno presentate alla Segreteria Didattica entro il primo giorno del mese antecedente quello d'ingresso.

## **SEDUTE DI LAUREA E RELATIVI ADEMPIMENTI**

La domanda di laurea va compilata via web, alla fine della procedura elettronica va stampata e consegnata alla Segreteria Studenti, assieme a tutti gli altri documenti indicati al link <http://www.unimi.it/studenti/immconcl/laurearsi/7483.htm> e sul sito della Segreteria Didattica.

Il CCD del 19-1-2004 ha deliberato che l'elaborato finale e la tesi di laurea possono essere stilati anche in lingua inglese ma corredati da un ampio riassunto in italiano.

Le Sedute di Laurea si terranno nei periodi:

<b>Lauree triennali (DM 509)</b>	<b>Lauree magistrali (DM 509)</b>
luglio 2011	luglio 2011
ottobre 2011	ottobre 2011
dicembre 2011	febbraio 2012
febbraio 2012	aprile 2012
aprile 2012	



**APPENDICE A: Equipollenze riconosciute o proposte per la lingua inglese sulla base del CEF (Common European Framework)**

Ente		Livelli del CEF (Consiglio d'Europa)			
		B1	B2	C1	C2
Cambridge ESOL – General English (1)	ALTE	Preliminary English Test <b>(PET)</b>	First Certificate in English <b>(FCE)</b>	Certificate in Advanced English <b>(CAE)</b>	Certificate of Proficiency in English <b>(CPE)</b>
	CELS	Preliminary	Vantage	Higher	
	BEC	Preliminary	Vantage	Higher	
	BULATS	40 -59	60 - 74	75 -89	90 - 100
Cambridge ESOL – Professional English (2)	ILEC		ILEC B2	ILEC C1	
	ICFE		ICFE B1	ICFE C1	
	IELTS	3,5 – 4,5	5,0 – 6,0	6,5 – 7,0	7,5 – 9,0
Weiterbildung Textsysteme– TELC (4)		Certificate in English - Stage 2	Certificate in English - Stage 3		
British Institutes (5)		English Diploma Threshold and Strong Threshold	First Examination Master in English Language Vantage	English Diploma Operational Proficiency	Mater in English Language Mastery
Pitman (6)		ESOL Intermediate + SESOL Intermediate	ESOL Intermediate 1 <sup>st</sup> Class Pass + SESOL Intermediate 1 <sup>st</sup> Class Pass	ESOL Higher Intermediate + SESOL Higher Intermediate	ESOL Advanced + SESOL Advanced
City & Guilds (6)		IESOL Achiever + ISESOL Achiever	IESOL Communicator + ISESOL Communicator	IESOL Expert + ISESOL Expert	IESOL Mastery + ISESOL Mastery
Edexcel – London Tests of English (7)		Level 2 – Intermediate + orale	Level 3 – Upper Intermediate + orale	Level 4 - Advanced	Level 5 - Proficient
Trinity College of London (8)	ISE	ISE I	ISE II	ISE III	
	GESE	Grades 5 and 6	Grades 7,8, and 9	Grades 10 and 11	Grade 12
British Chamber of Commerce for Italy (9)		IPEC Entry	IPEC Executive	IPEC Excellence	
LCCIEB (10)		EFB Level 2 + SEFIC Level 2	EFB Level 3 + SEFIC Level 3	EFB Level 4 + SEFIC Level 4	
TOEFL (11)	Paper-based Test (PBT)	Punteggi minimi PBT = 457 + TSE = 45 +	Punteggi minimi PBT = 510 + TSE = 50 + TWE = 5	Punteggi minimi PBT = 560 + TSE = 55 + TWE = 5,5	

		TWE = 4,5			
	<b>Computer-based Test (CBT)</b>	Punteggi minimi CBT = 137 + TSE = 45	Punteggi minimi CBT = 180 + TSE = 50	Punteggi minimi CBT = 220 + TSE = 55	
	<b>Internet-based Test (iBT)</b>	Punteggio minimo iBT = 47	Punteggio minimo iBT = 64	Punteggio minimo iBT = 83	

**Note:**

- (1) La University of Cambridge ESOL (English for Speakers of Other Languages) è un'istituzione che fa parte del gruppo UCLES (University of Cambridge Local Examinations Syndicate). I certificati con la sigla ALTE sono offerti in collaborazione con l'ente ALTE (Association of Language Testers in Europe) e valutano tutte le 4 abilità in rapporto al CEF. Gli esami CELS (Certificates in English Language Skills) testano le 4 abilità separatamente.
- (2) Gli esami professionali della Cambridge sono: BEC (Business English Certificate) che testa tutte le 4 abilità, BULATS (Business Language Testing Service) con 4 prove per le 4 abilità (informatico, standard, orale e scritto), ILEC (International Legal English Certificate), ICFE (International Certificate in Financial English). Gli esami ILEC e ICFE certificano solo ai livelli B2 e C1.
- (3) Gli esami IELTS valutano tutte le 4 abilità linguistiche e hanno validità di due anni. La corrispondenza ai livelli del Consiglio d'Europa riportata qui si basa sul parere dello stesso IELTS.
- (4) Il Weiterbildung Textsysteme di Hamburg rilascia i certificati TELC (The European Language Certificates) per 11 lingue incluso l'inglese.
- (5) Gli esami del British Institutes valutano le 4 abilità.
- (6) Gli esami del City & Guild sostituiscono quelli del Pitman dove ESOL e IESOL (International ESOL) sono solo scritti, mentre SESOL (Spoken ESOL) e ISESOL sono soltanto orali.
- (7) Nei London Tests of English la prova orale non è prevista, ma è facoltativa.
- (8) Gli esami GESE (Graded Exams in Spoken English) valutano solo le abilità orali. Gli esami ISE (Integrated Skills in English), disponibili da settembre 2001, invece, comprendono tutte le 4 abilità.
- (9) I nuovi IPEC (International Professional English Certificates) forniscono una valutazione delle competenze di comprensione e produzione scritte ed orali con esclusivo riferimento alla lingua commerciale.
- (10) L'ente LCCIEB (London Chamber of Commerce and Industry Examinations Board) offre esami concentrati sul linguaggio commerciale. L'esame EFB (English for Business) è solo scritto e deve essere integrato con un test orale facoltativo SEFIC (Spoken English for Industry and Commerce) per completare l'equipollenza al CEF.
- (11) Le corrispondenze tra TOEFL del ETS (Educational Testing Service) ed il CEF sono particolarmente complicate. L'iBT è stata introdotta in Italia in 2006 e valuta tutte le 4 abilità. Il CBT si è spento e non valuta la parte orale per cui viene integrato con il TSE (Test of Spoken English). Il PBT esiste ancora e non valuta né la parte orale né la parte scritto per cui viene integrato con il TSE e il TWE (Test of Written English). I valori qui sono stati elaborati usando dati del ETS (l'ente) che sono anche congrui con le richieste del Centro Interfacoltà per l'Apprendimento delle Lingue dell'Università di Trento (nei casi riportati da loro B1 e C1). L'ente ETS offre anche il TOEIC (Test of English for International Communication)

<b>Livelli Conoscenza Lingua Inglese</b> (Common European Framework)			
<b>Livello</b>	<b>Descrizione del livello di conoscenza della lingua</b>		<b>Prodotti UCLES</b>
<b>Basic User</b>	<b>A1</b> <b>Breakthrough</b>		
	<b>A2</b> <b>Waystage</b>	<p><b>-Porre semplici domande d'informazione</b></p> <p><i>-Trascrivere semplici informazioni</i> <i>-Capacità di leggere testo elementare</i> <i>-Seguire semplice presentazione su argomento già noto</i></p>	<b>KET</b> <b>Key English Test</b>
<b>Independent User</b>	<b>B1</b> <i>Threshold</i>	<p><b>-Porre domande di spiegazione</b></p> <p><b>-Prendere appunti da fonti scritte senza essere necessariamente in grado di scrivere una relazione accademica</b></p> <p><i>-Comprensione di testi semplici</i> <i>-Seguire semplice presentazione</i></p>	<b>PET</b> <b>Preliminary English Test</b>
	<b>B2</b> <i>Vantage</i>	<p><i>-Prendere parte ad un seminario e presentare una relazione semplice</i></p> <p><i>-Scrivere una relazione di un esperimento che mostra comprensione del lavoro fatto</i></p> <p><i>-Comprensione di testi ed articoli di media difficoltà</i> <i>-Comprensione di lezioni accademiche</i></p>	<b>FCE</b> <b>First Certificate in English</b>
<b>Proficient User</b>	<b>C1</b> <b>Effective Operational Proficiency</b>	<p><i>-Discutere in modo chiaro un argomento familiare, giustificando le opinioni</i></p> <p><i>-Prendere appunti mettendo in risalto punti importanti</i></p> <p><i>-Comprensione completa di testi tranne linguaggio metaforico</i></p> <p><i>-Comprensione completa di lezioni con difficoltà su linguaggio colloquiale</i></p>	<b>CAE</b> <b>Certificate in Advanced English</b>
	<b>C2</b> <b>Mastery</b>	<p><i>-Presentare una relazione rispondendo alle obiezioni ed individuando le più sottili sfumature di significato</i></p> <p><i>-Scrivere appunti e relazioni in buono stile e con pochi errori</i></p> <p><i>-Comprensione completa di testi</i> <i>-Comprensione completa di parlato</i></p>	<b>CPE</b> <b>Certificate of Proficiency in English</b>

## APPENDICE B

### INFORMAZIONI UTILI E SERVIZI PER GLI STUDENTI

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

<a href="http://www.scienzefn.unimi.it">http://www.scienzefn.unimi.it</a>	sito della facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche, Naturali
<a href="http://www.chimica.unimi.it">http://www.chimica.unimi.it</a>	sito dei Corsi di laurea Chimici
<a href="http://www.segreteriadidattica.135.it">http://www.segreteriadidattica.135.it</a> :	sito della segreteria didattica dei Corsi di laurea Chimici
<a href="http://www.ccdchim.unimi.it">http://www.ccdchim.unimi.it</a>	sito del CCD in Scienze e Tecnologie Chimiche
<a href="http://www.cosp.unimi.it">http://www.cosp.unimi.it</a>	sito del Centro di Orientamento allo Studio e alle Professioni

### Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico di Scienze e Tecnologie Chimiche

Prof.ssa Rita Annunziata

Dip. di Chimica Organica e Industriale, Via Venezian, 21 – 20133 Milano

E mail: [rita.annunziata@unimi.it](mailto:rita.annunziata@unimi.it)

Tel 02 50314169

Orario di ricevimento studenti: mercoledì 10.30-12.30

### Commissione Didattica

Coordinatore:	Prof. Giorgio Fiori, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
	- Prof. Anna Bernardi, Emanuela Licandro, Elisabetta Ranucci (Dipartimento di Chimica Organica e Industriale)
	- Prof. Fabio Ragaini, Silvia Bruni, Gian Maria Zanderighi (Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica)
Membri:	- Prof. Angelo Sironi, Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica
	- Prof. Silvia Ardizzone, Claudia Bianchi, Elena Selli (Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica)

### Commissione Piani di Studio e trasferimenti

Coordinatore:	- Dr. Luigi Lay, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
	- Prof.ssa Elena Selli, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
	- Prof.ssa Antonella Gervasini, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
Membri:	- Prof. Gian Maria Zanderighi, Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica "Lamberto Malatesta"
	- Dr. Pierluigi Mercandelli, Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica
	- Dott.ssa Donatella Potenza, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale

### Commissione Tirocini e Tesi

Coordinatore:	Prof.ssa Paola Del Buttero, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
	- Prof.ssa Laura Prati, Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica "Lamberto Malatesta"
Membri:	- Dr. Stefano Trasatti, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica

### Commissione Socrates-Erasmus

- Coordinatore: Prof.ssa Elena Selli, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
- Prof.ssa Laura Maria Raimondi, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
- Membri:
- Prof.ssa Emma Gallo, Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica "Lamberto Malatesta"

#### **Commissione adeguamento guida dello studente e materiale informativo**

- Coordinatore: Dott.ssa. Vittoria Guglielmi, Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica "Lamberto Malatesta"
- Dott.ssa. Laura Poletti, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
- Membri:
- Dot.ssa Mariangela Longhi, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica

#### **Commissione per il monitoraggio della didattica e sito web**

- Coordinatore: Prof. Rita Annunziata, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
- Dott.ssa. Amadea Manfredi, Laura Poletti, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
  - Dott. Luigi Falciola, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
- Membri:
- Dott.ssa. Claudia Dragonetti, Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica "Lamberto Malatesta"

#### **Commissione Piani di Studio e Accesso alle Lauree Magistrali**

- Coordinatore:
- Dr. Luigi Lay, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale
  - Prof.ssa Elena Selli, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
  - Prof.ssa Antonella Gervasini, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica
  - Prof. Gian Maria Zanderighi, Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica "Lamberto Malatesta"
- Membri:
- Dr. Pierluigi Mercandelli, Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica
  - Dott.ssa Donatella Potenza, Dipartimento di Chimica Organica e Industriale

#### **Rubrica telefonica, indirizzi e email ed orario di ricevimento docenti**

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

### **Rappresentanti degli studenti presso il CCD**

Si riportano di seguito i nomi dei rappresentanti degli studenti presso il CCD, il loro corso di laurea, la loro distribuzione nelle diverse Commissioni dello stesso CCD ed il loro indirizzo di posta elettronica, in modo da poterli consultare per problematiche inerenti la didattica. Per problematiche di tipo generale è anche possibile scrivere all'indirizzo di posta elettronica: [studentichimica@unimi.it](mailto:studentichimica@unimi.it).

#### Commissione Didattica

- Silvia Toti (Chimica Applicata e Ambientale) [silvia.toti@studenti.unimi.it](mailto:silvia.toti@studenti.unimi.it)
- Emanuele Galletta (Chimica) [emanuele.galletta@studenti.unimi.it](mailto:emanuele.galletta@studenti.unimi.it)
- Giorgio Paronetto (Chimica Industriale) [giorgio.paronetto@studenti.unimi.it](mailto:giorgio.paronetto@studenti.unimi.it)
- Rebecca Pantano (Chimica) [rebecca.pantano@studenti.unimi.it](mailto:rebecca.pantano@studenti.unimi.it)

#### Commissione Didattica Paritetica

stessi membri della commissione didattica, più:

- Maria Tiscar (Chimica) [maria.tiscar@studenti.unimi.it](mailto:maria.tiscar@studenti.unimi.it)
- Veronica Collico (Chimica) [veronica.collico@studenti.unimi.it](mailto:veronica.collico@studenti.unimi.it)
- Cecilia Maria Almasio (Chimica) [ceciliamaria.almasio@studenti.unimi.it](mailto:ceciliamaria.almasio@studenti.unimi.it)
- Gaetano Speciale (Chimica) [gaetano.speciale@studenti.unimi.it](mailto:gaetano.speciale@studenti.unimi.it)
- Tommaso Pedrazzini (Chimica) [tommaso.pedrazzini@studenti.unimi.it](mailto:tommaso.pedrazzini@studenti.unimi.it)
- Brambilla Marta (Chimica) [marta.brambilla6@studenti.unimi.it](mailto:marta.brambilla6@studenti.unimi.it)

#### Commissione piani di studio e trasferimenti

- Tommaso Pedrazzini (Chimica) [tommaso.pedrazzini@studenti.unimi.it](mailto:tommaso.pedrazzini@studenti.unimi.it)

#### Commissione per il monitoraggio della didattica e sito web

- Silvia Toti (Chimica Applicata e Ambientale) [silvia.toti@studenti.unimi.it](mailto:silvia.toti@studenti.unimi.it)
- Villa Iliaria (Chimica) [ilaria.villa3@studenti.unimi.it](mailto:ilaria.villa3@studenti.unimi.it)
- Giorgio Paronetto (Chimica Industriale) [giorgio.paronetto@studenti.unimi.it](mailto:giorgio.paronetto@studenti.unimi.it)

#### Commissione Guida per lo Studente

- Marco Stanoppi (Chimica) [marco.stanoppi@studenti.unimi.it](mailto:marco.stanoppi@studenti.unimi.it)

### **Biblioteca Chimica**

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

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

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

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

### **Premessa**

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

Il percorso formativo consente al laureato di possedere abilità e conoscenze idonee a svolgere attività professionali nell'ambito della ricerca chimica, concorrendo ad attività quali l'applicazione delle procedure e dei protocolli chimici, lo sviluppo e la caratterizzazione di nuovi prodotti e materiali, la sperimentazione di nuove tecnologie, la realizzazione, sulla base di specifiche di prodotti, di analisi chimiche e controlli qualità che richiedono la padronanza di tecniche chimiche e strumentali e la successiva elaborazione delle relazioni relative ai risultati delle analisi, l'esecuzione dei test e delle prove di laboratorio per lo sviluppo di nuovi prodotti.

Il laureato potrà fornire pareri in materia di chimica pura e applicata e svolgere ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di chimico-junior.

### **Obiettivi formativi generali e specifici**

Il corso garantirà di realizzare i seguenti obiettivi formativi:

- un'adeguata conoscenza dei diversi settori della chimica, negli aspetti di base, teorici, sperimentali e applicativi e una adeguata preparazione di base nelle discipline matematiche e fisiche;
- padronanza degli strumenti adeguati per inquadrare le conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche;
- una buona conoscenza delle metodiche sperimentali di laboratorio;
- una completa conoscenza di base di carattere chimico, utile per l'inserimento in attività lavorative che richiedono familiarità col metodo scientifico
- capacità di applicare metodi e tecniche innovative e di utilizzare attrezzature complesse
- capacità di adeguarsi all'evoluzione della disciplina, d'interagire con le professionalità culturalmente contigue e di continuare gli studi nei corsi di Laurea Magistrale.

### **Abilità e competenze acquisite**

- Conoscenza e capacità di comprensione, in termini di acquisizione di competenze teoriche e operative con riferimento ai quattro settori principali della chimica: chimica generale ed inorganica, chimica analitica, chimica fisica e chimica organica; alle norme di sicurezza da attuare nei laboratori chimici ed inoltre a biochimica, fondamenti di matematica, calcolo numerico e fisica
- Capacità di raccogliere, analizzare ed elaborare dati ottenuti in laboratorio. Capacità di eseguire procedure sperimentali e di stendere relazioni al riguardo con riferimento a: sintesi, isolamento, purificazione e caratterizzazione di composti chimici, capacità di utilizzare in sicurezza e smaltire correttamente sostanze chimiche; procedure metodologiche e strumentali.
- Acquisizione di consapevole autonomia di giudizio: valutazione e interpretazione di dati sperimentali di laboratorio, progettazione e conduzione di esperimenti, formulazione e proposta di soluzione di problemi analitici, collocazione delle conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline, reperimento e vaglio di fonti di informazione, dati e letteratura chimica.

I laureati in Chimica dovranno essere in grado di comunicare gli esiti delle proprie analisi e valutazioni in modo chiaro ed efficace con riferimento a: sistemi di elaborazione di testi per la preparazione dell'elaborato finale e delle relazioni dei corsi di laboratorio; presentazione dei dati analitici utilizzando moderne tecniche di presentazione multimediale, utilizzo in forma scritta ed orale, di almeno una lingua dell'Unione Europea (inglese), oltre l'italiano. Capacità di lavorare in gruppo, di operare in autonomia.

Il corso di laurea si propone di favorire lo sviluppo di capacità di ulteriore apprendimento da parte dei propri studenti, nonché l'acquisizione di abilità e competenze metodologiche e teoriche che consentano ai propri laureati di intraprendere la prosecuzione degli studi nell'ambito delle lauree magistrali.

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

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

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

- nella ricerca in campo chimico e farmaceutico - nei settori della sintesi di nuovi prodotti e di nuovi materiali nel campo della salute, dell'alimentazione, della cosmetica, applicando le metodiche disciplinari di indagine acquisite.
- nella realizzazione e caratterizzazione di nuovi prodotti in tutti gli ambiti indicati
- nella sperimentazione di nuove tecnologie
- nello studio di soluzioni per il miglioramento dei prodotti e della loro sintesi e caratterizzazione



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

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

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

### **Lauree Magistrali a cui si può accedere**

La Laurea in Chimica consentirà l'accesso alla nuova Laurea Magistrale della classe LM-54 di Scienze Chimiche.

Questa Laurea consentirà inoltre l'accesso, secondo le norme previste dal Regolamento didattico, alla Laurea Magistrale della classe LM-71 di Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale.

### **Struttura del corso**

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

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

### **Tipo percorso**

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

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

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

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

### **Articolazione degli insegnamenti**

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

**N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in italia**

5

## ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

<b>1° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
<b>Erogazione</b>	<b>Attività formativa</b>	<b>Modulo</b>	<b>Cfu</b>	<b>Settore</b>	<b>Form.Didatt.</b>
1 semestre	Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica (tot. cfu: 12)	Chimica generale e inorganica	7	CHIM/03	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Laboratorio di chimica generale e inorganica	5	CHIM/03	80 ore Laboratori
1 semestre	Fisica generale		9	FIS/05, FIS/03, FIS/07, FIS/01, FIS/04, FIS/02, FIS/06, FIS/08	64 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
1 semestre	Istituzioni di matematica		9	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	56 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
2 semestre	Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I (tot. cfu: 12)	Chimica analitica I	7	CHIM/01	56 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica analitica I	5	CHIM/01	8 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
2 semestre	Chimica organica I		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Complementi di matematica e calcolo numerico (F5X)		6	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	36 ore Lezioni, 24 ore Esercitazioni
2 semestre	Prova di lingua inglese		3	L-LIN/12	24 ore Lezioni
		Totale CFU obbligatori	58		

<b>2° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
<b>Erogazione</b>	<b>Attività formativa</b>	<b>Modulo</b>	<b>Cfu</b>	<b>Settore</b>	<b>Form.Didatt.</b>
1 semestre	Chimica fisica I		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
1 semestre	Chimica inorganica		8	CHIM/03	48 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
1 semestre	Chimica organica II		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
1 semestre	Laboratorio di chimica fisica I		6	CHIM/02	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
1 semestre	Laboratorio di chimica organica (tot. cfu: 10)	Laboratorio di chimica organica A	5	CHIM/06	16 ore Esercitazioni, 64 ore Laboratori
		Laboratorio di chimica organica B	5	CHIM/06	16 ore Esercitazioni, 64 ore Laboratori
2 semestre	Chimica analitica II/Laboratorio di chimica analitica II (tot. cfu: 12)	Chimica analitica II	7	CHIM/01	56 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica analitica II	5	CHIM/01	8 ore Lezioni, 64 ore Laboratori
2 semestre	Chimica biologica		6	BIO/10	48 ore Lezioni
		Totale CFU obbligatori	55		

<b>3° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2011/12) Attività formative obbligatorie</b>					
<b>Erogazione</b>	<b>Attività formativa</b>	<b>Modulo</b>	<b>Cfu</b>	<b>Settore</b>	<b>Form.Didatt.</b>
	Applicazioni di chimica analitica strumentale (tot. cfu: 6)	Metodi analitici diffrattometrici	3	CHIM/01	
		Applicazioni NMR	3	CHIM/01	
	Chimica dei composti di coordinazione / Laboratorio di chimica dei composti di coordinazione (tot. cfu: 10)	Chimica dei composti di coordinazione	6	CHIM/03	
		Laboratorio di chimica dei composti di coordinazione	4	CHIM/03	
	Chimica fisica II/Laboratorio di chimica fisica II (tot. cfu: 12)	Chimica fisica II	6	CHIM/02	
		Laboratorio di chimica fisica II	6	CHIM/02	
	Approfondimenti di chimica organica		6	CHIM/06	
	Chimica fisica III (tot. cfu: 6)	Termodinamica statistica	3	CHIM/02	
		Chimica fisica dello stato solido	3	CHIM/02	
	Tirocinio		12		
		Totale CFU obbligatori	52		

**Altre attività a scelta**

Nel secondo e terzo anno di corso lo studente deve acquisire 12 CFU scegliendo liberamente tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo, purché culturalmente coerenti con il suo percorso formativo e non sovrapponibili, nei contenuti, agli insegnamenti fondamentali ed opzionali già utilizzati nel piano degli studi. Rientrano pertanto nella scelta tutti gli insegnamenti attivati dal CCD di Scienze e tecnologie chimiche che rispondano a tali criteri ed, in particolare, gli insegnamenti della tabella sotto riportata.

	Banche dati ed elementi di chemoinformatica <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06	
	Chimica analitica (applicata ai beni culturali) <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/01	
	Chimica quantistica <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
	Chimica supramolecolare <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06, CHIM/03	
	Materie plastiche e ambiente <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/04	
	Processi catalitici <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
	Sintesi e applicazioni di materiali inorganici <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/03	
	Sintesi e tecniche speciali organiche <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06	
	Tecnologie elettrochimiche <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
2 semestre	Chimica dei composti eterociclici		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica delle sostanze organiche naturali		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica inorganica avanzata		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Introduzione alle nanotecnologie (tot. cfu: 6)	I modulo	3	CHIM/03	24 ore Lezioni
		II modulo	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
2 semestre	Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Modellistica molecolare		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Spettroscopia e fotochimica applicate		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Tecnologie dei materiali metallici		6	ING-IND/21	48 ore Lezioni

**Attività conclusive**

	Prova finale		3		
		Totale CFU obbligatori	3		

**PROPEDEUTICITA'**

- L'esame di "Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica" deve essere sostenuto prima degli esami del 2° anno.
- L'esame di "Chimica organica I" deve essere sostenuto prima di quello di "Laboratorio di chimica organica".
- Gli esami indicati come I corso devono essere sostenuti prima dei corrispondenti esami indicati come II corso.

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

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

## Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F5X , C22; moduli: Chimica generale e inorganica , Laboratorio di chimica generale e inorganica totale cfu 12

**Prof. RAGAINI FABIO ATTILIO CIRILLO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14373 - v. Venezian, 21

**Mail:** fabio.ragaini@unimi.it

**Prof. CARLUCCI LUCIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

**Indirizzo:** 0250314446

**Mail:** lucia.carlucci@unimi.it

**Prof. CASELLI ALESSANDRO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02 503.14372

**Mail:** alessandro.caselli@unimi.it

**Prof. PASINI ALESSANDRO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14381 - v. Venezian, 21

**Mail:** alessandro.pasini@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	12 cfu	CHIM/03 (12 cfu)
Chimica generale e inorganica	7 cfu	CHIM/03 (7 cfu)
Laboratorio di chimica generale e inorganica	5 cfu	CHIM/03 (5 cfu)

### Obiettivi

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

### Programma

Atomi e loro struttura. Particelle elementari. La quantizzazione dell'energia. Numeri quantici e rappresentazione grafica degli orbitali. Regole di Pauli e di Hund. Il sistema periodico degli elementi. Tavola periodica. Energia di ionizzazione. Affinità elettronica. Il legame chimico. Legame ionico. Legame covalente. Interazioni elettrostatiche. Orbitali ibridi. Orbitali molecolari. Lo stato solido e gassoso. Raggi atomici. Cristalli ionici e molecolari. Leggi dei gas. Comportamento dei gas reali. Termodinamica chimica. Primo principio della termodinamica. Calore di reazione e entalpia. Entropia e secondo principio della termodinamica. Terzo principio della termodinamica. Energia libera e costante di equilibrio. Stato liquido e soluzioni. Regola delle fasi. Legge di Raoult. La distillazione. Soluzioni sature e solubilità. La pressione osmotica. Solubilità dei gas nei liquidi. Velocità di reazione. Ordine di reazione. Meccanismi di reazione. Energia di attivazione. Reazioni fotochimiche. Velocità di reazione e equilibrio chimico. I catalizzatori. Acidi e basi. Teoria di Arrhenius. Acidi e basi secondo Broensted e Lewis. Forza degli acidi e delle basi. Prodotto ionico dell'acqua e pH. Elettrochimica. Conducibilità elettrica delle soluzioni acquose. Le pile. Potenziali di ossidoriduzione. Titolazioni potenziometriche. L'elettrolisi. Pile di pratico impiego. Composti di coordinazione. Il legame coordinativo. Leganti chelanti e polidentati. I composti di coordinazione in chimica analitica. I carbonilmetalli. Complessi n. Isomeria nei composti di coordinazione. Radioattività e chimica nucleare. Radiazioni alfa, beta e gamma. Famiglie radioattive nucleari. Impiego degli atomi radioattivi. Fissione e fusione nucleare. Chimica inorganica. Proprietà periodiche. Idrogeno, ossigeno e loro composti. Unità di massa atomica. Numero di Avogadro. Mole. Peso atomico, peso molecolare. Formule chimiche. Calcolo della composizione % in peso degli elementi in un composto. Rapporti in moli e in peso nelle reazioni chimiche. Equazioni chimiche bilanciate, agente limitante. Resa, conversione e selettività di una reazione. Nomenclatura dei composti inorganici. Reazioni acido-base e di ossido-riduzione. Bilanciamento delle equazioni chimiche. Equivalente. Unità di concentrazione. I gas ideali. Costanti di equilibrio. Elettroliti forti e deboli. pH e pOH. Titolazioni. Soluzioni tampone. Ioni complessi. Solubilità. Potenziali elettrodi di riduzione. Equazione di Nernst. 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.

### Materiale di riferimento

- Brown, LeMay, Bursten, Murphi, Fondamenti di Chimica, 2a ed., EdiSES.
- Shriver, Atkins, Inorganic chemistry 4th Edition, Oxford University Press A. Ceriotti, F. Porta, Esercizi svolti sull'equilibrio chimico, CUSL.

I lucidi delle lezioni e altro materiale didattico sono disponibili su internet.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Nessuno.

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di esame:  
Scritto

Modalità di frequenza:  
Obbligatoria per la parte di laboratorio  
Fortemente consigliata per le lezioni ed esercitazioni in aula

Modalità di erogazione:  
Tradizionale

## Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica

### Programma

Obiettivi: apprendimento dei calcoli che permettano di gestire la stechiometria delle reazioni chimiche  
Tali obiettivi verranno raggiunti mediante spiegazioni dei principi basilari e lo svolgimento di esercizi numerici

### Programma

Mole; bilanciamento delle reazioni; numero di ossidazione e reazioni redox; relazioni ponderali nelle reazioni; leggi dei gas Ideali e reali; soluzioni, concentrazione, proprietà colligative; equilibrio chimico; acidi e basi, pH; soluzioni tampone; Idrolisi; prodotto di solubilità; elettrochimica, elettrolisi, pile.

### Materiale di riferimento

- Michelin Lausarot, Vaglio: Stechiometria per la chimica generale, Piccin.
- Clerici, Morocchi: Esercitazioni di chimica, Edises.
- Freni, Sacco: Stechiometria, CEA.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza:  
Obbligatoria

Modalità di erogazione:  
Tradizionale

## Fisica generale

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 9

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. MASSERINI GIULIA LUISA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIP. FISICA - SEZIONE STRUTTURA DELLA MATERIA

**Indirizzo:** 02503 17353 - v. Celoria, 16  
**Mail:** giulia.masserini@unimi.it

**Prof. PIOVELLA NICOLA UMBERTO CESARE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI FISICA

**Mail:** nicola.piovela@unimi.it

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

### Obiettivi

Scopo del Corso è fornire le nozioni di base della Fisica per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni osservabili a livello macroscopico e microscopico. Il percorso didattico segue la linea classica: Meccanica, Termodinamica, Elettromagnetismo e Ottica (come da programma allegato).

### Programma

Meccanica

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

Termodinamica

1. Trasformazioni in un sistema termodinamico: il primo principio della Termodinamica.

2. Applicazioni del primo principio della termodinamica ai gas perfetti.
3. L'entropia e il secondo principio della Termodinamica.
4. Cenni di teoria cinetica dei gas.

#### Elettromagnetismo

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

#### Ottica

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

#### Materiale di riferimento

Halliday-Resnick-Walker – "Fondamenti di fisica – sesta edizione. Casa Editrice Ambrosiana

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

#### Propedeuticità consigliate

Matematica

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Istituzioni di matematica

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 9

#### Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. DE STEFANO STEFANIA GIOVANNA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16159 - v. Saldini, 50

**Telefono:** 16159

**Mail:** stefania.destefano@unimi.it

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

#### Obiettivi

Il corso (obbligatorio) di Istituzioni di Matematica si propone di fornire allo studente i concetti matematici e le tecniche di calcolo di più frequente utilizzo nelle applicazioni. Le attività formative comprendono lezioni ed esercitazioni frontali (in rapporto orario 56:32) affiancate da un tutoraggio disciplinare attivo facoltativo (40 ore).

#### Programma

Numeri reali e complessi. Vettori e geometria analitica; matrici e sistemi lineari. Funzioni reali di una variabile reale; limiti di successioni e funzioni reali; continuità. Calcolo differenziale e ottimizzazione in una e in due variabili; primitive; derivate successive. Calcolo integrale in una variabile. Equazioni differenziali ordinarie del primo ordine (lineari, a variabili separabili) e del secondo ordine (lineari a coefficienti costanti).

#### Materiale di riferimento

- C. Pagani e S. Salsa: MATEMATICA per i Diplomi Universitari, Ed. Masson - Zanichelli  
- esercizi di base: <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/mateassistita>; materiali aggiuntivi, prove intermedie e temi d'esame risolti in <http://users.mat.unimi.it/users/destefan>

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Conoscenze matematiche di base. Vedere ad esempio materiali e test in: <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/minimat>

Modalità di esame: Scritto e orale

Durante il corso vengono proposte due prove scritte intermedie, che in caso di esito positivo danno l'esonero dalla prova scritta.

#### Propedeuticità consigliate

nessuna

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale di frequenza: Fortemente consigliata

**Pagine web**

<http://users.mat.unimi.it/users/destefan>

## Chimica analitica I/Laboratorio di chimica analitica I

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; moduli: Chimica analitica I , Laboratorio di chimica analitica I totale cfu 12

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. DRAGONETTI CLAUDIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLOORGANICA E ANALITICA

**Mail:** claudia.dragonetti@unimi.it

**Prof. GUGLIELMI VITTORIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLOORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14426 - v. Venezian, 21

**Mail:** vittoria.guglielmi@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	12 cfu	CHIM/01 (12 cfu)
Chimica analitica I	7 cfu	CHIM/01 (7 cfu)
Laboratorio di chimica analitica I	5 cfu	CHIM/01 (5 cfu)

### Obiettivi

Acquisizione delle procedure e dei calcoli di base in Chimica Analitica; padronanza delle titolazioni colorimetriche e delle tecniche elettroanalitiche di base.

## Modulo: Laboratorio di chimica analitica I

### Programma

Lezioni Norme di sicurezza, good laboratory practice, illustrazione delle metodiche di laboratorio.

Esercizi numerici Calcoli relativi alla preparazione di soluzioni e a titolazioni (con trattamento statistico dei dati); simulazione di equilibri e titolazioni con foglio elettronico.

Esperimenti di laboratorio:

1. Analisi volumetrica con indicatori colorimetrici: preparazione di soluzioni standard, titolazioni acido/base, titolazioni con formazione di complessi; titolazioni per precipitazione; titolazioni per ossidoriduzione.

2. Elettroanalisi: Conduttimetria: taratura del conduttimetro, misure dirette di conducibilità specifica, titolazioni conduttimetriche.

Potenzimetria: costruzione di un elettrodo ionoselettivo, sua taratura e suo uso per determinazione diretta di pIone; standard e misure dirette di pH; titolazioni potenziometriche acido/base, per precipitazione, per complessazione e redox. Analisi di un campione di acqua minerale commerciale.

### Materiale di riferimento

Testi raccomandati:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole;
- Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H.Freeman & Co

### Prerequisiti e modalità d'esame

Fondamenti di chimica generale ed inorganica, calcoli stechiometrici di base.

Modalità di esame: Scritto

### Propedeuticità consigliate

Chimica generale e inorganica con Laboratorio

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Chimica organica I

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 7

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. SANNICOLO' FRANCESCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE



**Indirizzo:** 02503 14173 - v. Venezian, 21 02503 14174 - v. Venezian, 21  
**Mail:** francesco.sannicolo@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

## Complementi di matematica e calcolo numerico

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. VERDI CLAUDIO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16184 - v. Saldini, 50 **Telefono:** 16184  
**Mail:** claudio.verdi@unimi.it

**Prof. BRESSAN NICOLETTA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16138 - v. Saldini, 50  
**Mail:** nicoletta.bressan@unimi.it

**Prof. SCACCHI SIMONE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16170 - v. Saldini, 50  
**Mail:** simone.scacchi@unimi.it

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

### Obiettivi

Introduzione alla risoluzione numerica di semplici modelli matematici utilizzando il linguaggio Matlab.

### Programma

Introduzione. Rappresentazione in floating-point dei numeri reali, errori di arrotondamento. Condizionamento di problemi e algoritmi. Sistemi lineari. Condizionamento di un sistema lineare. Metodi diretti (eliminazione di Gauss, pivoting, fattorizzazione A=LU). Metodi iterativi (Jacobi e Gauss-Seidel), condizioni di convergenza, test d'arresto. Approssimazione polinomiale di funzioni e dati. Interpolazione polinomiale (rappresentazione di Lagrange e alle Differenze Divise), errore di interpolazione. Funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati (regressione lineare). Equazioni non lineari. Metodi di bisezione, di Newton, delle secanti, punto fisso. Teoria dei metodi iterativi (condizioni di convergenza, ordine e velocità di convergenza, test d'arresto). Integrazione numerica. Formule di Newton-Côtes chiuse e aperte (punto medio, trapezi, Simpson). Analisi dell'errore e formule composite. Formule adattive (cenni). Equazioni differenziali ordinarie. Generalità sul teorema di Cauchy di esistenza e unicità. Metodi a un passo (Eulero esplicito, Eulero implicito, Crank-Nicolson, Heun). Consistenza ed errore locale di troncamento, ordine di convergenza. Valutazione dell'errore globale e adattività. Assoluta stabilità. Metodi Runge-Kutta. Metodi a più passi (cenni ai metodi di Adams-Bashforth e di Adams-Moulton, metodi Predictor-Corrector).

### Materiale di riferimento

- A.Quarteroni, F.Saleri, Introduzione al Calcolo Scientifico, Springer, Milano, 2006  
 - G.Naldi, L.Pareschi, G.Russo, Introduzione al Calcolo Scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab. Mc Graw-Hill, 2001

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto  
 L'esame del corso prevede una prova Matlab in laboratorio seguita da una prova di esercizi

### Propedeuticità consigliate

Istituzioni di Matematica

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale di frequenza: Fortemente consigliata

### Pagine web

<http://newrobin.mat.unimi.it/users/bressan>

## Chimica fisica I

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. SIRONI MAURIZIO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14251 - v. Golgi, 19

**Mail:** maurizio.sironi@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

**Obiettivi**

Introduzione alla Meccanica Quantistica ed alla Spettroscopia

**Programma**

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

**Materiale di riferimento**

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

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

**Propedeuticità consigliate**

Matematica e Chimica Generale

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica inorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 8

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. SIRONI ANGELO AGOSTINO DANIELE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

**Indirizzo:** 02503 14448 - v. Venezian, 21

**Mail:** angelo.sironi@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

8 cfu CHIM/03 (8 cfu)

**Obiettivi**

Introduzione alla chimica Inorganica ed alle teorie necessarie per 'razionalizzare' il comportamento dei composti (prevalentemente, non di coordinazione) degli elementi dei gruppi principali e dei metalli di transizione.

**Programma**

Fondamenti; Struttura atomica; Teorie del legame e Struttura molecolare; Simmetria molecolare; Modelli stereochimici dei composti degli elementi dei gruppi principali; Struttura dei solidi elementari; Acidi e basi; Reazioni di ossidazione e riduzione; Metodi fisici in chimica inorganica; Elementi alcalini ed alcalino terrosi; Chimica e stereochimica degli elementi dei gruppi 13-18; Comportamento e composti rappresentativi dei metalli di transizione ; Stato solido e chimica dei materiali.

**Materiale di riferimento**

Atkins, T.Overtone, J.Rourke, M.Weller, F.Armstrong – Inorganic Chemistry – Oxford University Press (2009), Fifth edition

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Aver sostenuto l'esame di Chimica Generale e Inorganica.

Modalità di esame: Scritto e orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Generale

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: di Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica organica II

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 7

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. SPERANZA GIOVANNA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14097 - v. Venezian, 21

**Mail:** giovanna.speranza@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

### Obiettivi

Questo corso è una continuazione di Chimica Organica I e si propone di fornire un'introduzione ai composti aromatici ed eterociclici carbociclici esaminando le loro proprietà e reattività e illustrando i metodi importanti per la loro sintesi. Gli argomenti includono la struttura e reattività dei metaboliti primari.

### Programma

Sistemi aromatici carbociclici mononucleari.

Benzene: aromaticità, risonanza e regole di Hückel. Nomenclatura. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica e teoria dell'orientamento. Alchil- ed acilbenzeni: reazione di Friedel-Crafts. Ammine aromatiche: sintesi e reattività. Trasposizione benzinica. Sali di diazonio: preparazione, reattività ed utilità sintetica. Acidi arilsolfonici: meccanismo della solfonazione e utilità sintetica. Solfonammidi. Alogeno derivati aromatici: sostituzioni elettrofile, reazioni di Sandmeyer, di metallazione e transmetallazione, di Wurzfittig, di Ullmann, di Heck. Sostituzione nucleofila aromatica. Fenoli ed eteri fenolici. Trasposizioni di Fries e di Claisen. Sintesi di Kolbe, reazioni con formaldeide, di Reimer-Tiemann, di copulazione. Chinoni: sintesi e reattività, equilibri di ossidoriduzione, complessi a trasferimento di carica.

Sistemi aromatici carbociclici polinucleari.

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

Sistemi eterociclici.

Classificazione e nomenclatura. Eteroaromaticità. Basicità, acidità e tautomeria nei sistemi eterociclici azotati. Sistemi eterociclici a cinque termini: pirrolo, tiofene, furano. Sintesi e reattività. Reazione dei pirroli con immine e sali di immonio. Indolo, benzotiofene e benzofurano. Piridina. Sintesi di piridine sostituite. Sostituzioni elettrofile su piridina e piridina N-ossido. Derivati di origine naturale della piridina. Chinoline e isochinoline: reattività e sintesi. Pirani, pironi, sali di pirilio e composti naturali contenenti questi eterocicli.

Amminoacidi e peptidi.

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

Carboidrati.

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

### Materiale di riferimento

A. Streitwieser, C.H. Heathcock, E.M. Kosower, Introduzione alla Chimica Organica, Edises, 1995

### Prerequisiti e modalità d'esame

Chimica organica I

Modalità di esame: Scritto e orale

### Propedeuticità consigliate

Chimica organica I

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Laboratorio di chimica fisica I

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

**Prof. ARDIZZONE SILVIA ALBERTA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

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

**Mail:** silvia.ardizzone@unimi.it

**Prof. CAPPELLETTI GIUSEPPE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14228 - v. Golgi, 19  
**Mail:** giuseppe.cappelletti@unimi.it

**Prof. CEOTTO MICHELE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14258 - v. Venezian, 21  
**Mail:** michele.ceotto@unimi.it

**Prof. FALCIOLA LUIGI**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14057 - v. Venezian, 21  
**Mail:** luigi.falciola@unimi.it

**Prof. LO PRESTI LEONARDO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Mail:** leonardo.lopresti@unimi.it

**Prof. OLIVA CESARE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14270 - v. Golgi, 19  
**Mail:** cesare.oliva@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

#### **Obiettivi**

Fornire agli studenti una conoscenza approfondita degli aspetti teorici e sperimentali della termodinamica.

#### **Programma**

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

#### **Materiale di riferimento**

- P.W:Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press.
- Materiale didattico fornito in aula.

#### **Prerequisiti e modalità d'esame**

Conoscenze di base di Chimica Generale e Matematica.  
Modalità di esame: Orale con la presentazione di relazione scritta delle prove di laboratorio

#### **Lingua di insegnamento**

Italiano

#### **Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## **Laboratorio di chimica organica**

### **Per i Corsi di laurea:**

- F5X; moduli: Laboratorio di chimica organica A, Laboratorio di chimica organica B totale cfu 10

#### **Periodo di erogazione 1° semestre**

**Prof. BELVISI LAURA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14086 - v. Venezian, 21  
**Mail:** laura.belvisi@unimi.it

**Prof. DEL BUTTERO PAOLA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14145 - v. Venezian, 21  
**Mail:** paola.delbuttero@unimi.it

**Prof. LESMA GIORDANO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14079 - v. Venezian, 21  
**Mail:** giordano.lesma@unimi.it

**Prof. MOLteni GIORGIO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** giorgio.molteni@unimi.it

**Prof. PAGLIARIN ROBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14118 - v. Venezian, 21

**Mail:** roberto.pagliarin@unimi.it

**Prof. PASSARELLA DANIELE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14081 - v. Venezian, 21

**Mail:** daniele.passarella@unimi.it

**Prof. PERDICCHIA DARIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** dario.perdicchia@unimi.it

**Prof. RAIMONDI LAURA MARIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14168 - v. Venezian, 21

**Mail:** lauramaria.raimondi@unimi.it

**Prof. SELLO GUIDO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14107 - v. Venezian, 21

**Mail:** guido.sello@unimi.it

**Prof. SILVANI ALESSANDRA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14080 - v. Venezian, 21

**Mail:** alessandra.silvani@unimi.it

**Prof. VEROTTA LUISELLA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14114 - v. Venezian, 21

**Mail:** luisella.verotta@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Laboratorio di chimica organica A

Laboratorio di chimica organica B

10 cfu CHIM/06 (10 cfu)

5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

#### Obiettivi

Il corso si propone di familiarizzare lo studente con le principali problematiche sperimentali della Chimica Organica, di verificare quanto appreso nei corsi teorici di Chimica Organica e di abituare gli studenti ad una maggior indipendenza nell'attività sperimentale. A tale scopo il lavoro sperimentale verrà svolto prevalentemente a banco singolo.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Concetti fondamentali della Chimica Organica; tecniche di base del laboratorio chimico  
 Modalità di esame: pratico e orale

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale di frequenza: Obbligatoria

### Modulo: Laboratorio di chimica organica A

#### Programma

1. Sicurezza e prevenzione nei laboratori chimici.
2. Principali tecniche di isolamento e purificazione di composti organici (separazioni estrattive, cristallizzazione, distillazione semplice e frazionata, cromatografia).
3. Introduzione alla spettroscopia IR.
4. Aspetti sperimentali delle reazioni basilari della chimica organica e valutazione della purezza dei prodotti ottenuti (mediante TLC e misura del punto di fusione).

#### Materiale di riferimento

Testi consigliati:

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

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

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

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Concetti fondamentali della Chimica Organica; tecniche di base del laboratorio chimico

Modalità di esame: Pratico e orale

#### Propedeuticità consigliate

Aver seguito il corso di Chimica Organica I.

**Pagine web**

<http://ariel.unimi.it/User/Default.aspx>

**Modulo: Laboratorio di chimica organica B**

**Programma**

1. Introduzione alla spettroscopia UV
  2. Introduzione alla spettrometria di massa
  3. Valutazione dei parametri di reazione (scelta del solvente, della temperatura, etc.)
  4. Esecuzione di semplici sequenze sintetiche multistep, basate sulla chimica dei composti aromatici.
  5. Riconoscimento dei principali gruppi funzionali della chimica organica con metodi spettroscopici e studio della loro reattività attraverso la preparazione di opportuni derivati funzionali.
  6. Separazione di miscele di composti incogniti, diverse per ogni studente, loro purificazione e caratterizzazione.
- Le classi di prodotti esaminati sono: ammine primarie, secondarie e terziarie, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, eteri, alogeno e nitroderivati, idrocarburi.

**Materiale di riferimento**

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

**Propedeuticità consigliate**

Aver seguito i corsi di Chimica Organica I e Chimica Organica II ed aver frequentato il Modulo I di Laboratorio di Chimica Organica.

---

**Chimica analitica II/Laboratorio di chimica analitica II**

**Per i Corsi di laurea:**

- F5X; moduli: Chimica analitica II , Laboratorio di chimica analitica II totale cfu 12

**Periodo di erogazione 2° semestre**

**Prof. BRUNI SILVIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14393 - v. Venezian, 21  
**Mail:** silvia.bruni@unimi.it

**Prof. BANDINI ANNA LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14369 - v. Venezian, 21  
**Mail:** annalaura.bandini@unimi.it

**Prof. FERMO PAOLA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14425 - v. Venezian, 21  
**Mail:** paola.fermo@unimi.it

**Prof. SANTAGOSTINI LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14416 - v. Venezian, 21  
**Mail:** laura.santagostini@unimi.it

**Prof. ZANDERIGHI GIOVANNI MARIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14377 - v. Venezian, 21  
**Mail:** gianmaria.zanderighi@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Chimica analitica II	12 cfu	CHIM/01 (12 cfu)
Laboratorio di chimica analitica II	7 cfu	CHIM/01 (7 cfu)
	5 cfu	CHIM/01 (5 cfu)

**Obiettivi**

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

**Modulo: Chimica analitica II**

**Programma**

Criteri di scelta del metodo analitico. Introduzione alle tecniche spettroscopiche. Tecniche di analisi elementare: spettroscopia atomica ottica, spettrometria di massa atomica, fluorescenza di raggi X. Tecniche di analisi molecolare: spettroscopie vibrazionali IR e Raman,

---

spettroscopia di assorbimento nell'UV-visibile, luminescenza molecolare, risonanza magnetica nucleare, spettrometria di massa molecolare. Principi dell'analisi strumentale basata su separazioni cromatografiche; applicazione alle tecniche combinate GC-MS e HPLC-MS.

**Materiale di riferimento**

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

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità d'esame: scritto

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Analitica I

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: tradizionale

---

## Chimica biologica

### Per i Corsi di laurea:

- F5X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. ZIPPEL RENATA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMOLECOLARI E BIOTECNOLOGIE

**Indirizzo:** 02503 14914 - v. Celoria, 26

**Mail:** renata.zippel@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu BIO/10 (6 cfu)

### Programma

La cellula come unità fondamentale dei processi chimici negli organismi viventi. Ruolo dell'acqua nei processi biologici. Proteine: Livelli di organizzazione strutturale delle proteine. Fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria delle proteine. Esempi di strutture proteiche: mioglobina, emoglobina. Enzimi: Classificazione degli enzimi e funzione. Cinetica enzimatica, Inibizione enzimatica. Esempi di meccanismi di catalisi enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: allosteria e modificazioni covalenti. Membrane biologiche: struttura e funzione della membrana. Cenni sul trasporto di membrana. Metabolismo Aspetti generali: ATP e composti ad alto potenziale di trasferimento di gruppo. Metabolismo dei carboidrati: Glicolisi e fermentazione alcolica. Gluconeogenesi Sintesi e degradazione del glicogeno Regolazione coordinata della glicolisi e gluconeogenesi. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato, ciclo dell'acido citrico Catena respiratoria: trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa. Acidi nucleici: Struttura del DNA e livelli di organizzazione, stabilità della struttura. I diversi tipi di RNA. Flusso dell'informazione: Processi di replicazione del DNA. Processi di trascrizione: sintesi dell'RNA messaggero. Sintesi delle proteine. il codice genetico; ribosomi, il processo di traduzione: formazione degli amminoacil tRNA, reazione di inizio, di allungamento e terminazione della traduzione.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità d'esame: scritto

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità d'erogazione: tradizionale

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

---





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

## **CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI**

### **Premessa**

Il Corso di laurea in Chimica Industriale sviluppa un percorso formativo in grado di fornire agli studenti un'adeguata conoscenza dei diversi settori della chimica, negli aspetti di base e in quelli applicativi di interesse industriale, e di formarli a svolgere compiti di sviluppo di prodotti e di processi, con il passaggio dalla scala di laboratorio a quella industriale.

Questo corso di studi si propone di formare un laureato che possieda le abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali, anche concorrendo ad attività in ambito industriale, nei laboratori di ricerca, di controllo di impianti; nei settori della sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali, dell'ambiente e dell'energia; in enti pubblici nei settori chimici e affini, applicando con autonomia le metodiche disciplinari di indagine acquisite.

Si propone inoltre di fornire gli strumenti culturali per ricercare, sviluppare e produrre per la società in ambito chimico nei settori della salute, dell'alimentazione, della cosmesi, dell'ambiente, dell'energia, delle comunicazioni, dell'arredamento, dell'automobile.

Il laureato potrà fornire pareri in materia di chimica pura e applicata e svolgere ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di chimico-junior.

### **Obiettivi formativi generali e specifici**

E' obiettivo specifico del corso di laurea in Chimica Industriale mettere in grado lo studente sia di proseguire con studi superiori sia di inserirsi immediatamente in un'attività professionale. Il corso permette di acquisire un'adeguata conoscenza di base, non solo teorica ma anche sperimentale e applicativa, nei principali settori della chimica, e di fornire un'adeguata preparazione nelle discipline matematiche, e fisiche.

Inoltre garantirà di realizzare i seguenti obiettivi formativi:

- un'adeguata conoscenza, in relazione agli obiettivi specifici del Corso di Laurea, degli strumenti per l'approfondimento di tematiche applicative, quale la connessione prodotto-processo
- conoscenze adeguate per valutare i diversi aspetti teorici e pratici per la produzione di prodotti chimici dalla scala di laboratorio a quella industriale, nel rispetto dell'ambiente.
- una buona conoscenza delle metodiche sperimentali in campo chimico ed industriale
- strumenti adeguati per inquadrare le conoscenze di chimica e di chimica industriale in relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche
- approfondite conoscenze di base di carattere chimico-industriale, utili per l'inserimento in attività lavorative che richiedono capacità di applicazione di metodi e di tecniche scientifiche moderne

Le competenze acquisite permettono al laureato di svolgere attività adeguate negli specifici ambiti professionali, di interagire con le professionalità culturalmente contigue e di continuare gli studi nei corsi di Laurea Magistrale.

### **Abilità e competenze acquisite**

- Conoscenze della scienza e tecnologia chimica nei settori della chimica e della chimica industriale con particolare riferimento alla chimica generale ed inorganica, chimica analitica, chimica fisica, chimica organica e chimica industriale ed inoltre a biochimica, fondamenti di matematica, calcolo numerico e fisica.
- Capacità di raccogliere, analizzare ed elaborare i dati ottenuti in laboratorio, con particolare riferimento a: calcoli stechiometrici, calcoli di bilancio energetico e dimensionamento di apparecchiature chimiche, determinazioni di costanti di equilibrio, di costanti cinetiche e di ordini di reazione.
- Capacità di eseguire procedure sperimentali e di compilare relazioni al riguardo con riferimento a: sintesi e caratterizzazione di composti, tecniche e metodologie chimico-fisico (calorimetria, elettrochimica), riconoscimento delle proprietà molecolari e strutturali di prodotti e materiali, utilizzo in sicurezza e smaltimento delle sostanze chimiche, correlazione proprietà- struttura di prodotti e materiali.
- Acquisizione di consapevole autonomia di giudizio con riferimento a: valutazione e interpretazione di dati sperimentali di laboratorio, progettazione, programmazione e conduzione di esperimenti, formulazione e proposta di soluzione di problemi analitici, collocazione delle conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline, reperimento e vaglio di fonti di informazione, dati e letteratura chimica.

I laureati del corso di Chimica Industriale dovranno essere in grado di comunicare gli esiti delle proprie analisi e valutazioni in modo chiaro ed efficace, utilizzando la lingua più diffusa nei contesti lavorativi internazionali di riferimento (inglese) e avvalendosi, con padronanza dei moderni strumenti informatici per l'analisi e la presentazione di dati.

Con particolare riferimento a: sistemi di elaborazione di testi per la preparazione dell'elaborato finale e delle relazioni dei corsi di laboratorio; presentazione dei dati analitici utilizzando moderne tecniche di presentazione multimediale. Capacità di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia.

Il corso di laurea si propone di favorire lo sviluppo di capacità di ulteriore apprendimento da parte dei propri studenti, nonché l'acquisizione di abilità e competenze metodologiche e teoriche che consentano ai propri laureati di intraprendere la prosecuzione degli studi nell'ambito delle lauree magistrali.

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

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

I laureati saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali, anche concorrendo ad attività quali quelle della progettazione e sintesi di nuovi prodotti industriali per gli usi più svariati e successivamente di seguirne la realizzazione nelle aziende; di concorrere al collaudo e al controllo di impianti chimici di produzione, nonché di impianti di depurazione e disinquinamento, garantendone la sicurezza.

Il chimico industriale può trovare impiego presso aziende chimiche e petrolchimiche, chimico-farmaceutiche, metalmeccaniche, di materie plastiche, coloranti, detersivi, adesivi, o operanti in campo ambientale. In ambito pubblico, i laureati in Chimica Industriale possono lavorare presso uffici tecnici ed ecologici di enti locali, nei laboratori delle dogane, in quelli provinciali di igiene e profilassi e di analisi o in servizi di prevenzione degli infortuni sul lavoro (D.L. 626/94). Inoltre in particolare i laureati saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali e relative funzioni nei seguenti ambiti occupazionali:

#### *Ricerca e Sviluppo Prodotti, Processi:*

- il laureato effettua prove di laboratorio per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e formulazioni ed il miglioramento di quelli esistenti;
- verifica che prodotti, processi e formulazioni rispettino le normative vigenti e gli standard di sicurezza;

#### *Gestione e Funzionamento Impianti di Produzione*

- il laureato segue il funzionamento degli impianti nel rispetto della sicurezza e dell'ambiente, secondo il piano di produzione e in funzione dei fabbisogni del mercato;
- garantisce le forniture ai clienti in termini di qualità, rispetto delle specifiche e sicurezza;
- collabora nello studio di soluzioni per il miglioramento continuo dell'affidabilità e dell'efficienza energetica dell'impianto e si occupa di tutto ciò che è necessario per la loro sicurezza.

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

### **Lauree Magistrali a cui si può accedere**

La Laurea in Chimica Industriale consentirà l'accesso alla nuova Laurea Magistrale della classe LM-71 di Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale.

Questa Laurea consentirà inoltre l'accesso, secondo le norme previste dal Regolamento didattico, alla Laurea Magistrale della classe LM-54 di Scienze Chimiche.

### **Struttura del corso**

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

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

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

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

### **Tipo percorso**

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

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

### **N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in Italia**



## ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

<b>1° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
1 semestre	Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica (tot. cfu: 12)	Chimica generale e inorganica	7	CHIM/03	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Laboratorio di chimica generale e inorganica	5	CHIM/03	80 ore Laboratori
1 semestre	Istituzioni di matematica		9	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	56 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
2 semestre	Chimica analitica/Laboratorio di chimica analitica (tot. cfu: 12)	Chimica analitica	7	CHIM/01	56 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica analitica	5	CHIM/01	80 ore Laboratori
2 semestre	Chimica organica I		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Complementi di matematica e calcolo numerico (F6X)		6	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	36 ore Lezioni, 24 ore Esercitazioni
2 semestre	Fisica generale		9	FIS/05, FIS/03, FIS/07, FIS/01, FIS/04, FIS/02, FIS/06, FIS/08	64 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Prova di lingua inglese		3	L-LIN/12	24 ore Lezioni
		Totale CFU obbligatori	58		

<b>2° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
	Chimica fisica I		6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
1 semestre	Chimica biologica		6	BIO/10	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica fisica II (tot. cfu: 6)	Struttura della materia	3	CHIM/02	24 ore Lezioni
		Elettrochimica	3	CHIM/02	24 ore Lezioni
1 semestre	Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica (tot. cfu: 12)	Chimica inorganica	8	CHIM/03	64 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica inorganica	4	CHIM/03	64 ore Laboratori
1 semestre	Chimica organica II		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
1 semestre	Laboratorio di chimica organica (tot. cfu: 10)	Laboratorio di chimica organica A	5	CHIM/06	16 ore Esercitazioni, 64 ore Laboratori
		Laboratorio di chimica organica B	5	CHIM/06	16 ore Esercitazioni, 64 ore Laboratori
2 semestre	Laboratorio di chimica fisica		6	CHIM/02	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
		Totale CFU obbligatori	53		

<b>3° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2011/12) Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
	Applicazioni di chimica analitica strumentale (tot. cfu: 12)	Chimica analitica strumentale	6	CHIM/01	
		Laboratorio di chimica analitica strumentale	3	CHIM/01	
		Applicazioni NMR	3	CHIM/01	
	Chimica fisica industriale		6	CHIM/02	
	Chimica industriale con laboratorio (tot. cfu: 12)	Chimica industriale inorganica	6	CHIM/04	
		Chimica industriale organica	6	CHIM/04	
	Impianti chimici con laboratorio (tot. cfu: 12)	Impianti chimici	6	ING-IND/25	
		Laboratorio di impianti chimici	6	ING-IND/25	
	Tirocinio		12		
		Totale CFU obbligatori	54		

<b>Altre attività a scelta</b>					
<b>Nel secondo e terzo anno di corso lo studente deve acquisire 12 CFU scegliendo liberamente tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo, purché culturalmente coerenti con il suo percorso formativo e non sovrapponibili, nei contenuti, agli insegnamenti fondamentali ed opzionali già utilizzati nel piano degli studi. Rientrano pertanto nella scelta tutti gli insegnamenti attivati dal CCD di Scienze e tecnologie chimiche che rispondano a tali criteri ed, in particolare, gli insegnamenti della tabella sotto riportata.</b>					
	Banche dati ed elementi di chemoinformatica <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06	
	Chimica analitica (applicata ai beni culturali) <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/01	
	Chimica quantistica <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
	Chimica supramolecolare <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06, CHIM/03	
	Materie plastiche e ambiente <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/04	
	Processi catalitici <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
	Sintesi e applicazioni di materiali inorganici <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/03	
	Sintesi e tecniche speciali organiche <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06	
	Tecnologie elettrochimiche <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
2 semestre	Chimica dei composti eterociclici		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica delle sostanze organiche naturali		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica inorganica avanzata		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Introduzione alle nanotecnologie (tot. cfu: 6)	I modulo	3	CHIM/03	24 ore Lezioni
		II modulo	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
2 semestre	Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Modellistica molecolare		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Spettroscopia e fotochimica applicate		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Tecnologie dei materiali metallici		6	ING-IND/21	48 ore Lezioni

<b>Attività conclusive</b>					
	Prova finale		3		
		Totale CFU obbligatori	3		

### **PROPEDEUTICITA'**

- L'esame di "Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica" deve essere sostenuto prima degli esami del 2° anno.
- L'esame di "Chimica organica I" deve essere sostenuto prima di quello di "Laboratorio di chimica organica".
- Gli esami di "Chimica fisica I" e "Laboratorio di chimica fisica" devono essere sostenuti prima di quello di "Chimica fisica industriale"
- Gli esami indicati come I corso devono essere sostenuti prima dei corrispondenti esami indicati come II corso.

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

### **PROPEDEUTICITA'**

- L'esame di "Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica" deve essere sostenuto prima degli esami del 2° anno.
- L'esame di "Chimica organica I" deve essere sostenuto prima di quello di "Laboratorio di chimica organica".
- Gli esami di "Chimica fisica I" e "Laboratorio di chimica fisica" devono essere sostenuti prima di quello di "Chimica fisica industriale"
- Gli esami indicati come I corso devono essere sostenuti prima dei corrispondenti esami indicati come II corso.

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



**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**



## Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F6X; moduli: Chimica generale e inorganica , Laboratorio di chimica generale e inorganica totale cfu 12

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. PIZZOTTI MADDALENA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14363 - v. Venezian, 21

**Mail:** maddalena.pizzotti@unimi.it

**Prof. CARIATI ELENA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14314 - v. Venezian, 21 02503 14374 - v. Venezian, 21 02503 14399 - v. Venezian, 21

**Mail:** elena.cariati@unimi.it

**Prof. DRAGONETTI CLAUDIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Mail:** claudia.dragonetti@unimi.it

### L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

Chimica generale e inorganica

Laboratorio di chimica generale e inorganica

12 cfu CHIM/03 (12 cfu)

7 cfu CHIM/03 (7 cfu)

5 cfu CHIM/03 (5 cfu)

### Obiettivi

Apprendimento dei fondamenti di Chimica Generale: Struttura atomica, Legame Chimico, Stati della Materia, Termodinamica, Cinetica, Equilibrio Chimico, Radiochimica e introduzione alla chimica degli elementi. Acquisizione dei principi del calcolo stechiometrico per la risoluzione dei problemi applicativi di Chimica Generale. Primi rudimenti delle tecniche di Laboratorio.

### Materiale di riferimento

- L.Malatesta-S.Cenini Principi di Chimica Generale con Esercizi, Editrice Ambrosiana Milano

- L.Malatesta - Compendio di Chimica Inorganica, Editrice Ambrosiana - Milano

- A. Clerici, S. Morrocchi, Esercitazioni di chimica, Edizioni Spiegel

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Chimica generale e inorganica

### Programma

Struttura atomica. Numeri quantici e orbitali atomici. Proprietà periodiche degli elementi. PI e AE. Il legame chimico. Legame ionico e covalente. Elettronegatività. Legame di idrogeno. Orbitali molecolari localizzati e delocalizzati. Orbitali ibridi. Legame metallico. Semiconduttori e isolanti. Formule di Lewis. Stato solido. Stato gassoso. Stato liquido. Colloidi. Legge di Raoult. Distillazione. Proprietà colligative. Fasi e diagrammi di stato. Termochimica. Calorimetria. Funzioni di stato. Principi della Termodinamica. Processi spontanei ed equilibrio chimico. Cinetica. I catalizzatori Acidi e basi. Prodotto ionico dell'acqua e pH. Elettrochimica. Potenziali di ossidoriduzione. Equazione di Nernst. Titolazioni potenziometriche. Elettrolisi e pile. Pile di pratico impiego. Cenni di Radiochimica. Chimica Inorganica. Sistematica dei principali elementi e dei loro composti più comuni. Alcune produzioni industriali.

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

## Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica

### Programma

Materia e misure. Il concetto di mole. Pes atomici e molecolari. Reazioni di precipitazione, acido-base, ossidazione-riduzione. Tipi di soluzione, unità di concentrazione. Leggi dello stato gassoso. Equilibrio chimico, costanti di equilibrio, effetto delle variazioni di concentrazione e temperatura. Equilibri ionici in soluzione acquosa, acidi e basi, idrolisi, soluzioni tampone, equilibri multipli. Equilibri di precipitazione.

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: obbligatoria

---

## Istituzioni di matematica

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F6X; totale cfu 9

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. ALESINA ALBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16126 - v. Saldini, 50

**Mail:** alberto.alesina@unimi.it

**Prof. MESSINA FRANCESCA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16164 - v. Saldini, 50

**Mail:** francesca.messina@unimi.it

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

#### Obiettivi

Fornire gli strumenti matematici di base per le applicazioni della matematica alle altre scienze (chimica in particolare)

#### Programma

I numeri: interi, razionali, reali; ordinamento. Richiami di trigonometria piana; numeri complessi e loro radici. Vettori e operazioni fra vettori; rette e piani nello spazio. Matrici e loro algebra, determinanti, inversa; autovalori e autovettori. Sistemi di equazioni lineari e metodo di Gauss.

Successioni e loro limiti, monotonia, confronti, forme di indecisione; il numero "e" di Nepero.

Funzioni di una variabile reale: limiti, continuità, asintoti; composta e inversa. Funzioni elementari e loro grafici: potenze e radicali, esponenziali e logaritmi, funzioni trigonometriche e loro inverse.

Calcolo differenziale in una variabile: derivate, massimi e minimi, convessità, studi di funzione; formula di Taylor. Calcolo integrale in una variabile: integrale definito, primitive ( per decomposizione, sostituzione e per parti), relazioni fra integrale definito e primitive. Applicazioni fisiche e geometriche; integrali impropri.

Funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente, Hessiano; ottimizzazione in due variabili.

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.

#### Materiale di riferimento

- C. Pagani e S. Salsa: MATEMATICA. Ed. Zanichelli.

- Materiale didattico on-line relativo al progetto MATASS (Matematica assistita): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Materiale didattico on-line relativo al progetto MINIMAT (Matematica di base): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Modalità di esame: Scritto e orale

#### Propedeuticità consigliate

Aver superato il test di autovalutazione in matematica di base

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

#### Pagine web

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

---

## Chimica analitica/Laboratorio di chimica analitica

### Per i Corsi di laurea:

- F6X; moduli: Chimica analitica , Laboratorio di chimica analitica totale cfu 12

#### Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. MUSSINI PATRIZIA ROMANA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

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

**Mail:** patrizia.mussini@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Chimica analitica

Laboratorio di chimica analitica

12 cfu CHIM/01 (12 cfu)

7 cfu CHIM/01 (7 cfu)

5 cfu CHIM/01 (5 cfu)

#### Obiettivi

Fondamenti di Chimica Analitica; interpretazione di equilibri acido/base, di precipitazione, di complessazione e redox in soluzioni acquose, e sua applicazione all'analisi volumetrica; elettroanalisi: conduttimetria, potenziometria, voltammetria, amperometria.

#### Materiale di riferimento

Testi

raccomandati:

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

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

#### Prerequisiti e modalità d'esame

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

Modalità di esame: Scritto

#### Propedeuticità consigliate

Chimica generale e inorganica con Laboratorio

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Pagine web**<http://users.unimi.it/ECEA/>**Modulo: Chimica analitica****Programma**

Parte 1 Concetti propedeutici. La Chimica Analitica: definizione, storia, rilevanza. Metodi analitici. Campionamenti. Elementi di teoria degli errori applicata alla chimica analitica. Elementi di termodinamica delle soluzioni: scale di concentrazione, forza ionica, attività, coefficienti di attività. Elementi di termodinamica elettrochimica: sistemi elettrochimici, legge di Nernst, pile ed elettrodi ionoreversibili, scala dei potenziali elettrochimici.

Parte 2 Equilibri in soluzione acquosa e loro applicazione all'analisi volumetrica. I metodi di titolazione: definizioni, classificazione, standard. Titolazioni acido/base, per precipitazione, per complessazione, redox: descrizione matematica esatta ed approssimata dei corrispondenti equilibri (Metodo di De Levie) e diagrammi di titolazione, e casistica sperimentale.

Parte 3 Elettroanalisi. Conduttimetria: trasporto elettrico in soluzione; conduttimetro e cella conduttime-trica; titolazioni conduttimetriche. Potenzimetria: attività di singoli ioni; potenziali interliquidi; ponti salini ed elettrodi di riferimento; potenziali di membrana ed elettrodi ionoselettivi (ISE); equazione operativa del  $\text{pI}$ onometria; parametri che descrivono le prestazioni degli ISE; il mVmetro/pH-metro; titolazioni potenziometriche; misura di pH in solventi non acquosi; potenziale redox, indice rH; durezza delle acque. Voltammetria: elementi di cinetica elettrochimica; relazioni potenziale/corrente per casi semplici; segnali stazionario e non, reversibilità, adsorbimenti, correnti faradiche e capacitive; strumentazione; voltammetria ciclica; polarografia; tecniche pulstate; discussione di voltammogrammi complessi relativi a numerosi casi reali. Amperometria: metodo di Karl Fischer per la determinazione di acqua in tracce.

**Materiale di riferimento**

Testi

raccomandati:

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole;  
- Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co

**Altre informazioni**

Modalità di erogazione: Tradizionale di frequenza: Fortemente consigliata

**Modulo: Laboratorio di chimica analitica****Programma**

Lezioni Norme di sicurezza, good laboratory practice, illustrazione delle metodiche di laboratorio.

Esercizi numerici Calcoli relativi alla preparazione di soluzioni e a titolazioni (con trattamento statistico dei dati); simulazione di equilibri e titolazioni con foglio elettronico.

Esperimenti di laboratorio:

1. Analisi volumetrica con indicatori colorimetrici: preparazione di soluzioni standard, titolazioni acido/base, titolazioni con formazione di complessi; titolazioni per precipitazione; titolazioni per ossidoriduzione.

2. Elettroanalisi: Conduttimetria: taratura del conduttimetro, misure dirette di conducibilità specifica, titolazioni conduttimetriche. Potenzimetria: costruzione di un elettrodo ionoselettivo, sua taratura e suo uso per determinazione diretta di  $\text{pI}$ one; standard e misure dirette di pH; titolazioni potenziometriche acido/base, per precipitazione, per complessazione e redox. Analisi di un campione di acqua minerale commerciale.

**Altre informazioni**

Modalità di erogazione: Tradizionale di frequenza: Obbligatoria

**Chimica organica I****Per i Corsi di laurea:**

- F6X; totale cfu 7

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. COZZI FRANCO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14170 - v. Venezian, 21

**Mail:** franco.cozzi@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

**Programma**

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

Le esercitazioni in aula servono allo studente per verificare se è in grado di affrontare e risolvere autonomamente semplici problemi di chimica organica e di analisi retrosintetica di molecole relativamente complesse.

**Materiale di riferimento**

- Brown, Foote, Iverson: Chimica Organica III Ed., EdiSES srl, Napoli.
- Brown, Foote, Iverson: Organic Chemistry IV Ed., Thomson Learning, Inc., Glendale, CA, USA.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Corso di base di Chimica Generale ed Inorganica  
Introductory course to General and Inorganic Chemistry

Modalità di esame: Scritto e orale

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione:

Tradizionale

**Complementi di matematica e calcolo numerico (F6X)**

**Per i Corsi di laurea:**

- F4X , F6X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. VERDI CLAUDIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16184 - v. Saldini, 50

**Telefono:** 16184

**Mail:** claudio.verdi@unimi.it

**Prof. BRESSAN NICOLETTA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16138 - v. Saldini, 50

**Mail:** nicoletta.bressan@unimi.it

**Prof. FIERRO FRANCESCA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16179 - v. Saldini, 50

**Mail:** francesca.fierro@unimi.it

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

**Obiettivi**

Introduzione alla risoluzione numerica di semplici modelli matematici utilizzando il linguaggio Matlab.

**Programma**

Introduzione. Rappresentazione in floating-point dei numeri reali, errori di arrotondamento. Condizionamento di problemi e algoritmi. Sistemi lineari. Condizionamento di un sistema lineare. Metodi diretti (eliminazione di Gauss, pivoting, fattorizzazione A=LU). Metodi iterativi (Jacobi e Gauss-Seidel), condizioni di convergenza, test d'arresto. Approssimazione polinomiale di funzioni e dati. Interpolazione polinomiale (rappresentazione di Lagrange e alle Differenze Divise), errore di interpolazione. Funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati (regressione lineare). Equazioni non lineari. Metodi di bisezione, di Newton, delle secanti, punto fisso. Teoria dei metodi iterativi (condizioni di convergenza, ordine e velocità di convergenza, test d'arresto). Integrazione numerica. Formule di Newton-Côtes chiuse e aperte (punto medio, trapezi, Simpson). Analisi dell'errore e formule composite. Formule adattive (cenni). Equazioni differenziali ordinarie. Generalità sul teorema di Cauchy di esistenza e unicità. Metodi a un passo (Eulero esplicito, Eulero implicito, Crank-Nicolson, Heun). Consistenza ed errore locale di troncamento, ordine di convergenza. Valutazione dell'errore globale e adattività. Assoluta stabilità. Metodi Runge-Kutta. Metodi a più passi (cenni ai metodi di Adams-Bashforth e di Adams-Moulton, metodi Predictor-Corrector).

**Materiale di riferimento**

- A.Quarteroni, F.Saleri, Introduzione al Calcolo Scientifico, Springer, Milano, 2006
- G.Naldi, L.Pareschi, G.Russo, Introduzione al Calcolo Scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab. Mc Graw-Hill, 2001

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

L'esame del corso prevede una prova Matlab in laboratorio seguita da una prova di esercizi

**Propedeuticità consigliate**

Istituzioni di Matematica

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Pagine web**

<http://newrobin.mat.unimi.it/users/bressan>

**Fisica generale**

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F6X; totale cfu 9

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. LODATO GIUSEPPE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI FISICA

**Mail:** giuseppe.lodato@unimi.it

**Prof. PUDDU GIOVANNI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIP. FISICA - SEZIONE FISICA TEORICA

**Indirizzo:** 02503 17262 - v. Celoria, 16

**Mail:** giovanni.puddu@unimi.it

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

### Obiettivi

Scopo del Corso è fornire le nozioni di base della Fisica per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni osservabili a livello macroscopico e microscopico. Il percorso didattico segue la linea classica: Meccanica, Termodinamica, Elettromagnetismo e Ottica.

### Programma

#### Meccanica

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

#### Termodinamica

1. Trasformazioni in un sistema termodinamico: il primo principio della Termodinamica.
2. Applicazioni del primo principio della termodinamica ai gas perfetti.
3. Macchine termiche. L'entropia e il secondo principio della Termodinamica.
4. Cenni di teoria cinetica dei gas.

#### Elettromagnetismo

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

### Materiale di riferimento

- Jewett-Serway – "Principi di fisica – Volume I", 4° edizione. Edises
- Jewett-Serway – "Guida allo studio e alla soluzione dei problemi da Principi di Fisica", Edises.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

### Propedeuticità consigliate

Matematica

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica fisica I

### Per i Corsi di laurea:

- F6X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. CARNITI PAOLO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14261 - v. Golgi, 19  
**Mail:** paolo.carniti@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

**Obiettivi**

Comprensione degli aspetti teorici e pratici della Termodinamica Chimica.

**Programma**

Primo, secondo e terzo principio della Termodinamica. Lavoro, energia interna, calore, entropia. Entalpia, energie libere di Helmholtz e di Gibbs. Potenziale chimico.  
Termodinamica dei gas. Gas perfetto e miscele gassose perfette. Gas reali: equazioni di stato. Fugacità per gas reali e miscele gassose reali. Reazioni chimiche. Termochimica. Entalpia di reazione. Misure calorimetriche.  
Equilibrio di reazione. Costante di equilibrio per reazioni in fase gassosa e sua dipendenza dalla temperatura. Reazioni simultanee e indipendenti.  
Regola delle fasi. Diagrammi di stato. Equilibri di fase in sistemi a un solo componente. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore.  
Termodinamica delle soluzioni. Equazione di Gibbs-Duhem. Soluzioni ideali. Leggi di Raoult e di Henry. Proprietà colligative per soluzioni ideali. Soluzioni non ideali. Convenzioni per i coefficienti di attività. Equilibrio di reazione in soluzione. Determinazione dei coefficienti di attività. Funzioni di eccesso per soluzioni non ideali.  
Soluzione numerica di problemi di Termodinamica.

**Materiale di riferimento**

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

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Corsi di Matematica

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica biologica

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F6X; totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. COZZI FRANCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14170 - v. Venezian, 21  
**Mail:** franco.cozzi@unimi.it

**Prof. NARDINI MARCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMOLECOLARI E BIOTECNOLOGIE

**Indirizzo:** 02503 14894 - v. Celoria, 26 02503 14898 - v. Celoria, 26  
**Mail:** marco.nardini@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu BIO/10 (6 cfu)

**Obiettivi**

Corso introduttivo alla Chimica Biologica

**Programma**

Il corso si propone di fornire allo studente tutte le conoscenze necessarie per impadronirsi delle basi della chimica biologica, con particolare riguardo alla comprensione ed allo studio dei processi biologici negli organismi viventi.

Il contenuto del corso e' il seguente:

Struttura, proprietà e reattività dei carboidrati (mono-, di- e polisaccaridi).

Acidi nucleici: nucleobasi, nucleosidi, nucleotidi; accoppiamento tra le basi, struttura del DNA.

La chimica degli amminoacidi, con particolare accento su struttura, proprietà acido/base, reattività, ed utilizzo nella sintesi chimica dei peptidi (gruppi protettivi, sintesi in soluzione ed in fase solida).

Proteine: livelli di organizzazione strutturale, fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria.

Proteine trasportatrici di ossigeno: mioglobina ed emoglobina.

Enzimi: principi della catalisi enzimatica; cofattori e coenzimi; saggi di attività enzimatica; equazione di Michaelis-Menten; regolazione dell'attività enzimatica.

Metabolismo: aspetti generali; l'ATP ed i composti ad alto contenuto di energia. Glicolisi e fermentazione. Gluconeogenesi. Sintesi e degradazione del glicogeno. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato, il ciclo dell'acido citrico, il trasporto degli elettroni e la fosforilazione ossidativa.

**Materiale di riferimento**

Nelson and Cox Introduzione alla biochimica di Lehninger, Terza edizione Zanichelli

**Prerequisiti e modalità d'esame**

---

Modalità di esame: Scritto

**Propedeuticità consigliate**

Corsi di base di Chimica Generale ed Inorganica e di Chimica Organica

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica fisica II

### Per i Corsi di laurea:

- F6X; moduli: Elettrochimica , Struttura della materia totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. ORTOLEVA EMANUELE GIOVANNI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14286 - v. Golgi, 19

**Mail:** emanuele.ortoleva@unimi.it

**Prof. RONDININI SANDRA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14203 - v. Golgi, 19 02503 14217 - v. Golgi, 19

**Mail:** sandra.rondinini@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Struttura della materia

Elettrochimica

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

3 cfu CHIM/02 (3 cfu)

3 cfu CHIM/02 (3 cfu)

**Obiettivi**

Fondamenti di della Meccanica Quantistica e di Elettrochimica.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Struttura della materia

### Programma

Fondamenti della meccanica quantistica, funzione d'onda, interpretazione di Born, equazione di Schroedinger. principio di sovrapposizione, principio di indeterminazione, osservabili e operatori. Esempi di applicazione ad alcuni sistemi semplici.

Atomo d'idrogeno, gli atomi polielettronici. Approssimazione orbitale.

Molecole, separazione dei moti nucleari e elettronici. Molecola di idrogeno, molecole biatomiche. Teoria del legame di valenza. Teoria dell'orbitale molecolare.

Molecole poliatomiche. orbitali molecolari e simmetrie.

Interazione materia onde elettromagnetiche. Spettroscopie di emissione e di assorbimento

Spettroscopia rotazionale. Spettroscopia vibrazionale. Spettroscopia elettronica.

Dal microscopico al macroscopico: cenni di termodinamica statistica.

**Materiale di riferimento**

P.W.Atkins, J. De Paula, Atkins Physical Chemistry, 7th edition, Oxford University Press, 2002

**Propedeuticità consigliate**

Istituzioni di matematiche

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Elettrochimica

### Programma

Termodinamica delle soluzioni elettrolitiche. Equilibrio tra un metallo e soluzioni di un suo sale. Reazioni di scambio di materia e di carica.

Potenziale elettrochimico. Potenziale di elettrodo. Equilibrio chimico ed elettrochimico di reazione. Equazione di Nernst. Potenziali

Standard. Tipologie d'elettrodo e classificazione. Celle galvaniche. Reazioni chimiche di cella. Leggi di Faraday. Potenziale di cella.

Condizioni di non-equilibrio elettrochimico. Elettrolizzatori e Generatori di corrente (pile, batterie). Rendimenti energetici. Velocità di reazione.

**Materiale di riferimento**

Atkins & De Paula, Physical Chemistry, 8th Edition, Oxford University Press, 2006

**Prerequisiti e modalità d'esame**

---

Nessuno  
**Propedeuticità consigliate**  
 Nessuna

---

## Chimica inorganica/Laboratorio di chimica inorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F6X; moduli: Chimica inorganica , Laboratorio di chimica inorganica totale cfu 12

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. ROBERTO DOMINIQUE MARIE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14399 - v. Venezian, 21

**Mail:** dominique.roberto@unimi.it

**Prof. TESSORE FRANCESCA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Mail:** francesca.tessore@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	12 cfu	CHIM/03 (12 cfu)
Chimica inorganica	8 cfu	CHIM/03 (8 cfu)
Laboratorio di chimica inorganica	4 cfu	CHIM/03 (4 cfu)

### Obiettivi

Imparare i principi di base della chimica inorganica (La tabella periodica, la chimica degli elementi dei gruppi 1,2, 11-18 e dei lantanidi, solventi e soluzioni, acidi e basi, ossoacidi) e della chimica di coordinazione (concetti di base; preparazione e caratterizzazione di complessi di coordinazione).

### Materiale di riferimento

- F. A. Cotton, G. Wilkinson and P.L. Gaus "Basic Inorganic Chemistry" Ed. J. Wiley;
- Appunti del corso in dispense dattiloscritte.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Chimica generale ed inorganica  
 Modalità di esame: Scritto

### Propedeuticità consigliate

Chimica generale ed inorganica

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Chimica inorganica

### Programma

- 1) Correlazione tra struttura elettronica degli atomi secondo Slater, livelli elettronici e proprietà degli elementi. Caratteristiche periodiche. Elettro negatività e polarizzabilità. Energie di atomizzazione e forze di coesione. I solidi. Periodicità nella distribuzione e nella preparazione degli elementi. Aspetti generali dei processi metallurgici.
- 2) Caratteristiche dei solventi e correlazioni tra solubilità e energie reticolari dei solidi. Acidi e basi. Superacidi e superbasi in solventi non acquosi. Acidi e basi soft e hard. Ossoacidi.
- 3) La Tabella periodica. La chimica degli elementi dei gruppi 1,2, 11-18 e i lantanidi: Aspetti generali ed industriali.
- 4) Introduzione alla chimica di coordinazione: concetti di base, effetto trans, teoria del campo cristallino.

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

## Modulo: Laboratorio di chimica inorganica

### Programma

Preparazione, purificazione e caratterizzazione di composti di coordinazione di Cr, Mn, Fe, Co, Mo, Cu per imparare: (i) come effettuare semplici reazioni inorganiche o metallorganiche; (ii) come isolare e purificare dei composti di coordinazione, in particolare utilizzando la tecnica di cristallizzazione o di cromatografia; (iii) come caratterizzare i composti di coordinazione, in particolare attraverso la misura del punto di fusione, l'utilizzo delle spettroscopie infrarossa, UV-visibile e 1H NMR e della suscettività magnetica. Esercitazione in biblioteca: impostazione delle regole per la ricerca bibliografica. Esercitazioni scritte riguardanti la chimica di coordinazione e la chimica metallorganica: magnetismo degli ioni dei metalli di transizione (alto e basso spin); la regola dei 18 elettroni.

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

---

## Chimica organica II



### Per i Corsi di laurea:

- F6X; totale cfu 7

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. LICANDRO EMANUELA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14143 - v. Venezian, 21

**Mail:** emanuela.licandro@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

### Laboratorio di chimica organica

#### Per i Corsi di laurea:

- F6X; moduli: Laboratorio di chimica organica A, Laboratorio di chimica organica B totale cfu 10

Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. BENAGLIA MAURIZIO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14171 - v. Venezian, 21

**Mail:** maurizio.benaglia@unimi.it

**Prof. LAY LUIGI**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 0250314062

**Mail:** luigi.lay@unimi.it

**Prof. MORELLI CARLO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** carlo.morelli@unimi.it

**Prof. SELLO GUIDO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14107 - v. Venezian, 21

**Mail:** guido.sello@unimi.it

**Prof. SILVANI ALESSANDRA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14080 - v. Venezian, 21

**Mail:** alessandra.silvani@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

Laboratorio di chimica organica A

Laboratorio di chimica organica B

10 cfu CHIM/06 (10 cfu)

5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

#### Obiettivi

Il corso di laboratorio ha come obiettivo di insegnare agli studenti le operazioni fondamentali che vengano effettuate di routine in un laboratorio di chimica organica, con particolare attenzione alle norme di sicurezza. Si propone inoltre di insegnare le principali tecniche di separazione e purificazione di composti organici. Vengono infine proposti alcuni esempi di reazioni organiche, con caratterizzazione dei prodotti ottenuti mediante punto di fusione e spettroscopia IR.

### Modulo: Laboratorio di chimica organica A

#### Programma

1. Sicurezza e prevenzione nei laboratori chimici.
2. Principali tecniche di isolamento e purificazione di composti organici (separazioni estrattive, cristallizzazione, distillazione semplice e frazionata, cromatografia).
3. Introduzione alla spettroscopia IR.
4. Aspetti sperimentali delle reazioni basilari della chimica organica e valutazione della purezza dei prodotti ottenuti (mediante TLC e misura del punto di fusione).

#### Materiale di riferimento

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

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Concetti fondamentali della Chimica Organica; tecniche di base del laboratorio chimico.

Modalità di esame: Scritto e orale - L'esame consisterà in una prova pratica con eventuale orale.

#### Propedeuticità consigliate

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Modulo: Laboratorio di chimica organica B**

**Programma**

Reazioni organiche: trasformazioni di gruppi funzionali: una condensazione aldolica, una riduzione, un'ossidazione, un'idrolisi e una sintesi di un'ammina. Una sequenza sintetica a più passaggi volta alla sintesi di un composto aromatico. Sintesi di una molecola eterociclica aromatica. con caratterizzazione dei prodotti ottenuti mediante punto di fusione e spettroscopia IR. Infine la riduzione di un composto carbonilico incognito, la separazione di una miscela di composti incogniti e loro caratterizzazione mediante sintesi di derivati sono ulteriori argomenti di lavoro. La caratterizzazione dei prodotti avverrà mediante misurazione di punti di fusione, lastre TLC, spettroscopia IR e, nel caso, mediante polarimetria.

**Materiale di riferimento**

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

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

Esame pratico con eventuale esame orale, se necessario.

**Propedeuticità consigliate**

tecniche sperimentali di base insegnate al laboratorio di chimica generale.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Laboratorio di chimica fisica**

**Per i Corsi di laurea:**

- F6X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. GERVASINI ANTONELLA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14254 - v. Golgi, 19

**Mail:** antonella.gervasini@unimi.it

**Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14059 -

**Mail:** ilenia.rossetti@unimi.it

**Prof. TRASATTI STEFANO PIERPAOLO MARCELLO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14207 - v. Venezian, 21

**Mail:** stefano.trasatti@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

**Obiettivi**

Il corso fornisce gli aspetti teorici e pratici della cinetica chimica e per questo comprende sia lezioni in aula che esercitazioni di laboratorio. Gli argomenti trattati forniscono le basi della cinetica chimica per una corretta comprensione dello svolgimento delle reazioni in funzione dei parametri che ne governano la velocità, in particolare concentrazione dei reagenti, temperatura, e presenza di specie catalitiche.

**Programma**

Velocità di reazione. Equazione di velocità e costante di velocità. Ordine di reazione e molecolarità. Equazioni cinetiche integrate per gli ordini di reazione principali (ordine zero, primo ordine, secondo ordine e ordine ennesimo di reazione). Tempo di semitrasformazione. Determinazione dell'ordine di reazione. reazioni parallele. Reazioni opposte e di equilibrio. Reazioni consecutive e approssimazione dello stato stazionario.

Dipendenza della costante di velocità dalla temperatura. Equazione di Arrhenius. Equazione di Eyring e teoria dello stato di transizione. Reazioni catalizzate. Catalisi omogenea. Catalisi acido-base. Relazioni di Brønsted.

Esercizi numerici in aula informatica. Esperimenti pratici in laboratorio: reazioni isoterme e reazioni catalitiche omogenee in fase liquida, reazioni gas-solido svolte con incremento lineare della temperatura.

**Materiale di riferimento**

P. Atkins, J. De Paula, Elementi di Chimica Fisica, Zanichelli, 2007, Capitoli 10 e 11.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Conoscenze dei principali strumenti matematici (derivate ed integrali). Conoscenza della chimica inorganica, chimica organica e

chimica analitica di base e della chimica analitica strumentale.

Modalità di esame: Relazione scritta sul lavoro svolto nelle esercitazioni di laboratorio + Orale

Gli studenti possono accedere all'esame orale solo se la relazione sul lavoro svolto in laboratorio è stata giudicata positivamente.

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza:

Fortemente consigliate le lezioni in aula (3 CFU)

Obbligatorie le esercitazioni in laboratorio (3 CFU)

Modalità di erogazione:

Tradizionale

Altre informazioni

Il corso prevede due pomeriggi di esercitazioni numeriche in aula informatica.

Sono disponibili in rete le dispense del corso a tutti gli studenti UNIMI.

---

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

## **CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDI**

### **Premessa**

Il corso di laurea in Chimica Applicata ed Ambientale propone un cammino formativo volto a fornire una specifica preparazione di tipo professionalizzante che, pur garantendo un'adeguata conoscenza di base nei principali settori della chimica, punti all'acquisizione di solide competenze e capacità applicative immediatamente spendibili nel mondo del lavoro, con particolare riferimento a procedure tecniche di analisi chimiche e strumentali, finalizzate ad attività di monitoraggio e di controllo ambientale. Il corso è particolarmente orientato verso gli aspetti analitici e applicativi ed al contributo che la chimica può dare alla tutela dell'ambiente e della salute.

### **Obiettivi formativi generali e specifici**

E' obiettivo specifico del corso di laurea in Chimica Applicata ed Ambientale fornire una specifica preparazione di tipo professionalizzante che, pur garantendo un'adeguata conoscenza di base nei principali settori della chimica e nelle metodologie analitiche, punti a

- far acquisire competenze tecnico-operative in specifici settori applicativi quali laboratori di controllo qualità in industrie chimiche, laboratori di monitoraggio in campo ambientale ed alimentare
- fornire le basi e i concetti fondamentali indispensabili per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento ambientale e per la tutela dell'ambiente, insieme alle conoscenze ed alle implicazioni dell'impatto dell'inquinamento sulla catena alimentare e sulla salute umana in generale
- fornire competenza dei metodi di analisi chimica e microbiologica e dei sistemi di certificazione e accreditamento relativi al settore fornire competenza nei problemi di campionamento e analisi dei principali inquinanti

Il corso di laurea in Chimica Applicata ed Ambientale si differenzia dagli altri corsi della medesima classe in quanto prevede una didattica teorico-pratica che permette al laureato di inserirsi in quelle attività lavorative che richiedano competenze di tipo applicativo e la conoscenza di metodologie analitiche innovative.

Inoltre il lungo periodo dedicato al tirocinio finale, che deve essere di alto valore professionalizzante e da svolgersi preferibilmente presso imprese, amministrazioni pubbliche, enti pubblici o privati, garantisce il completo raggiungimento degli obiettivi formativi e quindi della capacità del laureato di inserirsi facilmente nel mondo del lavoro in quelle funzioni delle quali vi è oggi grande necessità, in campi nuovi di pertinenza sia del settore pubblico che privato.

### **Abilità e competenze acquisite**

- Conoscenze teoriche e sperimentali della chimica generale ed inorganica, chimica fisica, chimica organica e chimica ambientale con particolare attenzione alla chimica analitica, in tutti i suoi aspetti applicativi; conoscenza della normativa nell'ambito della sicurezza in campo chimico, ambientale, sanitario, alimentare; conoscenza approfondita del comportamento chimico delle diverse classi di sostanze su cui opera; conoscenza delle varie tipologie di inquinanti, della loro origine e della normativa sulle seguenti matrici: acqua, aria, terreni, alimenti e cosmetici; conoscenza dei fondamenti delle discipline matematiche e fisiche; conoscenza delle attuali tecnologie informatiche, relativamente al campo di studio.
- Capacità di individuare fonti di inquinamento ambientale nei comparti acqua, aria e suolo e di scegliere e utilizzare le tecniche analitiche più idonee per determinare e quantificare le diverse tipologie di inquinanti. Capacità di proporre corretti metodi di smaltimento di sostanze chimiche in conformità alla normativa vigente. Conoscenza delle tecniche di campionamento delle varie tipologie di inquinanti e di eseguirle su acqua, aria, terreni, alimenti e cosmetici. Consapevolezza ed autonomia di giudizio nell'interpretare dati sperimentali e analitici e metterli in relazione con altre discipline scientifiche e tecniche. Valutazione ed interpretazione autonoma, con precisione e rigore scientifico, dei dati riguardo alla sicurezza in campo chimico, ambientale, sanitario, alimentare.
- Capacità di reperire e vagliare fonti di informazione, dati, letteratura chimica.
- Acquisizione di adeguate competenze e strumenti per la comunicazione con riferimento a: sistemi di elaborazione di testi per la preparazione dell'elaborato finale e delle relazioni dei corsi di laboratorio; presentazione dei dati analitici utilizzando moderne tecniche di presentazione multimediale. Utilizzo in forma scritta ed orale, di almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano. Capacità di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.
- Capacità di apprendimento
- Acquisizione di adeguate capacità per lo sviluppo e l'aggiornamento delle competenze, con riferimento a: ricerche bibliografiche, banche dati e altre informazioni in rete
- Capacità di un pronto inserimento nel mondo del lavoro.

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

I laureati saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali nei laboratori di controllo-qualità, ricerca e sviluppo e di analisi di industrie chimiche, farmaceutiche, cosmetiche ed alimentari, in studi professionali, in aziende di raccolta, riciclo e trattamento dei rifiuti, discariche e amministrazioni pubbliche oltre che in laboratori di analisi chimico-

cliniche, fisiche, di analisi ambientali, ASL e nelle Agenzie Regionali di Protezione Ambientale (ARPA). Potranno lavorare in Enti e aziende pubbliche e/o private, che richiedono conoscenze di base nei settori della chimica, in qualità di dipendente o consulente libero professionista.

I laureati potranno svolgere attività adeguate agli specifici ambiti professionali come:

- lavorare in laboratori chimici di analisi e controllo qualità;
- lavorare in laboratori pubblici e/o privati di analisi e controllo ambientale;
- svolgere consulenze e pareri in materia di chimica applicata ed ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di Chimico junior;
- definire procedure di primo intervento e di contenimento di sostanze o miscele in caso di loro fuoriuscita accidentale nell'ambiente ed applicare, protocolli di bonifica di siti contaminati;
- condurre analisi chimiche e controlli di qualità che richiedono la padronanza di tecniche chimiche e strumentali ed elaborare relazioni relative ai risultati delle analisi;
- eseguire formulazioni o processi, controlli di qualità che richiedono la padronanza di tecniche chimiche e strumentali anche complesse.

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

### **Lauree Magistrali a cui si può accedere**

La Laurea in Chimica Applicata ed Ambientale consentirà l'accesso alle nuove Lauree Magistrali della classe LM-54 in Scienze Chimiche e della classe LM-71 di Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale secondo le norme previste dai rispettivi Regolamenti didattici.

### **Tipo percorso**

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

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

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

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

### **Articolazione degli insegnamenti**

Il corso di laurea in Chimica Applicata ed Ambientale si presenta strutturato nell'arco di tre anni ed si articola in un solo curriculum di tipo Professionalizzante.

Il corso prevede una didattica teorico-pratica rivolta a stimolare le capacità di tipo operativo che lo studente acquisisce sia nei corsi fondamentali sia in particolare nei corsi di laboratorio, con l'acquisizione del metodo sperimentale ed analitico a fronte di problemi concreti in campo chimico ed ambientale.

La didattica è organizzata per ciascun anno di corso in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 13 settimane ciascuno. La didattica è organizzata per ciascun anno di corso in due cicli coordinati, convenzionalmente chiamati semestri, della durata minima di 13 settimane ciascuno. Per alcuni corsi può essere prevista un'articolazione in due semestri successivi

### **N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in italia**

5

**ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI**

<b>1° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
1 semestre	Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica (tot. cfu: 12)	Chimica generale e inorganica	7	CHIM/03	56 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica generale e inorganica	5	CHIM/03	80 ore Laboratori
1 semestre	Istituzioni di matematica		9	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	56 ore Lezioni, 32 ore Esercitazioni
2 semestre	Chimica analitica/Laboratorio di chimica analitica (tot. cfu: 12)	Chimica analitica con laboratorio	6	CHIM/01	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
		Chimica elettroanalitica con laboratorio	6	CHIM/01	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica organica		7	CHIM/06	48 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Complementi di matematica e calcolo numerico (F6X)		6	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	36 ore Lezioni, 24 ore Esercitazioni
2 semestre	Fisica generale		9	FIS/05, FIS/03, FIS/07, FIS/01, FIS/04, FIS/02, FIS/06, FIS/08	64 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Prova di lingua inglese		3	L-LIN/12	24 ore Lezioni
		Totale CFU obbligatori	58		

<b>2° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
1 semestre	Chimica biologica		6	BIO/10	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica inorganica		6	CHIM/03	24 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni, 32 ore Laboratori
1 semestre	Complementi di chimica organica con laboratorio (tot. cfu: 11)	Complementi di chimica organica	5	CHIM/06	32 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Laboratorio di chimica organica	6	CHIM/06	96 ore Laboratori
1 semestre	Controllo qualità e certificazione		6	SECS-P/08	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica ambientale		6	CHIM/12	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica analitica strumentale/Laboratorio di chimica analitica strumentale (tot. cfu: 6)	Chimica analitica strumentale	3	CHIM/01	24 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica analitica strumentale	3	CHIM/01	8 ore Lezioni, 32 ore Laboratori
2 semestre	Chimica fisica I/Laboratorio di chimica fisica I (tot. cfu: 12)	Chimica fisica I	6	CHIM/02	48 ore Lezioni
		Laboratorio di chimica fisica I	6	CHIM/02	24 ore Lezioni, 48 ore Laboratori
		Totale CFU obbligatori	53		

<b>3° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2011/12) Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
	Applicazioni di chimica analitica strumentale		6	CHIM/01	
	Chimica fisica II (tot. cfu: 6)	Chimica fisica delle formulazioni	3	CHIM/02	
		Elettrochimica	3	CHIM/02	
	Controllo ambientale e legislazione		6	CHIM/12	
	Elementi di processi e impianti chimici		6	ING-IND/25	
	Metodologie per il recupero dell'ambiente		6	CHIM/12	
	Sicurezza in ambito chimico		3		
	Tirocinio		21		
		Totale CFU obbligatori	54		

**Altre attività a scelta**

**Nel secondo e terzo anno di corso lo studente deve acquisire 12 CFU scegliendo liberamente tra tutti gli insegnamenti**

**attivati dall'Ateneo, purché culturalmente coerenti con il suo percorso formativo e non sovrapponibili, nei contenuti, agli insegnamenti fondamentali ed opzionali già utilizzati nel piano degli studi. Rientrano pertanto nella scelta tutti gli insegnamenti attivati dal CCD di Scienze e tecnologie chimiche che rispondano a tali criteri ed, in particolare, gli insegnamenti della tabella sotto riportata.**

	Banche dati ed elementi di chemoinformatica <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06	
	Chimica analitica (applicata ai beni culturali) <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/01	
	Chimica quantistica <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
	Chimica supramolecolare <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06, CHIM/03	
	Materie plastiche e ambiente <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/04	
	Processi catalitici <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
	Sintesi e applicazioni di materiali inorganici <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/03	
	Sintesi e tecniche speciali organiche <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/06	
	Tecnologie elettrochimiche <i>non attivato per l'a.a. in corso</i>		6	CHIM/02	
2 semestre	Chimica dei composti eterociclici		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica delle sostanze organiche naturali		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica inorganica avanzata		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Introduzione alle nanotecnologie (tot. cfu: 6)	I modulo	3	CHIM/03	24 ore Lezioni
		II modulo	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
2 semestre	Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Modellistica molecolare		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Spettroscopia e fotochimica applicate		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Tecnologie dei materiali metallici		6	ING-IND/21	48 ore Lezioni

### **Attività conclusive**

	Prova finale		3		
		Totale CFU obbligatori	3		

### **PROPEDEUTICITA'**

- L'esame di "Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica" deve essere sostenuto prima degli esami del 2° anno.
- L'esame di "Chimica organica" deve essere sostenuto prima di quello di "Complementi di chimica organica con laboratorio".
- 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.



**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

## Chimica generale e inorganica/Laboratorio di chimica generale e inorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F4X; moduli: Chimica generale e inorganica , Laboratorio di chimica generale e inorganica totale cfu 12

**Prof. PORTA FRANCESCA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14361 - v. Venezian, 21

**Mail:** francesca.porta@unimi.it

**Prof. CERIOTTI ALESSANDRO UBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14409 - v. Venezian, 21

**Mail:** alessandro.ceriotti@unimi.it

**Prof. SANTAGOSTINI LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14416 - v. Venezian, 21

**Mail:** laura.santagostini@unimi.it

### L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

Chimica generale e inorganica

12 cfu CHIM/03 (12 cfu)

Laboratorio di chimica generale e inorganica

7 cfu CHIM/03 (7 cfu)

5 cfu CHIM/03 (5 cfu)

### Obiettivi

Introduzione ai fondamenti di chimica generale e chimica inorganica.

## Modulo: Chimica generale e inorganica

### Programma

Materia e misure. Atomi e particelle elementari. Elementi e tavola periodica degli elementi. Molecole. Relazioni di massa in chimica. Reazioni chimiche. Gas. Legame ionico e covalente. Strutture di Lewis e teoria VSEPR. Risonanza. Legame d'idrogeno. Geometrie molecolari. Orbitali ibridi. Fondamenti di termochimica e termodinamica. I solidi. Le proprietà dei liquidi, delle soluzioni e delle fasi. Elementi di cinetica chimica. Acidi e basi. Reazione di equilibrio ed energia libera. Chimica inorganica di alcuni elementi dei blocchi s e p.

### Materiale di riferimento

- P. Atkins, L. Jones, Principi di Chimica, Zanichelli, (2005);  
- W.L. Masterton-C.N. Hurley, Chimica, Principi e Reazioni, Piccin (2007)

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Metodi Didattici

lezioni frontali

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Durante lo svolgimento del corso vi sarà la possibilità di effettuare due prove scritte parziali sostitutive dell'esame orale finale.

### Pagine web

<http://www.ccdchim.unimi.it/it/corsiDiStudio/F4X/default/F4X-47/index.html>

## Modulo: Laboratorio di chimica generale e inorganica

### Programma

Obiettivi del corso: Il corso si propone di fornire agli studenti le basi del calcolo stechiometrico, esemplificando concetti illustrati nel corso parallelo di Chimica Generale. Una particolare attenzione verrà dedicata alla formulazione dei composti e ai rapporti ponderali e volumetrici nelle reazioni chimiche. Il corso ha inoltre come scopo quello di fornire un metodo per poter affrontare in maniera semplice problemi anche complessi riguardanti l'equilibrio chimico sia in fase gassosa che in soluzione. Per quanto riguarda la parte più propriamente di laboratorio, lo scopo è quello di fornire nozioni elementari sulle più comuni operazioni di laboratorio, sfruttando semplici sintesi di composti inorganici.

### Programma

Unità di massa atomica. Peso atomico, peso molecolare. Mole. Peso molare. Formula chimica. Calcolo della formula minima di un composto data la % in peso degli elementi e viceversa. Rapporti in moli, in peso e in volume nelle reazioni chimiche. Rapporto stechiometrico dei reagenti, agente limitante. Resa, conversione, selettività di una reazione. Calcolo del numero di ossidazione di un elemento in un composto. Bilanciamento delle reazioni chimiche acido-base e di ossido-riduzione. Concentrazione di un soluto in soluzione. Equivalenti nelle reazioni acido base e nelle reazioni di ossido-riduzione. Peso equivalente. Equazione di stato dei gas perfetti. Conversioni tra % in peso, % in volume, % in moli, % in pressione nelle miscele gassose ideali. Equilibri omogenei in fase gassosa.

Costanti di equilibrio. Equilibri eterogenei in fasi gas-solido. Equilibri ionici in soluzione acquosa. Elettroliti forti e deboli. pH e pOH. Acidi forti e basi forti, acidi deboli e basi deboli mono- e poli-protiche, tamponi, idrolisi di sali. Equilibri di solubilità. Effetto dello ione in comune. Formazione di precipitato per miscelamento di soluzioni. Equilibri simultanei di solubilità-acidità. Equilibri di complessazione. Equilibri simultanei di solubilità-complessazione e di complessazione-acidità. Titolazioni acidimetriche, di precipitazione, complessometriche e di ossido-riduzione. Punto di equivalenza e punto di fine titolazione. Indicatori. Elettrolisi. Leggi di Faraday. Equivalente elettrochimico. Tensione di decomposizione. Pile. Potenziali elettrodi di riduzione (standard, apparenti, formali). Equazione di Nernst. Calcolo della tensione attuale di un semielemento. Calcolo della forza elettromotrice di una pila. Ad integrazione delle esercitazioni numeriche in aula vengono effettuate quattro esercitazioni pratiche di laboratorio riguardanti la sintesi di composti inorganici e tre esercitazioni di analisi chimica qualitativa di semplici miscele di composti con metodo tradizionale per via umida.

**Materiale di riferimento**

- I. Bertini, C. Luchinat, F. Mani – Stechiometria, Casa Editrice Ambrosiana.  
- A. Ceriotti, F. Porta – Esercizi sull'equilibrio chimico, Ed. CUSL

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità esame: scritto

**Metodi Didattici**

laboratorio ed esercitazioni in aula

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: di frequenza: obbligatoria  
Modalità di erogazione: tradizionale

**Istituzioni di matematica****Per i Corsi di laurea:**

- F4X, F6X; totale cfu 9

**Periodo di erogazione 1° semestre**

**Prof. ALESINA ALBERTO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16126 - v. Saldini, 50

**Mail:** alberto.alesina@unimi.it

**Prof. MESSINA FRANCESCA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16164 - v. Saldini, 50

**Mail:** francesca.messina@unimi.it

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

**Obiettivi**

Fornire gli strumenti matematici di base per le applicazioni della matematica alle altre scienze (chimica in particolare)

**Programma**

I numeri: interi, razionali, reali; ordinamento. Richiami di trigonometria piana; numeri complessi e loro radici. Vettori e operazioni fra vettori; rette e piani nello spazio. Matrici e loro algebra, determinanti, inversa; autovalori e autovettori. Sistemi di equazioni lineari e metodo di Gauss.

Successioni e loro limiti, monotonia, confronti, forme di indecisione; il numero "e" di Nepero.

Funzioni di una variabile reale: limiti, continuità, asintoti; composta e inversa. Funzioni elementari e loro grafici: potenze e radicali, esponenziali e logaritmi, funzioni trigonometriche e loro inverse.

Calcolo differenziale in una variabile: derivate, massimi e minimi, convessità, studi di funzione; formula di Taylor.

Calcolo integrale in una variabile: integrale definito, primitive (per decomposizione, sostituzione e per parti), relazioni fra integrale definito e primitive. Applicazioni fisiche e geometriche; integrali impropri.

Funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente, Hessiano; ottimizzazione in due variabili.

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.

**Materiale di riferimento**

- C. Pagani e S. Salsa: MATEMATICA. Ed. Zanichelli.

- Materiale didattico on-line relativo al progetto MATASS (Matematica assistita): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Materiale didattico on-line relativo al progetto MINIMAT (Matematica di base): <http://ariel.ctu.unimi.it/corsi/>

Modalità di esame: Scritto e orale

**Propedeuticità consigliate**

Aver superato il test di autovalutazione in matematica di base

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Pagine web**

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

## Chimica analitica/Laboratorio di chimica analitica

### Per i Corsi di laurea:

- F4X; moduli: Chimica analitica con laboratorio , Chimica elettroanalitica con laboratorio totale cfu 12

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. FALCIOLA LUIGI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14057 - v. Venezian, 21  
**Mail:** luigi.falciola@unimi.it

**Prof. FERMO PAOLA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14425 - v. Venezian, 21  
**Mail:** paola.fermo@unimi.it

**Prof. GUGLIELMI VITTORIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14426 - v. Venezian, 21  
**Mail:** vittoria.guglielmi@unimi.it

**Prof. LONGHI MARIANGELA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14226 - v. Golgi, 19  
**Mail:** mariangela.longhi@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	12 cfu	CHIM/01 (12 cfu)
Chimica analitica con laboratorio	6 cfu	CHIM/01 (6 cfu)
Chimica elettroanalitica con laboratorio	6 cfu	CHIM/01 (6 cfu)

### Obiettivi

Acquisizione delle procedure e dei calcoli di base in Chimica Analitica; padronanza delle titolazioni colorimetriche (neutralizzazione, precipitazione, complessazione, redox). Acquisizione delle basi teoriche e dei concetti fondamentali e pratici delle tecniche elettroanalitiche di laboratorio.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Conoscenza dei calcoli stechiometrici di base  
 Modalità di esame: Scritto

### Propedeuticità consigliate

Chimica generale e inorganica con laboratorio

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata - Obbligatoria la frequenza al laboratorio  
 Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Chimica analitica con laboratorio

### Programma

Trattamento dei dati analitici: accuratezza, precisione, livelli di confidenza, parametro t, test t, test Q, limite di rilevabilità, limite di quantificazione, buone pratiche di laboratorio. Procedure di preparazione dei campioni. Metodi gravimetrici. Tecniche termoanalitiche (TGA, DTA, DSC). Analisi volumetrica con indicatori colorimetrici: preparazione di soluzioni standard, titolazioni acido-base, titolazioni di complessazione, titolazioni di precipitazione, titolazioni redox. Metodi volumetrici per l'analisi delle acque: metodo di Winkler, COD, BOD. Metodi cromatografici: GC, GC-MS, GC-MS, cromatografia liquida, HPLC, cromatografia ionica.

### Materiale di riferimento

- Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Brooks Cole.  
 - Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H. Freeman & Co.

### Pagine web

sito ARIEL

## Modulo: Chimica elettroanalitica con laboratorio

### Programma

Conduttimetria diretta ed indiretta. Potenziometria diretta ed indiretta: elettrodi di riferimento, elettrodi iono-reversibili e iono-selettivi (ISE), elettrodo a vetro per pH e pH-metria, membrane gas permeabili e sensori enzimatici, titolazioni potenziometriche. Amperometria: titolazioni amperometriche a 2 e 3 elettrodi, titolazioni di Karl Fischer, sensori amperometrici. Voltammetria: polarografia, voltammetria lineare e ciclica, tecniche voltammetriche pulsate, tecniche di stripping, tecniche a controllo convettivo, microelettrodi, microbilancia elettrochimica a cristallo di quarzo, polimeri conduttori, spettroelettrochimica. Entrambi i moduli sono arricchiti da numerose esperienze di laboratorio sperimentale.

### Materiale di riferimento

- F. Scholz, Electroanalytical Methods, Springer, Berlin-Heidelberg-New York.  
 - C.M.A. Brett and A.M.Oliveira Brett, Electroanalysis, Oxford Primers, Oxford

## Chimica organica

### Per i Corsi di laurea:

- F4X; totale cfu 7

**Prof. PASSARELLA DANIELE**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14081 - v. Venezian, 21

**Mail:** daniele.passarella@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

7 cfu CHIM/06 (7 cfu)

#### Obiettivi

Il corso si propone di fornire le basi del linguaggio della chimica organica e di descrivere le caratteristiche e reattività dei composti secondo la loro suddivisione in classi. Inoltre il corso introduce alla sintesi di composti organici attraverso analisi retro sintetica.

#### Programma

Il corso si propone di fornire le basi del linguaggio della chimica organica e di descrivere le caratteristiche e reattività dei composti secondo la loro suddivisione in classi. Inoltre il corso introduce alla sintesi di composti organici attraverso analisi retro sintetica.

Riepilogo dei concetti di legame chimico ed ibridazione atomica – Elettronegatività e polarizzazione delle legame - Struttura delle molecole organiche - Gruppi funzionali – Alcani e cicloalcani - Nomenclatura – Conformazioni – Alcheni - Dieni coniugati - Risonanza (accenno ai composti aromatici) - Alchini – Stereochimica - Alogenuri alchilici - Reazioni di sostituzione nucleofila e di eliminazione – Alcoli – Eteri – Tioli e solfuri – Radicali – Carbocationi e carbanioni - Composti carbonilici - Acidi carbossilici e derivati - Ammine - Reazioni di condensazione dei composti carbonilici.

Le esercitazioni (in aula) prevedono l'applicazioni dei concetti base a problematiche riguardanti vari aspetti della chimica organica con particolare attenzione alla sintesi attraverso l'analisi retrosintetica.

#### Materiale di riferimento

Testo di Chimica Organica confrontabile a: Chimica Organica - Vollhardt – Schore – Ed. Zanichelli

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Si richiedono come acquisite le nozioni fondamentali della chimica generale ed in particolare quelle relative all'equilibrio chimico.

Modalità di esame: Scritto e orale

#### Propedeuticità consigliate

Chimica generale

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

#### Pagine web

<http://dpassarellaco.ariel.ctu.unimi.it/v1/home/Default.aspx>

## Complementi di matematica e calcolo numerico

### Per i Corsi di laurea:

- F4X, F6X; totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. VERDI CLAUDIO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16184 - v. Saldini, 50

**Telefono:** 16184

**Mail:** claudio.verdi@unimi.it

**Prof. BRESSAN NICOLETTA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16138 - v. Saldini, 50

**Mail:** nicoletta.bressan@unimi.it

**Prof. FIERRO FRANCESCA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16179 - v. Saldini, 50

**Mail:** francesca.fierro@unimi.it

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

#### Obiettivi

Introduzione alla risoluzione numerica di semplici modelli matematici utilizzando il linguaggio Matlab.

#### Programma

Introduzione. Rappresentazione in floating-point dei numeri reali, errori di arrotondamento. Condizionamento di problemi e algoritmi. Sistemi lineari. Condizionamento di un sistema lineare. Metodi diretti (eliminazione di Gauss, pivoting, fattorizzazione A=LU). Metodi iterativi (Jacobi e Gauss-Seidel), condizioni di convergenza, test d'arresto. Approssimazione polinomiale di funzioni e dati. Interpolazione polinomiale (rappresentazione di Lagrange e alle Differenze Divise), errore di interpolazione. Funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati

(regressione lineare). Equazioni non lineari. Metodi di bisezione, di Newton, delle secanti, punto fisso. Teoria dei metodi iterativi (condizioni di convergenza, ordine e velocità di convergenza, test d'arresto). Integrazione numerica. Formule di Newton-Côtes chiuse e aperte (punto medio, trapezi, Simpson). Analisi dell'errore e formule composite. Formule adattive (cenni). Equazioni differenziali ordinarie. Generalità sul teorema di Cauchy di esistenza e unicità. Metodi a un passo (Eulero esplicito, Eulero implicito, Crank-Nicolson, Heun). Consistenza ed errore locale di troncamento, ordine di convergenza. Valutazione dell'errore globale e adattività. Assoluta stabilità. Metodi Runge-Kutta. Metodi a più passi (cenni ai metodi di Adams-Bashforth e di Adams-Moulton, metodi Predictor-Corrector).

**Materiale di riferimento**

- A.Quarteroni, F.Saleri, Introduzione al Calcolo Scientifico, Springer, Milano, 2006
- G.Naldi, L.Pareschi, G.Russo, Introduzione al Calcolo Scientifico. Metodi e applicazioni con Matlab. Mc Graw-Hill, 2001

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto  
L'esame del corso prevede una prova Matlab in laboratorio seguita da una prova di esercizi

**Propedeuticità consigliate**

Istituzioni di Matematica

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: di Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

**Pagine web**

<http://newrobin.mat.unimi.it/users/bressan>

## Fisica generale

Vedi l'omonimo programma del corso di laurea in Chimica Industriale

## Chimica inorganica

**Per i Corsi di laurea:**

- F4X; totale cfu 6

**Prof. GARLASCHELLI LUIGI**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14410 - v. Venezian, 21

**Mail:** luigi.garlaschelli@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

**Obiettivi**

Durante questo corso lo studente sarà posto più volte di fronte a differenti modelli in grado di interpretare uno stesso fatto fondamentale. Questo esercizio servirà a chiarire che ciò che deve essere assimilato non è tanto un dato modello quanto l'abitudine a cercare e soprattutto a scegliere una spiegazione: un processo che rappresenta un fondamentale strumento di lavoro e la cui utilità è tanto maggiore quanto più è effettuato in maniera critica. In particolare la continua enfasi sulla ricerca di una spiegazione dei fatti sperimentali non deve far credere che il concetto spiegato sia sempre quello giusto. Probabilmente molte conclusioni sono destinate a modificarsi via via che passa il tempo ed aumenta il livello di conoscenza. Per perseguire questi obiettivi e portare a contatto lo studente con la realtà della chimica inorganica il corso è integrato con delle esercitazioni in aula e con un corso di laboratorio la cui frequenza è obbligatoria.

**Programma**

Struttura atomica. Struttura delle molecole e legame chimico. Struttura di solidi semplici. Acidi e basi. Ossidazione e riduzione. Simmetria molecolare. Introduzione alla chimica di coordinazione. Caratterizzazione strutturale di composti inorganici. La chimica degli elementi e dei loro composti. Stato solido e chimica dei materiali. Nanomateriali, nanoscienze, e nanotecnologia. Catalisi.

**Materiale di riferimento**

- Chimica Inorganica. J.D. Lee, Edit Piccin.
- Materiale a uso degli studenti fornito dal docente.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Corso di Chimica Generale Inorganica.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Lezioni in aula fortemente consigliata - Laboratorio obbligatorio  
Modalità di erogazione: Tradizionale

**Pagine web**

[http://www.cima.unimi.it/persona.php?z=0&id\\_persona=17](http://www.cima.unimi.it/persona.php?z=0&id_persona=17)

## Complementi di chimica organica con laboratorio

## Per i Corsi di laurea:

- F4X; moduli: Complementi di chimica organica , Laboratorio di chimica organica totale cfu 11

**Prof. BENAGLIA MAURIZIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14171 - v. Venezian, 21  
**Mail:** maurizio.benaglia@unimi.it

**Prof. POTENZA DONATELLA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14085 - v. Venezian, 21  
**Mail:** donatella.potenza@unimi.it

**Prof. SILVANI ALESSANDRA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14080 - v. Venezian, 21  
**Mail:** alessandra.silvani@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	11 cfu	CHIM/06 (11 cfu)
Complementi di chimica organica	5 cfu	CHIM/06 (5 cfu)
Laboratorio di chimica organica	6 cfu	CHIM/06 (6 cfu)

### Obiettivi

Descrizione delle proprietà e della reattività di sistemi aromatici ed eteroaromatici. Sviluppo di un approccio più razionale alla sintesi organica attraverso l'analisi retrosintetica. Descrizione dei concetti di reazioni chemio-, regio- e stereoselettive. Uso di reazioni stereoselettive nella progettazione di una sintesi di molecole chirali.

## Modulo: Complementi di chimica organica

### Programma

Composti aromatici. Nomenclatura. Aromaticità del benzene; energia di risonanza. Idrocarburi aromatici policiclici. Regola di Hückel. Reattività dell'anello benzenico: sostituzione elettrofila aromatica. Effetti dei sostituenti: attivazione, disattivazione, effetto orientante. Alchilbenzeni. Fenoli. Benzenammine. Alogenobenzeni. Composti organometallici; Cenni sulla reattività del naftalene. Sostituzione nucleofila aromatica. Sostituzione via benzino. Composti aromatici eterociclici. Composti aromatici a cinque termini: furani, pirroli, tiofeni. Nomenclatura, sintesi, reattività. Indoli, piridine, chinoline: sintesi e reattività. Cicli a 5 termini con due eteroatomi; schema generale di sintesi; cicloaddizioni 1,3 dipolari. Sintesi di pirazoli, isossazoli e imidazoli. Reazioni pericicliche. Cicloaddizioni. Cicloaddizioni termiche e fotochimiche. Sintesi di Diels-Alder. Regioselettività e stereoselettività nella reazione di Diels-Alder. Cicloaddizioni 1,3 dipolari. Reazioni sigmatropiche. Reazioni elettrocicliche. Ossidazioni e riduzioni. Ossidazioni e riduzioni. Chemioselettività. Reazioni selettive, gruppi protettivi. Analisi retrosintetica. Disconnessioni. Sintoni. Interconversione di gruppi funzionali. Inversione di polarità. Sintesi stereoselettiva. Risoluzione di racemi. Il 'pool' chirale. Reagenti e catalizzatori chirali. Reazioni stereoselettive. Le esercitazioni riguardano l'applicazione dei concetti sopramenzionati alla risoluzione di diversi problemi relativi alla sintesi di molecole organiche polifunzionalizzate.

### Materiale di riferimento

Materiale di riferimento  
 Chimica Organica – Vollhardt – Schore – Ed. Zanichelli.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Prerequisiti: Fondamenti di chimica generale e di stechiometria.

Modalità di esame: Scritto e Orale

### Propedeuticità consigliate

Propedeuticità consigliate  
 I contenuti del corso di base di chimica organica: struttura e nomenclatura di composti organici, concetti base di stereochemica, reattività di gruppi funzionali, reazioni elementari di formazione di legami C-C: condensazione alcolica, reazioni di Claisen e di Michael.

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Controllo qualità e certificazione

## Per i Corsi di laurea:

- F4X; totale cfu 6

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	SECS-P/08 (6 cfu)
--	-------	-------------------

## Chimica ambientale

### Per i Corsi di laurea:

- F4X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. ZANDERIGHI GIOVANNI MARIA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14377 - v. Venezian, 21

**Mail:** gianmaria.zanderighi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/12 (6 cfu)

## Chimica analitica strumentale/Laboratorio di chimica analitica strumentale

### Per i Corsi di laurea:

- F4X; moduli: Chimica analitica strumentale, Laboratorio di chimica analitica strumentale totale cfu 6

**Prof. CARIATI ELENA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14314 - v. Venezian, 21 02503 14374 - v. Venezian, 21 02503 14399 - v. Venezian, 21

**Mail:** elena.cariati@unimi.it

**Prof. SANTAGOSTINI LAURA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14416 - v. Venezian, 21

**Mail:** laura.santagostini@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

Chimica analitica strumentale

3 cfu CHIM/01 (3 cfu)

Laboratorio di chimica analitica strumentale

3 cfu CHIM/01 (3 cfu)

### Obiettivi

Acquisizione delle capacità di valutazione e scelta critica tra varie tecniche analitiche strumentali, in particolare di tipo spettroscopico, i cui principi teorici e nozioni pratiche sono illustrati nel corso delle lezioni e delle esercitazioni in laboratorio.

### Programma

Interazioni della radiazione con la materia: lo spettro elettromagnetico, fenomeni di rifrazione, riflessione, diffusione, diffrazione, fenomeni di assorbimento ed emissione di radiazione. Strumentazione: sorgenti, selettori di lunghezze d'onda, rivelatori. Legge di Lambert-Beer: validità e limiti. Spettroscopia atomica: spettroscopia di assorbimento atomico in fiamma ed elettrotermica, spettroscopia di emissione atomica in fiamma e in plasma ad accoppiamento induttivo (ICP). Spettroscopia molecolare: spettroscopie vibrazionali IR e Raman, spettroscopia di assorbimento nell'UV-visibile, luminescenza molecolare.

### Materiale di riferimento

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

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Chimica analitica strumentale

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

## Modulo: Laboratorio di chimica analitica strumentale

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: obbligatoria

## Chimica fisica I/Laboratorio di chimica fisica I

### Per i Corsi di laurea:



- F4X; moduli: Chimica fisica I , Laboratorio di chimica fisica I totale cfu 12

**Prof. RONDININI SANDRA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14203 - v. Golgi, 19 02503 14217 - v. Golgi, 19  
**Mail:** sandra.rondinini@unimi.it

**Prof. CEOTTO MICHELE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14258 - v. Venezian, 21  
**Mail:** michele.ceotto@unimi.it

**Prof. PIERACCINI STEFANO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14248 - v. Venezian, 21  
**Mail:** stefano.pieraccini@unimi.it

**Prof. SELLI ELENA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14237 - v. Golgi, 19  
**Mail:** elena.selli@unimi.it

**Prof. VERTOVA ALBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14232 - v. Golgi, 19  
**Mail:** alberto.vertova@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Chimica fisica I	12 cfu	CHIM/02 (12 cfu)
Laboratorio di chimica fisica I	6 cfu	CHIM/02 (6 cfu)
	6 cfu	CHIM/02 (6 cfu)

#### Obiettivi

Il corso fornisce i fondamenti della cinetica chimica: la dipendenza della velocità delle reazioni dalla concentrazione delle specie cineticamente attive e dalla temperatura, la catalisi omogenea ed eterogenea e prevede lo svolgimento di esperienze di cinetica chimica in laboratorio.

### Modulo: Laboratorio di chimica fisica I

#### Programma

Cinetica chimica, espressioni e costanti di velocità, ordine di reazione e molecolarità; tempo di semitrasformazione; reazioni di ordine zero, 1, 2, n.; determinazione dell'ordine di reazione. Reazioni consecutive, parallele, opposte; approssimazione dello stato stazionario; meccanismo di reazione, stadio limitante la velocità. Effetto della temperatura sulla velocità di reazione. Equazione di Arrhenius. Teoria delle collisioni per reazioni bimolecolari e unimolecolari. Teoria dello stato di transizione: superfici di energia potenziale, coordinata di reazione, il complesso attivato, equazione di Eyring, parametri di attivazione. Catalisi omogenea: catalisi acido-base e catalisi enzimatica. Catalisi eterogenea: adsorbimento, meccanismo di Langmuir-Hinshelwood. L'attività di laboratorio prevede l'utilizzo di strumentazione per la determinazione di equilibri e velocità di reazioni e loro dipendenza dalla temperatura. Viene richiesta una relazione finale contenente una descrizione dettagliata del trattamento dei dati raccolti.

#### Materiale di riferimento

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

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

Matematica

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI COMUNI AI CORSI DI  
LAUREA TRIENNALI**

## Chimica dei composti eterociclici

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. LICANDRO EMANUELA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14143 - v. Venezian, 21

**Mail:** emanuela.licandro@unimi.it

**Prof. GIANNINI CLELIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** clelia.giannini@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

## Chimica delle sostanze organiche naturali

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. SPERANZA GIOVANNA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14097 - v. Venezian, 21

**Mail:** giovanna.speranza@unimi.it

**Prof. MANITTO PAOLO MARIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14098 - v. Venezian, 21

**Mail:** paolo.manitto@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

### Obiettivi

Il corso intende fornire una panoramica generale della chimica dei prodotti naturali con particolare attenzione ai metaboliti secondari, la loro presenza, la struttura, biosintesi e proprietà.

### Programma

Aspetti strutturali dei metaboliti primari.  
Proteine, carboidrati, acidi nucleici, lipidi.

Metaboliti secondari.

Principali reazioni in vivo: aspetti meccanicistici e stereochimici. 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. Biosintesi di IPP a DMAPP. Monoterpeni cicloesani ed iridoidi. Sesquiterpeni. Diterpeni. Triterpeni. Carotenoidi.

Steroidi – Trasformazione del lanosterolo in colesterolo. Steroidi naturali. Fitosteroli. Veleni cardiaci. Saponine. Ormoni degli insetti.

Vitamina D. Corticosteroidi. Progestinici. Androgeni. Estrogeni.

Fenilpropanoidi – Derivati della fenilalanina via acido cinnamico. Fenilpropanoidi. Lignani. Lignine. Flavonoidi. Isoflavonoidi.

Polichetidi – Naftochinoni e antrachinoni. Antibiotici.

### Materiale di riferimento

- P. M. Dewick, Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach, 2nd Ed., Wiley, Chichester, 2002

- P. Manitto, G. Speranza, Elementi di Chimica delle Sostanze Organiche Naturali, Libreria CLUED, Milano 2001

### Prerequisiti e modalità d'esame

Conoscenza dei concetti di base della chimica organica comprese le reazioni, la stereochimica e la spettroscopia.

Modalità di esame: Orale

### Propedeuticità consigliate

Chimica organica I e II corso

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Chimica inorganica avanzata

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

**Prof. SANTAGOSTINI LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14416 - v. Venezian, 21

**Mail:** laura.santagostini@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

## Introduzione alle nanotecnologie

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; moduli: I modulo , II modulo totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. PORTA FRANCESCA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14361 - v. Venezian, 21

**Mail:** francesca.porta@unimi.it

**Prof. LICANDRO EMANUELA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14143 - v. Venezian, 21

**Mail:** emanuela.licandro@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

3 cfu CHIM/03 (3 cfu) ; 3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

I modulo

3 cfu CHIM/03 (3 cfu)

II modulo

3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

### Obiettivi

Introduzione ai concetti fondamentali della nanotecnologia.

### Modulo: I modulo

#### Programma

Fondamenti di nano chimica. Self-assembly. Stampa e litografia chimiche. Ingegneria cristallina e strati self-assembled SAM. Materiali per la microelettronica. Stampa e scrittura mediante nanocontatto. Nano inchiostri e nano penne. Self-assembly di nano fili, nano tubi e nano rod. Reticoli di nano fili. Nano tubi di carbonio. Self-assembly di nanoparticelle. Nano cluster metallici. Architettura e morfologia di nano cluster cappati. Reticoli di nano cluster cappati magnetici. Quantum dot..

#### Materiale di riferimento

Nanochemistry , a Chemical Approach to Nanomaterials, G.A. Ozin and A.C. Arsenault, RCS Publishing, 2006

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

Nessuna

#### Lingua di insegnamento

Italiano

Inglese

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

**Prof. PROSERPIO DAVIDE MARIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

**Indirizzo:** 02503 14446 - v. Venezian, 21

**Mail:** davide.proserpio@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

### Obiettivi

Il corso è l'unico del triennio che introduce lo studente alla cristallografia ed alla chimica strutturale, quindi ha lo scopo di consentire allo studente di poter leggere la letteratura del settore e capirne la terminologia e sapere dove poter trovare aiuto e chiarimenti nella vasta bibliografia del settore.

#### Programma

Il corso fornisce una panoramica riassuntiva delle nozioni di cristallografia per consentire di analizzare i materiali inorganici a partire dalle loro proprietà strutturali. Simmetria, reticolo, gruppi piani e loro derivazione, gruppi spaziali. Impaccamento nei cristalli molecolari ed il problema del polimorfismo. Il fenomeno della diffrazione: ottica e da raggi X. Diffrazione a raggi X da cristallo singolo e da polveri. Cenni di microscopia ottica ed elettronica. Recenti metodi di analisi e descrizione dei materiali secondo la cristallografia topologica, ovvero lo studio dei fenomeni di interpenetrazione e policatenazione nello stato solido. Utilizzo delle risorse bibliografiche elettroniche di UNIMI per ricerca di dati strutturali: Web-of-Science e Scifinder. Utilizzo delle banche dati strutturali organiche ed inorganiche: CSD, ICSD. Verranno anche fatte esercitazioni con programmi di didattica della cristallografia

#### Materiale di riferimento

verrà fornito dal docente in forma elettronica

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

aver sostenuto tutti gli esami del primo e del secondo anno

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Modellistica molecolare

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

**Prof. SIRONI MAURIZIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14251 - v. Golgi, 19

**Mail:** maurizio.sironi@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

#### Obiettivi

Introduzione alle tecniche di Modellistica Molecolare

#### Programma

Descrizione di modelli quantomeccanici per lo studio delle proprietà molecolari. Campi di forze empirici: il metodo della Meccanica Molecolare. Potenziali empirici ed il problema della loro parametrizzazione. Trasferibilità dei parametri di un campo di forze. Metodi di simulazione: calcolo di proprietà termodinamiche. Aspetti pratici di una simulazione. Il metodo della Dinamica Molecolare ed il metodo Monte Carlo. Analisi conformazionale di molecole organiche. Il calcolo di energie libere e la loro applicazione nell'ambito del drug design.

#### Materiale di riferimento

R. Leach, Molecular Modelling, Longman

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

Chimica Generale, Chimica Organica I

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Spettroscopia e fotochimica applicate

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

**Prof. OLIVA CESARE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14270 - v. Golgi, 19

**Mail:** cesare.oliva@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

#### Obiettivi

Introduzione alla spettroscopia atomica e molecolare. Il decadimento degli stati elettronici eccitati. Introduzione alla fotoreattività e alla fotocatalisi.

#### Programma

---

Struttura atomica e spettri atomici. Legame chimico. Struttura molecolare e sua determinazione mediante le spettroscopie molecolari rotazionale, vibrazionale ed elettronica (MW, IR, Raman, UV-Vis). Esempi: il riconoscimento IR della presenza di NOx e altri inquinanti nell'atmosfera. Metodi di titolazione UV-Vis. Determinazione della struttura molecolare mediante tecniche di risonanza magnetica (NMR e EPR). Esempi: controllo ambientale mediante EPR, presenza di complessi di rame e di manganese e di radicali liberi nel suolo. Fluorescenza e fosforescenza. Stati elettronici eccitati e fotoreattività. Fotocatalisi per l'energia e l'ambiente.

**Materiale di riferimento**

- Cesare Oliva, Chimica Fisica, Ambrosiana, Milano, 1996.
- K.J.Laidler, J.H.Meiser, Chimica Fisica, Ed. Grasso (Bologna), 1999.
- Altro materiale fornito agli studenti.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Matematica e fisica elementari. I concetti matematici di numeri complessi, derivate, differenziali, integrali.

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Istituzioni di Matematiche, Chimica Generale e Inorganica, Fisica Generale 1.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Tecnologie dei materiali metallici

### Per i Corsi di laurea:

- F4X , F5X , F6X; totale cfu 6

Periodo di erogazione 2° semestre

**Prof. TRASATTI STEFANO PIERPAOLO MARCELLO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14207 - v. Venezian, 21

**Mail:** stefano.trasatti@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu ING-IND/21 (6 cfu)

**Obiettivi**

Il corso si propone di fornire gli strumenti fondamentali per la comprensione delle relazioni tra microstruttura, proprietà meccaniche e chimico-fisiche e prestazioni, attraverso la descrizione di processi di deformazione plastica e trattamenti termici comuni sia alle fasi di produzione sia a quelle in esercizio di strutture metalliche.

**Programma**

Dalle materie prime al semilavorato e al prodotto finito. Diagramma Fe-C.

Trattamenti termici e termochimici. Acciai e acciai inossidabili. La corrosione e protezione dei materiali metallici. Caratteristiche meccaniche in servizio dei materiali metallici.

Tecnologie di saldatura: brasatura, saldatura per fusione del metallo. Tecniche innovative di saldatura. Metallurgia della saldatura. La zona termicamente alterata.

Deformazione plastica a caldo. Deformazione plastica a freddo. La ricristallizzazione e la crescita del grano cristallino.

Lavorazione dei metalli per asportazione di truciolo. Il taglio dei metalli: elettroerosione e taglio a getto d'acqua.

La metallurgia delle polveri.

**Materiale di riferimento**

- Nicodemi, Vedani, La metallurgia nelle tecnologie di produzione. AIM (1998).
- A. Burdese, Metallurgia e tecnologia dei materiali metallici, Ed. UTET, Torino, 1992

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
SCIENZE CHIMICHE LM-54**

### **Premessa**

Il Corso biennale di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche ha l'obiettivo di fornire una solida preparazione culturale nei diversi settori della chimica in tutti i suoi aspetti sia teorici sia sperimentali che permetta di raggiungere una buona padronanza del metodo scientifico di indagine.#

Il laureato avrà conoscenze approfondite nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei. La sua preparazione lo metterà in grado di raggiungere una ampia autonomia nell'ambito lavorativo che gli consentirà di raggiungere una elevata responsabilità nell'attuazione di progetti e strutture.

### **Obiettivi formativi generali e specifici**

I laureati del corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche avranno una formazione volta a fornire:

- una approfondita preparazione culturale nei diversi settori della chimica, nei suoi aspetti teorici e sperimentali;
- la padronanza del metodo scientifico di indagine e la conoscenza degli strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'ampia autonomia nell'ambito del lavoro, che permetta una elevata responsabilità nella realizzazione di progetti e strutture;
- l'acquisizione delle tecniche utili per la comprensione di fenomeni a livello molecolare e delle competenze specialistiche in uno specifico settore della chimica e della biochimica;
- vaste conoscenze nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei;
- una solida preparazione per l'applicazione ai sistemi chimici di metodi teorici di simulazione e di modellistica computazionale.

### **Abilità e competenze acquisite**

Il laureato magistrale in Scienze Chimiche ha l'abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali altamente qualificata nell'ambito della gestione aziendale e dei laboratori di ricerca in campo chimico e chimico-farmaceutico. Egli deve possedere, oltre ad una approfondita conoscenza della scienza e tecnologia chimica e delle mansioni gestionali, anche il rigore necessario ad applicare puntualmente il metodo scientifico.

Sarà in grado di organizzare il lavoro di ricerca, di definire i temi di sviluppo ed i programmi relativi, di assicurare l'integrazione congiunta dei vari settori della ricerca, di garantire l'aggiornamento scientifico nonché di verificare i risultati raggiunti e promuovere il loro sviluppo e la loro applicazione ed avrà la capacità di adeguarsi alla continua evoluzione delle discipline chimiche e d'interagire con le professionalità culturalmente contigue.

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

Tra le attività che i laureati magistrali svolgeranno si indicano in particolare: le attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie, e l'esercizio di funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione.

### **Conoscenze per l'accesso**

I requisiti curriculari richiesti per l'ammissione al corso di Laurea in Scienze Chimiche sono quelli propri dei laureati delle classi L-27 in particolare sono richiesti:

- almeno 20 CFU nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche
- almeno 70 CFU nei settori scientifico-disciplinari degli ambiti caratterizzanti della Tabella della classe L27:
- discipline chimico-analitiche e ambientali CHIM/01 e CHIM/12
- discipline chimico-inorganiche e chimico-fisiche CHIM/03 e CHIM/02
- discipline chimico-industriali e tecnologiche CHIM/04, CHIM/05, ING-IND/21, ING-IND/22 e ING-IND/25
- discipline chimico-organiche e biochimiche CHIM/06, BIO/10, BIO/11 e BIO/12

### **Struttura del corso**

Il corso di laurea Magistrale in Scienze Chimiche è strutturato in semestri.

Le attività formative saranno costituite da corsi di insegnamento, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, attività didattiche a piccoli gruppi, corsi liberi, partecipazione a seminari, conferenze, convegni, tirocinio/stage (svolto in strutture universitarie e/o all'esterno), attività di ricerca relative alla tesi di laurea, attività di ricerca bibliografica. I corsi di insegnamento potranno essere organizzati per moduli.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi (CFU), corrispondenti a 25 ore di lavoro per lo studente.

La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o alle altre attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico è così determinata:

- nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento e 17 ore di studio personale;
- nel caso di esercitazioni numeriche e di laboratorio, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio personale;



- nel caso del lavoro di tirocinio e di tesi, 25 ore di lavoro.

Per conseguire la laurea magistrale lo studente deve avere acquisito 120 crediti.

### Articolazione degli insegnamenti

Il corso di laurea magistrale in Scienze Chimiche è articolato in semestri.

La distribuzione degli insegnamenti nei semestri del I° e II° anno prevede:

<b>I° ANNO</b>	
<i>I° Semestre</i>	<i>II° Semestre</i>
- 1 corso da 9 CFU dalla Tabella 1, 2 corsi da 6 CFU dalla Tabella 2 e 1 corso tra gli Affini ed Integrativi	- 1 corso da 9 CFU dalla Tabella 1, 3 corsi da 6 CFU dalla Tabella 2 e 1 corso tra gli Affini ed Integrativi
<b>II° ANNO</b>	
<i>I° Semestre</i>	<i>II° Semestre</i>
1 corsi da 6 CFU dalla Tabella 2, corsi a libera scelta per un totale di 12 CFU, ulteriori conoscenze linguistiche e inizio della tesi sperimentale	- Tesi e prova finale

**N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in Italia**

2

## ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

**1° ANNO DI CORSO Attività a scelta**

L'articolazione degli insegnamenti nei semestri è descritta nel paragrafo "articolazione degli insegnamenti".

**TABELLA 1**

Lo studente deve scegliere 2 tra i seguenti insegnamenti

1 semestre	Chimica Fisica A (tot. cfu: 9)	Chimica Fisica A	6	CHIM/02	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Fisica A	3	CHIM/02	48 ore Laboratori
1 semestre	Chimica Inorganica A (tot. cfu: 9)	Chimica Inorganica A	6	CHIM/03	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Inorganica A	3	CHIM/03	48 ore Laboratori
1 semestre	Chimica Organica A (tot. cfu: 9)	Chimica Organica A	6	CHIM/06	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Organica A	3	CHIM/06	48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Fisica B (tot. cfu: 9)	Chimica Fisica B	6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Laboratorio di Chimica Fisica B	3	CHIM/02	8 ore Lezioni, 32 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Inorganica B (tot. cfu: 9)	Chimica Inorganica B	6	CHIM/03	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Inorganica B	3	CHIM/03	48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Organica B (tot. cfu: 9)	Chimica Organica B	6	CHIM/06	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Organica B	3	CHIM/06	48 ore Laboratori

**TABELLA 2**

Lo studente deve scegliere, dalla seguente tabella, insegnamenti per un totale di 36 CFU in modo che almeno 6 CFU appartengano a ciascuno dei settori disciplinari CHIM/01 e CHIM/06, e almeno 12 CFU all'ambito disciplinare "Discipline inorganiche e chimico-fisiche" CHIM/02 e CHIM/03.

Gli insegnamenti non devono già essere stati precedentemente scelti nella TABELLA 1.

	Aree emergenti della Chimica Organica (tot. cfu: 6) <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>	Strategie di sintesi	3	CHIM/06	
		Nuove tecnologie	3	CHIM/06	
	Cristallochimica Inorganica <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/03	
	Strutturistica Chimica <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/03	
	Sviluppo di processi chimici (tot. cfu: 6) <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>	Principi	3	CHIM/04	
		Applicazioni	3	CHIM/04	
	Tecniche Analitiche avanzate <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/01	
1 semestre	Biologia strutturale ed enzimologia		6	BIO/10	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Bioinorganica		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Fisica A (tot. cfu: 9)	Chimica Fisica A	6	CHIM/02	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Fisica A	3	CHIM/02	48 ore Laboratori
1 semestre	Chimica Fisica dei sistemi dispersi e delle interfasi		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Fisica delle formulazioni		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Inorganica A (tot. cfu: 9)	Chimica Inorganica A	6	CHIM/03	48 ore Lezioni

		Laboratorio di Chimica Inorganica A	3	CHIM/03	48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Metallorganica		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Organica A (tot. cfu: 9)	Chimica Organica A	6	CHIM/06	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Organica A	3	CHIM/06	48 ore Laboratori
1 semestre	Cristallochimica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Elettrochimica per l'ambiente		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Fotochimica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Metodi Fisici in Chimica Organica (tot. cfu: 6)	NMR	3	CHIM/06	16 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Massa	3	CHIM/06	16 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Metodologie Analitiche per l'ambiente e il degrado ambientale dei beni culturali		6	CHIM/01	48 ore Lezioni
1 semestre	Metodologie avanzate di Sintesi Organica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Nanotecnologie dei materiali inorganici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Processi industriali e passaggi di scala		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
1 semestre	Stereochimica Organica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Catalisi omogenea		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Bioorganica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica dei Cluster carbonilici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Fisica B (tot. cfu: 9)	Chimica Fisica B	6	CHIM/02	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Laboratorio di Chimica Fisica B	3	CHIM/02	8 ore Lezioni, 32 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Fisica dello stato solido e delle superfici		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Inorganica B (tot. cfu: 9)	Chimica Inorganica B	6	CHIM/03	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Inorganica B	3	CHIM/03	48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Organica B (tot. cfu: 9)	Chimica Organica B	6	CHIM/06	48 ore Lezioni
		Laboratorio di Chimica Organica B	3	CHIM/06	48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica teorica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Complementi di Chimica Fisica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
2 semestre	Metodologie catalitiche per la sintesi Organica (tot. cfu: 6)	Catalisi organica	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
		Catalisi inorganica	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
2 semestre	Stereochimica Inorganica		6	CHIM/03	48 ore Lezioni

**Lo studente deve scegliere 2 tra i seguenti insegnamenti Affini e Integrativi**

1 semestre	Brevetti e gestione dell'innovazione		6	SECS-P/07	48 ore Lezioni
1 semestre	Sicurezza nell'ambiente di lavoro <i>non attivata</i>		6	IUS/07	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Farmaceutica		6	CHIM/08	48 ore Lezioni
2 semestre	Metodi matematici applicati alla chimica		6	MAT/06, MAT/01, MAT/02, MAT/04, MAT/09, MAT/07, MAT/03, MAT/08, MAT/05	40 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni

**2° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2011/12) Attività formative obbligatorie**

Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
	Laboratorio di tesi con Prova Finale		39		
	Ulteriori conoscenze linguistiche (inglese avanzato)		3	L-LIN/12	
		Totale CFU obbligatori	42		

**Attività a scelta**

Lo studente deve inserire nel piano di studio insegnamenti a libera scelta per un totale di 12 CFU, scegliendoli in piena libertà tra tutti gli insegnamenti attivati, proposti dalla Facoltà e/o dall'Ateneo, purchè coerenti con il progetto formativo.

Comunque, si consiglia vivamente di utilizzare gli insegnamenti caratterizzanti o, eventualmente, gli Affini ed Integrativi delle Lauree Magistrali Chimiche non utilizzati nella loro categoria e coerenti con il progetto formative.

***Altre attività a scelta***

**NORME TRANSITORIE**

- Per gli studenti che provengono dai corsi di laurea triennale di **Chimica della Facoltà di Scienze MFN UNIMI** il corso di "Sicurezza nell'ambiente di lavoro" non può essere scelto.
- Tutti gli studenti possono utilizzare come insegnamenti caratterizzanti da 6 CFU e affini ed integrativi anche insegnamenti della **Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale**, previa approvazione della **Commissione Piani di studio**.
- Gli studenti che provengono dalla **LT in Chimica Applicata ed Ambientale classe 21 Scienze e tecnologie chimiche**, possono scegliere come insegnamenti Caratterizzanti sia da 6 che 9 CFU anche insegnamenti della **Laurea Magistrale in Chimica industriale e gestionale**, sempre previa approvazione della **Commissione Piani di studio**.

-

## **PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

## Chimica Fisica A

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; moduli: Chimica Fisica A , Laboratorio di Chimica Fisica A totale cfu 9

**Prof. ORTOLEVA EMANUELE GIOVANNI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14286 - v. Golgi, 19  
**Mail:** emanuele.ortoleva@unimi.it

**Prof. MARTINAZZO ROCCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14287 - v. Golgi, 19  
**Mail:** rocco.martinazzo@unimi.it

**Prof. SIRONI MAURIZIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14251 - v. Golgi, 19  
**Mail:** maurizio.sironi@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/02 (9 cfu)
Chimica Fisica A	6 cfu	CHIM/02 (6 cfu)
Laboratorio di Chimica Fisica A	3 cfu	CHIM/02 (3 cfu)

### Obiettivi

Dare una panoramica sulle possibilità del calcolo quantistico nell'affrontare problemi chimici. Fornire il necessario bagaglio teorico al corrispondente laboratorio.

### Modulo: Chimica Fisica A

#### Programma

LEZIONI PROF. ORTOLEVA

Approssimazione di Born-Oppenheimer, superficie di potenziale molecolare, ricerca di strutture stabili e stati di transizione, processi elementari sulla superficie di Born-Oppenheimer. Approssimazione armonica, modi normali di vibrazione. Coordinata intrinseca di reazione. Teoria di Eyring dello stato di transizione.

L'equazione di Schroedinger per più elettroni, determinante di Slater, soluzioni di Hartree-Fock.

Basis sets, pseudopotenziali.

Densità elettronica, potenziale elettrostatico, momenti di multipolo.

Analisi di popolazione nello spazio delle funzioni di base, nello spazio reale, mediante regressione del potenziale elettrostatico.

L'errore di correlazione, cenni sui metodi di correzione dell'errore di correlazione.

Il metodo del funzionale della densità.

Cenni sui metodi semiempirici.

Analisi delle prestazioni dei metodi di calcolo di diverse proprietà molecolari.

#### Materiale di riferimento

Dispense del corso

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

Istituzioni di matematiche, Fisica generale I, Fisica generale II, Chimica fisica I , Chimica fisica II

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Chimica Inorganica A

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; moduli: Chimica Inorganica A , Laboratorio di Chimica Inorganica A totale cfu 9

**Prof. PASINI ALESSANDRO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14381 - v. Venezian, 21  
**Mail:** alessandro.pasini@unimi.it

**Prof. CASELLI ALESSANDRO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02 503.14372  
**Mail:** alessandro.caselli@unimi.it

**Prof. GALLO EMMA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14372 - v. Venezian, 21  
**Mail:** emma.gallo@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/03 (9 cfu)
Chimica Inorganica A	6 cfu	CHIM/03 (6 cfu)
Laboratorio di Chimica Inorganica A	3 cfu	CHIM/03 (3 cfu)

#### Obiettivi

Apprendimento della chimica di coordinazione e delle basi della chimica metallorganica.  
Gli obiettivi verranno raggiunti con una serie di lezioni frontali sui principi base e l'illustrazione di esempi desunti dalla letteratura.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

### Modulo: Chimica Inorganica A

#### Programma

Programma  
Aspetti della chimica dei gruppi principali  
Complessi dei metalli di transizione  
Proprietà, stabilità, orbitali molecolari e ligand field  
Reazioni elementari dei complessi, reattività Intra e Intermolecolare

#### Materiale di riferimento

Appunti del docente

#### Lingua di insegnamento

Italiano  
Inglese, eventualmente, se presenti studenti stranieri

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza:  
Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:  
Tradizionale

### Modulo: Laboratorio di Chimica Inorganica A

#### Programma

Il corso prevede la sintesi e la caratterizzazione di complessi di coordinazione. Le esercitazioni di laboratorio prevedono l'approfondimento di alcuni argomenti trattati nel corso di Chimica Inorganica (A): 1) Sintesi template; 2) Sintesi di complessi idrurici; 3) Attivazione dell'azoto e dell'ossigeno molecolare; 4) Reazioni di sostituzione dei leganti, 5) Reazioni di somma ossidativa. Le esercitazioni sono precedute da un pre-laboratorio durante il quale verranno analizzate le problematiche teoriche e pratiche delle singole esperienze e verranno illustrati gli spettri IR, UV e NMR di tutti i composti da sintetizzare. Alcune sintesi prevedono più di un passaggio per studiare la reattività dei complessi intermedi. Le sintesi dei complessi sensibili all'umidità e/o all'ossigeno dell'aria sono eseguite in atmosfera inerte utilizzando la tecnica Schlenk (vuoto/azoto). Gli studenti in questa fase del corso utilizzeranno rampe e vetreria speciale.

#### Materiale di riferimento

- "The Organometallic Chemistry of the Transition Metals.". R. H. Crabtree; J. Wiley & Sons, N.Y.  
- "Organometallics" Ch. Elschenbroich; VCH.  
- "Manuale di Laboratorio di Chimica Inorganica A"; E. Gallo, Ed.: CUSL-Milano

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Conoscenze di base della chimica di base e di coordinazione (basic knowledge of inorganic and coordination chemistry)

#### Propedeuticità consigliate

Chimica Generale e Inorganica.

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria  
Modalità di erogazione: Tradizionale

### Chimica Organica A

#### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; moduli: Chimica Organica A, Laboratorio di Chimica Organica A totale cfu 9

**Prof. ORSINI FULVIA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14111 - v. Venezian, 21  
**Mail:** fulvia.orsini@unimi.it

**Prof. DEL BUTTERO PAOLA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14145 - v. Venezian, 21  
**Mail:** paola.delbuttero@unimi.it

**Prof. PAGLIARIN ROBERTO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14118 - v. Venezian, 21  
**Mail:** roberto.pagliarin@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/06 (9 cfu)
Chimica Organica A	6 cfu	CHIM/06 (6 cfu)
Laboratorio di Chimica Organica A	3 cfu	CHIM/06 (3 cfu)

#### Obiettivi

- approfondire la conoscenza della struttura dei composti organici e dei meccanismi di reazione;
- introdurre reazioni organiche non studiate comunemente in corsi introduttivi, ma di grande interesse in sintesi organica.
- Approfondire le tecniche di lavoro in laboratorio ed acquisire una certa indipendenza

#### Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- (1) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, V Edition, 2007 Springer Science;
- (2) F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, V Edition, 2007 Springer Science.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità d'esame: esame finale scritto

#### Propedeuticità consigliate

Chimica Organica I e Chimica Organica II

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di erogazione: Tradizionale

### Modulo: Chimica Organica A

#### Programma

Stereochimica

Configurazione. Simmetria e chiralità. Unità stereogeniche. Centri stereogenici. Configurazione al carbonio tetraedrico. Configurazione dei doppi legami. Configurazione nei sistemi ciclici. Centri prochirali. Topismo. Molecole con due o più centri stereogenici. Chiralità ed attività ottica. Atomi, gruppi, facce diastereotopiche ed enantiotopiche. Configurazione assoluta. Analisi e separazione di miscele racemiche.

Conformazione. Analisi conformazionale. Conformazione in sistemi aciclici. Conformazione in anelli a sei membri. Conformazione in anelli a sei membri contenenti eteroatomi. Conformazione in altri anelli.

Stereoselettività. Sintesi stereoselettive e stereospecifiche. Sintesi enantioselettive. Effetti conformazionali, torsionali e stereoelettronici sulla reattività. Doppia stereodifferenziazione.

Meccanismi di reazione.

Tipi di meccanismo (eterolitico, omolitico, periciclico). Tipi di reazioni (sostituzioni, addizioni -eliminazioni, riarrangiamenti). Intermedi di reazione (doppi o tripli legami, ionici, radicalici, organometallici). Metodi di determinazione del meccanismo (determinazione della presenza di un intermedio, marcatura isotopica, evidenza stereochimica, studio della catalisi, effetti isotopici, evidenza cinetica).

Meccanismi "multi-step" con formazione di intermedi.

Carbocationi (struttura e stabilità; formazione e reattività dei carbocationi, carbocationi non classici). Meccanismo SN1. Addizione a doppi legami multipli carbonio-carbonio (alcheni, dieni allyl/vinil silani, allyl/vinil stannani). Meccanismi E1.

Radicali liberi (struttura e stabilità, formazione e reattività dei radicali). Addizioni radicaliche a doppi legami. Ciclizzazioni radicaliche. Reazioni di legami C-H non attivati.

Meccanismi "multi-step" senza formazione di intermedi.

Meccanismo SN2. Interconversione di gruppi funzionali via sostituzione. Meccanismo E2.

Reazioni pericicliche. Idrometallazione e carbometallazione. Cicloaddizioni concertate. La teoria perturbazionale. La reazione di Diels-Alder (Regioselettività e stereoselettività). Effetto dei sostituenti. Catalisi. Diels-Alder diastereoselettive usando ausiliari chirali. Catalisi enantioselettiva delle reazioni di Diels-Alder. Reazioni di Diels-Alder intramolecolari. Scopo e applicazioni sintetiche). Cicloaddizioni 1,3-dipolari. (Regiochimica e stereochimica. Catalisi. Scopo ed applicazioni). Cicloaddizioni [2+2] (Reazioni di cicloaddizione di alcheni e cheteni. Sintesi di ciclobutani). Riarrangiamenti Unimolecolari. Riarrangiamenti sigmatropici [1,j]. Riarrangiamenti sigmatropici [3,3] (Riarrangiamento di Cope. Riarrangiamento di Claisen e Claisen modificati). Riarrangiamenti sigmatropici [2,3] (Riarrangiamento di solfossidi allylici, di ossidi di ammine, di ilidi di solfonio e di ammonio. Riarrangiamento di Wittig e di aza-Wittig). Eliminazioni termiche unimolecolari (reazioni -eliminazioni via stati di transizione pericicliche, decomposizioni di azo-composti ciclici, di transizione ciclici).

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

### Modulo: Laboratorio di Chimica Organica A

#### Programma

Il corso consiste in esercitazioni di laboratorio a banco singolo con l'obiettivo di stimolare nello studente la curiosità per le problematiche connesse con il lavoro di sintesi e di ricerca e di fornirgli 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.

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: obbligatoria

---

**Chimica Fisica B**

**Per i Corsi di laurea:**

- F5Y; moduli: Chimica Fisica B , Laboratorio di Chimica Fisica B totale cfu 9

**Prof. TANTARDINI GIAN FRANCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14278 - v. Golgi, 19  
**Mail:** gianfranco.tantardini@unimi.it

**Prof. SCAVINI MARCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14221 - v. Golgi, 19  
**Mail:** marco.scavini@unimi.it

**Prof. VERTOVA ALBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14232 - v. Golgi, 19  
**Mail:** alberto.vertova@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/02 (9 cfu)
Chimica Fisica B	6 cfu	CHIM/02 (6 cfu)
Laboratorio di Chimica Fisica B	3 cfu	CHIM/02 (3 cfu)

**Obiettivi**

Introduzione alla Chimica Fisica dello Stato Solido: struttura cristallina, diagrammi di fase e transizioni di fase, proprietà termiche, struttura elettronica, chimica dei difetti, proprietà di trasporto, interazioni e reazioni gas-solido, catalisi su superfici solide, indagini sperimentali.

**Modulo: Chimica Fisica B**

**Programma**

Struttura della materia allo stato solido, reticolo cristallino, reticoli di Bravais. Diffrazione da strutture periodiche, fattore di struttura, analisi di struttura, esperimenti di diffrazione. Dinamica atomica in cristalli, fononi acustici e ottici. proprietà termiche dei solidi, capacità termica, approssimazioni di Einstein e di Debye. Elettroni nei solidi: gas di elettroni liberi, statistica di Fermi, struttura a bande, onde di Bloch, approssimazione Tight Binding. Difetti nei metalli, nei semiconduttori e nei composti, loro influenza sulla struttura e sulle proprietà di trasporto e magnetiche dei solidi. Diagrammi di fase, transizioni di fase e loro cinetica. Superfici solide: ricostruzione superficiale, struttura degli adsorbati, metodi sperimentali, fisi- e chemi-sorbimento, dinamica di adsorbimento, approccio molecolare alla catalisi.

**Materiale di riferimento**

- Solid State Physics. An Introduction to Principles of Materials Science, H. Ibach, H. Luth, Springer-Verlag, Berlin, 3rd ed., 2003.
- Surface Science. Foundations of Catalysis and Nanoscience, K. W. Kolasinski, J. Wiley & Sons Ltd, 2nd ed., 2009

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Prerequisiti: Buone conoscenze di matematica, di chimica fisica di base e di termodinamica statistica  
 Modalità di esame: Scritto

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
 Modalità di erogazione: Tradizionale - Mista

**Modulo: Laboratorio di Chimica Fisica B**

**Programma**

Difetti nei metalli, nei semiconduttori e nei composti, loro influenza sulla struttura, sulle proprietà di trasporto e magnetiche dei solidi. Diagrammi di fase, transizioni di fase e loro cinetica. Esperimenti di laboratorio: sintesi e studio di conduttori ionici (Ce<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>O<sub>2-x/2</sub> e AgI) per mezzo di diffrazione di raggi-X su polveri, Scanning Electron Microscopy, Transmission Electron Microscopy, Electron paramagnetic Resonance, Electrochemical Impedance Spectroscopy, Ultraviolet Spectroscopy, Differential Scanning Calorimetry.

**Materiale di riferimento**

Diapositive del Corso fornite in formato pdf dal docente.

Testi consigliati per approfondimenti

---

- Solid State Chemistry and its applications", Anthony R. West, Wiley India ed. 2007

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza

Lezioni Frontali: Fortemente consigliata

Laboratorio: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica Inorganica B

**Per i Corsi di laurea:**

- F5Y; moduli: Chimica Inorganica B , Laboratorio di Chimica Inorganica B totale cfu 9

**Prof. SIRONI ANGELO AGOSTINO DANIELE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

**Indirizzo:** 02503 14448 - v. Venezian, 21

**Mail:** angelo.sironi@unimi.it

**Prof. MERCANDELLI PIERLUIGI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

**Indirizzo:** 0250314447

**Mail:** pierluigi.mercandelli@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Chimica Inorganica B

9 cfu CHIM/03 (9 cfu)

Laboratorio di Chimica Inorganica B

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

3 cfu CHIM/03 (3 cfu)

**Obiettivi**

Il corso presenta alcune tecniche basate sulla teoria qualitativa degli orbitali molecolari utili nello studio della struttura elettronica, della geometria molecolare e della reattività dei complessi dei metalli di transizione. Le esperienze di laboratorio guideranno lo studente nella determinazione della geometria molecolare di alcune specie organometalliche mediante diffrazione di raggi X.

**Programma**

Conteggio degli elettroni nei complessi. Principi di interazione tra orbitali. Orbitali del metallo e dei leganti. Campo dei leganti principale: interazioni sigma (geometria ottaedrica, quadrato planare, piramidale a base quadrata, bipiramidale trigonale, planare trigonale e lineare). Interazioni pi (leganti pi-donatori e pi-accettori, complessi pi). Applicazioni (problemi conformazionali, interazioni agostiche, complessi carbenici, legami metallo-metallo, eliminazione riduttiva, analogia isolobale).

**Materiale di riferimento**

- Yves Jean "Molecular Orbitals of Transition Metal Complexes" Oxford University Press

- Peter Muller "Crystal Structure Refinement" Oxford University Press

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica Organica B

**Per i Corsi di laurea:**

- F5Y; moduli: Chimica Organica B , Laboratorio di Chimica Organica B totale cfu 9

**Prof. GENNARI CESARE MARIO ARTURO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14091 - v. Venezian, 21

**Mail:** cesare.gennari@unimi.it

**Prof. LAY LUIGI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 0250314062

**Mail:** luigi.lay@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

Chimica Organica B

9 cfu CHIM/06 (9 cfu)

Laboratorio di Chimica Organica B

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

### Obiettivi

L'obiettivo del corso è di sviluppare nello studente una base fondamentale di conoscenza delle reazioni organiche nel contesto della sintesi organica. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di selezionare una serie di reazioni per una particolare sintesi organica, basandosi sulla valutazione delle possibilità più efficaci tra quelle disponibili.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

Vengono proposti tre compiti scritti durante il corso. Il superamento dei tre compiti scritti rende il superamento dell'esame finale poco più di una formalità.

## Modulo: Chimica Organica B

### Programma

Carbanioni ed altre specie nucleofile al carbonio. Alchilazione di carboni nucleofili. Enolati, enammine. Reazioni di nucleofili al carbonio con gruppi carbonilici. Addizioni elettrofile a legami multipli C-C. Composti organometallici del I, II e III gruppo. Problemi.

### Materiale di riferimento

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

### Propedeuticità consigliate

Tutti i corsi di chimica organica della laurea triennale.

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Laboratorio di Chimica Organica B

### Programma

molecole complesse, introduzione alla conoscenza della letteratura primaria ed alla ricerca bibliografica

### Materiale di riferimento

F. Carey, R. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, IV Edition, Part B (Reactions and Synthesis), Kluwer Academic/Plenum Publishers 2001.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

### Propedeuticità consigliate

Tutti i corsi di chimica organica della laurea triennale

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Biologia strutturale ed enzimologia

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

### Struttura dell'insegnamento:

Biologia strutturale ed enzimologia mutuato da Mod. Modulo 1- Biologia strutturale e enzimologia, Biotecnologie applicate alla progettazione e sviluppo di molecole biologicamente attive, BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI E BIOINFORMATICA (Classe LM-8)

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu BIO/10 (6 cfu)

## Chimica Metallorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

Prof. CASELLI ALESSANDRO, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

Indirizzo: 02 503.14372

Mail: alessandro.caselli@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

## Cristallochimica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

**Prof. LO PRESTILEONARDO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Mail:** leonardo.lopresti@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Il corso intende fornire un'introduzione a metodi avanzati, sperimentali e teorici, di chimica dello stato solido, con particolare attenzione allo studio del legame chimico nei solidi.

### Programma

Introduzione alla cristallografia: diffrazione, strutture cristalline. Il ruolo della densità elettronica nello studio di sistemi chimici e la sua determinazione sperimentale da dati di diffrazione raccolti a basse temperature. Strumenti: diffrattometri e criostati. Modelli multipolari. Proprietà dalla densità elettronica: Laplaciano, momenti elettrostatici, potenziale elettrostatico ed energie di interazione. Metodi teorici: definizioni, quadro generale dei metodi ab initio. Calcolo della densità elettronica in un solido cristallino: approccio periodico e a cluster. Teoria quantistica degli atomi nelle molecole (QTAIM). Metodi avanzati per lo studio del legame chimico nei solidi: Densità di Fermi, Funzione di Localizzazione Elettronica, Localized Orbital Locator, Funzione Sorgente. Forze intermolecolari: contributi a lungo e a corto raggio. Interazioni elettrostatiche. Interazioni di induzione e di dispersione. Il ruolo delle forze intermolecolari nell'impaccamento cristallino. Metodi computazionali per lo studio delle forze di impaccamento. Il legame a idrogeno: proprietà principali ed esempi.

Il corso prevede alcune esercitazioni computazionali pratiche: modellizzazioni in fase gas e periodiche; interpretazione di dati di diffrazione con modelli multipolari e confronto tra densità elettroniche teoriche e sperimentali. Uso del Cambridge Structural Database.

### Materiale di riferimento

- C. Giacovazzo, H. L. Monaco, D. Viterbo, F. Scordari, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, Fundamentals of Crystallography, International Union of Crystallography, Oxford Science Publications.

- Estratti di letteratura scientifica forniti a lezione dal docente

### Prerequisiti e modalità esame

Prerequisiti: Meccanica quantistica di base, equazioni differenziali, algebra vettoriale

Modalità di esame: Orale

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Metodologie avanzate di Sintesi Organica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

**Prof. GENNARICESARE MARIO ARTURO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14091 - v. Venezian, 21

**Mail:** cesare.gennari@unimi.it

**Prof. BERNARDI ANNA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

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

**Mail:** anna.bernardi@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

### Obiettivi

L'obiettivo del corso è di sviluppare nello studente una base fondamentale di conoscenza delle reazioni organiche più innovative nel contesto della sintesi organica.

Alla fine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di selezionare una serie di reazioni per una particolare sintesi organica, basandosi sulla valutazione delle possibilità più efficaci tra quelle disponibili.

### Programma

Interconversione di gruppi funzionali attraverso reazioni di sostituzione nucleofila.

Formazione del legame C-C: preparazione e reazioni dei composti contenenti boro, silicio e stagno.

Reazioni che coinvolgono carbeni e nitreni.

Reazioni coinvolgenti metalli di transizione: rame, palladio, nickel, rodio, cobalto. Le reazioni di metatesi: RCM (Ring Closing Metathesis), ROM (Ring Opening

Metathesis), CM (Cross Metathesis), RCAM (Ring Closing Alkyne Metathesis), Enyne RCM, Enyne CM. Esercizi di sintesi totale con l'uso

di metalli di transizione.

**Materiale di riferimento**

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

**Prerequisiti e modalità esame**

Modalità di esame: Scritto e orale

Vengono proposti due compiti scritti durante il corso (uno per modulo). Il superamento dei due compiti scritti rende il superamento dell'esame finale poco più di una formalità.

**Propedeuticità consigliate**

Tutti i corsi di chimica organica della laurea triennale.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Catalisi omogenea

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

**Prof. RAGAINI FABIO ATTILIO CIRILLO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14373 - v. Venezian, 21

**Mail:** fabio.ragaini@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

### Programma

Obiettivi (dettagli AF)

Lo scopo del corso è quello di dare informazioni sui processi di catalisi omogenea attualmente applicati nell'industria e sulle basi concettuali che ne hanno permesso lo sviluppo, in modo da fornire agli studenti gli strumenti per poterne a loro volta sviluppare di nuovi o adattare quelli esistenti alle loro esigenze professionali.

Programma in italiano

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.

### Materiale di riferimento

- van Leuween,, Homogeneous Catalysis, Kluwer, 2004

### Prerequisiti e modalità esame

Conoscenze di base di chimica di coordinazione e organometallica

### Propedeuticità consigliate

Chimica dei composti di coordinazione, Chimica Inorganica (A).

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di esame:

Orale

Modalità di frequenza:

Fortemente consigliata

Modalità di erogazione:

Tradizionale

---

## Chimica Bioorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

**Prof. SPERANZA GIOVANNA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14097 - v. Venezian, 21

**Mail:** giovanna.speranza@unimi.it

**Prof. MORELLI CARLO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** carlo.morelli@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

**Obiettivi**

Scopo del corso è quello di spiegare il ruolo della chimica organica nei sistemi biologici.

**Programma**

Introduzione alla chimica bioorganica  
Chimica dei peptidi e polipeptidi. Struttura terziaria delle proteine. Enzimi e sito attivo. Cofattori e coenzimi.

Aspetti peculiari della catalisi enzimatica e relative interpretazioni

Classificazione formale degli enzimi (regole IUBMB).

Classificazione degli enzimi secondo il meccanismo di reazione

Reazioni di ossidazione e riduzione: reazioni con trasferimento formale di idruro, reazioni di enzimi flavino-dipendenti, ossidasi, mono-ossigenasi, di-ossigenasi.

Reazioni con trasferimento di gruppo: idrolisi, amminazione e fosforilazione.

Reazioni di eliminazione, isomerizzazione e riarrangiamento.

Reazioni con rottura e formazione del legame carbonio-carbonio: decarbossilazioni, carbossilazioni, condensazioni aldoliche e di Claisen, reazioni catalizzate da enzimi piridossalfosfato-dipendenti.

Uso degli enzimi in sintesi organica

Preparazione di sintoni chirali attraverso reazioni biocatalizzate.

**Materiale di riferimento**

- R.B. Silverman, Organic Chemistry of Enzyme-Catalyzed Reactions, 2nd edition, Academic Press, San Diego, 2002;
- K.Faber, Biotransformations in Organic Chemistry : A Textbook, 5th edition, Springer-Verlag, Heidelberg, 2004.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Conoscenza dei concetti di base della chimica organica comprese le reazioni, la stereochimica e la spettroscopia.

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica organica I e II corso

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Chimica dei Cluster carbonilici**

**Per i Corsi di laurea:**

- F5Y; totalecfu 6

**Prof.GARLASCHELLI LUIGI** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14410 - v. Venezian, 21

**Mail:** luigi.garlaschelli@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

**Obiettivi**

Il corso si prefigge di portare a conoscenza degli studenti la chimica, la reattività e le strutture dei cluster carbonilici dei metalli di transizione. Queste conoscenze sono essenziali sia per le persone che lavorano in questo settore che per le persone che si interessano di aree affini. Lo conoscenze acquisite potranno essere applicate in vari ambiti della sintesi chimica e trovare risvolto anche in ambiti applicativi.

**Programma**

Conto elettronico nei cluster e legame metallo-metallo. Strutture. Leganti. Tecniche di caratterizzazione. Sintesi. Reattività, Reazioni con leganti organici. Cluster a metalli misti. Trasformazioni di molecole organiche che impiegano quantità stechiometriche o catalitiche di cluster. Ricerche bibliografiche

**Materiale di riferimento**

- Transition Metal Carbonyl Cluster Chemistry. P.J. Dyson, and J. Scott McIndoe. Gordon and Breach Science Publishers.
- Materiale a uso degli studenti fornito dal docente.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica dei composti di coordinazione. Corso avanzato di Inorganica.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Pagine web

[http://www.cima.unimi.it/persona.php?z=0&id\\_persona=17](http://www.cima.unimi.it/persona.php?z=0&id_persona=17)

---

## Chimica Fisica dello stato solido e delle superfici

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

**Prof.SCAVINIMARCO** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14221 - v. Golgi, 19

**Mail:** marco.scavini@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Obiettivo dell'insegnamento è introdurre gli studenti alla Chimica Fisica dello Stato Solido, dando risalto alle strette connessioni esistenti tra struttura, microstruttura, termodinamica, chimica dei difetti e proprietà fisiche nei solidi cristallini e negli amorfi.

### Programma

Struttura dei solidi cristallini: simmetria e classificazione; introduzione all'interazione tra luce e materia, diffrazione; diffrazione di raggi-X su polveri; principi di relatività speciale applicati alla generazione di luce di sincrotrone; applicazioni della luce di sincrotrone; EXAFS. Struttura e termodinamica dei vetri. Difetti puntuali in metalli, semiconduttori e composti; influenza dei difetti su struttura, proprietà di trasporto e magnetismo nei solidi. Difetti estesi.

Proprietà magnetiche dei solidi; fondamenti del magnetismo; ferromagnetismo, ferrimagnetismo, antiferromagnetismo; anisotropia magnetica, magnetoresistenza; immagazzinamento dati per via magnetica;

Elettroni nei solidi: teorema di Bloch e struttura a bande. Introduzione ai fenomeni di localizzazione elettronica: modello di Hubbard, localizzazione di Anderson, polaroni. Cenni di superconduttività.

### Materiale di riferimento

Diapositive del Corso fornite in formato pdf dal docente

Testi consigliati per approfondimenti

- "Solid State Chemistry and its applications", Anthony R. West, Wiley India ed. 2007

- "Magnetic Materials", N. Spaldin, Cambridge University Press, 2006

- "The Electronic Structure and Chemistry of solids" P.A. Cox, Oxford Univ. Press

### Prerequisiti e modalità esame

Modalità di esame: Orale

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica teorica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

**Prof.MARTINAZZOROCO** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14287 - v. Golgi, 19

**Mail:** rocco.martinazzo@unimi.it

**Prof.CEOTTOMICHELE** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14258 - v. Venezian, 21

**Mail:** michele.ceotto@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Conoscenza della dinamica molecolare quantistica.

### Programma

Introduzione: Algebra lineare. Notazione di Dirac. Equazione di Schrodinger dipendente dal tempo (TDSE). Principi variazionali e teoria delle perturbazioni. Separazione dei moti elettronici e nucleari: Approssimazione di Born-Oppenheimer. Stati adiabatici e diabatici.

Metodi a funzione d'onda per elettroni: Il problema ad N elettroni. Orbitali e determinanti di Slater. Funzioni base. Approssimazione di

Hartree-Fock. Correlazione elettronica: interazione di configurazione e approcci perturbativi. Teoria del Funzionale Densità per

elettroni: Teoremi di Hohenberg-Kohn. Equazioni di Kohn-Sham. Funzionali densità. Pseudopotenziali. Applicazioni. Teoria delle

reazioni chimiche: Teoria delle collisioni in meccanica classica e quantistica. Operatori di diffusione. Soluzione numerica della TDSE.

Integrali di cammino di Feynman. Teoria semiclassica. Teoria dello stato di transizione. Moto Browniano e equazione di Langevin.

Teoria di Kramers.

---

**Materiale di riferimento**

- A. Szabo and N.S. Ostlund, Modern Theoretical Chemistry, Mc Graw-Hill Inc., New York, 1989
- R. G. Parr and Yang, Density-Functional Theory of Atoms and Molecules, Oxford University Press, New York, 1989
- D. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective, University Science Books, Sausalito, CA, 2007

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Conoscenza di base della meccanica quantistica e della matematica (come maturata nei corsi di primo livello) e, preferibilmente, conoscenze acquisite in corsi di matematica avanzata/applicata (es. Complementi di Chimica-Fisica)  
Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Complementi di Chimica Fisica

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Complementi di Chimica Fisica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totale cfu 6

**Prof. ORTOLEVA EMANUELE GIOVANNI**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14286 - v. Golgi, 19  
**Mail:** emanuele.ortoleva@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

**Obiettivi**

fornire un bagaglio fisico matematico per uno studio avanzato della chimica fisica.

**Programma**

Spazi lineari, spazi di Hilbert, operatori lineari, operatori hermitiani.  
Serie di Fourier, trasformate di Fourier. Funzione delta di Dirac. Applicazioni delle trasformate di Fourier in spettroscopia, diffrattometria, stato solido e meccanica quantistica

**Materiale di riferimento**

- E. Butkov, Mathematical Physics, Addison-Wesley, 1968;
- F.W. Byron R.W: Fuller, Mathematics of Classical and Quantum Physics, Dover, 1992

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Istituzioni di matematiche, Fisica generale I, Fisica generale II, Chimica fisica I, Chimica fisica II

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Stereochimica Inorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F5Y; totalecfu 6

**Prof. MERCANELLIPIERLUIGI**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

**Indirizzo:** 0250314447  
**Mail:** pierluigi.mercandelli@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

**Obiettivi**

Il corso presenta alcune tecniche computazionali utili nello studio della chimica dei complessi dei metalli di transizione e delle specie organometalliche, soprattutto attraverso l'analisi di esempi particolarmente significativi. Lo studente acquisirà le competenze necessarie per impostare l'esecuzione dei calcoli e per fornire una prima interpretazione dei risultati.

**Programma**

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 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).

**Materiale di riferimento**

---



Thomas R. Cundari "Computational Organometallic Chemistry" Dekker.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

**Metodi matematici applicati alla chimica**

**Per i Corsi di laurea:**

- F5Y; totale cfu 6

**Prof. ALESINA ALBERTO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

**Indirizzo:** 02503 16126 - v. Saldini, 50

**Mail:** alberto.alesina@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu MAT/01 , MAT/02 , MAT/03 , MAT/04 , MAT/05 , MAT/06 , MAT/07 , MAT/08 , MAT/09

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
CHIMICA INDUSTRIALE E  
GESTIONALE LM-71**

### **Premessa**

Il Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale vuole formare un 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.

Questa figura professionale deve avere delle buone conoscenze di economia e gestione aziendale ed essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

La sua preparazione lo metterà in grado di raggiungere una ampia autonomia nell'ambito lavorativo che gli consentirà di raggiungere una elevata responsabilità nell'attuazione di progetti e strutture.

### **Obiettivi formativi generali e specifici**

Il Corso di Laurea Magistrale si colloca all'interno degli standard europei di riferimento per le Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale intendendo fornire competenze specifiche con particolare riguardo alle discipline chimiche e chimico industriali ed alle relative applicazioni.

- I laureati del corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e gestionale avranno una formazione intesa a fornire:
  - completa autonomia in ambito lavorativo, che permetta di ricoprire posizioni di elevata responsabilità nella realizzazione di progetti e strutture in campo industriale e della ricerca;
  - le capacità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali nell'ambito della chimica industriale, gestendo in prima persona attività quali la caratterizzazione di nuovi prodotti e materiali, la sperimentazione di nuove tecnologie e le attività delle fasi di sviluppo e pilota, in vista della produzione industriale;
  - la possibilità d'interagire in maniera decisionale 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;
  - le competenze necessarie per operare nelle fasi creative, organizzative ed operative della ricerca nel campo chimico e chimico-industriale in laboratori pubblici e privati, europei ed extra-europei, centri di ricerca, società di ricerca e sviluppo e per partecipare allo sviluppo teorico e pratico di nuove tecnologie in campo chimico e rispondere ad esigenze di ricerca/sviluppo, controllo qualità nel quadro di normative legislative o processi produttivi sia in campo industriale che in istituzioni pubbliche.

### **Abilità e competenze acquisite**

Il laureato magistrale in Chimica Industriale e Gestionale ha l'abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionale altamente qualificata nell'ambito della gestione aziendale e dei laboratori di ricerca in campo chimico, chimico industriale e chimico-farmaceutico ed ha acquisito le opportune conoscenze per lo sviluppo dei processi chimici industriali, dalla scala di laboratorio all'impianto pilota.

Le sue competenze in campo gestionale sono caratterizzate dalle elevate conoscenze della scienza e tecnologia proprie della chimica e della chimica industriale. Egli è in grado di organizzare il lavoro di ricerca, di definire i temi di sviluppo ed i programmi relativi, di assicurare l'integrazione congiunta dei vari settori della ricerca, di garantire l'aggiornamento scientifico nonché di verificare i risultati raggiunti e promuovere il loro sviluppo e la loro applicazione ed avrà la capacità di adeguarsi alla continua evoluzione delle discipline chimiche e d'interagire con le professionalità culturalmente contigue.

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

Tra le attività che i laureati magistrali in Chimica Industriale e Gestionale 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 e della pubblica amministrazione.

Gli sbocchi professionali previsti sono: ricerca e sviluppo presso industrie chimiche ed elettrochimiche; progettazione e gestione di impianti pilota; conduzione di impianti chimici industriali; industrie e centri di ricerca operanti nei più diversificati campi dei materiali tradizionali e innovativi, progettazione e produzione di generatori e sensori elettrochimici. Le competenze acquisite aprono al laureato l'accesso ai più svariati settori industriali quali quelli dei materiali polimerici, alimentari, agrochimici, 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. La laurea magistrale in Chimica industriale e gestionale costituisce un titolo preferenziale per l'accesso al Dottorato di ricerca dell'area.

### **Conoscenze per l'accesso**

I requisiti curriculari richiesti per l'ammissione al corso di Laurea in Chimica Industriale e Gestionale sono quelli propri dei laureati delle classi L-27 in particolare sono richiesti:

- almeno 20 CFU nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche
- almeno 70 CFU nei settori scientifico-disciplinari degli ambiti caratterizzanti della Tabella della classe L27:
  - discipline chimico-analitiche e ambientali CHIM/01 e CHIM/12

- discipline chimico-inorganiche e chimico-fisiche CHIM/03 e CHIM/02
- discipline chimico-industriali e tecnologiche CHIM/04, CHIM/05, ING-IND/21, ING-IND/22 e ING-IND/25
- discipline chimico-organiche e biochimiche CHIM/06, BIO/10, BIO/11 e BIO/12

### Struttura del corso

Il corso di laurea magistrale in Chimica Industriale e Gestionale è articolato in semestri. Le attività formative saranno costituite da corsi di insegnamento, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, attività didattiche a piccoli gruppi, corsi liberi, partecipazione a seminari, conferenze, convegni, tirocinio/stage (svolto in strutture universitarie e/o all'esterno), attività di ricerca relative alla tesi di laurea, attività di ricerca bibliografica. I corsi di insegnamento potranno essere organizzati per moduli.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi (CFU), corrispondenti a 25 ore di lavoro per lo studente.

La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o alle altre attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico è così determinata:

- nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento e 17 ore di studio personale;
- nel caso di esercitazioni numeriche e di laboratorio, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio personale;
- nel caso del lavoro di tirocinio e di tesi, 25 ore di lavoro.

Per conseguire la laurea magistrale lo studente deve avere acquisito 120 crediti.

### Articolazione degli insegnamenti

Il corso di laurea magistrale in Chimica Industriale e Gestionale è articolato in semestri.

La distribuzione degli insegnamenti nei semestri del I° e II° anno prevede:

<b>I° ANNO</b>	
<i>I° Semestre</i>	<i>II° Semestre</i>
- Chimica industriale (approf.)/Laboratorio (9CFU), Economia e Gestione delle imprese (6 CFU), Processi chimici ed impianti industriali ( 6 CFU) ed 1 corso tra gli Affini ed Integrativi	- 1 corso da 9 CFU dalla Tabella 1, 3 corsi da 6 CFU dalla Tabella 2 e 1 corso tra gli Affini ed Integrativi
<b>II° ANNO</b>	
<i>I° Semestre</i>	<i>II° Semestre</i>
- 1 corso da 6 CFU dalla Tabella 2, corsi a libera scelta per un totale di 12 CFU, Ulteriori conoscenze linguistiche e inizio della tesi sperimentale	- Tesi e prova finale

**N° posti riservati a studenti extracomunitari non soggiornanti in Italia**

2

## ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

<b>1° ANNO DI CORSO Attività formative obbligatorie</b>					
Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
1 semestre	Chimica Industriale (approf.) con Laboratorio (tot. cfu: 9)	Chimica Industriale (approf.)	6	CHIM/04	48 ore Lezioni
		Lab. Chimica Industriale (approf.)	3	CHIM/04	48 ore Laboratori
1 semestre	Economia e gestione delle imprese		6	SECS-P/08	48 ore Lezioni
1 semestre	Processi chimici e impianti industriali		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
			Totale CFU obbligatori	21	

**Attività a scelta**

L'articolazione degli insegnamenti nei semestri è descritta nel paragrafo "articolazione degli insegnamenti".

**Tabella 1- INSEGNAMENTI CARATTERIZZANTI da 9 CFU**

Scegliere 1 dei seguenti insegnamenti

2 semestre	Catalisi e ambiente (tot. cfu: 9)	Catalisi industriale	6	CHIM/02	48 ore Lezioni
		Tecniche di bonifica	3	CHIM/02	24 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Inorganica dei materiali con laboratorio (tot. cfu: 9)	Chimica Inorganica dei materiali	6	CHIM/03	48 ore Lezioni
		Lab. Chimica Inorganica dei materiali	3	CHIM/03	8 ore Lezioni, 32 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Macromolecolare con Laboratorio (tot. cfu: 9)	Chimica Macromolecolare	6	CHIM/04	48 ore Lezioni
		Lab. Chimica Macromolecolare	3	CHIM/04	48 ore Laboratori
2 semestre	Chimica Organica Applicata con Laboratorio (tot. cfu: 9)	Chimica Organica Applicata	6	CHIM/06	48 ore Lezioni
		Lab. Chimica Organica Applicata	3	CHIM/06	48 ore Laboratori
2 semestre	Fonti energetiche e conversione di energia (tot. cfu: 9)	Fonti energetiche e conversione di energia	6	CHIM/02	48 ore Lezioni
		Lab. Fonti energetiche e conversione di energia	3	CHIM/02	48 ore Laboratori

**Tabella 2- INSEGNAMENTI CARATTERIZZANTI da 6 CFU**

Lo studente deve scegliere 4 insegnamenti dalla seguente tabella. Egli dovrà indicare almeno 1 insegnamento nell'ambito "Discipline Chimiche: CHIM-01, CHIM-02, CHIM-03, CHIM-06", tranne quando, nella precedente Tabella 1, abbia scelto "Chimica macromolecolare con Laboratorio", in questo caso dovrà indicarne almeno 2.

	Aree emergenti della Chimica Organica (tot. cfu: 6) <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>	Strategie di sintesi	3	CHIM/06	
		Nuove tecnologie	3	CHIM/06	
	Chimica Fisica dei Materiali Innovativi <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/02	
		Sintesi e tecniche speciali Inorganiche <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/03
	Strutturistica Chimica <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/03	
		Sviluppo di processi chimici (tot. cfu: 6) <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>	Principi	3	CHIM/04
		Applicazioni	3	CHIM/04	
	Tecniche Analitiche avanzate <i>Non attivato per l'anno accademico in corso</i>		6	CHIM/01	
1 semestre		Chimica Bioinorganica		6	CHIM/03
1 semestre	Chimica Fisica dei sistemi dispersi e delle interfasi		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Chimica Fisica delle formulazioni		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Concetti e metodi della chimica organica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
1 semestre	Elettrochimica per l'ambiente		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Fotochimica		6	CHIM/02	48 ore Lezioni
1 semestre	Metallurgia		6	ING-IND/21	48 ore Lezioni
1 semestre	Metodi Fisici in Chimica Organica (tot. cfu: 6)	NMR	3	CHIM/06	16 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
		Massa	3	CHIM/06	16 ore Lezioni, 16 ore Esercitazioni
2 semestre	Metodologie Analitiche per l'ambiente e il degrado ambientale dei beni culturali		6	CHIM/01	48 ore Lezioni
1 semestre	Nanotecnologie dei materiali inorganici		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Processi industriali e passaggi di scala		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
1 semestre	Stereochimica Organica		6	CHIM/06	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica e tecnologia dei Polimeri		6	CHIM/04	48 ore Lezioni
2 semestre	Corrosione e protezione dei materiali metallici		6	ING-	48 ore Lezioni

				IND/22	
2 semestre	Metodologie catalitiche per la sintesi Organica (tot. cfu: 6)	Catalisi organica	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
		Catalisi inorganica	3	CHIM/06	24 ore Lezioni
2 semestre	Principi e applicazioni di Chimica Metallorganica		6	CHIM/03	48 ore Lezioni
2 semestre	Processi biotecnologici		6	CHIM/06	48 ore Lezioni

### INSEGNAMENTI AFFINI O INTEGRATIVI

**Lo studente deve scegliere 2 tra i seguenti insegnamenti Affini o Integrativi**

1 semestre	Bionanotecnologie		6	FIS/03	48 ore Lezioni
1 semestre	Brevetti e gestione dell'innovazione		6	SECS-P/07	48 ore Lezioni
	Sicurezza nell'ambiente di lavoro ( <i>non attivato per l'a.a. in corso</i> )		6	IUS/07	48 ore Lezioni
2 semestre	Chimica Farmaceutica		6	CHIM/08	48 ore Lezioni

### 2° ANNO DI CORSO (da attivare a partire dall'a.a. 2011/12) Attività formative obbligatorie

Erogazione	Attività formativa	Modulo	Cfu	Settore	Form.Didatt.
	Laboratorio di tesi con Prova Finale		39		
	Ulteriori conoscenze linguistiche (inglese avanzato)		3	L-LIN/12	
		Totale CFU obbligatori	42		

### Attività a scelta

#### INSEGNAMENTI A LIBERA SCELTA

Lo studente deve inserire nel piano di studio insegnamenti a libera scelta per un totale di 12 CFU, scegliendoli in piena libertà tra tutti gli insegnamenti attivati, proposti dalla Facoltà e/o dall'Ateneo, purchè coerenti con il progetto formativo.

Comunque, si consiglia vivamente di utilizzare gli insegnamenti caratterizzanti o, eventualmente, gli affini ed integrativi delle Lauree Magistrali Chimiche non utilizzati nella loro categoria e coerenti con il progetto formativo.

### Altre attività a scelta

#### NORME TRANSITORIE

- Per gli studenti che provengono dal corso di laurea triennale di Chim. Ind.le della nostra Facoltà il corso di Economia e gestione delle imprese deve essere sostituito dal corso di Processi industriali e passaggi di scala

- Tutti gli studenti possono utilizzare come insegnamenti caratterizzanti da 6 CFU e affini ed integrativi anche insegnamenti della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, previa approvazione della Commissione Piani di studio.

- Gli studenti che provengono dalla LT in Chimica Applicata ed Ambientale classe 21 Scienze e tecnologie chimiche, possono scegliere come insegnamenti Caratterizzanti sia da 6 che 9 CFU anche insegnamenti della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, sempre previa approvazione della Commissione Piani di studio.

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

## Chimica Industriale (approf.) con Laboratorio

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; moduli: Chimica Industriale (approf.) , Lab. Chimica Industriale (approf.) totale cfu 9

**Prof. ALBANESE DOMENICO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14165 - v. Venezian, 21

**Mail:** domenico.albanese@unimi.it

**Prof. GIANNINI CLELIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** clelia.giannini@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/04 (9 cfu)
Chimica Industriale (approf.)	6 cfu	CHIM/04 (6 cfu)
Lab. Chimica Industriale (approf.)	3 cfu	CHIM/04 (3 cfu)

### Obiettivi

Il corso si propone di fornire allo studente una buona conoscenza dei principali processi di produzione delle materie prime dell'industria chimica. Alcuni prodotti e intermedi di interesse industriale verranno preparati e caratterizzati durante il modulo di laboratorio.

### Programma

Fonti di energia e materie prime per l'industria chimica: carbone, gas naturale, petrolio. Composizione e lavorazione del petrolio: cracking termico, steam-cracking, cracking catalitico, reforming catalitico, alchilazione e isomerizzazione. Processi di desolfurazione. Processo Claus. Gas di sintesi. Processo 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. Prodotti di conversione del propilene: ossido di propilene, acrilonitrile. Produzione di acido acetico, acetato d'etile, anidride acetica. Produzione industriale degli alcoli: etanolo, isopropanolo, butanoli e omologhi superiori. Dioli e polioli. Produzione e conversione di prodotti aromatici. Processi di produzione di acido adipico. Detergenti e processi di produzione di alchilbenzensolfonati. Chimica industriale sostenibile: confronto dell'impatto ambientale di processi alternativi.

Il programma del modulo di laboratorio prevede l'esecuzione a banco singolo di esperimenti riguardanti la preparazione di intermedi e prodotti finiti di interesse industriale tramite sintesi a uno stadio o a più stadi. I prodotti ottenuti verranno caratterizzati tramite tecniche analitiche e spettroscopiche. Verranno eseguite le seguenti esperienze:

- sintesi del 2-etilesanolo a partire da aldeide n-butirrica e suo impiego per la preparazione dell'adipato di 2-etilesile
- sintesi di acido adipico tramite ossidazione del cicloesene in condizioni di catalisi per trasferimento di fase (CTF)
- sintesi di dodecilbenzensolfonato di sodio

### Materiale di riferimento

- K. Weissermel, H. I. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 4a Ed. VHC, Weinheim, 2003
- C. Giavarini, Guida allo Studio dei Processi di Raffinazione e Petrochimici, Ed. Scien., Siderea, Roma, 1999.
- Materiale didattico riguardante gli esperimenti verrà fornito dal docente all'inizio del modulo di laboratorio

### Prerequisiti e modalità d'esame

Fondamenti di chimica organica e industriale

Modalità di esame: Orale

Al termine del modulo di laboratorio lo studente dovrà consegnare una relazione sulle esperienze eseguite in laboratorio.

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Economia e gestione delle imprese

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; totale cfu 6

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	SECS-P/08 (6 cfu)
--	-------	-------------------

## Processi chimici e impianti industriali



## Per i Corsi di laurea:

- F6Y; totale cfu 6

**Prof. BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14253 - v. Golgi, 19

**Mail:** claudia.bianchi@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/04 (6 cfu)

### Programma

Richiami di cinetica chimica. Reazioni a stadi. Catalisi acido-basica. Autocatalisi. Catalisi enzimatica. Catalisi eterogenea. Adsorbimento fisico e chimico. Modelli cinetici per le reazioni catalitiche. Limitazioni diffusive, efficacia dei catalizzatori. Processi e reattori chimici. Schemi di processo. Simboli e sigle. Bilanci di massa e di energia. Reattori discontinui. Reattori semicontinui. Reattori continui tubolari ideali. Reattori continui a completo mescolamento. Conversione e selettività nei diversi reattori. Effetti termici. Reattori continui non-ideali. Distillazione a più componenti. Separazioni con membrane.

### Materiale di riferimento

- I.S. Metcalfe, Chemical reaction Engineering, Oxford Science Publications
- O. Levenspiel, Ingegneria delle Reazioni Chimiche, Casa Editrice Ambrosiana Milano.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e Orale

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Catalisi e ambiente

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; moduli: Catalisi industriale, Tecniche di bonifica totale cfu 9

**Prof. GERVASINI ANTONELLA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14254 - v. Golgi, 19

**Mail:** antonella.gervasini@unimi.it

**Prof. CARNITI PAOLO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14261 - v. Golgi, 19

**Mail:** paolo.carniti@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

9 cfu CHIM/02 (9 cfu)

Catalisi industriale

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

Tecniche di bonifica

3 cfu CHIM/02 (3 cfu)

### Obiettivi

Introduzione alla catalisi (con particolare enfasi alla catalisi eterogenea) in tutti i suoi diversi aspetti. Verranno fornite le informazioni di base per comprendere la strada che si deve percorrere per lo sviluppo del catalizzatore industriale e del relativo processo catalitico. Verrà data enfasi all'impiego di catalizzatori per la risoluzione di problemi ambientali e per lo sviluppo di una chimica sostenibile.

### Materiale di riferimento

- J.M. Thomas, W.J. Thomas, Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis, VCH, Weinheim, 1997 (ISBN 3-527-29239-X);
- R.A. Sheldon, I. Arends, U. Hanefeld, Green Chemistry and Catalysis Wiley-VCH, Weinheim, 2007 (ISBN: 978-3-527-30715-9);
- G. Rothenberg, Catalysis. Concepts and Green Applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2008 (ISBN: 978-3-527-31824-7).

### Prerequisiti e modalità d'esame

Prerequisiti: Conoscenza della cinetica chimica.

Modalità di esame: Orale

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Modulo: Catalisi industriale

### Programma

---

Definizione di catalizzatore e reazione catalitica. Concetti di attività, selettività, produttività, e resa di un catalizzatore. Cinetica e stadi elementari: diffusione, adsorbimento, reazione chimica, e desorbimento. Limitazioni all'azione catalitica dovuti a diffusione interna ed esterna. Sviluppo del catalizzatore industriale: proprietà del catalizzatore. Materiali catalitici. Operazioni unitarie per la preparazione di catalizzatori massivi e supportati, compresa la loro formatura. Determinazione delle proprietà massive e superficiali del catalizzatore mediante tecniche spettroscopiche, di analisi termica e chimiche. Invecchiamento del catalizzatore: disattivazione, avvelenamento ed interventi per la rigenerazione dei catalizzatori spenti. Fondamenti per lo sviluppo di scala di catalizzatori eterogenei e dei relative processi catalitici, anche in relazione con problemi economici. La proprietà intellettuale: importanza, significato ed interpretazione dei brevetti industriali.

## Modulo: Tecniche di bonifica

### Programma

Catalisi nella chimica sostenibile: uso di catalizzatori attivi in solventi benigni e catalisi per lo sfruttamento di materie prime rinnovabili. Degradazione catalitica di scarti polimerici. Abbattimento catalitico di inquinanti gassosi. Convertitori catalitici per autoveicoli. Cinetica enzimatica. Cinetica della biodegradazione per l'abbattimento di inquinanti in soluzione.

---

## Chimica Inorganica dei materiali con laboratorio

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; moduli: Chimica Inorganica dei materiali , Lab. Chimica Inorganica dei materiali totale cfu 9

**Prof. PRATI LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14357 - v. Venezian, 21

**Mail:** laura.prati@unimi.it

### L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

Chimica Inorganica dei materiali	9 cfu	CHIM/03 (9 cfu)
Lab. Chimica Inorganica dei materiali	6 cfu	CHIM/03 (6 cfu)
	3 cfu	CHIM/03 (3 cfu)

### Obiettivi

Struttura, preparazione, proprietà e applicazioni dei più comuni materiali inorganici. Tecniche di base per la preparazione e caratterizzazione di materiali inorganici.

### Programma

Contenuti: Argille e materiali strutturali :strutture ed applicazioni. Ossidi metallici e non metallici: metodi di preparazione, caratteristiche ed applicazioni. Sonda lambda e marmitte catalitiche. Grafene e nanotubi di carbonio. Modificazioni allotropiche del carbonio: carboni attivi e modificazioni superficiali. Metalli nobili: estrazioni, proprietà e usi. Nanoparticelle: preparazione, stabilizzazione e applicazioni. Terre rare: fonti, estrazioni, separazione ed utilizzo .

### Materiale di riferimento

Lucidi di lezione e dispense tematiche fornite dal docente.  
Il materiale didattico è fornito tramite la piattaforma Ariel.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale  
L'esame consiste in un approfondimento tematico con presentazione in Power Point.

### Propedeuticità consigliate

Chimica Inorganica

### Metodi Didattici

lezioni frontali

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

## Modulo: Lab. Chimica Inorganica dei materiali

### Programma

Tecniche di base per la preparazione di alcuni materiali e loro caratterizzazione superficiale. Preparazione di nanoparticelle metalliche e loro caratterizzazione.

### Metodi Didattici

Laboratorio

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: obbligatoria

---

## Chimica Macromolecolare con Laboratorio

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; moduli: Chimica Macromolecolare , Lab. Chimica Macromolecolare totale cfu 9

**Prof. RANUCCI ELISABETTA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14132 - v. Venezian, 21

**Mail:** elisabetta.ranucci@unimi.it

**Prof. MANFREDI AMEDEA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14181 - v. Venezian, 21

**Mail:** amedeo.manfredi@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/04 (9 cfu)
Chimica Macromolecolare	6 cfu	CHIM/04 (6 cfu)
Lab. Chimica Macromolecolare	3 cfu	CHIM/04 (3 cfu)

#### Obiettivi

Introduzione ai metodi sintetici e di caratterizzazione dei polimeri. Il corso di laboratorio verterà su esempi di sintesi di polimeri e loro caratterizzazione.

#### Programma

Definizioni e concetti fondamentali. Sintesi di polimeri: polimerizzazione con meccanismo radicalico, a stadi, ionico, coordinato, mediante apertura di anello, mediante trasferimento di gruppo, radicale controllato. Proprietà in soluzione dei polimeri. Determinazione dei pesi molecolari: cromatografia SEC, light scattering e analisi MALDI-TOF. Analisi termica gravimetrica, calorimetria a scansione differenziale (DSC). Corso di laboratorio: polimerizzazione radicalica: determinazione delle costanti di polimerizzazione. Polimerizzazione in emulsione e mediante apertura di anello. Sintesi di idrogeli. Determinazione dei pesi molecolari dei polimeri mediante cromatografia SEC-LLS e MALDI-TOF. Analisi DSC.

#### Materiale di riferimento

Dispense del docente, copie delle slides presentate durante le lezioni. Testo consigliato: "Principles of polymerization" Odian, Wiley-Interscience

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Conoscenza di base di chimica organica, inclusa la reattività dei composti aromatici

Modalità di esame: Scritto

Prove di laboratorio

#### Propedeuticità consigliate

Nessuna

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria modulo laboratorio - Fortemente consigliata per il modulo teorico

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Chimica Organica Applicata con Laboratorio

#### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; moduli: Chimica Organica Applicata , Lab. Chimica Organica Applicata totale cfu 9

**Prof. SANNICOLA' FRANCESCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14173 - v. Venezian, 21 02503 14174 - v. Venezian, 21

**Mail:** francesco.sannicolo@unimi.it

**Prof. PERDICCHIA DARIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** dario.perdicchia@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/06 (9 cfu)
Chimica Organica Applicata	6 cfu	CHIM/06 (6 cfu)
Lab. Chimica Organica Applicata	3 cfu	CHIM/06 (3 cfu)

## Fonti energetiche e conversione di energia

#### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; moduli: Fonti energetiche e conversione di energia , Lab. Fonti energetiche e conversione di energia totale cfu 9

**Prof. RONDININI SANDRA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14203 - v. Golgi, 19 02503 14217 - v. Golgi, 19

**Mail:** sandra.rondinini@unimi.it

**Prof. FIORI GIORGIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14208 - v. Golgi, 19  
**Mail:** giorgio.fiori@unimi.it

**Prof. VERTOVA ALBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14232 - v. Golgi, 19  
**Mail:** alberto.vertova@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	9 cfu	CHIM/02 (9 cfu)
Fonti energetiche e conversione di energia	6 cfu	CHIM/02 (6 cfu)
Lab. Fonti energetiche e conversione di energia	3 cfu	CHIM/02 (3 cfu)

#### Obiettivi

Ricerca di base e innovazione tecnologica in campo chimico per la produzione, stoccaggio e distribuzione di energia.

#### Programma

Lezioni: La situazione energetica mondiale. Fonti rinnovabili di energia: acqua (idroelettrica, correnti, maree), vento, solare (termico e fotovoltaico), biomasse e geotermia. Vettori energetici: combustibili contenenti carbonio, energia elettrica e idrogeno. Generazione, distribuzione e stoccaggio dell'energia elettrica. Produzione di idrogeno: reforming di idrocarburi, decomposizione termica dell'acqua, elettrolisi, metodi biologici. Accumulo e trasporto di idrogeno. Confronto tra la conversione termica e quella elettrochimica dell'energia. Generazione e accumulo elettrochimico di energia: batterie primarie e secondarie, celle a combustibile, supercondensatori. Esercitazioni di laboratorio: Produzione di idrogeno (elettrolisi e fotoelettrolisi dell'acqua, reforming di biocarburanti). Produzione di energia elettrica con celle a combustibile e altri dispositivi elettrochimici

#### Materiale di riferimento

- <http://www.iea.org/statistics/> International Energy Agency "Key World energy and statistic" 2009  
- <http://ec.europa.eu/eurostat> Eurostat European Commission: "Europe in figures Eurostat yearbook 2009", European Communities 2009, ISSN 1681-4789.  
- <http://www.enea.it> Enea Rapporto energia e ambiente 2009

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità d'esame: relazione di laboratorio ed esame orale

#### Propedeuticità consigliate

nessuna

#### Metodi Didattici

lezioni in aula ed esercitazioni di laboratorio

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: la frequenza delle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria, fortemente consigliata per le lezioni frontali in aula.  
Modalità di erogazione: Tradizionale

## Concetti e metodi della chimica organica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; totale cfu 6

**Prof. LICANDRO EMANUELA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14143 - v. Venezian, 21  
**Mail:** emanuela.licandro@unimi.it

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

## Chimica e tecnologia dei Polimeri

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; totale cfu 6

**Prof. DI SILVESTRO GIUSEPPE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14130 - v. Venezian, 21  
**Mail:** giuseppe.disilvestro@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	CHIM/04 (6 cfu)
--	-------	-----------------

### Obiettivi

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.

### Programma

Saranno rivisti i processi di sintesi di polimeri tenendo conto del chimismo coinvolto (radicalico, ionico, ecc.) nel meccanismo di crescita delle macromolecole (policondensazione, poliaddizione) ma anche della tecnologia di produzione. Sarà data grande attenzione alla stereochimica dei polimeri ed alla analisi microstrutturale dei copolimeri. Saranno illustrati esempi di polimeri legati ai processi produttivi e di trasformazione di polimeri, e di loro miscele, di più elevato consumo o per usi speciali (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 responsabili di gestione di impianti di produzione o la visita agli impianti stessi.

### Materiale di riferimento

Il docente ha raccolto una serie di files che vengono dati agli studenti all'inizio del corso.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

### Propedeuticità consigliate

Un corso di base di chimica macromolecolare

### Lingua di insegnamento

Italiano

Inglese

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Corrosione e protezione dei materiali metallici

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; totale cfu 6

**Prof. SIVIERI ENRICO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14209 - v. Golgi, 19

**Mail:** enrico.sivieri@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu ING-IND/22 (6 cfu)

### Obiettivi

Principi di corrosione e protezione dei metalli e delle leghe in ambiente industriale.

### Programma

Costo dei fenomeni di corrosione; meccanismi di corrosione, principi di elettrochimica; teoria del potenziale misto e degli elementi galvanici in corto circuito. Passività dei metalli. Caratteristiche della corrosione, occluded cell, corrosione interstiziale, pitting, corrosione intergranulare, corrosione sotto tensione, corrosione per fatica, corrosione selettiva. Ossidazione ad alta temperatura, fragilimento da idrogeno. Corrosione in ambiente industriale, nei terreni, atmosferica, in ambiente marino e in solventi non acquosi. Corrosione nei calcestruzzi. Metodi per contrastare i fenomeni di corrosione: protezione catodica ed anodica, inibitori. Prove di corrosione e valutazioni tecniche.

### Materiale di riferimento

Bianchi, Mazza, Corrosione e protezione dei metalli, AIM.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Principi e applicazioni di Chimica Metallorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y; totale cfu 6

**Prof. PIZZOTTI MADDALENA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14363 - v. Venezian, 21  
**Mail:** maddalena.pizzotti@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

**Obiettivi**

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 farmacologica). Valutando gli obiettivi del corso, nonché le attuali prospettive delle produzioni industriali, un accento particolare verrà dato alle interazioni metallo-carbonio. Verranno considerati anche semplici casi di interazione metallo-idrogeno, metallo-azoto e metallo-ossigeno.

**Programma**

Generalità sul legame Metallo-Carbonio; stabilità termodinamica e cinetica. Li, Mg, Al e Si alchili. Legame Metallo-Carbonio nei complessi dei  $\sigma$ metalli di transizione. Cenni alla teoria degli orbitali molecolari; complessi accettori. Regola dei  $18\pi$  donatori e  $\pi$  donatori,  $\sigma$ . Tipi di leganti:  $\pi$ e elettroni. Complessi con l'idrogeno. Complessi con alcheni, dieni e acetileni. Complessi con le fosfine; angolo conico. Complessi carbonilici, ciclopentadienilici e arenici. Complessi allilici, carbenici e nitrenici. Complessi con ossigeno; osso, perosso e superosso complessi. Legame Metallo-Metallo; clusters di metalli di transizione. Reazioni di scambio dei leganti. Somme ossidative ed eliminazioni riduttive. Reazioni di inserzione-migrazione e di trasferimento elettronico. Ruolo dei complessi in catalisi omogenea, nella modellistica e nell'ottica non lineare. Cenni di chimica organometallica di superficie.

**Materiale di riferimento**

- Organometallics Ch. Elschenbroich – A. Salzer VCH Ed.
- Principles and applications of organotransition metal complexes. Collman – Hegedus University Science Books
- The Organometallic Chemistry of the transition metals.- R.H. Crabtree – Wiley Ed. Fifth Edition

**Prerequisiti e modalità d'esame**

buona conoscenza della chimica inorganica e organica di base  
 Modalità di esame: Orale

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
 Modalità di erogazione: Tradizionale

**Processi biotecnologici**

**Per i Corsi di laurea:**

- F6Y; totale cfu 6

**Prof. SENECI PIERFAUSTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** pierfausto.seneci@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

**Obiettivi**

Il corso è finalizzato allo studio delle componenti chimiche che costituiscono processi biotecnologici, con particolare riferimento al loro utilizzo e al loro impatto sempre crescente nella ricerca farmaceutica.

Il corso si compone di quattro moduli distinti. Nel primo, viene introdotta agli studenti la metodologia moderna di sintesi su supporto solido; nel secondo la sopracitata metodologia viene utilizzata per la sintesi ad alta capacità (high throughput) di sostanze ad attività potenziale biologica, usando ed introducendo concetti di chimica combinatoriale; nel terzo si dettagliano e si discutono i processi usati nella scoperta, nell'isolamento e nella caratterizzazione di prodotti naturali attraverso processi biotecnologici e sintetici, ivi inclusa la sintesi combinatoriale; e nel quarto si analizza l'impatto di nuove tecnologie e processi biotecnologici nel processo di ricerca e di sviluppo di nuovi farmaci.

**Programma**

Gli argomenti svolti presuppongono la conoscenza dei fondamenti della chimica organica, con particolare riferimento alla reattività dei principali gruppi funzionali e alla stereochimica organica; dei fondamenti della chimica analitica, della modellistica molecolare e della biochimica.

**PRIMO MODULO:**

Viene descritta e discussa in dettaglio la sintesi su supporto solido, o sintesi in fase solida (SPS), o sintesi in fase eterogenea, descrivendone pregi e vantaggi in rapporto alla ben più comune sintesi in soluzione, o sintesi in fase omogenea. In particolare, i tre argomenti principali sono la natura e le caratteristiche dei più comuni supporti solidi (resine polistireni che lipofiliche o anfifiliche, vetro, carta, membrane, etc.); la natura e la struttura dei più comuni spaziatori (linkers) utilizzati per supportare le molecole obiettivo di una strategia sintetica sul supporto solido stesso; e la caratterizzazione analitica dei composti sintetizzati su supporto solido usando tecniche on-bead (analisi su supporto) oppure off-bead (analisi dopo rilascio in soluzione). Una vasta gamma di esempi tratti da recenti pubblicazioni, ed aventi a che fare con la sintesi di polipeptidi, oligonucleotidi e molecole organiche, verrà anche presentata e discussa.

**SECONDO MODULO:**

Viene descritta e discussa in dettaglio la chimica combinatoriale, o chimica ad alta capacità, descrivendone i pregi nell'accelerare la sintesi di composti biologicamente attivi, nello stabilire più rapidamente relazioni struttura-attività quantitative (QSAR), e nell'ottenere collezioni di composti (librerie combinatoriali). In particolare, i tre argomenti principali sono i diversi formati di librerie combinatoriali ottenibili (librerie di discreti-sintesi parallela, librerie in miscela-sintesi mix-and-split, bead-based libraries, etc.); la caratterizzazione analitica e la purificazione di librerie combinatoriali all'usando tecniche analitiche ad alta capacità e throughput (HPLC-MS, NMR, etc.); e le metodiche utilizzate per l'identificazione delle strutture attive all'interno di una libreria (metodi di deconvoluzione, di codifica chimica, di codifica non chimica). Una vasta gamma di esempi di sintesi di librerie, tratti da recenti pubblicazioni, ed aventi a che fare

soprattutto con polipeptidi, oligonucleotidi e prodotti naturali e con tematiche afferenti ad altri processi biotecnologici, verrà anche presentata e discussa.

**TERZO MODULO:**

Viene descritto e discusso in dettaglio l'impatto dei prodotti naturali (NP), intesi come composti ottenuti attraverso l'uso di processi biotecnologici a partire da organismi produttori viventi, all'interno della ricerca farmaceutica, descrivendone i pregi nel fornire ai chimici strutture complesse, non razionalmente disegnabili ma ottimizzate dal processo evolutivo per instaurare interazioni farmacologiche di alta utilità terapeutica. In particolare, i tre argomenti principali sono il processo in cui nuovi NP vengono identificati da organismi produttori inferiori (batteri, lieviti, funghi, muffe) o superiori (piante, animali), estratti e purificati da estratti crudi attraverso tecniche bioanalitiche e separative sofisticate; la dereplicazione (rapida eliminazione di attività biologiche da estratti crudi coincidenti con strutture di NP noti) per privilegiare NP nuovi e pubblicabili-brevettabili, che poi sono caratterizzati strutturalmente attraverso le più moderne tecniche di chimica analitica e strutturistica (NMR, HPLC-MS, raggi X); e l'uso di moderne tecnologie chemoinformatiche (virtual screening, disegno di NP-like molecules) e sintetiche (chimica combinatoriale, sintesi parallela) per la sintesi di librerie di composti sintetici ispirati a NP. Una vasta gamma di esempi di identificazione di NPs da piante, animali e batteri (epotilone, tassolo, epibatidina), e di disegno e sintesi di librerie combinatoriali di NP (sarcodictiine, duocarmicine e diidrobenzopirani), tratte da recenti pubblicazioni, verrà anche presentata e discussa.

**QUARTO MODULO:**

Viene descritto e discusso in dettaglio l'impatto dei processi biotecnologici all'interno del processo di ricerca e sviluppo di nuovi farmaci, e più in dettaglio l'impatto sempre crescente delle tecnologie chimiche in ogni fase di detto processo. In particolare, i tre argomenti principali sono l'uso di tecniche parzialmente o totalmente assistite dalla chimica (chimica genetics, strumenti chimici, NP) per l'identificazione e la validazione di nuovi target molecolari nella ricerca farmaceutica; l'uso di tecniche razionali (structure-based e ligand-based drug design), insieme a tecniche bioanalitiche moderne e sensibili (cristallografia, NMR, calorimetria, risonanza plasmonica) per il disegno e l'identificazione di nuovi principi attivi ad utilità terapeutica; e l'impatto di discipline biologiche o bioanalitiche (saggi di stabilità e permeabilità, proprietà chimico-fisiche) nell'ottimizzazione strutturale di un composto attivo per ottenere un candidato preclinico adatto per saggi in vivo. Una vasta gamma di esempi riferiti all'identificazione e validazione di nuovi target (monastrololo, chinasi), alla messa a punto di saggi predittivi per la scoperta di nuovi farmaci (early ADMET) e al disegno razionale di nuovi principi attivi (agonisti ed antagonisti), tratti da recenti pubblicazioni, verranno anche presentati e discussi.

**Materiale di riferimento**

1. P. Seneci, "Solid-Phase Synthesis and Combinatorial Technologies", John Wiley & Sons, 2000
2. P. M. Dewick, "Medicinal Natural Products". A Biosynthetic Approach, 2nd Ed., Wiley, Chichester, 2001. Edizione italiana curata dal Prof Fattorusso, Piccin editore.
3. S. Fumero, "Ricerca e Sviluppo nell'Industria Biotecnologica e Farmaceutica", Bollati Boringhieri, 2003.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

**Propedeuticità consigliate**

Chimica organica e laboratori (Lauree Triennali), Chimica Analitica (Lauree Triennali)

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Bionanotecnologie**

**Per i Corsi di laurea:**

- F6Y; totale cfu 6

**Struttura dell'insegnamento:**

Bionanotecnologie mutuato da , Bio-nanotecnologie , BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI E BIOINFORMATICA (Classe LM-8)

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu FIS/03 (6 cfu)

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI COMUNI AI CORSI DI  
LAUREA MAGISTRALI**



## Brevetti e gestione dell'innovazione

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totale cfu 6

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu SECS-P/07 (6 cfu)

#### Obiettivi

Descrivere e analizzare gli elementi su cui si basa l'attività di innovazione scientifico-tecnologica in ambito industriale:dalla nascita delle idee innovative alla loro pratica applicazione sul mercato o all'interno dell'azienda.

Il linguaggio e gli aspetti gestionali relativi allo svolgimento delle attività di ricerca e innovazione analizzati nell'ambito di questo insegnamento mirano a integrare le conoscenze più strettamente tecnico-scientifiche dello studente con conoscenze utili dal punto di vista delle modalità operative e della comprensione del contesto più generale in cui nascono e si svolgono i progetti di innovazione riguardanti prodotti, processi,tecnologie,servizi. Ciò al fine di facilitare, quindi, l'inserimento operativo futuro dello studente stesso nelle realtà industriali a vocazione innovativa e rivolte a mercati fortemente competitivi.

#### Programma

Il corso riguarda i principali aspetti della gestione dell' innovazione tecnologica (cioè basata sulla ricerca e sviluppo per l'innovazione di prodotti, processi, tecnologie, servizi), in particolare, dal punto di vista industriale.

Gli argomenti trattati specificatamente sono: terminologia del settore, l'innovazione come processo, motivazione e generazione delle idee innovative, metodi di valutazione delle idee innovative (dall'uso delle check list all'elaborazione e analisi di un business and technology plan), gestione dei progetti e del portafoglio progetti (utilizzando , per esempio, l'approccio stage and gate), monitoraggio delle tecnologie e roadmaps tecnologiche, gestione della conoscenza, proprietà intellettuale e sua protezione, collaborazione tra aziende e tra aziende e università o istituti di ricerca, trasferimento tecnologico, organizzazione delle attività di ricerca e innovazione (R&I), gestione del capitale umano della R&I, spese e finanziamento dei progetti di ricerca e innovazione (compreso quello pubblico, nazionale ed europeo), rapporto tra ricerca e innovazione e sistema qualità, gli approcci delle grandi, medie e piccole imprese industriali, start-up e spin-off e il contesto degli incubatori e dei parchi tecnologici, valutazione dei risultati della R&I, fattori rilevanti per il successo dell'attività di R&I, tendenze tecnologiche e organizzative della R&I, priorità tematiche di ricerca e sviluppo nazionali ed europee, enti e associazioni di supporto.

Come esercizio, gli studenti saranno guidati all'elaborazione di un Business and Technology Plan.

#### Materiale di riferimento

Lecture raccomandate

1) dispense del docente ("Ricerca, Sviluppo, Innovazione nell'industria"); 2) "Gestione dell'Innovazione", Melissa A. Schilling, McGraw-Hill,2005; 3) "L'innovazione che funziona", T. Davila, Marc J. Epstein, R. Shelton, Spering&Kupfer Editori, 2006; 4) articoli e documenti su argomenti specifici distribuiti dal docente.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: scritto e orale.

L'accesso all'esame scritto prevede la presentazione di un elaborato relativo a un Business&Technology Plan". Il B&TP può essere svolto dal singolo studente o da (piccoli) team di studenti, su temi indicati dal docente o dagli stessi studenti, concordati con il docente e collegati alle conoscenze tecnico-scientifiche sviluppate dagli studenti durante il corso di laurea.

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Sicurezza nell'ambiente di lavoro

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totale cfu 6

Prof. TRASATTI STEFANO PIERPAOLO MARCELLO , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

Indirizzo: 02503 14207 - v. Venezian, 21

Mail: stefano.trasatti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu IUS/07 (6 cfu)

#### Obiettivi

Introduzione ai concetti generali sulla sicurezza e salute nell'ambiente di lavoro. Analisi dei contenuti delle principali normative di riferimento in tema di sicurezza sul lavoro. Decreto Legge 81/2008 "Testo Unico". Comprensione del processo di valutazione del rischio. Conoscenza delle misure di prevenzione e protezione.

#### Programma

Evoluzione Storico-normativa. Disposizioni generali in materia di sicurezza. D.Lgs 81/2008 Testo Unico. La sorveglianza sanitaria. La segnaletica di sicurezza. I fattori di rischio dell'attività lavorativa. La prevenzione degli incendi e la gestione delle emergenze. Dispositivi di Protezione Individuale (DPI). Rischio chimico: definizioni e valutazione del rischio chimico. Modello per la valutazione del rischio da esposizione ad agenti chimici pericolosi. Frasi di rischio. Simboli. Schede di sicurezza. Agenti cancerogeni e mutageni. Interventi di primo soccorso. Misure antincendio. Protezione personale/controllo dell'esposizione. Identificazione delle sostanze.

---

Obblighi del datore di lavoro. Criteri di classificazione. Decreto legge 81/08, Art. 242. Esempi pratici ed applicativi. Impianto di raffineria. Linee di trasporto prodotti petroliferi. Gestione del rischio associato all'impiego o presenza di solfuro di idrogeno. Concetti di corrosione e protezione dei materiali metallici. Risk based inspection. Metodi di controllo non distruttivi.

**Materiale di riferimento**

Daniel A. Crowl ; Joseph F. Louvar, Chemical process safety : Fundamentals with applications. 2 ed. (2001); Editore: Prentice Hall.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica Farmaceutica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totale cfu 6

**Prof. BELVISI LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14086 - v. Venezian, 21

**Mail:** laura.belvisi@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/08 (6 cfu)

**Obiettivi**

Introduzione alla chimica farmaceutica. Il corso si propone di fornire a studenti di corsi di laurea chimici i principi generali e le conoscenze di base della disciplina, con particolare riferimento alle fasi dell'azione di un farmaco, ai meccanismi molecolari grazie ai quali i farmaci agiscono sull'organismo e al processo di scoperta e sviluppo di un farmaco.

**Programma**

Fasi principali dell'azione di un farmaco. Farmacocinetica: Assorbimento, Distribuzione, Metabolismo, Escrezione. Farmacodinamica: i bersagli molecolari dei farmaci e il concetto di recettore. Struttura dei recettori e loro funzionamento. L'interazione farmaco-recettore. Aspetti quantitativi dell'azione di un farmaco. Definizione di affinità, potenza, efficacia, selettività, indice terapeutico. Definizione di agonista, agonista parziale, agonista inverso, antagonista. L'attivazione dei recettori: teorie recettoriali.

Fasi principali del processo di scoperta e sviluppo di un farmaco. L'identificazione di un farmaco LEAD. Modificazione e ottimizzazione di un composto LEAD: isosteria e bioisosteria; semplificazione e complicazione molecolare; modulazione chimica e chimico-fisica, analoghi rigidi e modulazione chirale. Modificazione molecolare di peptidi. Introduzione allo studio delle relazioni struttura-attività e ai principali approcci computazionali per la progettazione di farmaci.

Esame di alcune classi di farmaci per illustrare gli aspetti discussi nella parte generale.

**Materiale di riferimento**

G.L. Patrick, Introduzione alla Chimica Farmaceutica, Edises, Napoli.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

**Propedeuticità consigliate**

Nessuna

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica Bioinorganica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof. BERINGHELLI TIZIANA** , FACOLTA' DI FARMACIA , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14350 - v. Venezian, 21

**Mail:** tiziana.beringhelli@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

**Programma**

LEZIONI PROF. GULLOTTI

Complessi metallici con leganti biologici e studi spettroscopici con UV-Vis, EPR, CD, IR, e spettroscopia Raman. Zinco proteine, includendo gli zinco fingers. Proteine a Rame: trasportatori di elettroni, proteine non blu, proteine mono e diossigenasiche, blu ossidasi, nitrito riduttasi, superossido dismutasi. Cobalammine includendo la vitamina e il coenzima B12. Enzimi a molibdeno, vanadio e nickel.

---

#### LEZIONI PROF.SSA BERINGHELLI

Assimilazione e trasporto degli ioni metallici. Ionofori, siderofori, transferrine. Proteine di deposito del ferro: ferritina ed emosiderina. Cofattori tetrapirrolici: porfirine, clorine, corrine. I vari tipi di eme a, b e c, Mioglobina ed emoglobina. Desossi ed ossimioglobina. L'importanza degli aminoacidi nella cavità distale e prossimale. Curve di legame dell'ossigeno (curve di saturazione e diagrammi di Hill). La cooperatività nell'emoglobina; forme T ed R. Effettori allosterici eterotropici. Composti modello per il trasporto di O<sub>2</sub>: porfirine cappate e "picket fence", i complessi di Collmann. Cenni agli effetti della presenza di elettroni spaiati sugli spettri NMR. Spettri 1H di forme alto spin e basso spin di metmioglobine. Il trasferimento elettronico, teoria di Marcus. Caratteristiche generali dei centri metallici che agiscono da trasportatori di elettroni. Potenziali redox tipici. Citocromi a, b e c. L'attivazione di O<sub>2</sub>. La superfamiglia dei Cyt P450 e il ciclo catalitico del Cyt P450cam. La detossificazione del perossido di idrogeno: la superfamiglia delle perossidasi ((HRP, CcP, CPO, catalasi, mieloperossidasi, COX-I, lattoperossidasi). NMR paramagnetico, misure di NOE transfer e di rilassamento per determinare la struttura del complesso enzima substrato. Proteine Fe-O-Fe: emoeritina, ribonucleotide riduttasi, metanomonossigenasi, fosfatasi acide. Proteine Fe-S: rubredossina, i cluster [2Fe-2S], [4Fe-4S], [3Fe-4S], i centri clusters Rieske e le HiPIP. L'aconitasi. La nitrogenasi. La respirazione mitocondriale: ruolo e struttura degli ioni metallici nei complessi I, II, III (complesso bc<sub>1</sub>) e in particolare nel complesso IV (CCO).

#### Materiale di riferimento

- W. Kaim, B. Schwerderski, Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life, Wiley.
- J. A. Cowan, Inorganic Biochemistry, An introduction, 2nd Ed., Wiley-VCH
- I. Bertini, H.B. Gray, E.I. Stiefel, J.Selverstone Valentine, Biological Inorganic Chemistry. Structure & Reactivity, University Science Books, U.S.A.
- R.M. Roat-Malone, Bioinorganic Chemistry, A Short Course, 2nd Ed., Wiley

#### Prerequisiti e modalità esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

Chimica Biologica

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale, con sessioni di laboratorio informatico

---

## Chimica Fisica dei sistemi dispersi e delle interfacce

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof. ARDIZZONESILVIA ALBERTA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

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

**Mail:** silvia.ardizzone@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

#### Obiettivi

Fornire allo studente le conoscenze chimico-fisiche necessarie per comprendere il comportamento dei sistemi contenenti una interfase.

#### Programma

Descrizioni convenzionali della regione interfase e grandezze termodinamiche relative. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Isoterme di adsorbimento ed equazioni di stato bidimensionali di monostrati ideali e reali. Potenziali di superficie e Volta. Modelli di Gouy-Chapman, Stern-Grahame e molecolari. Interfacce Fluide. Equazioni di Young-Laplace e Kelvin. Film fluidi. Film misti. Diagrammi di fase ternari di molecole anfifiliche. Interfacce Solido-Gas. Fisisorbimento: tipi di isoterme. Equazioni BET. Adsorbimento su solidi porosi. Termodinamica dell'adsorbimento solido/gas. Interfacce solido-liquido. Tensione superficiale critica e bagnabilità di superfici solide. Elettrofizzazione di interfacce metallo-soluzione e reversibili. Tipi di interazioni tra particelle.

#### Materiale di riferimento

- G. T. Barnes and I. R. Gentle, Interfacial Science, Oxford University Press, 2005.
  - R.J. Hunter, Foundations of Colloid Science, Oxford Science Publications, 2000.
- Materiale fornito in aula.

#### Prerequisiti e modalità esame

Modalità di esame: Orale

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Chimica Fisica delle formulazioni

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof. CAPPELLETTIGIUSEPPE** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED

## ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14228 - v. Golgi, 19  
**Mail:** giuseppe.cappelletti@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Fornire allo studente conoscenze chimico-fisiche riguardanti la scienza delle formulazioni, considerando aspetti sia fondamentali che applicativi

### Programma

Fondamenti di chimica fisica dei sistemi colloidali e relative metodologie di caratterizzazione. Principi di stabilizzazione e flocculazione di dispersioni diluite e concentrate anche tramite interazioni polvere-polimero. Principi di reologia dei sistemi dispersi, proprietà meccaniche, viscoelastiche ed ottiche. Principi della scienza delle formulazioni. Adesivi, addensanti, fluidificanti, stabilizzanti, disperdenti e altri additivi funzionali. Bagnabilità, angolo di contatto, tensione superficiale di liquidi ed energia superficiale di solidi e relativi modelli per la valutazione di proprietà di adesione. Applicazioni nel campo farmaceutico, agro-alimentare, cosmetico, dei rivestimenti e dei materiali avanzati.

### Materiale di riferimento

H. Mollet, A. Grubenmann, Formulation Technology, Wiley-VCH, 2007

### Prerequisiti e modalità d'esame

Nessuno

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità Orale	di	esame:
Modalità Fortemente	di	frequenza: consigliata
Modalità Tradizionale	di	erogazione:

### Pagine web

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

---

## Elettrochimica per l'ambiente

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totale cfu 6

**Prof. RONDININI SANDRA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14203 - v. Golgi, 19 02503 14217 - v. Golgi, 19  
**Mail:** sandra.rondinini@unimi.it

**Prof. LONGHI MARIANGELA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14226 - v. Golgi, 19  
**Mail:** mariangela.longhi@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Ricerca di base elettrochimica e tecnologie elettrochimiche innovative nel campo della bonifica e della protezione ambientale.

### Programma

Panorama sul recupero e la protezione ambientale. Tecnologie elettrochimiche ambientali: degradazione e rimozione di inquinanti, recupero di sostanze, riciclo di reagenti, tecnologie innovative. Efficienza di processo e confronto con i trattamenti ambientali convenzionali. Metodi elettrochimici per il monitoraggio ed il controllo: i sensori elettrochimici. Transduttori conduttimetrici, potenziometrici ed amperometrici. Confronto tra metodi elettrochimici e non elettrochimici.

### Materiale di riferimento

- A. J. Bard, L. R. Faulkner, "Electrochemical Methods", Wiley, 2001  
- Ch. Comninellis, G. Chen, "Electrochemistry for the Environment", Springer, 2009

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

### Propedeuticità consigliate

Nessuna

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

---

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
 Modalità di erogazione: Tradizionale

## Fotochimica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof.SELLI ELENA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14237 - v. Golgi, 19

**Mail:** elena.sell@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Scopo del corso è fornire concetti di base per la comprensione dei processi fotofisici e fotochimici. Vengono inoltre illustrati importanti processi fotochimici naturali, nonché le applicazioni della fotochimica e della fotocatalisi in campo ambientale ed energetico.

### Programma

Assorbimento di luce e stati elettronici delle molecole. Il diagramma di Jablonski. Tempo di vita, energia, geometria e proprietà acido-base di stati eccitati, effetti del solvente. Rilassamento vibrazionale, transizioni radiative e non radiative, spegnimento di stati eccitati, eccimeri ed ecciplessi. Cinetica e meccanismo di reazioni fotochimiche. Sorgenti di luce convenzionale, attinometria, laser, spettroscopia di luminescenza, tecniche risolte nel tempo. Reazioni fotochimiche nell'atmosfera e nell'inquinamento dell'aria. La fotosintesi, il processo visivo. Fotoiniziatori, meccanismo di fotopolimerizzazione, degradazione e stabilizzazione fotochimica di polimeri. Processi fotoindotti su semiconduttori, fotocatalisi per la conversione di energia solare e per la degradazione di inquinanti. Fotocromismo, il processo fotografico, sintesi fotochimiche.

### Materiale di riferimento

- A.Gilbert, J.Baggott, Essentials of Molecular Photochemistry, Blackwell, 1991;
- M.Klessinger, J.Michl, Excited States and Photochemistry of Organic Molecules, VCH, 1995;
- R.P.Wayne, Principles and Applications of Photochemistry, Oxford University Press, 1988.

### Prerequisiti e modalità'esame

Modalità di esame: Orale

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

## Metodi Fisici in Chimica Organica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y;moduli:Massa , NMR totalecfu 6

**Prof.ANNUNZIATARITA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14169 - v. Venezian, 21

**Mail:** rita.annunziata@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

NMR

3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

Massa

3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

### Obiettivi

La Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) e la Spettroscopia di Massa (MS) sono tecniche spettroscopiche indispensabili per l'analisi strutturale organica: vengono illustrate ed approfondite le applicazioni più recenti e le novità tecniche dando ampio spazio alla lettura ed interpretazione degli spettri relativi.

### Programma

La spettroscopia NMR.L'NMR applicato agli eteronuclei. Esperimenti pulsati 1D: Spin Echo, SPT, SPI, SEFT, Inept, Dept, Inadequate 1D. Effetto Overhauser (NOE). Spettroscopia dinamica (DNMR). La spettroscopia a più dimensioni : esperimenti di correlazione, J-Resolved e di scambio.

La spettrometria di Massa: tecniche sperimentali e strumentazione Moderni aspetti strumentali della MS: sorgenti FAB e FIB, thermospray, electrospray, analizzatori a quadrupolo, MALDI-TOF, analizzatore ICR-FTMS. Lo spettro di massa e la frammentazione. Esercitazioni: interpretazione di spettri RMN e di MS volta alla caratterizzazione strutturale di composti organici

### Materiale di riferimento

- H. Friebolin, Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy, VCM.
- T. FD. W. Claridge, High-resolution NMR Techniques in Organic Chemistry, Pergamon.
- J. R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry, Wiley, London.
- M E. Rose and R. A. W. Johnstone, Mass Spectrometry for Chemists and Biochemists, Cambridge University Press, Cambridge.

### Prerequisiti e modalità'esame

Modalità di esame: Scritto

### Lingua di insegnamento

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Metodologie Analitiche per l'ambiente e il degrado ambientale dei beni culturali

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof.BRUNISILVIA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14393 - v. Venezian, 21

**Mail:** silvia.bruni@unimi.it

**Prof.FERMOPAOLA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

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

**Mail:** paola.fermo@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/01 (6 cfu)

### Obiettivi

Conoscenza delle principali metodiche analitiche utilizzate nell'ambito delle analisi ambientali con particolare attenzione per il comparto aria (particolato atmosferico ed inquinanti gassosi).

Conoscenza dei principali fenomeni di degrado dei materiali di interesse artistico "outdoor" e "indoor", con particolare attenzione agli effetti degli inquinanti atmosferici, e delle tecniche analitiche atte allo studio di tali fenomeni.

### Programma

Tecniche per la preparazione di campioni ambientali; trattamento dei dati (precisione, accuratezza, limiti di confidenza, parametro t, test t, LOD, LOQ, sensibilità); particolato atmosferico (PM); metodi cromatografici (GC, GC-MS, HPLC, cromatografia ionica) e loro applicazione in campo ambientale; tecniche termoanalitiche (TGA e TOT) e loro applicazione all'analisi del carbonio nel particolato atmosferico; tecniche di analisi elementare (ICP-OES, ASS, ICP-MS) e loro applicazione all'analisi del PM; analisi di inquinanti gassosi mediante metodi spettroscopici.

Definizione di ambiente e descrizione dei cicli biogeochimici dei principali elementi; formazione dei principali inquinanti atmosferici e loro impatto sui materiali storico-artistici; tecniche per l'analisi dei prodotti di degrado (XRF, SEM, XRD, colorimetria); il degrado dei materiali lapidei: effetto dell'inquinamento atmosferico, effetto dei sali e biodeterioramento; il degrado delle malte da costruzione ad opera degli inquinanti chimici; effetto dell'inquinamento "indoor" sui materiali conservati in musei.

### Materiale di riferimento

- Environmental Analytical Chemistry, F.W. Fifield, P.J. Haiens, Blackwell Science;

- Introduction to environmental analysis, Roger Reeve, Wiley;

- Chimica dell'ambiente, S. E. Manahan, Piccin;

- Chimica Ambientale, C. Baird, M. Cann, Zanichelli.

- La contaminazione ambientale ed il degrado dei materiali di interesse storico-artistico, S. Lorusso, M. Marabelli, G. Viviano, Bulzoni editore;

- materiale fornito dal docente.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto

### Propedeuticità consigliate

Chimica analitica, Chimica dell'ambiente

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Metodologie catalitiche per la sintesi Organica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y;moduli:Catalisi inorganica , Catalisi organica totalecfu 6

**Prof.DEL BUTTEROPAOLA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14145 - v. Venezian, 21

**Mail:** paola.delbuttero@unimi.it

**Prof.BENAGLIAMAURIZIO** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14171 - v. Venezian, 21  
**Mail:** maurizio.benaglia@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari** 6 cfu CHIM/06 (6 cfu)  
Catalisi organica 3 cfu CHIM/06 (3 cfu)  
Catalisi inorganica 3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

#### Obiettivi

Presentazione dei più moderni e attualmente usati sistemi catalitici sia di tipo organo-metallico che di tipo puramente organico. Particolare attenzione sarà dedicata ai catalizzatori chirali e alla loro applicazione in sintesi stereoselettive.

#### Programma

Catalisi Organica:

Saranno presentati i catalizzatori organici, le diverse classi e diversi meccanismi d'azione; verranno discussi gli esempi più importanti nel campo della ammino catalisi, catalisi via sali d'immonio, catalisi attraverso: basi di Lewis, derivati degli alcaloidi, derivati da aminoacidi, acidi di Bronsted, catalizzatori bifunzionali, catalisi in trasferimento di fase. Infine saranno trattati esempi di catalizzatori organici immobilizzati, recuperabili e riciclabili.

Catalisi Organometallica:

Introduzione alla Chimica Organometallica. Tipi di leganti, complessazione e decomplessazione, reazioni di inserzione e disinserzione, sostituzione di leganti, addizione ossidativa ed eliminazione riduttiva.

Catalisi omogenea; uso dei complessi in cicli catalitici quali: Idroformilazione, Processo Wacker-Smidt, Carbonilazioni, Processo Monsanto per la produzione di Acido Acetico, Idrogenazione asimmetrica ed applicazioni industriali.

Complessi metallo-carbenici: struttura, sintesi reazioni, metatesi, polimerizzazione. Formazione di legami C-C, reazioni di Heck, Stille, Suzuki, Sonogashira ecc., Ene reazione catalizzata da Pd.

#### Prerequisiti e modalità'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità?consigliate

fondamenti di chimica organica e principali meccanismi di reazione.

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Nanotecnologie dei materiali inorganici

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof. PORTA FRANCESCA** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14361 - v. Venezian, 21  
**Mail:** francesca.porta@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari** 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

#### Obiettivi

Apprendimento e conoscenza dei più importanti aspetti della nanotecnologia e tecniche sperimentali.

#### Programma

Fondamenti di nano chimica. Auto-assemblaggio. Stampa e litografia chimiche. Ingegneria cristallina e strati auto-assemblati SAM (self-assembled monolayer). Materiali per la microelettronica MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems), e tecniche CVD (chemical vapor deposition) sol-gel e ALD (atomic layer deposition). Stampa e scrittura mediante nanocontatto. Nano inchiostri e nano penne. Auto-assemblaggio di nano fili, nano tubi e nanorod. Reticoli di nano fili. Nano tubi di carbonio. Auto-assemblaggio di nanoparticelle. Nano cluster d'oro cappati. Nano cluster solubili in acqua. Archeologia e morfologia di nano cluster cappati. Reticoli di nano cluster magnetici. Materiali ad alta densità per l'immagazzinamento dei dati. Nano cluster di carbonio, buckyballs. Quantum dot. Microsfere. Auto-assemblaggio di microsfere; cristalli e films. Cristalli colloidali. Fondamenti dell'assemblaggio di microsfere. Materiali ceramici nano strutturati. Materiali micro e nano porosi da soft building blocks. Meso-morfologia; meso-epitassia. Film stampati, soft litografia e micro molding.

#### Materiale di riferimento

Nanochemistry, a Chemical Approach to Nanomaterials, G.A. Ozin and A.C. Arsenault, RCS Publishing, 2006

#### Prerequisiti e modalità'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità?consigliate

corsi chimici di base, fisica e chimica analitica.

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## Processi industriali e passaggi di scala

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/04 (6 cfu)

## Stereochimica Organica

### Per i Corsi di laurea:

- F6Y , F5Y; totalecfu 6

**Prof.COZZIFRANCO** ,FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI ,DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14170 - v. Venezian, 21

**Mail:** franco.cozzi@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

### Obiettivi

Corso avanzato di Stereochimica Organica

### Programma

Il corso si propone di fornire allo studente tutti mezzi necessari per affrontare e risolvere i problemi stereochimici a livello pratico e teorico. Il corso e' diviso in due parti: nelle prime 20 ore di lezione si studiano gli aspetti teorici della stereochimica (simmetria, chiralita', stereogenicita', stereoisomeria), i principi della sintesi stereoselettiva, ed i metodi per valutare il risultato stereochimico di una reazione stereoselettiva. Nella seconda parte (28 ore di lezione) vengono esaminate le versioni stereoselettive di una serie di reazioni organiche fondamentali quali: alchilazioni e deracemizzazioni; condensazioni aldoliche; cicloaddizioni di Diels-Alder, etero Diels-Alder ed 1,3-dipolari; reazioni di Michael; epossidazioni; osmilazioni; reazioni promosse da complessi di metalli di transizione; processi a doppia stereoselettivita'. Per ciascuna classe, vengono esaminati i possibili modelli che razionalizzano il decorso della reazione.

### Materiale di riferimento

Eliel and Wilen, Stereochemistry of Organic Compound, Wiley Interscience,1994.

### Prerequisiti e modalita' esame

Modalita' di esame: Orale

### Propedeuticit?onsgiate

Un corso avanzato di chimica organica di sintesi.

Advanced course in synthetic organic chemistry.

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalita' di frequenza: Fortemente consigliata

Modalita' di erogazione: Tradizionale

---





**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN  
CHIMICA**

**ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI**

Come riportato nella presentazione, a seguito dell'introduzione delle lauree riformate secondo il D.M. 270 del 2004, dal corrente anno accademico le lauree triennali dell'ordinamento previgente vengono progressivamente disattivate. Per trovare i relativi programmi bisogna quindi fare riferimento alle "guide" dei precedenti a.a.

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 (disattivato dall'a.a. 2009-2010)**

codice	Insegnamento		crediti	SSD <sup>1</sup>
<b>I semestre</b>				
F45001	Istituzioni di Matematiche	<1>	9	MAT/05
F45002	Chimica Generale e Inorganica	<2>	7	CHIM/03
	Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica		5	
F45003	Fisica Generale I	<3>	7	FIS/01
<b>II semestre</b>				
F45004	Chimica Organica I	<4>	7	CHIM/06
	Laboratorio di Chimica Organica I		5	
F45005	Chimica Analitica I	<5>	7	CHIM/01
	Laboratorio di Chimica Analitica I		5	
F45007	Calcolo Numerico	<6>	5	MAT/08
F45008	Laboratorio Informatico	<7>	3	INF/01

**SECONDO ANNO (disattivato dall'a.a. 2010-2011)**

codice	insegnamento		crediti	SSD
<b>I semestre</b>				
F45009	Chimica Fisica I	<8>	7	CHIM/02
	Laboratorio Chimica Fisica I		5	
F45010	Chimica Inorganica I	<9>	7	CHIM/03
	Laboratorio di Chimica Inorganica I		5	
F45011	Fisica Generale II	<10>	7	FIS/01
<b>II semestre</b>				
F45012	Chimica Analitica II	<11>	6	CHIM/01
	Laboratorio di Chimica Analitica II		4	
F45013	Chimica Organica II	<12>	7	CHIM/06
	Laboratorio di Chimica Organica II		5	
F45018	Sicurezza e legislazione in ambito chimico	<13>	6	IUS/01

**TERZO ANNO**

codice	Insegnamento		crediti	SSD
<b>I semestre</b>				
F45015	Accertamento lingua Inglese <sup>2</sup>	<14>	3	-
F45016	Controllo qualità e Certificazione	<15>	6	SECS-P/08
F45017	Chimica Fisica II	<16>	7	CHIM/02
	Laboratorio di Chimica Fisica II		5	
F45014	Chimica Biologica	<17>	7	BIO/10
<b>II semestre</b>				
F45019	Chimica dell'Ambiente	<18>	6	CHIM/12
-----	Corso a scelta	<19>	6	-
-----	Corso a scelta	<20>	6	-
	Tirocinio		9	-
	Prova Finale		6	-

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

<sup>1</sup> Settore Scientifico-Disciplinare

<sup>2</sup> Trattandosi di un semplice accertamento, lo studente può sostenere la prova anche prima del terzo anno.

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	SSD
1.	F45032	Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici	6	CHIM/03
2.	F45021	Chimica dei composti di coordinazione	6	CHIM/03
3.	F45022	Strutturistica chimica	6	CHIM/03
4.	F45023	Chimica Fisica (complementi)	6	CHIM/02
5.	F45024	Chimica computazionale	6	CHIM/02
6.	F45025	Chimica teorica (quantistica)	6	CHIM/02
7.	F45026	Elettrochimica	6	CHIM/02
8.	F45027	Chimica Organica (applicata)	6	CHIM/06
9.	F45029	Chimica delle sostanze organiche naturali	6	CHIM/06
10.	F45020	Chimica dei composti eterociclici	6	CHIM/06
11.	F45031	Chimica delle macromolecole	6	CHIM/04
12.	F45030	Metodi Fisici in Chimica Organica	6	CHIM/06

#### 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

- Dall'a.a. 2003-2004 viene disattivato il corso F45028 Sintesi e tecniche speciali organiche;
- Dall'a.a. 2005-2006 viene disattivato il corso F44019 Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici
- Dall'a.a. 2008-2009 viene disattivato il corso F45022 Strutturistica Chimica
- Dall'a.a. 2009-2010 tutti i corsi del primo anno:
  - F45001 Istituzioni di Matematiche
  - F45002 Chimica Generale e Inorganica/Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica
  - F45003 Fisica Generale I
  - F45004 Chimica Organica I/Laboratorio di Chimica Organica I
  - F45005 Chimica Analitica I/Laboratorio di Chimica Analitica I
  - F45007 Calcolo Numerico
  - F45008 Laboratorio Informatico
- Dall'a.a. 2010-2011 tutti i corsi del secondo anno:
  - F45009 Chimica Fisica I/Laboratorio Chimica Fisica I
  - F45010 Chimica Inorganica I/Laboratorio di Chimica Inorganica I
  - F45011 Fisica Generale II
  - F45012 Chimica Analitica II /Laboratorio di Chimica Analitica II
  - F45013 Chimica Organica II/Laboratorio di Chimica Organica II
  - F45018 Sicurezza e legislazione in ambito chimico

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

**TERZO ANNO****CHIMICA BIOLOGICA****Per i Corsi di laurea:**

- F45 , F44; moduli: Modulo I , Modulo II totale cfu 7
- F46; Modulo I totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. ZIPPEL RENATA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMOLECOLARI E BIOTECNOLOGIE

**Indirizzo:** 02503 14914 - v. Celoria, 26

**Mail:** renata.zippel@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	BIO/10 (6 cfu) ;	1 cfu	BIO/10 (1 cfu)
Modulo I	6 cfu	BIO/10 (6 cfu)		
Modulo II	1 cfu	BIO/10 (1 cfu)		

**Programma**

La cellula come unità fondamentale dei processi chimici negli organismi viventi. Ruolo dell'acqua nei processi biologici. Proteine: Livelli di organizzazione strutturale delle proteine. Fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria delle proteine. Esempi di strutture proteiche: mioglobina, emoglobina. Enzimi: Classificazione degli enzimi e funzione. Cinetica enzimatica, Inibizione enzimatica. Esempi di meccanismi di catalisi enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: allosteria e modificazioni covalenti. Membrane biologiche: struttura e funzione della membrana. Cenni sul trasporto di membrana. Metabolismo Aspetti generali: ATP e composti ad alto potenziale di trasferimento di gruppo. Metabolismo dei carboidrati: Glicolisi e fermentazione alcolica. Gluconeogenesi Sintesi e degradazione del glicogeno Regolazione coordinata della glicolisi e gluconeogenesi. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato, ciclo dell'acido citrico Catena respiratoria: trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa. Acidi nucleici: Struttura del DNA e livelli di organizzazione, stabilità della struttura. I diversi tipi di RNA. Flusso dell'informazione: Processi di replicazione del DNA. Processi di trascrizione: sintesi dell'RNA messaggero. Sintesi delle proteine. il codice genetico; ribosomi, il processo di traduzione: formazione degli amminoacil tRNA, reazione di inizio, di allungamento e terminazione della traduzione.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità d'erogazione: trazionale

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

**CHIMICA COMPUTAZIONALE****Per i Corsi di laurea:**

- F45; totale cfu 6

**Struttura dell'insegnamento:**

CHIMICA COMPUTAZIONALE mutuato da , Modellistica molecolare , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**Periodo di erogazione** 1° semestre

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

**CHIMICA DEI COMPOSTI DI COORDINAZIONE****Per i Corsi di laurea:**

- F45; totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. CERIOTTI ALESSANDRO UBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA, METALLORGANICA E ANALITICA

**Indirizzo:** 02503 14409 - v. Venezian, 21

**Mail:** alessandro.cerriotti@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari** 6 cfu CHIM/03 (6 cfu)

### Programma

Scopo: Il corso è impostato per fornire le basi della chimica di coordinazione tradizionale e della chimica organometallica.

Programma: Come argomenti introduttivi vengono trattati: numeri di coordinazione, geometrie, regole di nomenclatura, classificazione dei leganti, tipi di isomeria, effetto chelante e macrociclo. Vengono poi descritti in dettaglio complessi con leganti, con leganti al fosforo, all'ossigeno, all'azoto, allo zolfo, al carbonio  $\pi$ . Vengono inoltre  $\pi$  e di tipo  $\sigma$  all'idrogeno, complessi organometallici di tipo discusso i metodi di sintesi, di conteggio elettronico e le teorie di legame. L'ultima parte del corso verte sui riarrangiamenti strutturali, sui meccanismi di reazione (reazioni di addizione, di sostituzione, effetto e influenza trans, di trasferimento elettronico) e sui principali tipi di reazioni nei cicli catalitici (addizione ossidativa, eliminazione riduttiva, inserzione migratoria).

### Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- F.Cotton, G.Wilkinson, C.Murillo, M.Bochmann - Advanced Inorganic Chemistry - ed. Wiley-Interscience (1999) – 6a ed.

- J.Huheey, E.Keither, R.Keither – Inorganic Chemistry - ed. Harper-Collins (1993) – 4a ed.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità d'esame: Scritto

### Metodi Didattici

Lezioni

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza

Fortemente consigliata

Modalità d'erogazione

Tradizionale

---

## CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROCICLICI

### Per i Corsi di laurea:

- F45; totale cfu 6

### Struttura dell'insegnamento:

CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROCICLICI mutuato da , Chimica dei composti eterociclici , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

---

## CHIMICA DELL'AMBIENTE

### Per i Corsi di laurea:

- F45; totale cfu 6

### Struttura dell'insegnamento:

CHIMICA DELL'AMBIENTE mutuato da , Chimica ambientale , CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE (Classe L-27)

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/12 (6 cfu)

---

## CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE

### Per i Corsi di laurea:

- F45; totale cfu 6

Prof. DI SILVESTRO GIUSEPPE , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

Indirizzo: 02503 14130 - v. Venezian, 21

Mail: giuseppe.disilvestro@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/04 (6 cfu)

### Programma

---

Analogie e differenze tra sintesi di un polimero e sintesi di un prodotto (organico) a basso peso molecolare. Concetto e base chimica della distribuzione dei pesi molecolari; definizioni di masse molecolari medie di un polimero e metodi generali per la loro determinazione. Schema generale della polimerizzazione per policondensazione. Schema generale della polimerizzazione per poliaddizione. Elementi di stereochemica dei polimeri ed applicazione alla polimerizzazione coordinata. Elementi caratteristici dell'analisi spettroscopica dei polimeri. Copolimerizzazione e controllo della microstruttura di un copolimero. Proprietà termiche dei polimeri; degradazione e stabilizzazione dei polimeri. Proprietà meccaniche dei polimeri. Uso delle proprietà termiche e meccaniche nella tecnologia di trasformazione dei polimeri. Cenni sui principali processi industriali di sintesi di polimeri (con esempi).

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità d'erogazione: tradizionale

---

## CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI

**Per i Corsi di laurea:**

- F45; moduli: CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI - I MODULO , CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI - II MODULO totale cfu 6

**Struttura dell'insegnamento:**

CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI mutuato da , Chimica delle sostanze organiche naturali , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI - I MODULO

6 cfu CHIM/06 (6 cfu)

3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI - II MODULO

3 cfu CHIM/06 (3 cfu)

---

## CHIMICA FISICA (COMPLEMENTI)

**Per i Corsi di laurea:**

- F45; totale cfu 6

**Struttura dell'insegnamento:**

CHIMICA FISICA (COMPLEMENTI) mutuato da , Complementi di Chimica Fisica , SCIENZE CHIMICHE (Classe LM-54)

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

---

## CHIMICA FISICA II / LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II

**Per i Corsi di laurea:**

- F45; moduli: CHIMICA FISICA II , LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II totale cfu 12

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. FORMARO LEONARDO GIANMARIA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14229 - v. Golgi, 19

**Mail:** leonardo.formaro@unimi.it

**Prof. DESTRO RICCARDO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14285 - v. Golgi, 19

**Mail:** riccardo.destro@unimi.it

**Prof. FALCIOLA LUIGI** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

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



**Mail:** luigi.falciola@unimi.it

**Prof. LONGHI MARIANGELA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14226 - v. Golgi, 19

**Mail:** mariangela.longhi@unimi.it

**Prof. MARTINAZZO ROCCO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14287 - v. Golgi, 19

**Mail:** rocco.martinazzo@unimi.it

**Prof. PIERACCINI STEFANO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14248 - v. Venezian, 21

**Mail:** stefano.pieraccini@unimi.it

**Prof. SCAVINI MARCO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14221 - v. Golgi, 19

**Mail:** marco.scavini@unimi.it

**Prof. SELLI ELENA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14237 - v. Golgi, 19

**Mail:** elena.sellì@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	12 cfu	CHIM/02 (12 cfu)
CHIMICA FISICA II	7 cfu	CHIM/02 (7 cfu)
LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II	5 cfu	CHIM/02 (5 cfu)

#### Obiettivi

Il contenuto del corso riguarda la transizione da una trattazione macroscopica a una microscopica del comportamento della materia.

### Modulo: CHIMICA FISICA II

#### Programma

Termodinamica statistica: Configurazioni, Funzioni peso. Distribuzione di Boltzmann. Funzioni di Partizione Molecolari. Insiemi canonici e Funzioni di partizione. Relazioni con le funzioni di stato della termodinamica classica. Contributi traslazionali, vibrazionali, rotazionali ed elettronici. Funzioni di Stato medie. Capacità termica.

Costanti di equilibrio. Teoria dello stato di transizione per reazioni in fase gas e in soluzione.

Proprietà Elettrostatiche di Molecole e di Corpi Macroscopici. Dipoli permanenti e indotti. Polarizzabilità e Permittività. Equazioni di Clausius-Mossotti e di Debye. Energia di Interazione tra dipoli. Potenziale di interazione di London e Lennard-Jones. Interazioni tra corpi macroscopici.

Adsorbimento. Interazioni Gas-Solido. Isotherme. Isotherme modello: Langmuir, Temkin e Freundlich. Cinetica di Reazione Catalizzata. Soluzioni Elettrolitiche. Solvatazione. Termodinamica delle soluzioni. Potenziale chimico. Soluzioni di elettroliti. Stato di riferimento e coefficienti di attività. Modello di Debye-Hückel. Termodinamica elettrochimica. Funzioni di Stato. Coefficienti di attività.

#### Materiale di riferimento

P. Atkins, Physical Chemistry, 8th Ed., Oxford

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Orale

#### Propedeuticità consigliate

Tutti i corsi di Matematica e Fisica.

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

### Modulo: LABORATORIO DI CHIMICA FISICA II

#### Programma

Lezioni

CINETICA DESCRITTIVA: 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 1). Reazioni opposte cinetica integrata per reazioni di ordine generico  $m$  (te. Equazioni cinetiche espresse in termini di grandezze fisiche direttamente proporzionali alle concentrazioni. Dipendenza della costante di velocità dalla temperatura: l'equazione di Arrhenius e l'equazione di Eyring.

DESCRIZIONE DELLE ESPERIENZE DI LABORATORIO

TRATTAMENTO DEI DATI: 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: Processi globali e processi elementari. Molecolarità delle reazioni elementari. Reazioni successive e

variazioni delle concentrazioni nel tempo (con soluzione delle corrispondenti equazioni differenziali). Approssimazione dello stato intermedio stazionario. Reazioni a catena. Descrizione, a partire dagli articoli di letteratura originali, di alcuni meccanismi di reazione (ad es. il meccanismo di Rice-Herzfeld per la pirolisi dell'acetaldeide e il meccanismo di Sullivan per la reazione "bimolecolare" idrogeno-iodio).

TEORIE DELLA VELOCITA' DI REAZIONE: 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. Confronto dei fattori di frequenza d'urto con i fattori pre-esponenziali di Arrhenius.

Teoria del complesso attivato. Superfici di energia potenziale. Il caso del sistema H<sub>2</sub> + 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.

Laboratorio

Quattro esperienze di cinetica chimica (mutarotazione del glucosio, alogenazione di un chetone con catalisi acida, idrolisi basica ed acida di un estere) con uso di strumenti quali polarimetro, spettrofotometro UV-VIS, titolatore automatico e conduttimetro. Tempo per l'esecuzione delle esperienze: 40 ore.

**Materiale di riferimento**

- P.W. Atkins, "Physical Chemistry", Oxford University Press, sesta edizione (1998) o successive.
- M. J. Pilling and P.W. Seakins, "Reaction Kinetics", Oxford University Press, 1995.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Fisica I e Laboratorio di Chimica Fisica I.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

Lezioni con frequenza obbligatoria fino alla descrizione delle esperienze di laboratorio. Segue la parte sperimentale, con frequenza obbligatoria del laboratorio, 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.

## CHIMICA ORGANICA (APPLICATA)

**Per i Corsi di laurea:**

- F45; moduli: CHIMICA ORGANICA APPLICATA - I MODULO , CHIMICA ORGANICA APPLICATA - II MODULO totale cfu 6

**Prof. GENNARI CESARE MARIO ARTURO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14091 - v. Venezian, 21  
**Mail:** cesare.gennari@unimi.it

**Prof. BERNARDI ANNA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14092 - v. Venezian, 21  
**Mail:** anna.bernardi@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	CHIM/06 (6 cfu)
CHIMICA ORGANICA APPLICATA - I MODULO	3 cfu	CHIM/06 (3 cfu)
CHIMICA ORGANICA APPLICATA - II MODULO	3 cfu	CHIM/06 (3 cfu)

**Obiettivi**

L'obiettivo del corso è di sviluppare nello studente una base fondamentale di conoscenza delle reazioni organiche nel contesto della sintesi organica. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di iniziare a leggere la moderna letteratura di sintesi organica e di pianificare sequenze sintetiche semplici.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto e orale

Vengono proposti due compiti scritti durante il corso. Il superamento dei due compiti scritti rende il superamento dell'esame finale poco più di una formalità.

**Propedeuticità consigliate**

I corsi di chimica organica-I e chimica organica-II della laurea triennale.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

### Modulo: CHIMICA ORGANICA APPLICATA - I MODULO

**Programma**

Reazioni di riduzione (addizione di idrogeno; idrogenazione catalitica; altri reagenti che trasferiscono idrogeno; reazioni con idruri del III e IV gruppo; reazioni di idroboração; 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).

**Materiale di riferimento**

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

**Propedeuticità consigliate**

I corsi di chimica organica-I e chimica organica-II della laurea triennale.

**Modulo: CHIMICA ORGANICA APPLICATA - II MODULO**

**Programma**

Protezione di gruppi funzionali (OH, NH, CO, COH). Revisione dei meccanismi di reazioni coinvolti nelle principali reazioni di protezione-deprotezione.  
Reazioni di ossidazione (ossidazioni di alcoli ad aldeidi, chetoni ed acidi carbossilici; epossidazione degli alcheni; trasformazione degli epossidi; reazioni di diossidrilazione degli alcheni; scissione dei doppi legami carbonio-carbonio; ossidazioni con peracidi).

**Materiale di riferimento**

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

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Gli studenti devono avere una buona conoscenza della chimica organica di base.

**CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA)**

**Per i Corsi di laurea:**

- F45; moduli: APPROFONDIMENTI DI CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA) , INTRODUZIONE ALLA CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA)  
totale cfu 6

**Prof. TANTARDINI GIAN FRANCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14278 - v. Golgi, 19  
**Mail:** gianfranco.tantardini@unimi.it

**Prof. MARTINAZZO ROCCO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14287 - v. Golgi, 19  
**Mail:** rocco.martinazzo@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	CHIM/02 (6 cfu)
INTRODUZIONE ALLA CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA)	3 cfu	CHIM/02 (3 cfu)
APPROFONDIMENTI DI CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA)	3 cfu	CHIM/02 (3 cfu)

**Obiettivi**

Fornire allo studente gli approfondimenti di chimica quantistica che gli possono essere utili per una migliore comprensione dei fenomeni che avvengono su scala atomica e molecolare

**Programma**

Nascita della Teoria Quantistica. Onde di De Broglie. Principio di indeterminazione. Equazione d'onda classica. Equazione di Schroedinger: operatori lineari, problema agli autovalori, interpretazione delle funzione d'onda, valori medi. Particella in una scatola. Postulati della Meccanica Quantistica.: funzione di stato, grandezze osservabili ed autovalori, commutatori, operatori Hermitiani. Equazione di Schroedinger dipendente dal tempo. Oscillatore armonico e spettroscopia vibrazionale. Rotatore rigido e spettroscopia rotazionale. Atomo di Idrogeno. Metodo Variazionale. Teoria della Perturbazione. Atomi a molti elettroni: Equazioni di Hartree-Fock, campo autoconsistente, antisimmetria. Molecole: Approssimazione di Born-Oppenheimer, teoria dell'Orbitale Molecolare. Equazioni di Hartree-Fock-Roothaan.

**Materiale di riferimento**

Quantum Chemistry, D.A. McQuarrie, 2nd Ed., University Science Book, USA, 2008  
Quantum Chemistry, I. N. Levine, 5th Ed., Prentice Hall, Inc., USA, 2000

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Conoscenze di base di matematica e di elementi di teoria quantistica.  
Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Fisica 1° Corso

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## CONTROLLO QUALITA' E CERTIFICAZIONE

### Per i Corsi di laurea:

- F45; totale cfu 6

### Struttura dell'insegnamento:

CONTROLLO QUALITA' E CERTIFICAZIONE mutuato da , Controllo qualità e certificazione , CHIMICA APPLICATA E AMBIENTALE (Classe L-27)

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu SECS-P/08 (6 cfu)

---

## ELETTROCHIMICA

### Per i Corsi di laurea:

- F45; totale cfu 6

Prof. FORMARO LEONARDO GIANMARIA , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

Indirizzo: 02503 14229 - v. Golgi, 19

Mail: leonardo.formaro@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

### Obiettivi

Il corso fornisce un panorama di base dell'Elettrochimica e di alcune sue applicazioni di interesse chimico.

### Programma

Elettrodica.

Equilibrio tra un metallo e soluzioni di un suo sale. Reazioni di scambio di materia e di carica. Potenziale elettrochimico. Potenziale di elettrodo. Tipologie d'elettrodo e classificazione.

Celle galvaniche. Reazioni chimiche di cella. Leggi di Faraday. Potenziale di cella. Equilibrio chimico ed elettrochimico di reazione.

Equazione di Nernst. Potenziali Standard. Coefficienti di attività. Funzioni termodinamiche di stato.

Condizioni di non-equilibrio elettrochimico. Elettrolizzatori e Generatori di corrente (pile, batterie). Rendimenti energetici.

Velocità di reazione. Velocità del trasferimento di elettroni. Complesso attivato. Effetti del potenziale d'elettrodo. Sovratensione.

Equazione di Butler-Volmer. Livelli energetici dei reagenti. Teoria di Marcus. Metodi di indagine.

Interfase Elettrodo-Soluzione.

Interfase polarizzabile e impolarizzabile. Doppio strato, Adsorbimento.

Soluzioni.

Solvatazione. Modello di Born. Funzioni di stato di elettroliti. Elettroliti deboli ed elettroliti forti. Attività ionica. Teoria di Arrhenius.

Teoria di Debye-Huckel, legge limite ed estesa. Associazione ionica. Numeri di trasporto. Conducibilità, Mobilità e Diffusione ionica.

Membrane. Potenziale di membrana.

Impieghi analitici. Sensori elettrochimici. Elettrolisi industriali (Cloro-Soda, produzione di idrogeno). Estrazione e purificazione di metalli.

### Materiale di riferimento

Testi consigliati:

- C. Fisher, "Electrode Dynamics", Oxford Science Publications, 1996.

- C. M. A. Brett, A. M. Oliveira Brett, "Electrochemistry", Oxford University Press, 1994.

- H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich, "Electrochemistry", Wiley-VCH, 2007.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità esame: scritto

### Lingua di insegnamento

Italiano

### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## METODI DI INDAGINE STRUTTURALE DI MATERIALI INORGANICI

### Per i Corsi di laurea:

- F44; I Modulo totale cfu 5
- F45; moduli: I Modulo , II Modulo totale cfu 6

### Struttura dell'insegnamento:

METODI DI INDAGINE STRUTTURALE DI MATERIALI INORGANICI mutuato da , Metodi di indagine strutturale di materiali inorganici , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	CHIM/03 (6 cfu)
I Modulo	5 cfu	CHIM/03 (5 cfu)
II Modulo	1 cfu	CHIM/03 (1 cfu)

## METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA

### Per i Corsi di laurea:

- F45; totale cfu 6

**Prof. LESMA GIORDANO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14079 - v. Venezian, 21

**Mail:** giordano.lesma@unimi.it

<b>L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	6 cfu	CHIM/06 (6 cfu)
--	-------	-----------------

### Obiettivi

Lo scopo del corso di metodi fisici in chimica organica è quello di fornire allo studente le conoscenze di base per poter facilmente identificare e caratterizzare una sostanza organica, utilizzando le metodologie spettroscopiche più diffuse sia nei laboratori universitari che nell'industria farmaceutica. Seppure le finalità del corso rimangano prettamente applicative non ci si può esimere dalla comprensione dei fenomeni fisici che sono alla base delle tecniche e delle metodologie utilizzate, anche se l'approccio a questi argomenti verrà comunque effettuato su un piano principalmente fenomenologico, riducendo al minimo i principi della meccanica quantistica. Le metodiche che verranno prese in considerazione in questo corso, ad eccezione della spettrometria di massa, sono di natura essenzialmente SPETTROSCOPICA , vale a dire basate sulla interazione tra una radiazione elettromagnetica e la materia con conseguente assorbimento della radiazione da parte di quest'ultima.

### Programma

Parte I. La Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (24 ore): il concetto di spin, nuclei spin attivi in un campo magnetico. Teoria del chemical shift e sua dipendenza dai fattori strutturali di una molecola. L'accoppiamento di spin H-H, C-H e C-C. Omotopia ed enantiotopia. Equivalenza chimica e magnetica di nuclei. Ordine di uno spettro RMN. Cenni sui sistemi di spin di ordine superiore. Equazione di Bloch per My' 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. Disaccoppiamento omo- e etero nucleare selettivo e a banda larga. L'effetto nucleare Overhauser. L'esperimento di spin echo come introduzione alle sequenze pulsate monodimensionali. Esperimenti INEPT e DEPT. Brevi cenni introduttivi di spettroscopia bidimensionale correlata eteronucleare (H,C-COSY) ed omonucleare (H,H-COSY). L'esperimento NOESY.

Esercizi sulla interpretazione degli spettri RMN ad alta risoluzione come applicazione e verifica delle nozioni teoriche apprese (8 ore).

Parte II: La Spettrometria di Massa (16 ore): Concetti di base. Descrizione di uno strumento EI/E-B a geometria diretta e inversa. Sorgenti CI. Ionizzazione di grandi molecole: FAB e FIB, PDMS, thermospray, electrospray. Analizzatore a deflessione magnetica e a tempo di volo. Rivelatori. Introduzione del campione. Cenni di LC-MS. Risoluzione di uno strumento MS. Determinazione della composizione isotopica di uno ione mediante peakmatching ed HRMS. Analisi dello spettro: lo ione molecolare e picchi di  $i$ ,  $rH$  e  $rG.\alpha$ , o frammentazione. Le principali frammentazioni:

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

### Materiale di riferimento

- Lecture Consigliate:
- 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.
  - 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.

### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto e orale

### Propedeuticità consigliate

Chimica Organica 2, Matematica, Fisica Generale, Chimica Fisica

### Lingua di insegnamento

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

**PROVA DI LINGUA INGLESE**

**Per i Corsi di laurea:**

- F45; totale cfu 3

**Struttura dell'insegnamento:**

PROVA DI LINGUA INGLESE mutuato da , Prova di lingua inglese , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

3 cfu L-LIN/12 (3 cfu)

---

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN  
CHIMICA INDUSTRIALE**





**ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI**

Come riportato nella presentazione, a seguito dell'introduzione delle lauree riformate secondo il D.M. 270 del 2004, dal corrente anno accademico le lauree triennali dell'ordinamento previgente vengono progressivamente disattivate, a partire dal primo anno. Per trovare i relativi programmi bisogna quindi fare riferimento alle "guide" dei precedenti a.a.

*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 (disattivato dall'a.a. 2009-2010)**

<b>1° Semestre</b>				
<i>codice</i>	<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esami e prove</i>	<i>SSD</i>
F46001	Istituzioni di Matematiche	9	<1>	MAT/05
F46002	Chimica Generale ed Inorganica	7	<2>	CHIM/03
	Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	5		
F45015	Prova di Lingua Inglese	3	<prova 1>	
F46004	Laboratorio di Informatica	3	<3>	INF/01
<b>2° Semestre</b>				
F46005	Chimica Analitica	7	<4>	CHIM/01
	Laboratorio di Chimica Analitica	5		
F46006	Fisica Generale	9	<5>	FIS/01
F46007	Calcolo Numerico	7	<6>	MAT/08
	Corso a scelta	5	<7>	

**SECONDO ANNO (disattivato dall'a.a. 2010-2011)**

<b>1° Semestre</b>				
<i>codice</i>	<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esami e prove</i>	<i>SSD</i>
F46008	Chimica Organica 1° corso	7	<8>	CHIM/06
F46009	Chimica Fisica	7	<9>	CHIM/02
	Laboratorio di Chimica Fisica	5		
F46010	Chimica Inorganica	8	<10>	CHIM/03
F46023	Economia e Gestione delle Imprese	5	<11>	SECS-P/08
<b>2° Semestre</b>				
F46008	Laboratorio di Chimica Organica 1° corso	5	<8>	CHIM/06
F46011	Chimica Analitica Strumentale	7	<12>	CHIM/01
	Laboratorio di Chimica Analitica Strumentale	5		
F46012	Chimica Organica 2° corso	7	<13>	CHIM/06
F46010	Laboratorio di Chimica Inorganica	4	<10>	CHIM/03

**TERZO ANNO**

<b>1° Semestre</b>				
<i>codice</i>	<i>insegnamento</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>esami e prove</i>	<i>SSD</i>
F45034	Chimica Biologica	6	<14>	BIO/10
F46016	Chimica Fisica Industriale	7	<15>	CHIM/02
F46017	Chimica Industriale	7	<16>	CHIM/04
	Laboratorio di Chimica Industriale	4		
F46018	Laboratorio di Chimica Organica II	5	<17>	CHIM/06
<b>2° Semestre</b>				
F46019	Processi e Impianti Industriali Chimici	7	<18>	ING-IND/25
	Laboratorio di Processi e Impianti Industriali Chimici	4		
	Corso a scelta	5	<19>	<19>

	Tirocinio	9		
	Prova finale	6	<prova 2>	

**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 (I modulo 3 CFU CHIM/06 + II modulo 2 CFU CHIM/04) - F46013
- "Gestione Aziendale (1° modulo, 3 CFU SECS-P/07) e Diritto Industriale (2° modulo, 2 CFU IUS/04)" (raccomandato al 3° anno) - F46022

*Gli studenti che, essendo iscritti nell'a.a. 2002-03 al 2° anno, hanno scelto sulla base del Manifesto degli studi a.a. 2002-03 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" (5 CFU), ma in questo caso dovranno frequentare le lezioni relative a Diritto Industriale (2 CFU).*

**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 quelli di "Chimica organica 2° corso" e di "Chimica industriale". Si consiglia, comunque, di sostenere gli esami di ciascun semestre prima di sostenere quelli dei semestri successivi.

**Insegnamenti disattivati**

- Insegnamenti disattivati dall'a.a. 2003-2004
  1. F46020 Economia, Organizzazione Aziendale - Diritto Industriale
  2. F46014 Gestione aziendale
- Insegnamenti disattivati dall'a.a. 2005-2006
  1. Economia e Organizzazione Aziendale
- Insegnamenti disattivati dall'a.a. 2006-2007
  1. F46015 Chimica Biologica
  2. F46003 Prova di Lingua Inglese
- Dall'a.a. 2009-2010 tutti i corsi del primo anno:
  1. F46001 Istituzioni di Matematiche
  2. F46002 Chimica Generale ed Inorganica/Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica
  3. F46004 Laboratorio di Informatica
  4. F46005 Chimica Analitica/Laboratorio di Chimica Analitica
  5. F46006 Fisica Generale
  6. F46007 Calcolo Numerico
  7. F46013 Sicurezza nell'ambiente di lavoro e strumentazione chimica
- Dall'a.a. 2010-2011 tutti i corsi del primo anno:
  1. F46008 Chimica Organica 1° corso
  2. F46009 Chimica Fisica/Laboratorio di Chimica Fisica
  3. F46010 Chimica Inorganica/Laboratorio di Chimica Inorganica
  4. F46023 Economia e Gestione delle Imprese
  5. F46008 Laboratorio di Chimica Organica 1° corso
  6. F46011 Chimica Analitica Strumentale/Laboratorio di Chimica Analitica Strumentale
  7. F46012 Chimica Organica 2° corso

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

**CHIMICA FISICA INDUSTRIALE****Per i Corsi di laurea:**

- F46; totale cfu 7

Periodo di erogazione 1° semestre

Prof. **ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICAIndirizzo: 02503 14059 -  
Mail: ilenia.rossetti@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari 7 cfu CHIM/02 (7 cfu)

**Obiettivi**

Introduzione ai fenomeni di trasporto ed applicazioni (p.es. catalisi eterogenea). Criteri di dimensionamento di apparecchiature di scambio termico e movimentazione fluidi.

**Programma**

Teoria unificata del trasporto. Trasporto molecolare. Bilancio energetico. Eq. del moto dei fluidi. Analisi dimensionale. Moto dei fluidi nei condotti. Moto di fluidi attraverso masse porose. Filtrazione. Fluidizzazione. Pompe e compressori. Conduzione stazionaria. Trasmissione del calore nei fluidi. Convezione e coefficienti liminari. Scambiatori di calore. Irraggiamento. Diffusione (stazionaria e non). Equaz. di continuità generalizzata. Coefficienti di trasferimento di massa. Trasferimento simultaneo di massa e calore. Trasferimento di massa tra fasi fluide a contatto. Trasferimento di massa e calore all'interno di masse solide porose. Il modulo di Thiele e l'efficienza dei catalizzatori. Introduzione alla catalisi ed aspetti applicativi.

**Materiale di riferimento**

- L. Forni, I. Rossetti, Fenomeni di Trasporto, Cortina, Milano 2009;
- L. Forni, Introduzione alla Catalisi, CUSL, Milano, 1993;
- R. B. Bird, W. E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Ed., Wiley, London, 2002.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto e orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica fisica 1/laboratorio; Istituzioni di matematiche.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale**Pagine web**<http://irossetticfi.ariel.ctu.unimi.it/v1>**CHIMICA INDUSTRIALE / LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE****Per i Corsi di laurea:**- F46; moduli: CHIMICA INDUSTRIALE - I MODULO, CHIMICA INDUSTRIALE - II MODULO, LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE  
totale cfu 11

Periodo di erogazione 1° semestre

Prof. **BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICAIndirizzo: 02503 14253 - v. Golgi, 19  
Mail: claudia.bianchi@unimi.itProf. **MANFREDI AMEDEA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALEIndirizzo: 02503 14181 - v. Venezian, 21  
Mail: amedeo.manfredi@unimi.itProf. **RANUCCI ELISABETTA**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALEIndirizzo: 02503 14132 - v. Venezian, 21  
Mail: elisabetta.ranucci@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari	11 cfu	CHIM/04 (11 cfu)
CHIMICA INDUSTRIALE - I MODULO	4,5 cfu	CHIM/04 (4,5 cfu)
CHIMICA INDUSTRIALE - II MODULO	2,5 cfu	CHIM/04 (2,5 cfu)
LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE	4 cfu	CHIM/04 (4 cfu)

**Obiettivi**

Obiettivo del corso è quello di fornire una conoscenza di base della chimica industriale inorganica con specifici riferimenti ai grandi processi che storicamente hanno accompagnato la crescita e lo sviluppo della chimica industriale dal 1700 ad oggi.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Modulo: CHIMICA INDUSTRIALE - I MODULO**

**Programma**

Analisi di un flow-sheet. Bilanci di massa ed energia. Operazioni unitarie. Cenni di catalisi. La raffineria dal punto di vista dell'impianto industriale. La sintesi dell'ammoniaca. Produzione industriale di acido solforico, nitrico e derivati, fosforico. Il processo soda-cloro. Analisi dei pericoli in un impianto chimico.

**Materiale di riferimento**

- "Encyclopedia of chemical technology" Raymond E. Kirk, Donald F. Othmer;  
- New York : The Interscience encyclopedia.

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Generale ed Inorganica

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

**Modulo: CHIMICA INDUSTRIALE - II MODULO**

**Programma**

Classificazione dei composti organici che costituiscono prodotti di massa dalla chimica industriale. Esempi di sintesi industriale di composti organici alifatici, quali metanolo, formaldeide, acido formico, acetilene, acido acetico, vinil cloruro, acetone, anidride maleica ed aromatici, quali stirene ed acidi ftalici.

**Materiale di riferimento**

Dispense del docente, copie delle slides presentate durante le lezioni.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Conoscenza di base di chimica organica, inclusa la reattività dei composti aromatici

Modalità di esame: Scritto

Prove di laboratorio

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Organica

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

**Pagine web**

Piattaforma Ariel

**Modulo: LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE**

**Programma**

sintesi di resine a scambio ionico di tipo acido forte solfonico e determinazione delle loro capacità scambiatrici. Sintesi di polistirene in emulsione

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: obbligatoria

---

**GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE**

**Per i Corsi di laurea:**

- F46; moduli: GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE - I MODULO - GESTIONE AZIENDALE , GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE - II MODULO - DIRITTO INDUSTRIALE totale cfu 5

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari** 2 cfu IUS/04 (2 cfu) ; 3 cfu SECS-P/07 (3 cfu)

GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE - I MODULO - GESTIONE AZIENDALE 3 cfu SECS-P/07 (3 cfu)

GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE - II MODULO - DIRITTO INDUSTRIALE 2 cfu IUS/04 (2 cfu)

**Obiettivi**

Fornire agli studenti le conoscenze base della macroeconomia e della strategia e dell'organizzazione aziendale. Consentire loro la comprensione di conto economico, stato patrimoniale, flusso di cassa, nonché dei concetti di costo e ricavo. spiegare i primi concetti relativi a tasso di interesse e formule di attualizzazione finanziaria.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Modulo: GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE - I MODULO - GESTIONE AZIENDALE**

**Programma**

---

- Introduzione alla gestione d'azienda; ruolo dell'azienda intesa a come ente economico deputato a creare valore nel mercato dei prodotti e dei servizi; nozione e misura del Valore Aggiunto.
- Azienda e Società. Proprietà e Management. Il progressivo distacco dei ruoli.
- Diverse tipologie di azienda in relazione a settori di attività, dimensioni, prodotti/servizi forniti, geografia coperta; funzioni interne derivanti e forme organizzative possibili.
- Le funzioni aziendali: ruolo e obiettivi delle funzioni di Produzione, Vendita, Marketing, Ricerca e Sviluppo, e delle funzioni di supporto/controllo ( Amministrazione/Finanza, Informatica, Sicurezza e Ambiente, Qualità).
- La Direzione centrale come coordinamento e decisione.
- Il mercato: tipologie correlate al prodotto (materiale o immateriale, differenziato o indifferenziato), alla elasticità della domanda, alla destinazione d'uso (industriale/consumo), all'uniformità geografica/settoriale (segmentazione) della domanda; mercato di acquisto e di vendita; la qualità; la concorrenza in mercati liberi e vincolati.
- I diversi principi di gestione dei prodotti specialistici rispetto a quelli poco differenziati (specialties-commodities).
- La quantificazione della capacità di creare valore: i ricavi, i costi di prodotto, le spese di settore/funzione, gli investimenti materiali e immateriali, il riassunto complessivo nel bilancio (conto economico, stato patrimoniale, nota integrativa, relazione degli amministratori), il flusso di cassa.
- La misura del patrimonio societario: lo stato patrimoniale, il capitale circolante.
- L'asprata concorrenzialità internazionale, esaltata dalla rapida diffusione della tecnologia e dei gusti dei consumatori: la criticità del fattore tempo/dimensione, il ricorso a sistemi di gestione non tradizionale (esternalizzazione, make or buy).
- La macroeconomia come scenario che la gestione di azienda non può ignorare.

**Materiale di riferimento**

Materiale didattico costituito dagli appunti dei proff. Luigi Cattini e Mario Castellaneta

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

**Propedeuticità consigliate**

Economia e Organizzazione Aziendale

**Altre informazioni**

Modalità di erogazione: Tradizionale di frequenza: Obbligatoria

**Modulo: GESTIONE AZIENDALE E DIRITTO INDUSTRIALE - II MODULO - DIRITTO INDUSTRIALE**

**Programma**

- Definizione di Proprietà Intellettuale e di Proprietà Industriale. Cenni alle convenzioni internazionali che riguardano i diritti di proprietà industriale.
- Concorrenza sleale.
- Brevetti per invenzione industriale.
- Diritto di brevetto e sue limitazioni. Brevetti di prodotto e di procedimento. Principio dell'esaurimento del diritto. Diritti morali e patrimoniali. Differenze fra brevetto e segreto industriale. Diritto di preuso.
- Invenzioni brevettabili ed eccezioni alla brevettabilità.
- Diritto di priorità. Periodo di grazia secondo la legge brevetti statunitense. Differenze fra il sistema del "first to file" e del "first to invent".
- Requisiti di brevettabilità. Invenzioni chimiche brevettabili. Valutazione della novità e dell'attività inventiva, in particolare nelle invenzioni chimiche. Invenzione di selezione.
- Requisiti formali delle domande di brevetto: descrizione e rivendicazioni. Categorie di rivendicazioni.
- Procedura di brevettazione italiana ed europea. Cenni alla procedura PCT.
- Brevetti e licenze.
- Cause in materia di brevetti (contraffazione, nullità e di titolarità). Equivalenti e contraffazione.

**Materiale di riferimento**

Codice della Proprietà Industriale  
 Codice Civile  
 Convenzione sul Brevetto Europeo (CBE)  
 Trattato di Cooperazione in Materia di Brevetti (trattato PCT)  
 Convenzione dell'Unione di Parigi

**Prerequisiti e modalità d'esame**

nessuno  
 Modalità di esame: Scritto

**Propedeuticità consigliate**

nessuna

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
 Modalità di erogazione: Tradizionale

**LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA II**

**Per i Corsi di laurea:**

- F46; totale cfu 5

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. ANNUNZIATA RITA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14169 - v. Venezian, 21  
**Mail:** rita.annunziata@unimi.it

**Prof. PERDICCHIA DARIO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Mail:** dario.perdicchia@unimi.it

**Prof. POLETTI LAURA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14063 - v. Venezian, 21

**Mail:** laura.poletti@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

#### Programma

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.

#### Materiale di riferimento

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.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità esame: scritto e orale

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità

di

frequenza:

obbligatoria

Modalità di erogazione: tradizionale

## PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI / LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI

#### Per i Corsi di laurea:

- F46; moduli: LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI , PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI totale cfu 11

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**Prof. BIANCHI CLAUDIA LETIZIA MADDALENA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14253 - v. Golgi, 19

**Mail:** claudia.bianchi@unimi.it

**Prof. ROSSETTI ILENIA GIUSEPPINA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14059 -

**Mail:** ilenia.rossetti@unimi.it

**Prof. VERTOVA ALBERTO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14232 - v. Golgi, 19

**Mail:** alberto.vertova@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI

11 cfu ING-IND/25 (11 cfu)

4 cfu ING-IND/25 (4 cfu)

**Obiettivi**

Conoscenza delle basi teoriche degli equilibri di fase e delle operazioni di trasferimento di massa. Dimensionamento di unità industriale di separazione fluido-fluido.

**Programma**

Reperibilità di dati termodinamici e cenni sui metodi a contributo di gruppo. Unità di misura e loro trattamento. Termodinamica Applicata: Criteri di equilibrio termico, meccanico, chimico tra fasi a contatto; Equilibrio Liquido-Vapore (ELV) nei diversi casi di idealità o meno delle fasi; Tensione di vapore dei Liquidi e apparecchio per la misura relativa. Cenni sulle funzioni di eccesso e sui più semplici modelli per il calcolo dei coefficienti di attività. Apparecchio di Hala per lo studio sperimentale dell' ELV. Consistenza termodinamica dell'ELV. Diagrammi per l'ELV. Equilibrio Liquido-Liquido (ELL): diagrammi relativi per sistemi binari e ternari e dimostrazione della regola del baricentro nei due casi. Criteri termodinamici per lo smiscelamento di due liquidi. Rette coniugate, asse del sistema, punto piatto, correlazione di Hand. Calcolo teorico della composizione e quantità di due fasi smiscelate partendo da una miscela eterogenea. Assorbimento: descrizione delle operazioni di assorbimento (absorption) /de assorbimento (stripping). Apparecchiature e corpi di riempimento. Calcolo dell'altezza del riempimento, del diametro e della perdita di carico in una colonna di assorbimento; Assorbimento in colonna a piatti: determinazione del numero di piatti. Distillazione e Rettifica. Apparecchiature. Distillazione continua in uno stadio (Flash). Rettifica continua in colonna a piatti: miscele binarie e miscele a più componenti: calcolo numero di stadi. Distillazione e rettifica discontinue. Estrazione Liquido-Liquidi. Descrizione delle operazioni. Apparecchiature continue e discontinue. Coefficienti di ripartizione e di selettività. Scelta del solvente.

**Materiale di riferimento**

- S. Carrà, V. Ragaini, L. Zanderichi: Operazioni di Trasferimento di Massa (Manfredi Ed. Milano. 1969);
- R.E. Treybal : Mass Transfer Operations (McGraw-Hill, 1981, Third Ed.);
- B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids (McGraw-Hill, 2001, Fifth Ed.).

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto e Orale

**Propedeuticità consigliate**

Corsi di matematica. Chimica Fisica Industriale.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

**Modulo: LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI****Programma**

Assorbimento su colonne a riempimento; rettifica di una miscela binaria; determinazione di dati di equilibrio liquido-vapore; determinazione della tensione di vapore di un liquido puro. Utilizzo di un simulatore di processo per l'elaborazione dei dati raccolti.

**Materiale di riferimento**

- W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriot, "Unit operations of chemical engineering", Mc Graw Hill (2001).
- Dispense a cura della docente.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica fisica 1/laboratorio; Istituzioni di matematiche; Chimica Fisica Industriale.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

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



**ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI**

Come riportato nella presentazione, a seguito dell'introduzione delle lauree riformate secondo il D.M. 270 del 2004, dal corrente anno accademico le lauree triennali dell'ordinamento previgente vengono progressivamente disattivate, a partire dal primo anno. Per trovare i relativi programmi bisogna quindi fare riferimento alle "guide" dei precedenti a.a.

*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 (disattivato dall'a.a. 2009-2010)**

codice	insegnamento		crediti	SSD
<b>I semestre</b>				
F46001	Istituzioni di matematiche <sup>1</sup>	<1>	9	MAT/05
F44002	Chimica generale e inorganica	<2>	9	CHIM/03
	Lab. chim. generale e inorganica		6	
F44003	Laboratorio di Informatica	<3>	3	INF/01
<b>Totale</b>			<b>0</b>	
<b>II semestre</b>				
F46024	Fisica Generale <sup>2</sup>	<4>	8	FIS/01
F44005	Chimica Analitica con laboratorio	<5>	5	CHIM/01
	Chimica Elettroanalitica con laboratorio		5	
F44006	Chimica organica	<6>	7	CHIM/06
	Laboratorio Chimica Organica		5	
F45015	Prova lingua inglese	<prova 1>	3	
<b>Totale</b>			<b>33</b>	

**SECONDO ANNO (disattivato dall'a.a. 2010-2011)**

codice	Insegnamento		crediti	SSD
<b>I semestre</b>				
F44039	Chimica Fisica delle Interfasi		3	CHIM/02
F44040	Chimica Fisica	<7>	7	CHIM/02
	Laboratorio di chimica Fisica		5	
F44009	Chimica Inorganica e dei Materiali Inorganici con laboratorio	<8>	7	CHIM/03
F45016	Controllo Qualità e Certificazione <sup>3</sup>	<9>	6	SECS-P/08
F44018	Proprietà Industriale	<10>	3	IUS/04
<b>Totale</b>			<b>31</b>	
<b>II semestre</b>				
F44011	Comp. Organici di Interesse Industriale con laboratorio	<11>	10	CHIM/06
F45019	Chimica dell'Ambiente	<12>	6	CHIM/12
F44034	Analisi chimica Strumentale	<13>	4	CHIM/01
F44035	Analisi di Strutture Molecolari	<14>	4	CHIM/06
-----	Corso a scelta	<15>	4	
<b>Totale</b>			<b>28</b>	

(\*) Insegnamento da codificare

**TERZO ANNO**

codice	insegnamento		crediti	SSD
<b>I semestre</b>				
F44033	Controllo Ambientale	<16>	4	CHIM/12
F44042	Tecnologie Industriali di Disinquinamento(*)	<17>	6	CHIM/02
F44015	Elementi di Impianti Chimici	<18>	5	ING-IND/25

<sup>1</sup> Mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale

<sup>2</sup> Parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale

<sup>3</sup> Insegnamento mutuato dal Corso di Laurea Triennale in Chimica

F44016	Chimica Organica Fine e Macromolecolare	<19>	7	CHIM/04
F45014	Chimica Biologica	<20>	7	BIO/10
-----	Corso a scelta	<21>	5	
<b>Totale</b>			<b>34</b>	
<b>II semestre</b>				
	Tirocinio (circa 4 mesi)		21	
	Prova finale		6	
<b>Totale</b>			<b>27</b>	

Nove 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. 2010/2011

	codice	insegnamento	crediti	SSD
1.	F45033	Metodi di Indagine Strutturale di Materiali Inorganici <sup>(1)</sup>	5	CHIM/03
2.	F44029	Spettroscopia e Fotochimica Applicate	5	CHIM/02
3.	F44027	Metodologie di sintesi organica	5	CHIM/06

<sup>(1)</sup> mutuato parzialmente dal CL triennale in Chimica.

<sup>(3)</sup> mutuato dal CL triennale in Biotecnologie.

#### 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 sono stati disattivati i seguenti insegnamenti:
    1. F44010 Chimica Ambientale, Sicurezza e Legislazione/Controllo Ambientale
    2. F44013 Analisi chimica Strumentale/Analisi di Strutture Molecolari
  - Dall'a.a. 2004-2005 vengono disattivati:
    1. F44036 Chimica dell'Ambiente
  - Dall'a.a. 2005-2006 vengono disattivati:
    1. F44008 Chimica Fisica/Chimica Fisica delle Interfasi/Laboratorio di chimica Fisica
    2. F44038 Chimica ambientale, sicurezza e legislazione
    3. F44026 Chimica Inorganica Avanzata e Metallorganica
    4. F44014 Tecnologie Industriali di Disinquinamento (riduzione da 7 a 6 CFU)
  - Dall'a.a. 2006-2007 vengono disattivati:
    1. F44007 Prova lingua inglese
    2. F44012 Chimica Biologica e Biotecnologie
    3. F44036 Chimica dell'Ambiente
    4. F44004 Fisica Generale
    5. F44001 Istituzioni di matematiche
    6. F44019 Metodi di Indagine Strutturale di Materiali Inorganici
  - Nell'a.a. 2008-2009 non é stato attivato:
    1. F44030 Sintesi Organica a Basso Impatto Ambientale
  - Nell'a.a. 2009-2010 non é stato attivato:
    1. F44028 Ausiliari e Materiali Polimerici
- Inoltre, dall'a.a. 2009-2010 sono disattivati tutti i corsi del primo anno:
1. F46001 Istituzioni di matematiche
  2. F44002 Chimica generale e inorganica/Lab. chim. generale e inorganica
  3. F44003 Laboratorio di Informatica
  4. F46024 Fisica Generale
  5. F44005 Chimica Analitica con laboratorio/Chimica Elettroanalitica con laboratorio
  6. F44006 Chimica organica/Laboratorio Chimica Organica
- Dall'a.a. 2010-2011 tutti i corsi del primo anno:
    1. F44039 Chimica Fisica delle Interfasi

2. F44040 Chimica Fisica/Laboratorio di chimica Fisica
3. F44009 Chimica Inorganica e dei Materiali Inorganici con laboratorio
4. F45016 Controllo Qualità e Certificazione
5. F44018 Proprietà Industriale
6. F44011 Comp. Organici di Interesse Industriale con laboratorio
7. F45019 Chimica dell'Ambiente
8. F44034 Analisi chimica Strumentale
9. F44035 Analisi di Strutture Molecolari
10. F44020 Chimica Analitica (applicata ai Beni Culturali)
11. F44022 Sostanze Naturali e Applicazioni Industriali
12. F44024 Tecnologie Elettrochimiche Ambientali
13. F44025 Materiali Strutturali per l'Industria Chimica
14. F56018 Ecologia e Tossicologia
15. F45022 Strutturistica chimica (I modulo)

## PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

### CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE

#### Per i Corsi di laurea:

- F44; moduli: CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE - I MODULO , CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE - II MODULO totale cfu 7

#### Periodo di erogazione 1° semestre

**Prof. MANFREDI AMEDEA** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14181 - v. Venezian, 21  
**Mail:** amedeo.manfredi@unimi.it

**Prof. DI SILVESTRO GIUSEPPE** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14130 - v. Venezian, 21  
**Mail:** giuseppe.disilvestro@unimi.it

<b>L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari</b>	7 cfu	CHIM/04 (7 cfu)
CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE - I MODULO	3,5 cfu	CHIM/04 (3,5 cfu)
CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE - II MODULO	3,5 cfu	CHIM/04 (3,5 cfu)

#### Obiettivi

Il corso è inteso a: introdurre lo studio dei problemi collegati con il passaggio dalla scala di laboratorio a quella della produzione in impianto industriale prendendo in considerazione vincoli di sicurezza, di impatto ambientale e anche economici; presentare le linee guida per lo sviluppo di processi chimici.

#### Lingua di insegnamento

Italiano

### Modulo: CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE - I MODULO

#### Programma

Ricerca e sviluppo di un processo di Chimica Fine. Problemi collegati con lo scale-up; pericoli termochimici: le reazioni fuggitive e le decomposizioni termiche. Criteri di previsione: l'ARC e il programma CHETAH. Scelta della via sintetica: sintesi lineari e convergenti, descrittori per reazioni a basso impatto ambientale (teoria dell'atom economy, reaction mass efficiency, complessità molecolare, ecc.), catalisi, numero dei passaggi, resa. Solventi e reagenti per lo scale-up: tossicità e infiammabilità. Criteri di scelta. Problemi di impatto ambientale: trasporto di materiali, controllo dell'inquinamento, minimizzazione degli scarti. Regolamentazioni: FDA, GMP, validazione dei processi. Esempi articolati di sintesi di prodotti della chimica organica fine dalla loro individuazione alla loro produzione su scala industriale.

#### Materiale di riferimento

- 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.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Modalità di esame: Scritto

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata  
Modalità di erogazione: Tradizionale

### Modulo: CHIMICA ORGANICA FINE E MACROMOLECOLARE - II MODULO

#### Programma

Obiettivi: (dettagli AF)

Alla fine del modulo lo studente dovrebbe avere gli strumenti di base sulla struttura, la sintesi, la caratterizzazione, la trasformazione tecnologica, le funzioni ed i possibili usi di un polimero e dei problemi ambientali connessi.

Programma in italiano

Polimero e macromolecola: definizione e descrizione delle principali strutture polimeriche: polimeri lineari, a stella, ramificati, ecc. Omopolimeri e copolimeri.

Approccio statistico alla descrizione dei polimeri: valori medi e loro definizione. Significato fisico e proprietà cui sono collegati i valori di  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ , ecc. Definizione matematica. Principali metodi di determinazione delle masse molecolari e della loro distribuzione.

Titolazione, analisi NMR dei terminali, Viscosimetria. Diffusione della luce, SEC, ecc. Metodi di sintesi: poliaddizione e policondensazione. Analogie e differenze con reazioni organiche e inorganiche semplici. Cenni sui processi industriali di sintesi per poliaddizione. Polimerizzazione in massa, in soluzione ed in sospensione. Esempi di polimeri industrialmente rilevanti ottenuti per poliaddizione. Problemi di sicurezza e di igiene ambientale in una polimerizzazione industriale. Importanza industriale ed ambientale della polimerizzazione in emulsione. Esempi di polimeri ottenuti industrialmente per polimerizzazione radicalica in emulsione.

Microstruttura di un polimero vinilico: polimero iso-, sindio- ed atattico. Polimerizzazione Ziegler-Natta. Semplificazione del processo e suo differente impatto ambientale. Polimeri naturali. Proprietà dei materiali polimerici. Generalità sulle proprietà termiche e meccaniche. Metodi termici: definizioni e generalità (DSC, TGA, TMA, ecc). Transizione vetrosa, fusione e cristallizzazione di un polimero. Relazione tra struttura molecolare e transizione termica possibile. Riciclo dei materiali polimerici. Ciclo di vita di un materiale polimerico e valutazione del costo ambientale globale.

**Materiale di riferimento**

Saranno dati agli studenti i files dei testi necessari per una conoscenza di base e, per chi vorrà, per un approfondimento degli argomenti trattati.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Aver sostenuto gli esami di Chimica Organica e di chimica fisica di base.

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

Il livello delle lezioni sarà commisurato alle conoscenze precedenti degli studenti in modo da stimolare gli studenti stessi ad un approccio interdisciplinare alla materia ed a correlarlo con i principi dell'altro modulo del corso.

Nella trattazione sarà data la massima importanza alla comprensione dei principi ed alla loro correlazione. Gli esempi discussi servono solamente a dare una dimensione chimica e strutturale ai concetti illustrati.

---

## CONTROLLO AMBIENTALE

**Per i Corsi di laurea:**

- F44; totale cfu 4

Periodo di erogazione 1° semestre

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

4 cfu CHIM/12 (4 cfu)

---

## ELEMENTI DI IMPIANTI CHIMICI

**Per i Corsi di laurea:**

- F44; totale cfu 5

Periodo di erogazione 1° semestre

Prof. **SIVIERI ENRICO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

Indirizzo: 02503 14209 - v. Golgi, 19

Mail: enrico.sivieri@unimi.it

L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari

5 cfu ING-IND/25 (5 cfu)

**Obiettivi**

Introduzione ai processi industriali chimici.

**Programma**

Analisi di flow-sheet di impianto, bilanci di massa di energia, trasferimento di calore e di massa, metodi di separazione, cinetiche omogenee ed eterogenee, reattori chimici ideali: PFR, CSTR. Flow-sheet di un impianto per la termovalorizzazione di rifiuti soli urbani.

**Materiale di riferimento**

Bianchi, Mazza, Corrosione e protezione dei metalli, AIM.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Scritto

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## SINTESI ORGANICA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

### Per i Corsi di laurea:

- F44; totale cfu 5

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. ALBANESE DOMENICO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

**Indirizzo:** 02503 14165 - v. Venezian, 21

**Mail:** domenico.albanese@unimi.it

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

5 cfu CHIM/06 (5 cfu)

#### Obiettivi

Il corso si propone di fornire allo studente una buona conoscenza delle principali tecnologie disponibili per la messa a punto di processi chimici sostenibili.

#### Programma

Green Chemistry: principi; atom economy e atom efficiency. Classificazione e scelta dei solventi. Catalisi per trasferimento di fase: principi, meccanismo, struttura dei catalizzatori.

Liquidi ionici: struttura, sintesi, proprietà chimico-fisiche e tossicità, effetto sulle reazioni organiche.

Liquidi perfluorurati: caratteristiche e tecniche di utilizzo. Impatto ambientale dei solventi perfluorurati.

Chimica organica in fase acquosa. Metodiche per ovviare ai problemi di solubilità.

Fluidi supercritici: caratteristiche chimico-fisiche; utilizzo in sintesi organica.

Sintesi organica su fase solida: substrati e/o reagenti supportati.

Utilizzo delle microonde in sintesi organica: principi e criteri di scelta del solvente.

Catalisi organica: principi, vantaggi e problematiche. Catalizzatori organici chirali più comuni.

Catalisi omogenea ed eterogenea: catalizzatori organometallici achirali e chirali supportati. I supporti: matrici polimeriche organiche, insolubili o solubili: supporti solidi inorganici. Cenni a sistemi auto-assemblanti.

Catalizzatori enantioselettivi supportati: sistemi organometallici e organici chirali supportati.

Ognuno degli argomenti viene trattato in lezioni teoriche attraverso la discussione di applicazioni alla sintesi organica di laboratorio o su scala industriale.

#### Materiale di riferimento

- Materiale didattico verrà fornito dal docente durante il corso.

#### Prerequisiti e modalità d'esame

Prerequisites: fondamenti di chimica organica.

Modalità di esame: Orale

#### Lingua di insegnamento

Italiano

#### Altre informazioni

Modalità di frequenza: Obbligatoria

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

## SPETTROSCOPIA E FOTOCHIMICA APPLICATE

### Per i Corsi di laurea:

- F44; totale cfu 5

#### Struttura dell'insegnamento:

SPETTROSCOPIA E FOTOCHIMICA APPLICATE mutuato da , Spettroscopia e fotochimica applicate , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**Periodo di erogazione** 2° semestre

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

5 cfu CHIM/02 (5 cfu)

---

## TECNOLOGIE INDUSTRIALI DI DISINQUINAMENTO

### Per i Corsi di laurea:

- F44; totale cfu 6

**Periodo di erogazione** 1° semestre

**Prof. CARNITI PAOLO** , FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI , DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED

**Indirizzo:** 02503 14261 - v. Golgi, 19  
**Mail:** paolo.carniti@unimi.it

**Prof. VERTOVA ALBERTO**, FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI, DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

**Indirizzo:** 02503 14232 - v. Golgi, 19  
**Mail:** alberto.vertova@unimi.it

**L'insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

6 cfu CHIM/02 (6 cfu)

**Obiettivi**

L'insegnamento (per entrambi i moduli) propone un percorso formativo mirato all'acquisizione di conoscenze e competenze applicative per lo sviluppo di metodologie da applicarsi per la tutela dell'ambiente, presentando tecniche chimiche, biochimiche, catalitiche ed elettrochimiche di trattamento di reflui provenienti da processi industriali o da altre fonti.

**Programma**

Le principali categorie di processi industriali che producono e/o utilizzano prodotti chimici. Tipologia dei corrispondenti reflui liquidi e aeriformi e loro impatto ambientale.

Lezioni prof. Carniti

- Reflui liquidi industriali: tecniche di abbattimento degli inquinanti mediante trattamenti biologici
- Emissioni aeriformi: tecniche di abbattimento degli inquinanti con metodi fisici, chimici e chimico-fisici.
- Scarti e rifiuti solidi: recupero e riciclo di materie plastiche

Lezioni dr. Vertova

- Trattamento dei reflui liquidi con metodi chimico-fisici tradizionali (flottazione, chiaroflocculazione).
- Trattamenti elettrochimici per il recupero e la bonifica delle acque.
- Metodi di intervento per casi particolari: osmosi inversa, scambio ionico, adsorbimento su carboni attivi, ossidazione chimica (processo Fenton, ozonizzazione, processi ossidativi avanzati).

**Materiale di riferimento**

Verranno fornite in aula fotocopie riassuntive degli argomenti, comprensive di schemi di reazione, diagrammi, schemi di apparecchiature. Verranno indicati testi di consultazione per l'eventuale approfondimento dei diversi argomenti trattati.

**Prerequisiti e modalità d'esame**

Modalità di esame: Orale

**Propedeuticità consigliate**

Chimica Generale e Inorganica; Chimica Organica; Biochimica e Chimica Fisica

**Lingua di insegnamento**

Italiano

**Altre informazioni**

Modalità di frequenza: Fortemente consigliata

Modalità di erogazione: Tradizionale

---

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
SCIENZE CHIMICHE**



## NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE

### Premessa

Il Corso di Laurea è disattivato a partire dall'a.a. 2010/11. E' attivo quindi solo il secondo anno per gli studenti già iscritti.

Il Corso biennale di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche ha l'obiettivo di fornire una solida preparazione culturale nei diversi settori della chimica in tutti i suoi aspetti sia teorici sia sperimentali che permetta di raggiungere una buona padronanza del metodo scientifico di indagine.

Il laureato avrà conoscenze approfondite nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei. La sua preparazione lo metterà in grado di raggiungere una ampia autonomia nell'ambito lavorativo che gli consentirà di raggiungere una elevata responsabilità nell'attuazione di progetti e strutture.

### Obiettivi formativi generali e specifici

I laureati del corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche avranno una formazione volta a fornire:

- una approfondita preparazione culturale nei diversi settori della chimica, nei suoi aspetti teorici e sperimentali;
- la padronanza del metodo scientifico di indagine e la conoscenza degli strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'ampia autonomia nell'ambito del lavoro, che permetta una elevata responsabilità nella realizzazione di progetti e strutture;
- l'acquisizione delle tecniche utili per la comprensione di fenomeni a livello molecolare e delle competenze specialistiche in uno specifico settore della chimica e della biochimica;
- vaste conoscenze nel settore delle più moderne metodologie di sintesi di composti chimici, quali farmaci, molecole bioorganiche e bioinorganiche, nuovi materiali, catalizzatori omogenei ed eterogenei;
- una solida preparazione per l'applicazione ai sistemi chimici di metodi teorici di simulazione e di modellistica computazionale.

### Abilità e competenze acquisite

Il laureato magistrale in Scienze Chimiche ha l'abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali altamente qualificata nell'ambito della gestione aziendale e dei laboratori di ricerca in campo chimico e chimico-farmaceutico. Il chimico deve possedere, oltre ad una approfondita conoscenza della scienza e tecnologia chimica e delle mansioni gestionali, anche il rigore necessario ad applicare puntualmente il metodo scientifico. Sarà in grado di organizzare il lavoro di ricerca, di definire i temi di sviluppo ed i programmi relativi, di assicurare l'integrazione congiunta dei vari settori della ricerca e di garantire l'aggiornamento scientifico nonché di verificare i risultati raggiunti e promuovere il loro sviluppo e la loro applicazione.

### Profilo professionale e sbocchi occupazionali

Tra le attività che i laureati magistrali svolgeranno si indicano in particolare: le attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie, e l'esercizio di funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione.

### Conoscenze per l'accesso

Per essere ammesso al corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche il laureato deve possedere i seguenti requisiti curriculari:

- per quanto riguarda le attività formative di base, almeno un totale di 19 CFU nelle discipline degli ambiti matematico informatico e fisico;
- per quanto riguarda le attività formative caratterizzanti, almeno 55 CFU complessivi.

### Accesso da corsi di Laurea triennali dell'Università degli Studi di Milano

- F45-CHIMICA Note: Laurea conseguita presso l'Università degli Studi di Milano

### Accesso da altri corsi di laurea

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 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.

### Informazioni e modalità organizzative per immatricolazione

Possono accedere al corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, con riconoscimento integrale dei crediti formativi universitari acquisiti, i laureati dell'Università degli Studi di Milano nelle lauree della Classe delle lauree in "Scienze e Tecnologie Chimiche" - classe 21.

Possono altresì accedervi coloro che siano in possesso di una laurea (sia del nuovo ordinamento che del vecchio ordinamento) conseguita presso l'Università degli Studi di Milano o presso altro Ateneo o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto valido; per essere ammesso al corso di laurea magistrale il laureato deve possedere almeno 120 CFU riconducibili

al regolamento didattico del corso di Laurea in Chimica della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università di Milano.

Le modalità di ammissione alla laurea magistrale sono riportate nella parte generale della presente guida.

## **ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI LAUREA.**

### **Struttura del corso**

Le attività formative saranno costituite da corsi di insegnamento, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, attività didattiche a piccoli gruppi, corsi liberi, partecipazione a seminari, conferenze, convegni, tirocinio/stage (svolto in strutture universitarie e/o all'esterno), attività di ricerca relative alla tesi di laurea, attività di ricerca bibliografica.

I corsi di insegnamento potranno essere organizzati per moduli.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi (CFU), corrispondenti a 25 ore di lavoro per lo studente.

La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o alle altre attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico è così determinata:

- nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento e 17 ore di studio personale;
- nel caso di esercitazioni numeriche e di laboratorio, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio personale;
- nel caso del lavoro di tirocinio e di tesi, 25 ore di lavoro.

Per conseguire la laurea magistrale lo studente deve avere acquisito 120 crediti..

### **N. orientamenti**

3

### **Descrizione orientamenti**

Il corso di laurea è articolato in tre curricula (curriculum A, B e C).

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 e del Regolamento Didattico del Corso di Laurea. 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.

### 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	
Tirocinio	- 9 CFU	
Laboratorio di tesi magistrale e prova finale	- 51 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	
Tirocinio	- 9 CFU	
Laboratorio di tesi magistrale e prova finale	- 51 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	
Tirocinio	- 9 CFU	

Laboratorio di tesi magistrale e prova finale	- 51CFU
--	---------

## Organizzazione didattica

## PRIMO ANNO (disattivato dall'a.a. 2010-2011)

	<i>insegnamento</i>	<i>esame o prova</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>attività formativa</i>	<b>SSD</b>
<b>1° semestre</b>					
F84017	Complementi di matematica *	<1>	5	c	MAT/05
F83009	Informatica	<2>	3	c	INF/01
	Un insegnamento con relativo laboratorio dalla Tab. 1	<3>	9	b	
	Un insegnamento dalla Tab. 2	<4>	6	b	
e inoltre:					
F83010	Chimica Farmaceutica	<5>	4	c	CHIM/08
<i>oppure:</i>					
F83011	Mineralogia	<5>	4	c	GEO/06
<b>2° semestre</b>					
	Un insegnamento con relativo laboratorio dalla Tab. 1	<6>	9	b	
	Un insegnamento dalla Tab. 2	<7>	6	b	
	Un insegnamento dalla Tab. 2	<8>	6	b	
	Insegnamento a libera scelta	<9>	6	d	
	Tesina e lavoro su banche dati	<prova 1>	6	f	

\* in comune con il CL magistrale in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali

La “tesina e lavoro su banche dati” sarà svolta sotto la guida di un docente che assegnerà il tema della ricerca, nell'ambito del curriculum scelto. I risultati della ricerca saranno raccolti in un elaborato che verrà valutato da una apposita commissione presieduta dal docente responsabile.

**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. A tale scopo gli studenti si avvarranno dei suggerimenti della Commissione Piani di Studio.**

## SECONDO ANNO

	<i>esame o prova</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>attività formativa</i>
Tirocinio		9	f
Laboratorio di tesi	<prova finale>	51	e

Tabella 1

<b>n.</b>	<b>codice</b>	<b>insegnamenti</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>anno/ semestre</b>
i)	F83003	Chimica Fisica (A) e Laboratorio di Chimica Fisica (A)	6+3	CHIM/02	I/1°
ii)	F83004	Chimica Fisica (B) e Laboratorio di Chimica Fisica (B)	6+3	CHIM/02	I/2°
iii)	F83005	Chimica Inorganica (A) e Laborat.di Chimica Inorganica (A)	6+3	CHIM/03	I/1°
iv)	F83006	Chimica Inorganica (B) e Lab. di Chimica Inorganica (B)	6+3	CHIM/03	I/2°
v)	F83007	Chimica Organica (A) e Lab. di Chimica Organica (A)	6+3	CHIM/06	I/1°
vi)	F83008	Chimica Organica (B) e Lab. di Chimica Organica (B)	6+3	CHIM/06	I/2°

Tabella 2

n.	codice	insegnamenti	CFU	SSD	semestre
1	F83015	Chimica Fisica (Cristallochimica)	6	CHIM/02	1°
2	F83016	Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e Interfasi <sup>(1)</sup>	6	CHIM/02	2°
3	F83017	Chimica Fisica dello Stato Solido e delle Superfici	6	CHIM/02	2°
4	F83018	Chimica Teorica	6	CHIM/02	2°
5		Elettrochimica (Organica)	6	CHIM/02	2°
6	F83020	Fotochimica <sup>(1)</sup>	6	CHIM/02	1°
7	F83021	Chimica Bioinorganica <sup>(1)</sup>	6	CHIM/03	1°
8	F83022	Stereochimica Inorganica	6	CHIM/03	2°
9	F83023	Chimica Inorganica (Applicazioni)	6	CHIM/03	1°
10	F83024	Chimica Inorganica (Complementi)	6	CHIM/03	2°
11	F83025	Chimica Inorganica (Cristallochimica)	6	CHIM/03	1°
12	F83026	Chimica Inorganica (Reattività dei composti metallorganici)	6	CHIM/03	1°
13	F83027	Chimica Metallorganica (Catalisi omogenea)	6	CHIM/03	2°
14	F83028	Chimica dello Stato Solido <sup>(1)</sup>	6	CHIM/03	2°
15	F83029	Metodologie avanzate di sintesi organica	6	CHIM/06	1°
16	F83030	Chimica Bioorganica <sup>(1)</sup>	6	CHIM/06	1°
17	F83031	Chimica dei Composti Organometallici	6	CHIM/06	1°
18	F83032	Metodi Fisici Avanzati in Chimica Organica <sup>(2)</sup>	6	CHIM/06	1°
19	F83033	Chimica Organica (complementi)	6	CHIM/06	2°
20	F83042	Stereochimica organica <sup>(1)</sup>	6	CHIM/06	1°
21	F83043	Chimica organica superiore	6	CHIM/06	1°
22	F83044	Meccanismi delle reazioni organiche	6	CHIM/06	2°
23	F83046	Chimica Supramolecolare <sup>(1)</sup>	6	CHIM/03	2°

<sup>(1)</sup> in comune con il CL magistrale in Scienze Chimiche Applicate e Ambientali

<sup>(2)</sup> scelta riservata ai curricula B e C.

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E  
AMBIENTALI**





## **NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE APPLICATE E AMBIENTALI**

### **Premessa**

Il Corso di Laurea è disattivato a partire dall'a.a. 2010/11. E' attivo quindi solo il secondo anno per gli studenti già iscritti.

Il Corso biennale di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche Applicate ed Ambientali vuole formare chimici specializzati nello svolgere ad alto livello attività di ricerca di base ed applicata nel campo delle metodologie analitiche per la salvaguardia dell'ambiente e del territorio, avendo tra l'altro acquisito le conoscenze specifiche necessarie per una valutazione analitica dell'impatto ambientale e delle metodologie chimiche di bonifica, con particolare riguardo applicativo verso i materiali biodegradabili.

D'altra parte la figura formata sarà in grado di svolgere analisi chimiche e controlli di qualità che richiedono la padronanza di tecniche chimiche e strumentali di ultima generazione e successivamente di elaborare con competenza i risultati ottenuti. Di conseguenza potrà svolgere consulenze e pareri in campo ambientale che in materia di chimica applicata e controllo di qualità.

### **Obiettivi formativi generali e specifici**

I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche Applicate ed Ambientale avranno una formazione intesa a fornire:

- una solida preparazione culturale approfondita nei diversi settori della chimica, nei suoi aspetti teorici e sperimentali;
- una perfetta padronanza del metodo scientifico di indagine;
- una alta professionalità nella caratterizzazione spettroscopica e strutturale dei composti chimici, e di tutti quei materiali usualmente impiegati nel campo dei beni culturali;
- l'acquisizione delle metodologie analitiche necessarie per la valutazione dell'impatto ambientale sul territorio e delle metodologie chimiche utili per la bonifica ambientale;
- l'acquisizione di conoscenze nel campo del controllo di qualità e delle applicazioni ai materiali biodegradabili.

### **Abilità e competenze acquisite**

Il laureato magistrale in Scienze Chimiche Applicate ed Ambientali sarà in grado di predisporre e supervisionare le procedure di analisi per il controllo qualità della produzione industriale, nonché di campioni biologici, farmaceutici, cosmetici, dieteticoalimentari o ambientali, garantendo la correttezza dei metodi utilizzati e il rispetto dei sistemi di certificazione.

In campo ambientale può sviluppare metodi analitici per il rilevamento e l'abbattimento di sostanze o miscele potenzialmente inquinanti, anche finalizzato al loro recupero e riutilizzo in sicurezza a scopi civili o industriali. Ha esperienza nella definizione delle procedure d'intervento e di contenimento di sostanze o miscele, nonché dei protocolli di bonifica di siti contaminati.

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

Tra le attività che i laureati magistrali svolgeranno si indicano in particolare: le attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie, e l'esercizio di funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione.

### **Conoscenze per l'accesso**

Per essere ammesso al corso di laurea magistrale il laureato deve possedere i seguenti requisiti curriculari:

- per quanto riguarda le attività formative di base, almeno un totale di 10 CFU nelle discipline degli ambiti matematico, informatico e fisico;
- per quanto riguarda le attività formative caratterizzanti, almeno 34 CFU complessivi.

### ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI LAUREA.

La durata del corso di laurea magistrale è di due anni.

Le attività formative saranno costituite da corsi di insegnamento, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, attività didattiche a piccoli gruppi, corsi liberi, partecipazione a seminari, conferenze, convegni, tirocinio/stage (svolto in strutture universitarie e/o all'esterno), attività di ricerca relative alla tesi di laurea, attività di ricerca bibliografica.

I corsi di insegnamento potranno essere organizzati per moduli.

L'apprendimento delle competenze e delle professionalità da parte degli studenti è computato in crediti formativi (CFU), corrispondenti a 25 ore di lavoro per lo studente.

La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o alle altre attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico è così determinata:

- nel caso di lezioni, 8 ore di insegnamento e 17 ore di studio personale;
- nel caso di esercitazioni numeriche e di laboratorio, 16 ore di attività pratica e 9 ore di studio personale;
- nel caso del lavoro di tirocinio e di tesi, 25 ore di lavoro.

Per conseguire la laurea magistrale lo studente deve avere acquisito 120 crediti.

#### Attività formativa.

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

Insegnamenti obbligatori	a) fondamentali:	- CHIM/06 (n° 11) (6 CFU) - CHIM/01 (n°12) (6 CFU)
	b) affini o integrativi:	- MAT/01-09 (7 CFU) - FIS/01-06 (6 CFU)
Insegnamenti opzionali	- CHIM/02 e/o CHIM/03 (21 CFU) - CHIM/06 (6 CFU) - CHIM/04 (3 CFU)	
Insegnamenti a scelta libera dello studente:	- 6 CFU	
Tirocinio	- 9 CFU	
Laboratorio di tesi magistrale e prova finale	- 50 CFU	

#### Organizzazione didattica

##### PRIMO ANNO (disattivato dall'a.a. 2010-2011)

codice	insegnamento	esame o prova	crediti (CFU)	attività formativa	SSD
<b>1° semestre</b>					
F84010	Fondamenti di calcolo numerico	<1>	2	c	MAT/08
F84017	Complementi di matematica *	<2>	5	c	MAT/05
F84008	Metodologie analitiche per l'ambiente e il territorio	<3>	6	b	CHIM/01
F84001	Caratterizzazione strutturale di composti organici	<4>	6	b	CHIM/06
	Insegnamenti dalla Tabella degli insegnamenti opzionali per un totale di 12 CFU	<6>	12	b	
<b>2° semestre</b>					
F84007	Fisica dell'atmosfera	<5>	6	c	FIS/06
	Insegnamenti dalla Tabella degli insegnamenti opzionali per un totale di 18 CFU		18	b	
	Insegnamento a libera scelta		6	d	

\* in comune con il CL magistrale in Scienze Chimiche

**Gli insegnamenti scelti dalla Tabella degli insegnamenti opzionali dovranno essere compatibili con la distribuzione, nelle diverse aree scientifico-disciplinari, dei CFU più sopra indicati per la attività formativa. A tale scopo gli studenti si avvarranno dei suggerimenti della Commissione Piani di Studio.**

### SECONDO ANNO

	<i>esame o prova</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>attività formativa</i>
Tirocinio		9	f
Laboratorio di tesi	<prova finale>	50	e

Il Tirocinio è rivolto all'apprendimento e/o approfondimento della conoscenza delle tecniche sperimentali che verranno utilizzate nel laboratorio di tesi. Lo studente deve:

- Presentare sull'apposito modulo domanda indicando l'argomento del tirocinio e il nome del tutor responsabile.
- Al termine del tirocinio compilare l'apposito modulo che, sottoscritto dal tutor responsabile, sarà consegnato alla Segreteria Didattica per l'acquisizione dei CFU.

Tutor per il tirocinio sono tutti coloro che possono svolgere la funzione di relatore di tesi.

**Gli studenti possono discostarsi dal curriculum previsto** 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 CCD, che lo potrà approvare o respingere.

### Tabella degli insegnamenti opzionali

n.	codice	insegnamenti	CFU	SSD	semestre
1.	F84009	Tecnologie elettrochimiche di bonifica ambientale	3	CHIM/02	1°
2.	F84011	L'idrogeno come vettore energetico	3	CHIM/02	2°
3.	F84005	Chimica supramolecolare, 1° modulo: sintesi	3	CHIM/03	2°
4.	F84006	Chimica supramolecolare, 2° modulo: applicazioni	3	CHIM/03	2°
5.	F84004	Chimica Organica Industriale	3	CHIM/04	2°
6.	F84012	Risonanze magnetiche: applicazioni in chimica inorganica e metallorganica	3	CHIM/03	2°
7.	F84003	Chimica degli elementi e qualità della vita	3	CHIM/03	2°
8.	F83016	Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e Interfasi *	6	CHIM/02	2°
9.	F83020	Fotochimica *	6	CHIM/02	1°
10.	F83021	Chimica Bioinorganica *	6	CHIM/03	1°
11.	F83028	Chimica dello Stato Solido *	6	CHIM/03	2°
12.	F83020	Chimica Bioorganica *	6	CHIM/06	1°
13.	F83042	Stereochimica organica *	6	CHIM/06	1°

\* in comune con il CL magistrale in Scienze Chimiche

### Insegnamenti disattivati

Poiché alcuni insegnamenti potranno essere attivati ad anni alterni, dall'a.a. 2006-2007 non viene attivato il seguente insegnamento opzionale

- F84002 Chemiometria CFU 3 CHIM/02

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
CHIMICA INDUSTRIALE E  
GESTIONALE**



## NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE

### Premessa

Il Corso di Laurea è disattivato a partire dall'a.a. 2010/11. E' attivo quindi solo il secondo anno per gli studenti già iscritti.

Il Corso biennale di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale vuole formare un 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. Questa figura professionale deve avere delle buone conoscenze di economia e gestione aziendale ed essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

Questi obiettivi generali sono articolati in modo specifico per i tre diversi curricula:

- Processi chimici ed elettrochimici
- Chimica fine e biotecnologica
- Materiali

### Obiettivi formativi generali e specifici

Gli obiettivi formativi del corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale sono articolati in modo specifico nei tre diversi curricula:

#### 1. Processi chimici ed elettrochimici

L'obiettivo è di far conoscere allo studente lo sviluppo dei processi chimici industriali, dalla scala di laboratorio all'impianto pilota; le tecnologie elettrochimiche nei vari campi di applicazione: analitici, di sintesi, energetici, di trattamento ambientale; i problemi di preparazione e impiego dei materiali metallici, con particolare riguardo ai fenomeni di corrosione e degrado ambientale.

#### 2. Chimica fine e biotecnologica

Obiettivo di questo curriculum è 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.

#### 3. 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.

### Abilità e competenze acquisite

Il laureato magistrale in Chimica Industriale e Gestionale è in grado di occuparsi con alta competenza di produzione e ricerca chimica, di sviluppo di nuovi prodotti e nuovi processi d'innovazione tecnologica, di marketing e commercializzazione, applicando il metodo scientifico di raccolta, gestione e analisi dei dati.

Quindi esamina e gestisce i procedimenti produttivi ottimali per la produzione di nuovi prodotti e/o materiali, migliora i processi produttivi esistenti, analizza e migliora le caratteristiche dei composti realizzati. Sa inoltre proporre, in linea con i piani strategici dell'azienda, gli investimenti e formulare i relativi budget di costo e garantire la sistematica finalizzazione industriale della ricerca e dei relativi risultati.

### Profilo professionale e sbocchi occupazionali

I laureati Magistrali in Chimica Industriale e Gestionale saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere in modo qualificato attività professionali come la progettazione e sintesi di nuovi prodotti industriali per gli usi più svariati e successivamente di seguirne la realizzazione nelle aziende; di organizzare e gestire il collaudo ed il controllo di impianti chimici di produzione, nonché di impianti di depurazione e disinquinamento, garantendone la sicurezza.

Egli potrà svolgere la sua attività o presso aziende chimiche e petrolchimiche, chimico-farmaceutiche, metalmeccaniche, di materie plastiche, coloranti, detersivi, adesivi o operanti in campo ambientale.

### Conoscenze per l'accesso

Per essere ammesso al corso di laurea magistrale 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 CFU complessivi.





**Percorso formativo della Laurea Magistrale in CHIMICA INDUSTRIALE E GESTIONALE**

In relazione ai propri obiettivi formativi, il Corso di Laurea Magistrale 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 C FU). I curricula sono precisati nelle pagine seguenti, con gli specifici obiettivi formativi e i conseguenti obblighi didattici.

a) *Curriculum "Processi chimici ed elettrochimici"*

**Obiettivi Formativi Qualificanti**

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.

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.

**Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

- 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.

Organizzazione didattica per il curriculum (a):

**PRIMO ANNO (disattivato dall'a.a. 2010-2011)**

	<i>insegnamento</i>	<i>esame o prova</i>	<i>crediti (CFU)</i>	SSD	attività formativa
<b>1° semestre</b>					
F73001	Chimica industriale (approfondimento)	<1>	6	CHIM/04	b
	Laboratorio di Chim. ind. (approfondim. )		4		
F73003	Processi e Impianti ind. chimici (approfondimento)	<2>	6	ING-IND/25	b
F73004	Ottimizzazione delle Risorse aziendali	<3>	5	SECS-P/08	c
F84017	Complementi di Matematiche	<4>	5	MAT/05	c
<b>2° semestre</b>					
F73011	Elettrochimica	<5>	5	CHIM/02	b
	Laboratorio di Elettrochimica		5		
<i>Oppure</i>					
F73013	Chimica fisica della Catalisi	<5>	5	CHIM/02	b
	Laboratorio di Chim.fis.della Catalisi		5		
<i>tre corsi da scegliere tra i seguenti</i>					
F73022	Corrosione e Protezione dei Materiali metallici	<6>	5	ING-IND/23	b
F83047	Chimica fisica dei Sistemi dispersi e delle Interfasi <sup>(1)</sup>		5	CHIM/02	b
F73023	Termodinamica e Cinetica chimica applicate		5	CHIM/02	b
F73024	Catalisi industriale		5	CHIM/02	b
F73025	Passaggi di Scala nei Processi chimici		5	ING-IND/26	b
F73026	Elettrochimica industriale		5	CHIM/02	b
F73027	Metallurgia		5	ING-IND/21	b
<i>e inoltre</i>					
F73041	Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	<prova 1>	4		f
	Ricerca bibliografica	<prova 2>	5		f

<sup>(1)</sup> parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche

**SECONDO ANNO**

	<i>insegnamento</i>	<i>esami e prove</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>SSD</i>	<i>attività formativa</i>
<b>1° semestre</b>					
F73042	Gestione dell'Innovazione	<9>	5	SEC S-P/08	c
	Corso a libera scelta dello studente	<10>	5		d
<i>e inoltre, distribuito tra 1° e 2° semestre:</i>					
	Laboratorio di tesi di laurea magistrale	<prova finale>	50		e

b) *Curriculum "Chimica fine e biotecnologica"*

**Obiettivi Formativi Qualificanti**

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.

**Competenze acquisite**

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.

**Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

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 (disattivato dall'a.a. 2010-2011)**

	<i>Insegnamento</i>	<i>esame o prova</i>	<i>crediti (CFU)</i>	SSD	attività formativa
<b>1° semestre</b>					
F73001	Chimica industriale (approfondimento)	<1>	6	CHIM/04	b
	Laboratorio di Chim.ind. (approfondim.)		4		
F73003	Processi e Impianti ind.chimici(approfondimento)	<2>	6	ING-IND/25	b
F73004	Ottimizzazione delle Risorse aziendali	<3>	5	SECS-P/08	c
<i>un corso da scegliere tra i seguenti:</i>					
F73006	Concetti e Metodologie di Sintesi organica	<4>	5	CHIM/06	b
F84020	Caratterizzazione strutturale di Composti organici		5	CHIM/06	b
F73008	Chimica bioinorganica <sup>(1)</sup>		5	CHIM/03	b
<b>2° semestre</b>					
F73015	Chimica organica applicata	<5>	6	CHIM/06	b
	Laboratorio di Chim.organica applicata		3		
F73016	Fermentazioni e Biotrasformazioni industriali con Laboratorio	<6>	6	CHIM/11	b
<i>un corso da scegliere tra i seguenti:</i>					
F73029	Chimica organica industriale	<7>	5	CHIM/04	b
F73030	Chimica dei Prodotti naturali di Interesse industriale		5	CHIM/06	b
F73031	Chimica dei Processi biotecnologici		5	CHIM/11	b
F73032	Sintesi e Tecniche speciali inorganiche		5	CHIM/03	b
F73033	Chimica metalloorganica		5	CHIM/03	b
<i>un corso a scelta tra i seguenti:</i>					
F73034	Biochimica industriale	<8>	5	BIO/10	c
F73035	Biologia molecolare		5	BIO/11	c
<i>e inoltre</i>					

F73041	Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	<prova 1>	4		f
	Ricerca bibliografica	<prova 2>	5		f

<sup>(1)</sup> parzialmente mutuato dal Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche.

**SECONDO ANNO**

	<i>insegnamento</i>	<i>esami e prove</i>	<i>crediti (C FU)</i>	<i>SSD</i>	<i>attività formativa</i>
<b>1° semestre</b>					
F73042	Gestione dell'Innovazione	<9>	5	SECS-P/08	c
	Corso a libera scelta dello studente	<10>	5		d
<i>e inoltre, distribuito tra 1° e 2° semestre:</i>					
	Laboratorio di tesi di laurea magistrale	<prova finale>	50		e

c) *Curriculum "Materiali"***Obiettivi Formativi Qualificanti**

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 (disattivato dall'a.a. 2010-2011)**

	<i>insegnamento</i>	<i>esam e o prov a</i>	<i>crediti (CFU)</i>	<i>SSD</i>	<i>attività formativa</i>
<b>1° semestre</b>					
F73001	Chimica industriale (approfondimento) Laboratorio di Chim.ind.(approfondim.)	<1>	6 4	CHIM/ 04	b
F73003	Processi e Impianti ind.chimici (approfondimento)	<2>	6	ING- IND/25	b
F73004	Ottimizzazione delle Risorse aziendali	<3>	5	SECS- P/08	c
<i>un corso da scegliere tra i seguenti:</i>					
F73009	Polimeri per applicazioni mediche	<4>	5	CHIM/ 04	b
F83049	Fotochimica <sup>(1)</sup>		5	CHIM/ 02	b
F73040	Scienza dei metalli		5	CHIM/ 02	b
<b>2° semestre</b>					
F73018	Chimica delle Macromolecole Laboratorio di Chim.delle Macromolecole	<5>	6 4	CHIM/ 04	b
<i>Oppure</i>					
F73020	Chimica fisica dei Materiali Laboratorio di Chim.fisica dei Materiali	<5>	6 4	CHIM/ 02	b
<i>due corsi da scegliere tra i seguenti:</i>					
F73036	Chimica e Tecnologia dei Polimeri	<6> <7>	5	CHIM/ 04	b
F73037	Chimica inorganica dei Materiali con Laboratorio		5	CHIM/ 03	b
F83047	Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi		5	CHIM/ 02	b
F73022	Corrosione e Protezione dei Materiali metallici		5	ING- IND/23	b
F73027	Metallurgia			ING- IND/21	b
<i>un corso a scelta tra i seguenti:</i>					
F73039	Fisica dello stato solido	<8>	5	FIS/03	c
F73038	Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	<8>	5	CHIM/ 12	c
<i>e inoltre</i>					
F73041	Prova di ulteriori conoscenze linguistiche	<prova 1>	4		f

	Ricerca bibliografica	<prova 2>	5		f
--	-----------------------	-----------	---	--	---

<sup>(1)</sup> parzialmente mutuato dal CL Magistrale in Scienze Chimiche

**SECONDO ANNO**

	<i>insegnamento</i>	<i>esami e prove</i>	<i>crediti (C FU)</i>	<i>SSD</i>	<i>attività formativa</i>
<b>1° semestre</b>					
F73042	Gestione dell'Innovazione	<9>	5	SECS- P/08	c
	Corso a libera scelta dello studente	<10>	5		d
<i>e inoltre, distribuito tra 1° e 2° semestre:</i>					
	Laboratorio di tesi di laurea magistrale	<prova finale>	50		e

Per la “ricerca bibliografica” lo studente dovrà rivolgersi al relatore di tesi o ad un altro docente 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 raccolti in un elaborato che verrà valutato da una apposita commissione presieduta dal docente responsabile.

**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 CCD 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**



**SECONDO ANNO**

**GESTIONE DELL'INNOVAZIONE**

**Per i Corsi di laurea:**

- F73 ( MATERIALI , PROCESSI CHIMICI ED ELETTROCHIMICI , CHIMICA FINE E BIOTECNOLOGICA ) ; totale cfu 5

**Struttura dell'insegnamento:**

GESTIONE DELL'INNOVAZIONE mutuato da , Brevetti e gestione dell'innovazione , SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**L'Insegnamento sviluppa crediti sui seguenti settori scientifico disciplinari**

5 cfu SECS-P/08 (5 cfu)