

## **CORSO DI LAUREA IN CHIMICA – CLASSE L-27**

Presidente: Prof.ssa Barbara Valtancoli  
Dipartimento di Chimica "U. Schiff"  
Via della Lastruccia, 3 - 50019 Sesto Fiorentino (FI)  
tel: 055 457 3274  
fax: 055 457 4922  
e-mail: [pres-cdl.chimica@unifi.it](mailto:pres-cdl.chimica@unifi.it)  
pagina web: [www.chimica.unifi.it](http://www.chimica.unifi.it)

### **Finalità del corso**

La chimica fa parte della nostra vita. Rappresenta un motore di progresso e di modernità. Partendo dalla conoscenza della materia, attraverso processi di trasformazione, il chimico giunge alla realizzazione di prodotti nuovi sempre più avanzati. Il grande fascino di questa professione risiede dunque nella continua tensione creativa: una porta aperta sul mondo della conoscenza e della ricerca.

Il corso di laurea in Chimica vuole fornire ai giovani una corretta immagine della chimica, come di una disciplina positiva e vitale, proiettata nel domani. È sicuramente fondamentale promuovere le vocazioni chimiche e contribuire alla costruzione di percorsi di studio e formazione aderenti alle esigenze del mondo del lavoro: il laureato in Chimica rappresenta una qualificata figura professionale che può trovare facilmente collocazione nel mondo del lavoro e in particolare nel settore industriale, dalla piccola e media impresa locale alle multinazionali chimiche e farmaceutiche, negli enti pubblici e privati, nei settori socio-sanitario, del controllo ambientale e del territorio, della conservazione dei beni culturali e della sicurezza alimentare, nonché nel campo dell'insegnamento, della ricerca di base ed applicata.

### **Denominazione, classe di appartenenza e curricula**

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze, Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, il Corso di Laurea in "Chimica" nella classe di laurea L-27, Scienze e Tecnologie Chimiche.

Il Corso ha la durata normale di 3 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti all'anno. Lo studente che abbia comunque conseguito 180 CFU adempiendo a tutto quanto previsto dall'Ordinamento, può conseguire il titolo anche prima della scadenza triennale.

Il Corso di Laurea in Chimica si articola nei seguenti curricula:

Curriculum **Scienze Chimiche**  
Curriculum **Tecnologie Chimiche**

### **Obiettivi formativi, profilo culturale e professionale, sbocchi professionali**

Come risulta dall'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea in Chimica allegato al Regolamento Didattico di Ateneo, gli obiettivi formativi del Corso di Laurea, il profilo culturale e professionale previsto per i laureati in Chimica e i possibili sbocchi professionali sono i seguenti:

#### *Obiettivi formativi*

Gli obiettivi formativi del Corso di Laurea in Chimica consistono nel fornire un'adeguata conoscenza delle basi matematiche, informatiche, fisiche e chimiche che permettano al futuro laureato di perfezionare le sue capacità scientifiche e professionali nei corsi di studio di secondo livello. Saranno anche forniti forti elementi applicativi volti a coprire esigenze formative utilizzabili in ambito produttivo, insieme a conoscenze sulle metodologie, le tecniche e le strumentazioni utili alla caratterizzazione delle proprietà chimico-fisiche dei composti, alla loro determinazione qualitativa e quantitativa ed alla messa a punto di metodi di sintesi.

Il Corso di Laurea in Chimica intende quindi preparare figure professionali in grado di svolgere attività a livello di Chimico Junior e di partecipare ad attività in ambito industriale, in laboratori di ricerca, di controllo e di analisi nei settori della sintesi e della caratterizzazione di nuovi materiali, della salute, dell'alimentazione, dell'ambiente e dell'energia e nella conservazione dei beni culturali, nel campo dell'istruzione e della diffusione della cultura scientifica.

#### *Profilo culturale e professionale*

I laureati in Chimica, oltre ad una specifica preparazione scientifica e tecnica nell'ambito dei vari settori della Chimica, saranno in possesso di buoni elementi di base di matematica e fisica e di sufficienti conoscenze in campo biochimico. Avranno acquisito la capacità di risolvere tipici problemi chimici, sia teorici che sperimentali, e di utilizzare apparecchiature scientifiche complesse, di comunicare correttamente i risultati sia in italiano che in inglese, di usare strumenti informatici per il trattamento dei dati e per la comunicazione e gestione delle informazioni. Inoltre i laureati avranno assimilato un comportamento conforme alle norme di sicurezza in un laboratorio chimico e saranno in grado di svolgere lavoro di gruppo.

I laureati della classe avranno acquisito conoscenze e capacità adeguate a svolgere attività professionali, a partecipare ad attività in ambito industriale, in laboratori di ricerca, di controllo e di analisi, nei settori della sintesi e della caratterizzazione di nuovi materiali, della salute, dell'alimentazione, dell'ambiente e dell'energia e nella conservazione dei beni culturali, nel campo dell'istruzione e della diffusione della cultura scientifica.

#### *Sbocchi professionali*

I laureati in Chimica acquisiscono competenze tali da permettere il loro inserimento in tutte le attività di cui alla classificazione ISTAT 2001 nel gruppo di professioni 2.1.1.2 (Chimici), nonché in tutte quelle che prevedono competenze chimiche. Per quanto riguarda il Repertorio delle Figure Professionali elaborato dalla Regione Toscana si individuano tutte le figure professionali del

settore Chimica e farmaceutica e varie figure professionali comprese nei settori Ambiente, ecologia e sicurezza, Beni culturali, Produzioni alimentari e Servizi di istruzione e formazione.

Alcuni esempi di sbocchi professionali sono:

– Proseguimento degli studi per il conseguimento di una LM o di un Master.

– Nel settore dei servizi: in laboratori ed uffici di Enti Pubblici (Università, CNR, ENEA, Istituto Superiore di Sanità, Ministeri, Dogane, Ospedali, ASL, Camere di Commercio, Regioni, Province, Comuni, ARPA, acquedotti, impianti di depurazione, etc.), nei Laboratori di Analisi Chimica in genere, quali addetti al controllo ambientale, merceologico ed alla tutela dei beni culturali; come analisti nelle strutture ospedaliere e nei laboratori di analisi chimico-cliniche.

– Libera Professione: formano oggetto dell'attività professionale dei laureati in Chimica le attività, limitate all'uso di metodologie standardizzate, quali:

a) analisi chimiche di ogni specie (ossia le analisi rivolte alla determinazione della composizione qualitativa o quantitativa della materia, quale che sia il metodo di indagine usato), eseguite secondo procedure standardizzate da indicare nel certificato (metodi ufficiali o standard riconosciuti e pubblicati);

b) direzione di laboratori chimici la cui attività consiste in analisi chimiche e di controllo qualità;

c) consulenze e pareri in materia di chimica pura e applicata; interventi sulla produzione di attività industriali chimiche e merceologiche;

d) inventari e consegne di impianti industriali per gli aspetti chimici, impianti pilota, laboratori chimici, prodotti lavorati, prodotti semilavorati e merci in genere; verifica di impianti ai sensi delle norme vigenti;

e) consulenze per l'implementazione o il miglioramento di sistemi di qualità aziendali per gli aspetti chimici nonché il conseguimento di certificazioni o dichiarazioni di conformità; giudizi sulla qualità di merci o prodotti e interventi allo scopo di migliorare la qualità o eliminarne i difetti;

f) assunzione della responsabilità tecnica di impianti di produzione, di depurazione, di smaltimento rifiuti, utilizzo di gas tossici, ecc.;

g) consulenze e pareri in materia di prevenzione incendi; conseguimento delle certificazioni e autorizzazioni relative secondo le norme vigenti; in materia di sicurezza e igiene sul lavoro, relativamente agli aspetti chimici; assunzione di responsabilità quale responsabile della sicurezza;

h) misure e analisi di rumore e inquinamento elettromagnetico;

i) accertamenti e verifiche su navi relativamente agli aspetti chimici; rilascio di certificato di non pericolosità per le navi;

j) indagini e analisi chimiche relative alla conservazione dei beni culturali e ambientali.

–Attività di supporto alla progettazione, realizzazione e controllo di processi industriali nei settori della petrolchimica, dei materiali polimerici, della metallurgia, del vetro, dei materiali ceramici, del conciario, degli alimentari, del tessile, del cartario, della farmaceutica, dei prodotti cosmetici, dei coloranti e dell'imballaggio.

–Insegnamento.

–Borse di studio/contratti: il laureato in Chimica può accedere a borse di studio o contratti per attività di collaborazione alla ricerca, finanziate sia da industrie private sia da enti pubblici italiani, quali l'università, il CNR o altri enti di ricerca.

### **Ammissione al Corso di Laurea: preparazione iniziale richiesta, prerequisiti e accertamento di eventuali debiti formativi**

Per essere ammessi al Corso di Laurea in Chimica occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo. Le conoscenze di base necessarie per l'accesso al Corso di Laurea sono di norma quelle acquisite con un diploma di scuola secondaria di secondo grado.

Conoscenze di tipo scientifico, in particolare nell'area della matematica, consentono una più agevole fruizione del percorso didattico. L'accertamento del grado di preparazione iniziale degli studenti verrà effettuato mediante un test obbligatorio non vincolante ai fini dell'immatricolazione, comune ad altri Corsi di Studio della Scuola di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali.

Nell'anno accademico 2017-18 il test si terrà in modalità on line il 12 e 26 Settembre 2017 (e, nel caso di un elevato numero di prenotazioni, anche in data 27 Settembre) e avrà per oggetto 20 quesiti di linguaggio matematico di base a risposta multipla.

Esempi di test e soluzioni sono reperibili all'indirizzo web: <http://testingresso scienze pls.cineca.it/public/syllabi.php>

Per i criteri di valutazione del test, le modalità di iscrizione e ogni altro dettaglio utile si rinvia al bando visibile sul sito web della scuola all'indirizzo: [www.scienze.unifi.it](http://www.scienze.unifi.it)

Nel caso di mancato superamento del test verranno riconosciuti allo studente degli obblighi formativi aggiuntivi che saranno assolti con la frequenza obbligatoria a corsi di sostegno. I corsi si svolgeranno a partire dal mese di ottobre 2017 con modalità e tempi che saranno resi noti con congruo anticipo sul sito web della Scuola.

Il mancato assolvimento degli obblighi formativi aggiuntivi comporta il blocco della prenotazione degli esami.

**Per gli studenti immatricolati ed iscritti a questo corso di laurea sono previste forme di rimborso parziale delle tasse e dei contributi allo scopo di incentivare le iscrizioni a corsi di studio inerenti ad aree disciplinari di particolare interesse nazionale e comunitario (D.M. 29 dicembre 2014 n. 976).**

### **Articolazione delle attività formative e crediti ad essi attribuiti**

Entrambi i curricula del Corso di Laurea, Scienze Chimiche e Tecnologie Chimiche, sono basati su attività formative relative a sei tipologie: a) di base, b) caratterizzanti, c) affini o integrative, d) autonome, e) per la prova finale e per la conoscenza della lingua straniera e f) per ulteriori conoscenze linguistiche, informatiche, relazionali ed utili all'inserimento nel mondo del lavoro. Ad ogni tipologia è assegnato un numero di crediti formativi universitari (CFU), per un totale complessivo di 180 crediti nel corso dei tre anni. Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "semestrali".

Un'ampia mole di insegnamenti, per 87 CFU complessivi, è comune ai due curricula.

Il curriculum Tecnologie Chimiche possiede caratteristiche di tipo professionalizzante richieste dalle parti interessate, in particolare da quelle connesse con i settori produttivi dell'Empolese-Valdelsa. Al terzo anno di corso sono previsti corsi professionalizzanti la cui didattica viene svolta presso la sede di Empoli.

Il quadro riassuntivo degli insegnamenti previsti per i tre anni di corso è mostrato in Tabella 1.

Tab.1 - Quadro riassuntivo degli insegnamenti.

**Curriculum Scienze Chimiche**

<b>I ANNO (63 CFU)</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I semestre</b>			
Matematica I*	MAT/05	<b>6</b> <b>3</b>	R. Gianni A. Tamagnini
Fisica I	FIS/03	<b>6</b>	A.Cuccoli/R. Torre
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica generale e inorganica* Laboratorio di chimica generale e inorganica *	CHIM/03 CHIM/03	<b>6</b> <b>6</b>	C. Luchinat B. Valtancoli/C. Andreini
Abilità informatiche in chimica*		<b>3</b>	G. D. Aloisi/M. Pagliai
Inglese *		<b>3</b>	
<b>II semestre</b>			
Matematica II*	MAT/05	<b>6</b>	F. Mugelli
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica analitica I* Laboratorio di chimica analitica I*	CHIM/01 CHIM/01	<b>6</b> <b>6</b>	L. Dei M. Minunni/S. Scarano
Fisica II -A	FIS/01	<b>3</b> <b>3</b>	M. Fittipaldi R. D'Alessandro
Calcolo numerico e programmazione *	MAT/08	<b>6</b>	C. Giannelli

<b>II ANNO (60 CFU)</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I semestre</b>			
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica organica I * Laboratorio di chimica organica I *	CHIM/06 CHIM/06	<b>6</b> <b>6</b>	A. Goti E. Occhiato/F. Cardona
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica fisica I * Laboratorio di chimica fisica I *	CHIM/02 CHIM/02	<b>6</b> <b>6</b>	G. Cardini R. Bini /A. Feis
Fisica II -B	FIS/01	<b>3</b> <b>3</b>	M. Fittipaldi C. Fort
<b>II semestre</b>			
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica analitica II Laboratorio di chimica analitica II	CHIM/01 CHIM/01	<b>6</b> <b>6</b>	R. Udisti R. Traversi/M. Innocenti
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica organica II Laboratorio di chimica organica II	CHIM/06 CHIM/06	<b>6</b> <b>6</b>	A. Brandi S. Cicchi/ C. Viglianisi
Chimica industriale *	CHIM/04	<b>6</b>	L. Rosi/M. Frediani

<b>III ANNO (57 CFU)</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica fisica II Laboratorio di chimica fisica II	CHIM/02 CHIM/02	<b>6</b> <b>6</b>	P. Baglioni D. Berti
<i>Insegnamento integrato:</i> Chimica inorganica I Laboratorio di chimica inorganica I	CHIM/03 CHIM/03	<b>6</b> <b>6</b>	A. Bianchi A. Bencini/R. Pierattelli

Insegnamento opzionale		<b>6</b>	
<b>II Semestre</b>			
Biochimica *	BIO/10	<b>6</b>	P. Paoli
Insegnamento opzionale		<b>6</b>	
Tirocinio		<b>6</b>	
<b>Prova finale: lavoro sperimentale</b>		<b>6</b>	
<b>Prova finale: scrittura e discussione</b>		<b>3</b>	

\*Insegnamenti comuni ai due curricula.

n.16 esami + esami a scelta dello studente (12CFU) + 4 idoneità (Lingua straniera, Abilità informatiche in chimica, Tirocinio e Prova finale: parte sperimentale)

### Curriculum Tecnologie Chimiche

<b>I ANNO (63 CFU)</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
Matematica I*	MAT/05	<b>6</b> <b>3</b>	R. Gianni A. Tamagnini
Fisica sperimentale	FIS/03	<b>6</b>	L. Giuntini
<i>Insegnamento integrato:</i>			
Chimica generale e inorganica*	CHIM/03	<b>6</b>	C. Luchinat
Laboratorio di chimica generale e inorganica *	CHIM/03	<b>6</b>	B. Valtancoli/C. Andreini
Abilità informatiche in chimica *		<b>3</b>	G. D. Aloisi/M. Pagliai
Inglese *		<b>3</b>	
<b>II Semestre</b>			
Matematica II *	MAT/05	<b>6</b>	F. Mugelli
<i>Insegnamento integrato:</i>			
Chimica analitica I *	CHIM/01	<b>6</b>	L. Dei
Laboratorio di chimica analitica I *	CHIM/01	<b>6</b>	M. Minunni/S. Scarano
Laboratorio di fisica sperimentale	FIS/01	<b>6</b>	L. Giuntini
Calcolo numerico e programmazione*	MAT/08	<b>6</b>	C. Giannelli

<b>II ANNO (60 CFU)</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I semestre</b>			
<i>Insegnamento integrato:</i>			
Chimica organica I *	CHIM/06	<b>6</b>	A. Goti
Laboratorio di chimica organica I *	CHIM/06	<b>6</b>	F. Cardona/E. Occhiato
<i>Insegnamento integrato:</i>			
Chimica fisica I *	CHIM/02	<b>6</b>	G. Cardini
Laboratorio di chimica fisica I *	CHIM/02	<b>6</b>	R. Bini /A. Feis
Chimica analitica ambientale con laboratorio	CHIM/12	<b>6</b>	G. Marrazza
<b>II semestre</b>			
Chimica fisica applicata con laboratorio	CHIM/02	<b>6</b>	P. Lo Nostro
Chimica organica II con laboratorio	CHIM/06	<b>6</b>	F. M. Cordero
Chimica inorganica con laboratorio	CHIM/03	<b>6</b>	L. Messori
Chimica industriale *	CHIM/04	<b>6</b>	L. Rosi/M. Frediani
Diritto del lavoro e sicurezza sul lavoro	IUS/07	<b>6</b>	M. Lai

<b>III ANNO (57 CFU)</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
Chimica e tecnologia delle acque <sup>§</sup> o Nanotossicologia <sup>§</sup>	CHIM/01 CHIM/01	<b>6</b>	M. Del Bubba I. Palchetti

Materiali ceramici e vetro <sup>§</sup> o Chimica e tecnologia dei materiali <sup>§</sup> o Materiali nanostrutturati <sup>§</sup>	CHIM/02 CHIM/02 CHIM/02	<b>6</b>	R. Chelli G. Pietrapperia M. Bonini
Nanomateriali per applicazioni avanzate <sup>§</sup> o Chimica degli alimenti e delle fragranze <sup>§</sup>	CHIM/03 CHIM/03	<b>6</b>	M. Mannini F. Machetti
Insegnamento opzionale		<b>6</b>	
Insegnamento opzionale		<b>6</b>	
<b>II Semestre</b>			
Biochimica *	BIO/10	<b>6</b>	P. Paoli
Insegnamento opzionale		<b>6</b>	
Tirocinio		<b>6</b>	
<b>Prova finale: lavoro sperimentale</b>		<b>6</b>	
<b>Prova finale: scrittura e discussione</b>		<b>3</b>	

<sup>§</sup> Insegnamenti che si terranno presso la sede di Empoli (via Paladini, 40)

\* Insegnamenti comuni ai due curricula.

n.19 esami + esami a scelta dello studente (18 CFU) + 2 idoneità (Inglese e Abilità informatiche in chimica)

Tab.II - Insegnamenti consigliati a scelta dello studente

Insegnamento	SSD	CFU	semestre	Docente
Elementi di informatica (L. Diagnostica e materiali per la conservazione ed il Restauro) <sup>§</sup>	INF/01	<b>6</b>	1	A. Bernini
Insegnamenti della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche		<b>6</b>		
Modellistica applicata a molecole di interesse biologico (L. M. Biotec. Mol.)	CHIM/02	<b>6</b>	1	P. Procacci
Chimica e tecnologia dei materiali polimerici (Scienze e materiali per la conservazione ed il restauro)	CHIM/04	<b>6</b>	1	A. Salvini
Storia della Chimica e della Fisica (L. M. Scienze Fisiche ed Astrofisiche)	FIS/02	<b>6</b>	2	R. Livi P. Lo Nostro E. Bougleux

I programmi dettagliati dei Corsi della Laurea Magistrale possono essere ottenuti consultando il sito web del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche. ([www.chimicamagistrale.unifi.it](http://www.chimicamagistrale.unifi.it)).

### Sessioni di esami, modalità degli esami e accreditamenti

Le modalità della didattica prevedono lezioni frontali, esercitazioni con tutori, esercitazioni in laboratori chimici, fisici ed informatici. Lo studente acquisisce i crediti previsti per ogni corso di insegnamento con il superamento della prova di esame. Ogni esame del Corso di Laurea in Chimica darà luogo ad una valutazione finale in trentesimi ed all'acquisizione dei relativi crediti.

Al termine del I e del II semestre sono predisposti due appelli, distanziati di almeno quattordici giorni, per tutti gli esami del Corso di Laurea. Una sessione è possibile a discrezione del docente ad aprile nel periodo di sospensione della didattica. Nel mese di settembre è prevista un'ulteriore sessione. Per le attività di Tirocinio, Inglese ed Abilità informatiche in chimica l'avvenuto superamento della prova viene certificato con un giudizio di idoneità.

Lo studente è fortemente incoraggiato a organizzare la propria attività didattica in modo da sostenere gli esami alla fine dei corsi corrispondenti.

### Obblighi di frequenza e propedeuticità degli esami

La frequenza ai corsi è una condizione essenziale per un proficuo inserimento dello studente nell'organizzazione didattica del Corso di Laurea. Per i corsi con esercitazioni di laboratorio o di laboratorio informatico la frequenza è obbligatoria e accertata ad ogni seduta di laboratorio. L'assolvimento dell'obbligo di frequenza viene accertato dal singolo docente secondo le modalità deliberate dal Consiglio di Corso di Laurea.

Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "semestrali"; ad alcuni corsi di insegnamento corrisponde un unico esame finale (corsi integrati).

In generale la successione temporale dei corsi predisposta dal Corso di Laurea è quella ottimale per il progredire della carriera didattica dello studente: il superamento degli esami nella medesima successione con la quale vengono impartiti gli insegnamenti è il metodo migliore per soddisfare il criterio di propedeuticità di tutti i corsi.

In ogni caso sono istituite le seguenti propedeuticità per gli esami:

### Curriculum Scienze Chimiche

Esame	Propedeuticità
Matematica II Calcolo numerico e programmazione	Matematica I
Fisica II A	Fisica I
Fisica II B	Fisica II A
Chimica fisica I e Laboratorio di chimica fisica I Chimica fisica II e Laboratorio di chimica fisica II	Matematica I, Fisica I, Chimica generale e inorganica e Laboratorio di chimica generale e inorganica
Chimica analitica I e Lab. di chimica analitica I, Chimica organica I e Lab. di chimica organica I, Chimica Inorganica I e Laboratorio di chimica inorganica I Corsi a scelta dello studente	Chimica generale ed inorganica e Laboratorio di chimica generale e inorganica
Chimica analitica II e Lab. di chimica analitica II	Chimica analitica I e Lab. di chimica analitica I
Chimica organica II e Lab. di chimica organica II Biochimica Chimica industriale	Chimica organica I e Lab. di chimica organica I

### Curriculum Tecnologie Chimiche

Esame	Propedeuticità
Matematica II Calcolo numerico e programmazione	Matematica I
Laboratorio di Fisica sperimentale	Matematica I, Fisica sperimentale
Chimica analitica I e Lab. di chimica analitica I, Chimica organica I e Lab. di chimica organica I, Chimica inorganica con laboratorio Opzionali	Chimica generale ed inorganica e Lab. chim. gen. e inorg.
Chimica fisica I e Lab. di chimica Fisica I Chimica fisica applicata con laboratorio	Matematica I, Fisica sperimentale, Chimica generale ed inorganica e Laboratorio di chimica generale e inorganica
Chimica analitica ambientale con laboratorio	Chimica analitica I e Lab. di chimica analitica I
Chimica organica II con laboratorio Biochimica Chimica industriale	Chimica organica I e Lab. di chimica organica I

### Conoscenza della lingua straniera

Sono previsti 3 crediti per la conoscenza della lingua inglese. Tali crediti sono assegnati, tramite un giudizio di idoneità del Centro linguistico di Ateneo. Tali crediti possono essere acquisiti anche tramite attestati di valutazione rilasciati da enti esterni, previo parere favorevole da parte del Consiglio di Corso di Laurea.

### Modalità di verifica delle altre competenze richieste, dei risultati degli *stages* e dei tirocini

La prova di idoneità di Abilità informatiche in chimica verrà sostenuta alla presenza del Docente che ha svolto l'attività didattica con

modalità stabilite dallo stesso.

I risultati del tirocinio e della prova finale: parte sperimentale saranno documentati dal relatore o tutore universitario e/o aziendale e certificati dal Presidente di Corso di Laurea.

### **Modalità di verifica dei risultati dei periodi di studio all'estero e relativi CFU**

Periodi di studio potranno essere effettuati all'estero previo riconoscimento anticipato delle attività didattiche da parte dell'organo preposto del Corso di Laurea mediante apposito Learning Agreement. Ogni modifica al Learning Agreement originale deve essere approvata preventivamente.

Per l'equivalenza in CFU si farà riferimento a tabelle di conversione approvate o, in mancanza di queste, alle ore di impegno nelle attività didattiche. Per la conversione delle votazioni conseguite negli esami si farà riferimento a tabelle approvate dalla Scuola di Scienze MFN.

Il responsabile per la Chimica del programma Erasmus+ è la Prof.ssa Anna Maria Papini.

### **Modalità didattiche differenziate per studenti lavoratori o part-time**

Per quanto riguarda gli studenti lavoratori o part-time, il Corso di Laurea prevede la possibilità di immatricolare studenti impegnati contestualmente in altre attività e dichiara la propria disponibilità a collaborare alle iniziative che l'Ateneo si impegna a sviluppare anche mediante corsi e lezioni in orari diversi da quelli previsti nel Manifesto del Corso di Studi.

La verifica di profitto potrà avvenire in apposite sessioni di esami, in aggiunta alle sessioni di verifica ordinarie delle singole attività formative.

### **Piani di studio individuali e percorsi di studio consigliati**

Al momento dell'iscrizione lo studente deve scegliere il curriculum che intende seguire.

Nel periodo compreso tra il 15 ottobre e il 15 novembre del II anno di corso lo studente deve presentare un **Piano di studio**, soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Laurea. Nel Piano di Studio verranno indicati, oltre ai corsi obbligatori riportati in questa guida, le attività formative a scelta dello studente e le attività di tirocinio. Modifiche al Piano di studio possono comunque essere presentate all'inizio del III anno di corso.

Il piano presentato sarà valutato dalla struttura didattica competente che prenderà una decisione nei trenta giorni successivi al termine di scadenza per la presentazione. Il Consiglio della struttura didattica, o altro organo competente, concorda con lo studente eventuali modifiche.

### **Prova finale e conseguimento del titolo**

Obiettivo della prova finale è verificare la capacità del laureando di esporre e discutere un argomento di carattere chimico, oralmente e per scritto, con chiarezza e padronanza.

La prova finale prevede una attività pratica di laboratorio (Prova finale: lavoro sperimentale) sotto la guida di un tutore che concorda l'argomento dell'elaborato con lo studente laureando. La prova finale consiste inoltre nella stesura di un elaborato scritto e in una esposizione orale (Prova finale: scrittura e discussione). La valutazione finale è espressa in centodecimi e comprende una valutazione globale del curriculum del laureando. Per il regolamento di assegnazione dell'eventuale, lode vedi: [www.chimica.unifi.it/vp-17-per-laurearsi.html](http://www.chimica.unifi.it/vp-17-per-laurearsi.html)

Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito tutti i crediti eccetto quelli relativi alla prova finale.

### **Tutorato**

I delegati all'orientamento (Dott. Luca Rosi – tel: 055 4573458, e-mail: luca.rosi@unifi.it e Dott.ssa Rita Traversi – tel: 055 4573381, e-mail: Rita.Traversi@unifi.it) saranno a disposizione, su appuntamento e secondo le proprie competenze didattico/scientifiche, per rispondere a quesiti posti dagli studenti in merito al contenuto dei corsi e per risolvere eventuali problemi connessi all'organizzazione degli studi. Saranno incoraggiate anche forme di tutorato che facciano uso di mezzi telematici: mezzi informatici e ausili per la didattica a distanza.

### **Calendario dei semestri e vacanze ufficiali**

Per l'anno accademico 2017–2018 calendario dei semestri è il seguente:

I Semestre: 18 settembre 2017– 22 dicembre 2017

II Semestre: 26 febbraio 2018– 15 giugno 2018

Vacanze ufficiali durante i periodi di lezione:

1 novembre 2017

8 dicembre 2017

dal 30 marzo 2018 compreso al 5 aprile 2018 compreso.

25 aprile 2018, 1 maggio 2018, 2 giugno 2018

## Servizi alla didattica

La didattica del Corso di Laurea in Chimica si svolgerà presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino dell'Università di Firenze.

Il Polo Scientifico di Sesto è collegato con le Stazioni di Sesto Fiorentino (Centrale e Zambra), e di Rifredi. Percorsi e orari potranno essere trovati sulle pagine web: [www.polosci.unifi.it](http://www.polosci.unifi.it), [www.ataf.net](http://www.ataf.net), [www.capautolinee.it](http://www.capautolinee.it), [www.trenitalia.it](http://www.trenitalia.it).

Il Polo Scientifico è convenzionato con servizi mensa e dotato di un impianto sportivo (campo da basket, calcio, calcio a cinque, pallavolo, tennis, rugby e palestra. Per informazioni [www.cus.firenze.it](http://www.cus.firenze.it)).

## Aule

Presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino, via Gilberto Bernardini, 6 e Presso l'aula Toraldo di Francia situata presso il CNR, via Madonna del piano, 10 Sesto Fiorentino

Il Corso di Laurea mette a disposizione degli studenti che intendono svolgere attività didattiche autonome, ricerche in internet, posta elettronica, mezzi informatici adeguati in un'aula computer presso il Blocco aule, via Gilberto Bernardini, 6.

L'uso dei computer è gratuito e sotto la sorveglianza di studenti responsabili incaricati dal responsabile della struttura.

Le lezioni dei corsi del primo semestre del terzo anno del percorso Tecnologie Chimiche si terranno presso la sede di Empoli (via Paladini, 40)

## Laboratori

Presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino:

Dipartimento di Chimica, via della Lastruccia, 3

Dipartimento di Fisica, via Sansone, 1.

## Biblioteca di Chimica

La Biblioteca di Chimica si trova in via Gilberto Bernardini 6, presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino. Sono a disposizione degli studenti alcuni terminali per ricerche di tipo bibliografico.

## Dipartimenti

Le strutture del Dipartimento di Chimica (Dipartimento di Chimica "Ugo Schiff", via della Lastruccia 3-13) sono a disposizione degli studenti del CdL in Chimica e sono di fondamentale ausilio alle attività didattiche del CdL. Presso queste strutture i docenti sono a disposizione degli studenti negli orari di ricevimento e per dimostrazioni e esercitazioni su apparecchiature di ricerca.

## Spazio studenti

Nel nuovo Polo Scientifico di Sesto Fiorentino sono predisposti ampi spazi di studio a disposizione degli studenti presso il Blocco aule e il Dipartimento di Chimica.

## PROGRAMMI DEI CORSI

Brevi riassunti sulla natura e sui contenuti dei corsi attivati sono riportati di seguito. I programmi dettagliati possono essere ottenuti rivolgendosi ai singoli docenti o consultando il sito web del Corso di laurea.

### **Abilità informatiche in chimica** (Giovanni Aloisi, Marco Pagliai)

2 CFU lezione + 1 CFU laboratorio

*Programma:* Attività miranti all'acquisizione di abilità informatiche che permettano di "essere chimici" con maggiore efficacia. Verranno svolte esercitazioni con programmi applicativi standard per procedere all'analisi di dati di natura chimica e per la presentazione grafica dei risultati; verranno poi introdotti, mediante esercitazioni pratiche, i principi che stanno alla base della comunicazione in rete, della pubblicazione di un sito personale e della ricerca on-line su banche dati rilevanti per la chimica. Verranno infine presentati sistemi operativi diversi con i quali il chimico deve sapere interagire.

### **Biochimica** (Paolo Paoli)

*Programma:* La struttura delle cellule. DNA ed RNA. La duplicazione del DNA, la trascrizione e la sintesi proteica. Gli amminoacidi. Le proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Proteine globulari e fibrose. Struttura e funzione dell'emoglobina. Enzimi; la cinetica enzimatica; la regolazione dell'attività enzimatica. Carboidrati e lipidi. Metabolismo aspetti generali: catabolismo e anabolismo. Digestione e assorbimento dei carboidrati, dei trigliceridi e delle proteine. Glicogenolisi e lipolisi. Glicolisi, via dei pentosi, beta-ossidazione degli acidi grassi. Ciclo di Krebs e catena respiratoria. Biosintesi di glucosio e glicogeno, di acidi grassi e trigliceridi. Ciclo dell'urea.



### **Calcolo numerico e programmazione (Carlotta Giannelli)**

*Programma:* Introduzione agli algoritmi (definizione, struttura e progettazione) con particolare riferimento ai metodi numerici di approssimazione. Aritmetica floating-point: errori dovuti alla rappresentazione dei numeri nella memoria degli elaboratori e loro propagazione attraverso le operazioni elementari. Sensibilità dei problemi (condizionamento) e degli algoritmi (stabilità) a errori presenti nei dati e/o introdotti dalle operazioni aritmetiche. Principali metodi numerici per la risoluzione di alcuni problemi matematici di base, quali equazioni non lineari e sistemi lineari. Problema dell'interpolazione polinomiale e interpolazione mediante funzioni spline. Formule di quadratura per la risoluzione di integrali definiti. Elementi fondamentali del linguaggio di programmazione FORTRAN.

### **Chimica analitica I e Laboratorio di Chimica analitica I**

#### **Chimica analitica I (Luigi Dei)**

*Programma:* Le tecniche analitiche; sensibilità, riproducibilità e accuratezza; equilibri acido-base; equilibri di ossido-riduzione; equilibri di complessazione; equilibri di precipitazione e Kps; titolazioni volumetriche con indicatori colorimetrici. Analisi gravimetriche. Potenziali d'elettrodo ed equazione di Nernst.

#### **Laboratorio di Chimica analitica I (M. Minunni/S. Scarano)**

*Programma:* Utilizzo di strumentazione di base, cifre significative, propagazione dell'errore. Metodi di separazione: Estrazione liquido liquido e liquido solido; dialisi, distillazione; gravimetria cromatografia su strato sottile ed analisi qualitativa, preparazione di una colonna e separazione di due coloranti, Analisi quantitativa: determinazione acidimetrica dello ione carbonato, determinazione complessometrica della durezza di un'acqua, determinazione dell'ossigeno disciolto, determinazione argentometrica dello ione cloruro.

### **Chimica analitica II e Laboratorio di Chimica analitica II**

#### **Chimica analitica II (Roberto Udisti)**

*Programma:* Applicazioni analitiche della spettroscopia molecolare ed atomica, in assorbimento ed in emissione. Metodi analitici basati sulla misura della fluorescenza molecolare ed X, sulla spettrometria di massa e con radionuclidi. Metodi di cromatografia gassosa e liquida. Metodi continui ed automatici di analisi.

#### **Laboratorio di Chimica analitica II (Rita Traversi, Massimo Innocenti)**

*Programma:* Lezioni teoriche ed esercitazioni di laboratorio sull'analisi chimica quantitativa con metodi analitici strumentali. Metodi elettrochimici: titolazioni potenziometriche (acido-base ed argentometriche), determinazioni potenziometriche dirette, conduttometria, voltammetria. Metodi spettrofotometrici: assorbimento atomico con atomizzatore a fiamma e a fornetto di grafite; spettrofotometria di assorbimento molecolare UV-visibile. Metodi cromatografici: gascromatografia, cromatografia ionica. Calibrazione strumenti, messa a punto dei metodi in funzione delle prestazioni analitiche (accuratezza, precisione, selettività). Analisi di soluzioni standard appositamente preparate in acqua ultrapura o di campioni reali di matrici semplici (es. acqua minerale). Controllo di qualità dei risultati ottenuti con metodi grafici e computerizzati ed espressione corretta dei risultati di un'analisi chimica quantitativa. Le esercitazioni di laboratorio rappresentano la parte fondamentale del corso e i risultati ottenuti dal singolo studente saranno tenuti in considerazione in sede di valutazione finale.

### **Chimica analitica ambientale e Laboratorio (Giovanna Marrazza)**

*Programma:* Metodi elettrochimici: potenziometria, amperometria, voltammetria. Spettrofotometria UV-vis. Assorbimento atomico: principi e strumentazione. Teoria dell'analisi cromatografica. Applicazioni di laboratorio per misure di interesse ambientale.

### **Chimica e tecnologia dei materiali (Giangaetano Pietraperzia)**

*Programma:* Proprietà chimiche e chimico-fisiche dei materiali. Classificazione dei materiali. Materie plastiche, materie cartacee, materiali metallici ferrosi, materiali metallici non ferrosi, vetro. Tecnologie di produzione ed impiego: aspetti tecnici ed economici, aspetti normativi. Controllo qualità. Impatto ambientale della produzione e smaltimento dei materiali. Loro recupero e riutilizzo: aspetti ambientali, tecnici ed economici

### **Chimica e tecnologia delle acque (Massimo Del Bubba)**

*Programma:* Ciclo naturale dell'acqua. Gestione delle risorse idriche. Caratteristiche chimico-fisiche delle acque naturali e dei vari tipi di reflui. Tutela della qualità dell'acqua ai fini alimentari, industriali e ambientali. Macro e micro inquinanti chimici nelle acque. Eutrofizzazione. Parametri chimici e biologici di valutazione della qualità dell'acqua. Trattamento di acque reflue. Criteri impiantistici. Acque potabili. Tecniche di analisi chimica e tecniche per lo studio dei microrganismi. Disinfezione ed ossidazione. Rimozione di macro e micro inquinanti con mezzi fisici, chimici e biologici. Test di tossicità e valutazione dei parametri chimici dell'acqua erogata in rapporto alla legislazione.

### **Chimica degli alimenti e delle fragranze (Fabrizio Machetti)**

*Programma:* Componenti principali degli alimenti: carboidrati, lipidi, proteine. Trasformazioni molecolari negli alimenti: reazione di Maillard, degradazione di Strecker, irrancidimento, idrolisi. Composizione chimica dei principali alimenti. Molecole che impartiscono il colore, il sapore e l'odore. Molecole che contaminano gli alimenti. Metodi di conservazione fisici e chimici.

### **Chimica fisica applicata con laboratorio (Pierandrea Lo Nostro)**

*Programma:* Calore, lavoro, energia interna, entalpia, capacità termica, entropia, energia libera di Gibbs e di Helmholtz. Primo, secondo e terzo principio della termodinamica. Gas ideali e reali. Diagrammi di stato. Regola delle fasi. Equazione di Clausius-Clapeyron. Termochimica. Calorimetria. Il potenziale chimico. Transizioni di fase. Le soluzioni ideali. Le proprietà colligative. Equilibrio chimico, equazione di van't Hoff. La viscosità dei fluidi. Cenni di Cinetica. Esercitazioni di laboratorio.

### **Chimica fisica I e Laboratorio di Chimica fisica I**

#### **Chimica fisica I (Gianni Cardini)**

*Programma:* Le origini della meccanica quantistica. Dualismo onda-particella. I postulati della meccanica quantistica. Applicazioni a

sistemi semplici. L'atomo di idrogeno. Autovalori ed autofunzioni. Effetto Zeeman. Lo spin dell'elettrone. Il metodo variazionale e la teoria delle perturbazioni. Atomi polielettronici. Il metodo di Hartree-Fock. Il modello vettoriale dell'atomo. Approssimazione di Born-Oppenheimer. La molecola-ione idrogeno. Il metodo dell'orbitale molecolare. Espansione in orbitali atomici (LCAO). Il metodo del legame di valenza. Confronto tra i due metodi. Molecole biatomiche. Orbitali ibridi. Il metodo di Hartree-Fock per molecole poliatomiche. La correlazione elettronica. Simmetria delle molecole. Gruppi di simmetria. Rappresentazioni irriducibili. Relazioni di ortogonalità. Tabelle dei caratteri. Simmetria delle autofunzioni e degli orbitali molecolari. Applicazioni a molecole semplici. Metodi approssimati. Molecole coniugate: il metodo di Hückel.

**Laboratorio di Chimica Fisica I** (Roberto Bini, Alessandro Feis)

*Programma:* Fondamenti teorici e applicazioni della spettroscopia molecolare, in particolare riguardante transizioni tra livelli rotazionali, vibrazionali ed elettronici.

## **Chimica fisica II e Laboratorio di Chimica fisica II**

**Chimica fisica II** (Piero Baglioni)

*Programma:* Proprietà dei gas. Potenziali di interazione intermolecolari. Primo principio della Termodinamica. Secondo principio. Fattore di Boltzmann, probabilità e funzioni di partizione. Funzioni di stato. Relazioni di Maxwell. Potenziale chimico. Terzo principio. Equilibrio chimico. Equazione di Van't Hoff. Regola delle fasi di Gibbs. Transizioni di fase. Transizioni  $\lambda$ . Diagrammi di fase. Soluzioni: ideali, regolari e reali. Equazione di Gibbs-Duhem. Relazioni di Margulès e Van Laar. Proprietà colligative.

**Laboratorio di Chimica fisica II** (Pierandrea Lo Nostro/Debora Berti)

*Programma:* Calorimetria. Transizioni di fase di composti puri e di miscele. Cinetica Chimica. Energia di attivazione e formula di Arrhenius. La teoria degli urti. La teoria del complesso attivato. Teoria delle soluzioni ideali e regolari. I diagrammi di fase binari. Rifrattometria. Equilibrio Chimico. Fenomeni di trasporto in soluzione all'equilibrio ed in presenza di gradienti di potenziale o di flusso: diffusione browniana, conduttività di soluzioni elettrolitiche. Osmometria crioscopica. Viscosità.

## **Chimica generale ed inorganica e Laboratorio di Chimica generale ed inorganica**

**Chimica generale ed inorganica** (Claudio Luchinat)

*Programma:* Struttura dell'atomo, la mole, il principio di indeterminazione di Heisenberg, la luce, i numeri quantici. L'atomo di idrogeno e gli orbitali atomici, proprietà periodiche degli elementi, il legame covalente, la geometria delle molecole. Il legame ionico, il legame metallico, le forze di Van derWaals, il legame a idrogeno, gli orbitali molecolari. I gas, l'equilibrio chimico in fase gassosa, l'equilibrio chimico in soluzione, il pH, acidi e basi. I composti di coordinazione, i composti insolubili. la pila, il potenziale redox, equilibrio chimico nelle reazioni redox, ossidanti e riducenti, elettrolisi. cinetica chimica, catalisi chimica ed enzimatica, entropia, entalpia, energia libera, la variazione di energia libera e la costante di equilibrio. solubilizzazione, evaporazione, proprietà colligative. chimica nucleare. Le sostanze elementari, ossidi, idrossidi, alogenuri.

**Laboratorio di Chimica generale ed inorganica** (Claudia Andreini, Barbara Valtancoli)

*Programma:* Norme di sicurezza nel laboratorio chimico; tecniche di laboratorio; esercitazioni pratiche in laboratorio: preparazione e purificazione di composti, separazione di miscele, caratterizzazione di ioni in soluzione, reattività di principali composti inorganici. Chimica inorganica dei gruppi principali. Impostazione e bilanciamento di reazioni chimiche; norme di sicurezza nel laboratorio chimico; complementi di chimica degli elementi; manipolazione di sostanze chimiche e tecniche di laboratorio. Esercitazioni pratiche in laboratorio: preparazione e purificazione di composti, separazione di miscele, caratterizzazione di ioni in soluzione, reattività di principali composti inorganici.

## **Chimica Industriale** (Luca Rosi, Marco Frediani)

*Programma:* Tecniche di separazione e purificazione di materie prime e dei prodotti di reazione utilizzate nell'industria chimica. Processi industriali di chimica inorganica: Produzione di  $N_2$  e  $O_2$  dall'aria. Produzione di  $H_2$ . Sintesi dell' $NH_3$  e  $HNO_3$ . Produzione di  $H_2SO_4$ . Produzione di  $Na_2CO_3$  e  $NaOH$ . Il ciclo dell'acqua Il petrolio. Estrazione, valutazione, raffinazione: carburanti, lubrificanti, olii combustibili. Il petrolio come materia prima per l'industria chimica. Petrolchimica.

## **Chimica Inorganica e Laboratorio** (Luigi Messori)

*Programma:* **Il modello VSEPR.** Correlazione delle previsioni basate sul modello VSEPR con i dati sperimentali. **L'equilibrio in soluzione:** l'acqua. Reazioni acido-base. Teorie acido base. Reazioni con formazione di precipitati. Reazioni di formazione di complessi. Teoria HSAB. Reazioni redox. Aspetti termodinamici degli equilibri in soluzione. **Applicazioni stechiometriche.** Chimica inorganica: comportamenti periodici. Richiami della chimica inorganica dei gruppi principali. Diagrammi di Latimer. Diagrammi di Pourbaix. Chimica dei composti di coordinazione: aspetti strutturali. Il legame chimico nei composti di coordinazione. Gli spettri elettronici. Le proprietà magnetiche. Meccanismi delle reazioni dei composti di coordinazione.

**Laboratorio:** una serie di esperienze di laboratorio principalmente finalizzate alla sintesi e caratterizzazione di alcuni composti di coordinazione.

## **Chimica inorganica I e Laboratorio di Chimica inorganica I**

**Chimica inorganica I** (Antonio Bianchi)

*Programma:* Atomi, molecole e aggregati molecolari. Forze intra- e inter-molecolari. Struttura delle molecole e dei solidi. Acidi e basi di tipo "hard" e di tipo "soft". Chimica di coordinazione. Teoria del campo cristallino. Aspetti termodinamici e cinetici relativi alle reazioni di formazione dei composti di coordinazione. Geometrie coordinative. Proprietà magnetiche e spettroscopiche dei composti di coordinazione. Principali caratteristiche dei metalli di transizione.

**Laboratorio di Chimica inorganica I** (Andrea Bencini, Roberta Pierattelli)

Sintesi di complessi metallici. Messa a punto di una reazione. Caratterizzazione di prodotti inorganici. Spettri UV-vis, NMR e caratteristiche magnetiche di complessi metallici e di metalloproteine. Sintesi metallo-assistite. Self-assembly. Reazioni di sostituzione e di addizione. Catalisi promossa da ioni metallici e metalloproteine.

## **Chimica organica I e Laboratorio di Chimica organica I**

**Chimica organica I** (Andrea Goti)

*Programma:* Il carbonio e i suoi composti. Legame covalente. Formule di struttura; ibridazione  $sp^3$ ,  $sp^2$  e  $sp$ ; geometria tetraedrica, trigonale planare, lineare. Struttura delle molecole organiche. Teoria dell'orbitale molecolare per i composti del carbonio. Idrocarburi: alcani, alcheni, alchini, idrocarburi poliinsaturi. Risonanza. Catione allilico, butadiene, benzene, aromaticità. I gruppi funzionali. Nomenclatura dei composti organici. Isomeria costituzionale. Stereochimica: conformazioni e configurazioni. Chiralità. Centro stereogenico. Stereoisomeri: isomeri conformazionali, enantiomeri, diastereoisomeri. Elementi di simmetria. Molecole con più centri stereogenici. Nomenclatura e proprietà degli stereoisomeri. Acidi e basi. Nucleofili ed elettrofili. Reazioni dei composti organici: reazioni radicaliche e reazioni ioniche. Proprietà, reattività e metodi di preparazione delle principali classi di composti organici: alcani, cicloalcani, alcheni, dieni, alchini, alogenoalcani, composti organometallici, alcoli, eteri, ammine, aldeidi e chetoni, acidi carbossilici e derivati.

#### **Laboratorio di Chimica organica I** (Ernesto Occhiato, Francesca Cardona)

*Programma:* La sicurezza nel laboratorio di Chimica Organica. La vetreria, il quaderno di laboratorio, le modalità per effettuare una reazione organica. Principi di cromatografia (TLC, Gas cromatografia, HPLC). Procedure di work-up. La purificazione dei composti organici (cristallizzazione, distillazione e cromatografia su colonna). Caratterizzazione dei composti organici. Il punto di fusione. Principi e tecniche per la spettroscopia IR. I principi della spettroscopia  $^1H$  NMR. Determinazione di composti ignoti attraverso l'analisi di semplici spettri IR e  $^1H$  NMR.

#### **Chimica organica II e Laboratorio di Chimica organica II**

##### **Chimica organica II** (Alberto Brandi)

*Programma:* Benzene ed aromaticità. Teoria di Hückel MO. Sostituzione elettrofila e nucleofila aromatica. Sintesi e reattività di composti aromatici. Reazioni pericicliche. Composti bifunzionali. Chimica dei carbocationi e dei carbanioni. Ione enolato. Condensazione aldolica diretta, di Claisen e Dieckmann. Composti carbonilici alfa, beta-insaturi. La reazione di Michael. Sintesi dall'estere acetoacetico e maloniche. Grassi e Terpeni. Amminoacidi. Carboidrati. Composti eterociclici. Nucleotidi e acidi nucleici.

##### **Laboratorio di Chimica organica II** (Caterina Viglianisi, Stefano Cicchi)

*Programma:* PARTE TEORICA. Concetti base delle tecniche NMR (continuazione) e MS. Interpretazione di spettri  $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR e di Massa. Determinazione strutturale di composti organici incogniti attraverso dati spettroscopici e spettrometrici ( $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR, IR, Massa). Approccio disconnettivo. Progettazione di una sintesi-multistadica. PARTE PRATICA: Tecniche di Laboratorio. Separazione di composti incogniti in miscela e loro identificazione strutturale attraverso tecniche spettroscopiche (IR, NMR), spettrometriche (MS) e chimiche (sintesi di derivati). Esecuzione di reazioni analizzate nel corso teorico di Chimica organica II.

##### **Chimica Organica II e Laboratorio** (Franca Maria Cordero)

*Programma:* Benzene ed aromaticità. Teoria di Hückel MO. Sostituzione elettrofila e nucleofila aromatica. Sintesi e reattività di composti aromatici. Composti eterociclici aromatici. Formazione catalitica di legami carbonio-carbonio. Ioni enolato ed enammine. Condensazioni aldolica, di Claisen e Dieckmann. Reazione di Michael ed anellazione di Robinson. Sintesi dall'estere acetoacetico e maloniche. Carboidrati. Lipidi. Amminoacidi, peptidi e proteine. Acidi nucleici. Laboratorio: Spettrometria di massa. Separazione di composti incogniti in miscela e loro identificazione strutturale

##### **Diritto e Sicurezza del lavoro** (Marco Lai)

*Programma:* Fonti del diritto del lavoro e sindacale. Lavoro subordinato e autonomo. Rapporto di lavoro. Salute e sicurezza del lavoro (principi Costituzionali e art. 2087 cod. civ.). Dlgs 81/2008: principi ispiratori; soggetti coinvolti e responsabilità. Concetto di rischio ed approccio matematico. Classificazione sostanze pericolose, cancerogeni e mutageni. Etichette e schede di sicurezza. Rischio incendio. Tipologie ed uso DPI. Rifiuti.

##### **Elementi di informatica** (Antonio Bernini)

*Programma:* Struttura fisica dell'elaboratore; periferiche; memorie di massa. Dati ed informazioni. Rappresentazione in base. Operazioni. Codifica ASCII. Punti (pixel) e convenzioni per i colori. Campionatura. Trattamento dei dati. Sicurezza. Privacy: parole chiave e cifratura. Compressione. Logica delle proposizioni. Caratteristiche del linguaggio macchina. Linguaggi di programmazione. Algoritmi e strutture dati. Strutture ad albero. Complessità e computabilità: problemi intrattabili e indecidibili. Conoscenze di base su architettura e topologie di rete con evidenza delle caratteristiche proprie di ognuna. Analisi dei vari servizi usufruibili tramite rete dal WWW ai vari servizi di comunicazione alla ricerca avanzata con i motori di ricerca. Laboratorio: utilizzo di fogli elettronici e programmi per la gestione di testi.

##### **Fisica I** (Alessandro Cuccoli/ Renato Torre)

*Programma:* Il metodo scientifico. Grandezze fisiche. Cinematica del punto materiale. Leggi di Newton. Dinamica del punto materiale. Quantità di moto. Momento di una forza. Momento angolare. Lavoro. Energia cinetica. Teorema delle forze vive. Conservazione della energia meccanica. Leggi di Keplero e gravitazione universale. Urti. Dinamica dei sistemi ed equazioni cardinali. Cinematica e dinamica dei sistemi rigidi. Statica e dinamica dei fluidi. Temperatura. Calorimetria. Trasformazione di un sistema termodinamico. Gas perfetti. Primo principio della termodinamica. Energia interna. Macchine termiche. Secondo principio della termodinamica. Temperatura termodinamica assoluta. Entropia. Potenziali termodinamici. Terzo principio della termodinamica.

##### **Fisica II- A** (Maria Fittipaldi, Raffaello D'Alessandro)

*Programma:* Introduzione -Legge di Coulomb - Campo elettrico - Legge di Gauss - Potenziale elettrostatico - Equazioni di Maxwell per l'elettrostatica - Conduttori e condensatori - Dielettrici - Corrente elettrica stazionaria - Circuiti elettrici - Campo magnetico - Legge di Biot-Savart - Magnetostatica nei mezzi materiali - Legge di Ampère. Teoria degli errori. Analisi di varianza e di regressione lineare. Propagazione dell'errore. Concetto di misura di una grandezza fisica. Circuiti in corrente continua. Resistenza, capacità. Circuito RC.

##### **Fisica Sperimentale** (Lorenzo Giuntini)

*Programma:* Meccanica. Grandezze fisiche; scalari e vettori, uso del calcolo differenziale in fisica. Grandezze cinematiche fondamentali. Forze. Le leggi di Newton. Equazioni di moto e loro integrazione. Esempi di forze e di moti risultanti: peso e gravitazione universale; reazioni vincolari e attrito; forze elastiche; forze fondamentali. Lavoro ed energia cinetica, forze conservative ed energia potenziale. Quantità di moto e sua conservazione. Momento angolare e sua conservazione. Fluidi e forze di pressione; leggi di Stevino e Pascal; linee di flusso, leggi di Leonardo e Bernoulli. Programma Elettromagnetismo. Carica elettrica: evidenze sperimentali, triboelettricità, carica positiva e negativa. Forza di Coulomb. Principio di sovrapposizione. Campo elettrico e linee di forza. Esempi di campo elettrostatico: dipolo, anello, disco e piano uniformemente carichi. Moto di una particella carica in un campo elettrico uniforme. Energia potenziale elettrostatica. Differenza di potenziale. Corrente elettrica. Resistenza. Campo magnetico. Forza di Lorentz. Legge di Biot-Savart. Induzione elettromagnetica.

#### **Fisica II- B** (Maria Fittipaldi, Chiara Fort)

*Programma:* Legge di Ampère-Maxwell e legge di Faraday - Equazioni di Maxwell in forma differenziale - Autoinduzione - Circuiti RL e RC (risposta ad un gradino di tensione) - Onde elettromagnetiche  
Ottica geometrica: Leggi dell'ottica geometrica - Diottri e lenti sottili. Ottica ondulatoria: Interferenza fra 2 o più sorgenti - Reticolo di diffrazione.

#### **Laboratorio di Fisica sperimentale** (Lorenzo Giuntini)

*Programma:* Statistica: Grandezze fisiche, sistemi di unità di misura, errori sistematici e statistici. Propagazione degli errori sistematici ed quelli statistici. La distribuzione di Gauss. Fit dei dati e del minimo di Chi2. Applicazione del minimo di Chi2 al caso del fit lineare.

Elettrologia: Differenza di potenziale, corrente elettrica e resistenza. Circuiti in corrente continua e leggi relative. Circuiti in corrente alternata: concetti fondamentali. L'oscilloscopio: schema di base, uso e comandi.

Ottica geometrica: teoria dell'ottica geometrica, applicazioni e limiti. Lenti sottili: equazione dei punti coniugati e costruzione geometrica dell'immagine. L'occhio umano: alcuni accenni al suo funzionamento.

Esperienze di laboratorio: 1 - misura dell'accelerazione di gravità con un pendolo semplice. 2 - Verifica della distribuzione di Gauss per le misure del periodo di oscillazione del pendolo semplice nel caso delle piccole oscillazioni. 3 - Verifica della linearità di una bilancia elettronica col metodo del minimo di Chi2. 4 - Misura della densità di poliedri regolari e determinazione dell'incertezze associate. 5 - Uso del multimetro digitale per misure di corrente, tensione e resistenza. 6 - Misura di una resistenza incognita col metodo del voltmetro a monte e valle. 7 - Misura della banda passante di un circuito passa alto e passa basso. 8 - Uso dell'oscilloscopio per misure di ampiezza e periodo di tensione alternate.

#### **Matematica I** (Roberto Gianni, Andrea Tamagnini)

*Programma:* Numeri naturali, razionali, reali, complessi. Successioni. Funzioni reali di variabile reale: calcolo differenziale, calcolo integrale. Elementi di Algebra lineare.

#### **Matematica II** (Francesco Mugelli)

*Programma:* Studio di serie numeriche e serie di potenze.

Risolvere varie tipologie di equazioni differenziali del primo e del secondo ordine. Calcolo di derivate parziali per funzioni di più variabili e ricerca di massimi e minimi per tali funzioni. Calcolo di integrali multipli e curvilinei.

#### **Materiali ceramici e vetro** (Riccardo Chelli)

*Programma:* Struttura delle ceramiche. Difetti nei cristalli. Termodinamica della transizione vetrosa. Teoria cinetica. Diagrammi di fase. Struttura dei vetri. Vetri ossidi e non-ossidi. Processo di fusione del vetro. Cristallizzazione del vetro. Proprietà ed applicazioni di materiali vetroceramici. Caratteristiche reologiche, meccaniche e chimiche dei vetri. Proprietà ottiche, colorazione dei vetri e degli smalti ceramici. Produzione di vetri e ceramiche. Applicazioni dei vetri e dei materiali ceramici.

#### **Materiali nano strutturati** (Massimo Bonini)

*Programma:* Il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni di base su proprietà, metodi di preparazione e potenzialità applicative dei materiali nanostrutturati. Le peculiari proprietà di questa classe di materiali saranno correlate alla composizione chimica e alle caratteristiche strutturali e dimensionali. Prendendo spunto da esempi in cui la nanostrutturazione dei materiali ha portato allo sviluppo di prodotti commerciali innovativi, saranno descritti i metodi chimici e fisici comunemente usati per la produzione di nanoparticelle (metalliche, semiconduttori e ossidi), film sottili, materiali mesoporosi e nanocompositi.

#### **Nanomateriali per applicazioni avanzate** (Matteo Mannini)

*Programma:* Introduzione alle Nanotecnologie e alle Nanoscienze. Tecniche di microscopia ottica elettronica ed a scansione di sonda. Introduzione alle tecnologie di vuoto e di produzione di nanomateriali. Tecniche di caratterizzazione strutturale e chimica di nanomateriali. Proprietà ottiche, elettroniche e magnetiche dei nanomateriali. Introduzione ai metodi di rilevazione delle proprietà funzionali locali dei nanomateriali.

#### **Nanotossicologia** (Ilaria Palchetti)

*Programma:* Il corso si propone di illustrare non solo le applicazioni analitiche dei nanomateriali ma anche il loro impatto sulla salute dell'uomo e sugli ecosistemi, nonché di descriverne i metodi di monitoraggio. Verrà descritto l'impiego delle nanotecnologie nella moderna chimica analitica con particolare enfasi alla nano(bio)sensoristica e all'utilizzo dei materiali nanostrutturati nella diagnostica medica *in vitro* ed *in vivo*. Verranno discussi esempi di applicazioni in campo ambientale ed alimentare. Contestualmente verranno evidenziate le cause di tossicità per l'uomo e per l'ambiente. Verranno forniti i principi di base della tossicologia applicata ai nanomateriali. Infine, verranno descritte le principali metodiche analitiche di campionamento e di monitoraggio dei nanomateriali, quali contaminanti emergenti, in matrici reali complesse.

## CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE

### CLASSE LM-54

pagina web: [www.chimicamagistrale.unifi.it](http://www.chimicamagistrale.unifi.it)

#### Premessa

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze, Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, il Corso di Laurea Magistrale in "*Scienze Chimiche*" nella classe delle Lauree Magistrali LM-54, Scienze Chimiche.

Il Corso ha la durata normale di 2 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti all'anno. Lo studente che abbia comunque conseguito 120 CFU adempiendo a tutto quanto previsto dall'Ordinamento, può conseguire il titolo anche prima della scadenza biennale.

Il Corso di laurea si articola nei seguenti curricula:

Curriculum **Struttura, dinamica e reattività chimica**  
Curriculum **Chimica supramolecolare, dei materiali e dei nanosistemi**  
Curriculum **Chimica dell'ambiente e dei beni culturali**  
Curriculum **Chimica delle molecole biologiche**  
Curriculum **Sintesi, struttura e proprietà dei composti organici**

#### Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche ha come principale obiettivo quello di formare laureati dotati di una solida preparazione culturale nei diversi settori della chimica, con un'avanzata conoscenza delle moderne strumentazioni di misura, delle proprietà delle sostanze chimiche e delle tecniche di analisi dei dati e un'ottima padronanza del metodo scientifico di indagine, in grado cioè di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo elevata responsabilità di progetti e strutture.

I laureati nei corsi di laurea magistrale in Scienze Chimiche svolgeranno attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie; potranno inoltre esercitare attività professionale e funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, progettazione, sintesi e caratterizzazione dei nuovi materiali, della salute, della alimentazione, dell'ambiente, dell'energia, della sicurezza, dei beni culturali e della pubblica amministrazione, applicando in autonomia le metodiche disciplinari di indagine acquisite.

Inoltre le competenze acquisite saranno utili per un inserimento nell'attività di ricerca presso le Università e gli istituti e i centri di ricerca nazionali ed esteri.

#### Requisiti d'ammissione e verifica della adeguatezza della preparazione

Le conoscenze necessarie per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale sono di norma acquisite con una Laurea di primo livello della classe delle lauree L-27 in Scienze e Tecnologie Chimiche (o della classe 21 ex D.M. 509/99) o con altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo dalla struttura didattica. Per tutti gli studenti, l'accesso è condizionato al possesso di requisiti curriculari, definiti nel regolamento didattico del corso di studio.

Indipendentemente dai requisiti curriculari, per tutti gli studenti è prevista una verifica della personale preparazione, con modalità definite nel regolamento didattico. Non sono previsti debiti formativi, ovvero obblighi formativi aggiuntivi, al momento dell'accesso.

#### Articolazione del Corso di Laurea

##### Curriculum "Struttura, dinamica e reattività chimica"

I ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<b>I Semestre</b>			
Chimica inorganica superiore	CHIM/03	6	L. Banci
Chimica organica superiore	CHIM/06	6	D. Giomi
Metodi sperimentali di indagine strutturale e dinamica	CHIM/02	6	R. Righini, G. Cardini
Fotochimica*	CHIM/02	6	A. Feis,
Metodi matematici e statistici	MAT/07	6	L. Barletti
Struttura elettronica e proprietà molecolari §	CHIM/03	6	M. Piccioli F. Totti
<b>II Semestre</b>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza I. Palchetti
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Laboratorio di metodi sperimentali di indagine strutturale e dinamica*	CHIM/02	6	R. Bini

Modellistica chimica e dinamica molecolare *	CHIM/02	6	G. Cardini
Spettroscopia molecolare*	CHIM/02	6	R. Bini
Magnetismo molecolare§	CHIM/03	6	R. Sessoli, L. Sorace
Chimica teorica*	CHIM/02	6	R. Chelli

II ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<i>I Semestre</i>			
Metodi spettroscopici di indagine in chimica inorganica <sup>#</sup>	CHIM/03	6	I. Felli M. Lelli
Strutturistica chimica <sup>#</sup>	CHIM/03	6	C. Bazzicalupi G. Cardini
Solidi molecolari: struttura, dinamica e spettroscopie ottiche ed NMR <sup>#</sup>	CHIM/02	6	C. Luchinat M. Pagliai

\* n.12 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

§ n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

# n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

#### Curriculum “Chimica supramolecolare, dei materiali e dei nanosistemi”

I ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<i>I Semestre</i>			
Chimica inorganica superiore	CHIM/03	6	L. Banci
Chimica organica superiore	CHIM/06	6	D. Giomi
Chimica fisica dei nanosistemi	CHIM/02	6	D. Berti
Chimica supramolecolare	CHIM/03	6	A. Bianchi
Chimica fisica dei sistemi dispersi e delle interfasi*	CHIM/02	6	P. Baglioni
<i>II Semestre</i>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza I. Palchetti
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Chimica fisica delle superfici*	CHIM/02	6	U. Bardi
Tecnologia dei materiali avanzati*	CHIM/02	6	U. Bardi
Laboratorio di nanomateriali*	CHIM/02	6	E. Fratini
Chimica fisica dei sistemi molecolari ordinati*	CHIM/02	6	G. Caminati
Nanomateriali funzionali*	CHIM/02	6	M. Bonini

II ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<i>I Semestre</i>			
Dispositivi molecolari e macromolecolari <sup>§</sup>	CHIM/03	6	B. Valtancoli
Materiali inorganici molecolari <sup>§</sup>	CHIM/03	6	A. Bencini
Elettrochimica dei materiali e dei nanosistemi <sup>#</sup>	CHIM/02	6	G. D. Aloisi
Chimica fisica delle formulazioni <sup>#</sup>	CHIM/02	6	P. Lo Nostro
Metodologie chimico fisiche per lo studio di nanosistemi <sup>#</sup>	CHIM/02	6	F. Ridi

\* n.12 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

# n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

§ n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

#### Curriculum “Chimica dell'ambiente e dei beni culturali”

I ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente

<b>I Semestre</b>			
Chimica inorganica superiore	CHIM/03	6	L. Banci
Chimica organica superiore	CHIM/06	6	D. Giomi
Chimica dei processi di biodegradazione	CHIM/03	6	A. Rosato
Chimica fisica per i beni culturali	CHIM/02	6	P. Baglioni
<b>II Semestre</b>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza I. Palchetti
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Chimica analitica ambientale- componenti inorganici*	CHIM/01	6	R. Udisti
Chimica analitica ambientale - componenti organici*	CHIM/01	6	A. Cincinelli
Metodologie strumentali innovative per l'ambiente*	CHIM/01	6	M. Minunni

<b>II ANNO</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
Sensori e biosensori <sup>§</sup>	CHIM/01	6	G. Marrazza
<b>II Semestre</b>			
Chimica dell'ambiente <sup>§</sup>	CHIM/01	6	R. Udisti
<i>Insegnamento integrato</i> Chimica fisica ambientale <sup>#</sup>	CHIM/02	6	G. Pietraperzia
Chimica verde <sup>#</sup>	CHIM/06	6	F. Cardona

\* n.12 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

§ n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

# n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

#### Curriculum "Chimica delle molecole biologiche"

<b>I ANNO</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
Chimica inorganica superiore	CHIM/03	6	L. Banci
Chimica organica superiore <sup>§</sup>	CHIM/06	6	D. Giomi
Biologia strutturale	CHIM/03	6	L. Banci
Biologia molecolare*	BIO/11	6	T. Fiaschi
Chimica delle biomolecole <sup>§</sup>	CHIM/06	6	A. Papini
<b>II Semestre</b>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza I. Palchetti
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Struttura e reattività di metalloproteine <sup>#</sup>	CHIM/03	6	R. Pierattelli
NMR in biologia strutturale <sup>#</sup>	CHIM/03	6	I. Felli
Biochimica avanzata	BIO/10	6	F. Cencetti
Metabolomica e proteomica strutturale nel DrugDiscovery <sup>#</sup>	CHIM03	6	C. Luchinat P. Turano
Tecnologie ricombinanti*	BIO/11	6	L. Magnelli

<b>II ANNO</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
Laboratorio di espressione di metalloproteine	CHIM/03	6	S. Ciofi Baffoni

\* n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

§ n.6 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati  
 # n.12 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

### Curriculum “Sintesi, struttura e proprietà dei composti organici”

I ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<i>I Semestre</i>			
Chimica inorganica superiore	CHIM/03	6	L. Banci
Chimica organica superiore	CHIM/06	6	D. Giomi
Sintesi industriali di composti organici	CHIM/04	6	A. Salvini
Chimica organometallica	CHIM/06	6	A. Goti
Chimica delle sostanze organiche naturali*	CHIM/06	6	S. Chimichi
Stereochimica*	CHIM/06	6	E. Occhiato
<i>II Semestre</i>			
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza I. Palchetti
Spettroscopia NMR in chimica organica*	CHIM/06	6	M. Cacciarini C. Bello
Chimica biorganica*	CHIM/06	6	A. Papini
Laboratorio di progettazione e sintesi organica*	CHIM/06	6	F. M. Cordero

II ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<i>I Semestre</i>			
Biotrasformazioni in chimica organica#	CHIM/06	6	C. Bello
Chimica organica per i materiali#	CHIM/06	6	S. Cicchi
<i>II Semestre</i>			
Stereoselettività in sintesi organica#	CHIM/06	6	A. Goti
Laboratorio di sintesi delle sostanze organiche naturali#	CHIM/06	6	A. Brandi
Chimica dei composti eterociclici#	CHIM/06	6	D. Giomi
Sintesi e reattività dei complessi metallici#	CHIM/03	6	C. Giorgi

\* n.12 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

# n.12 CFU a scelta tra gli insegnamenti contrassegnati

Per tutti i percorsi sono inoltre previsti 18 CFU di insegnamenti opzionali, 6 CFU per tirocinio, 30 CFU per la prova finale: lavoro sperimentale e 6 CFU per la prova finale: scrittura e discussione.

#### Tabella II. Insegnamenti opzionali

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Docente
Tutti gli insegnamenti della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche				
Modellistica applicata a molecole di interesse biologico (L. M. Biotec. Mol.)	CHIM/02	6	1	P. Procacci
Chimica e tecnologia dei materiali polimerici (Scienze e materiali per la conservazione ed il restauro)	CHIM/04	6	1	A. Salvini
Storia della Chimica e della Fisica (L. M. Scienze fisiche ed Astrofisiche)	FIS/02	6	2	R. Livi P. Lo Nostro E. Bougleux

(1 CFU (Credito Formativo Universitario) corrisponde a 8 ore di lezione ovvero a 12 ore di esercitazioni e/o laboratorio). I programmi dettagliati possono essere ottenuti rivolgendosi ai singoli docenti o consultando il sito web del Corso di laurea ([www.chimicamagistrale.unifi.it](http://www.chimicamagistrale.unifi.it)).