

# Corso di Laurea Magistrale in SCIENZE CHIMICHE (LM-54)

---

*Presidente: Prof. Barbara Valtancoli*  
*Dipartimento di Chimica "U. Schiff"*  
*Via della Lastruccia 3*  
*50019- Sesto Fiorentino (FI)*  
*Telefono 055-4573274*  
*Fax 055-4574922*

*E-mail: [barbara.valtancoli@unifi.it](mailto:barbara.valtancoli@unifi.it)*  
*<http://www.chimicamagistrale.unifi.it/>*

---

La Laurea Magistrale in Scienze Chimiche fornisce un approfondimento della formazione chimica di base nei vari settori scientifico disciplinari e competenze specifiche attraverso l'acquisizione di metodologie utili per la comprensione dei fenomeni a livello molecolare. La Laurea Magistrale in Scienze Chimiche si propone di formare uno "scienziato chimico" in grado di poter intervenire su problematiche di alto contenuto scientifico e tecnologico che si presentano sempre più spesso sia nel campo della chimica applicata che nella ricerca di base. Questa Laurea Magistrale si propone di fornire al laureato una approfondita conoscenza delle tematiche chimiche più avanzate, in modo tale da potergli permettere di affrontare i più svariati problemi nei vari settori socio-economici, medico sanitari, ambientali e industriali favorendone così l'inserimento nel mondo produttivo e della ricerca.

## Articolazione del Corso di Laurea

La didattica del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche è articolata in semestri per ciascun anno di corso.

Nell'A.A. 2015/2016, le lezioni del I semestre avranno inizio il 21 settembre 2015 e avranno termine il 23 dicembre 2015; le lezioni del II semestre avranno inizio il 1 marzo 2016 e avranno termine il 17 giugno 2016.

Il Consiglio di Corso di Laurea in Chimica ha deciso di mantenere unitaria la preparazione successiva alla Laurea triennale costituendo un'unica Laurea Magistrale organizzata in diversi curricula, individuando un gruppo di insegnamenti, comune a tutti i curricula, che tutti gli studenti dovranno seguire per approfondire la cultura chimica di base per poi dedicarsi alla specializzazione in un particolare curriculum.

I curricula proposti sono:

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, gli istituti e i centri di ricerca nazionali ed esteri.

### **Requisiti di ammissione e verifica dell'adeguatezza della preparazione**

- a. Titolo di studio. L'accesso al corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche della classe LM-54 delle Lauree Magistrali è consentito a coloro che siano in possesso di una laurea della classe L-27 (Scienze e Tecnologie Chimiche), ex-DM 270/04, oppure di una laurea della classe 21 (Scienze e Tecnologie Chimiche), ex- DM 509/99. L'accesso alla Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, classe LM- 54, è altresì consentito a coloro che abbiano acquisito una buona conoscenza scientifica di base nelle discipline matematiche e fisiche e un'adeguata preparazione nelle diverse discipline chimiche e che siano in possesso di altra laurea o diploma universitario di durata triennale, o di altro titolo conseguito all'estero e riconosciuto idoneo dalla struttura didattica ai fini dell'ammissione alla Laurea Magistrale.
- b. Requisiti curriculari. Per accedere alla Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, classe LM-54 delle Lauree Magistrali, è necessario possedere: almeno 20 cfu (crediti formativi universitari) nelle discipline matematiche, fisiche e informatiche (SSD MAT/XX, FIS/XX, INF/01, ING-INF/05); almeno 50 cfu nelle discipline chimiche (SSD CHIM/XX), chimiche industriali e tecnologiche (ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/25) e biochimiche (BIO/10, BIO/11, BIO/12) con attività, sia teoriche che di laboratorio, in ognuno dei SSD CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06; almeno 15 cfu tra tirocinio, attività professionalizzanti, altre attività, ivi incluse la prova finale e la conoscenza di lingua inglese.
- c. Adeguata preparazione individuale. La verifica della preparazione individuale si considera virtualmente assolta per tutti i laureati in possesso di una laurea della classe 21, ex D.M. 509/99, del CdL in Chimica istituito presso l'Università degli studi di Firenze. Per gli altri laureati in possesso dei requisiti curriculari di cui sopra, l'adeguatezza della preparazione verrà verificata da una commissione del Corso di Laurea primariamente sulla base del curriculum di studi presentato con la domanda di valutazione. Qualora il curriculum sia giudicato soddisfacente, la Commissione didattica delibera l'ammissibilità al corso di Laurea Magistrale rilasciando il previsto nulla osta. In caso contrario l'accertamento della preparazione dello studente avviene tramite un colloquio che potrà portare al rilascio del nulla osta per l'ammissione con la proposta di un piano di studi personale in accordo con l'Ordinamento anche in deroga con quanto previsto dal presente Regolamento. Non sono in ogni caso previsti debiti formativi, ovvero obblighi formativi aggiuntivi, al momento dell'accesso.

**Il quadro riassuntivo degli insegnamenti previsti per i due anni di corso è mostrato in Tabella I.**

**Tabella I. Articolazione del Corso di Laurea**

### Curriculum “Struttura, dinamica e reattività chimica”

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

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

\* 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	<b>6</b>	L. Banci
Chimica organica superiore	CHIM/06	<b>6</b>	D. Giomi
Chimica fisica dei nanosistemi	CHIM/02	<b>6</b>	D. Berti
Chimica supramolecolare	CHIM/03	<b>6</b>	A. Bianchi
Chimica fisica dei sistemi dispersi e delle interfasi*	CHIM/02	<b>6</b>	P. Baglioni
<i>II Semestre</i>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	<b>6</b>	G. Marrazza
Chimica fisica superiore	CHIM/02	<b>6</b>	P. Procacci
Chimica fisica della superfici*	CHIM/02	<b>6</b>	U. Bardi
Tecnologia dei materiali avanzati*	CHIM/02	<b>6</b>	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	D. Berti

II ANNO			
Insegnamento	SSD	CFU	Docente
<i>I Semestre</i>			
Dispositivi molecolari e macromolecolari§	CHIM/03	6	B. Valtancoli
Materiali inorganici molecolari§	CHIM/03	6	A. Bencini
Elettrochimica dei materiali e dei nanosistemi#	CHIM/02	6	G. D. Aloisi
Chimica fisica delle formulazioni #	CHIM/02	6	P. Lo Nostro
Metodologie chimico fisiche per lo studio di nanosistemi#	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
<i>I Semestre</i>			
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
<i>II Semestre</i>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza
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

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

\* 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”

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
Strutture di biomolecole e metallobiomolecole	CHIM/03	6	L. Banci
Biologia molecolare*	BIO/11	6	E. Giannoni/ L. Magnelli
Chimica delle biomolecole§	Chim/06	6	A. Papini
<b>II Semestre</b>			
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Struttura e reattività di metalloproteine#	CHIM/03	6	R. Pierattelli
NMR in biologia strutturale#	CHIM/03	6	I. Felli
Biochimica avanzata	BIO/10	6	P. Bruni
Metabolomica e proteomica strutturale nel Drug Discovery#	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”

<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	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
<b>II Semestre</b>			
Chimica fisica superiore	CHIM/02	6	P. Procacci
Metodi strumentali in chimica analitica	CHIM/01	6	G. Marrazza
Spettroscopia NMR in chimica organica*	CHIM/06	6	S. Chimichi
Chimica biorganica*	CHIM/06	6	A.M. Papini
Laboratorio di progettazione e sintesi organica*	CHIM/06	6	F. M. Cordero

<b>II ANNO</b>			
<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Docente</b>
<b>I Semestre</b>			
Biotrasformazioni in chimica organica#	CHIM/06	6	E. Occhiato
Chimica organica per i materiali#	CHIM/06	6	S. Cicchi
<b>II Semestre</b>			
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	B. Valtancoli

**\* 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 e 36 CFU per la prova finale.

### **Tabella II. Insegnamenti opzionali**

<b>Insegnamento</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Sem.</b>	<b>Docente</b>
Tutti gli insegnamenti della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche				
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
Complementi di struttura della materia	FIS/03	<b>6</b>	1	G. Spina
Storia della Chimica e della Fisica (L. M. Scienze fisiche ed Astrofisiche)	FIS/02	<b>6</b>	2	R. Livi P. Lo Nostro

(1 CFU (Credito Formativo Universitario) corrisponde a 8 ore di lezione ovvero a 12 ore di esercitazioni e/o laboratorio).

### **Attività formative a scelta dello studente: n. 18 CFU.**

Sono riservati 18 CFU per le attività autonomamente scelte dallo studente. La scelta dei corsi comporta la presentazione di un Piano di Studio, secondo modalità indicate in un successivo paragrafo, che dovrà essere valutato dalla struttura didattica.

### **Prova finale: n. 36 CFU.**

La prova finale per il conseguimento della laurea Magistrale prevede 36 CFU da conseguirsi nell'ambito delle attività biennali. Le attività formative relative alla preparazione della prova finale consistono in un periodo di internato da svolgere presso un Dipartimento, Centro o Laboratorio Universitario oppure un Ente pubblico di ricerca o una ditta esterna convenzionata, sotto la guida di un relatore universitario e di uno o più correlatori. L'attività relativa alla prova finale deve essere concordata con un relatore e seguita dal relatore stesso.

Per ottenere il titolo di Dottore Magistrale è previsto un esame finale consistente nella discussione di un elaborato originale su attività di ricerca sperimentale o teorica di carattere innovativo nel campo delle scienze chimiche. La valutazione finale è espressa in centodecimi. Agli studenti che raggiungono il voto di laurea di 110 punti può essere attribuita la lode con voto unanime della Commissione.

Per accedere alla prova finale si deve aver acquisito almeno 84 crediti.

### **Altre attività: attività f, n. 6 CFU.**

6 CFU sono riservati ad attività di ricerca nei laboratori universitari o ad attività di tirocinio formativo presso laboratori universitari o industrie, enti pubblici e privati convenzionati con l'Università i cui nominativi saranno forniti dalla struttura didattica.

### **Modalità di presentazione dei Piani di studio.**

La presentazione dei Piani di Studio avviene durante il I anno di corso entro il mese di novembre. Nel Piano di studio verranno indicati, oltre ai corsi obbligatori riportati nel Manifesto degli Studi, le attività formative a scelta dello studente e le attività di tirocinio. Modifiche al Piano di studio possono

comunque essere presentate all'inizio del II anno di corso.

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

### **Servizi di tutorato attivi**

I componenti della Commissione didattica (<http://www.chimicamagistrale.unifi.it/>) saranno a disposizione, per almeno due ore la settimana, in orari prefissati 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.

### **Obblighi di frequenza**

La frequenza a tutti i corsi è altamente consigliata per un rapido e proficuo apprendimento delle materie insegnate.

Per i corsi di laboratorio la frequenza è obbligatoria e viene certificata con il superamento del relativo esame.

### **Studenti impegnati in attività lavorative e studenti 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.

Modalità di svolgimento degli esami e altre forme di attribuzione dei crediti.

Lo studente acquisisce i crediti previsti per ogni corso di insegnamento con il superamento della prova di esame. In alcuni corsi sono previste verifiche in itinere.

Ogni esame del Corso di Laurea Magistrale in Chimica darà luogo ad una valutazione finale in trentesimi e alla acquisizione dei relativi crediti.

Gli esami ed i colloqui vengono effettuati:

- durante la pausa fra i due semestri .
- alla fine del II semestre
- a settembre prima dell'inizio dei corsi dell'A.A. successivo.
- per le attività di tirocinio viene certificato l'avvenuto superamento della prova con un giudizio di idoneità.

### **Calendario dei semestri, delle sessioni di laurea e vacanze ufficiali**

Per l'anno accademico 2015-2016 calendario dei semestri è il seguente:

- I Semestre: 21 settembre 2015 - 23 dicembre 2015
- II Semestre: 1 marzo 2016- 17 Giugno 2016

Le date per le sessioni di tesi aa 2015/2016 verranno pubblicate sul sito del Corso di Laurea.

Vacanze ufficiali durante i periodi di lezione:

8 dicembre

Dal 24 marzo 2016 al 30 marzo 2016 compreso.

25 aprile 2016, 2 giugno 2016

### **Transizione dagli ordinamenti precedenti all'ordinamento vigente**

Secondo quanto prescritto dal Regolamento Didattico di Ateneo, gli studenti iscritti a un ordinamento pre-vigente possono optare per l'iscrizione all'ordinamento vigente. A tal fine gli studenti presentano domanda di opzione.

Il Consiglio di Corso di Laurea deciderà sul riconoscimento dei CFU delle attività formative documentate dallo studente in base alla coerenza con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea.

Il Consiglio del Corso di Laurea, attraverso un'apposita Commissione, vaglia le domande di opzione e riformula in termini di crediti i curricula degli studenti. La validità dei crediti acquisiti viene riconosciuta fino al raggiungimento del numero di crediti dello stesso settore scientifico disciplinare previsti dall'ordinamento didattico vigente.

Nel caso in cui il numero dei crediti acquisiti dallo studente, nell'ordinamento pre-vigente, risulti inferiore al numero dei crediti richiesto dal Regolamento Didattico, la Commissione indica le attività formative necessarie al raggiungimento del numero di CFU richiesti.

Il Consiglio di corso di Laurea può organizzare, se necessario, attività integrative per ogni settore scientifico disciplinare o per gruppi di settori, che potranno essere utilizzate dagli studenti che provengono dai pre-vigenti ordinamenti.

Gli eventuali crediti maturati in esubero, nonché quelli relativi ad insegnamenti per i quali non viene riconosciuta alcuna equipollenza, su richiesta dello studente, verranno considerati a copertura dei crediti attribuiti alle attività formative a scelta dello studente.

Per i passaggi dalle Lauree ex DM 509 alla Laurea ex DM 270 sono predisposte apposite tabelle di riconoscimento (<http://www.chimicamagistrale.unifi.it/>).

### **Servizi alla didattica**

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

Il Polo Scientifico di Sesto è collegato con Firenze, con la Stazioni di Firenze Rifredi e di Sesto Fiorentino (Centrale e Zambra) e con Calenzano grazie alle linee Ataf 59, 66. Percorsi e orari potranno essere trovati sulle pagine web: <http://www.polosci.unifi.it>, <http://www.ataf.net>, <http://www.trenitalia.it>.

Il Polo Scientifico è dotato di un servizio mensa e di un impianto sportivo (campo da basket, calcio, calcio a cinque, pallavolo, tennis, rugby e palestra, per informazioni <http://www.cus.firenze.it>).

Il Centro Linguistico di Ateneo organizza periodicamente presso il Polo Scientifico corsi di lingua inglese di livello elementare e avanzato (per informazioni <http://www.cla.unifi.it>).

### **Aule**

Presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino, via Gilberto Bernardini, 6 (Blocco Aule), via della Lastruccia, 3-13 (Dipartimento di Chimica).

### **Laboratori**

Presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino:

Dipartimento di Chimica "U.Schiff", via della Lastruccia, 3-13

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 (<http://www.sba.unifi.it/CMpro-v-p-347.html>). Sono a disposizione degli studenti alcuni terminali per ricerche di tipo bibliografico.

### **Dipartimenti**

Le strutture del Dipartimento "U. Schiff" 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:

Dipartimento di Chimica “U. Schiff”, via della Lastruccia, 3-13.

### **Aula Computer**

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 incaricati dal responsabile della struttura.

### **Programmi Erasmus+**

Gli studenti che intendono trascorrere un periodo di studio all'estero nell'ambito del programma Erasmus+ dovranno sottoporre il piano di studi al CdL prima di partire. Il responsabile per la Chimica del programma Erasmus+ è la Prof.ssa Anna Maria Papini (Dip.to Chimica “U.Schiff”, [annamaria.papini@unifi.it](mailto:annamaria.papini@unifi.it)).

### **Spazio studenti**

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

## **Argomenti 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.

### **Biochimica avanzata**

*P. Bruni*

Meccanismi di base della comunicazione cellulare: ormoni, neurotrasmettitori, mediatori locali. Principali neurotrasmettitori, loro metabolismo e tipologia di recettori implicati nella loro azione. Colesterolo come precursore di ormoni steroidei. Metabolismo dei principali ormoni steroidei, loro meccanismo d'azione ed effetti biologici esercitati. Biosintesi di ormoni tiroidei e loro modalità di azione. Eicosanoidi: loro metabolismo ed attività biologica esercitata. Principali recettori ormonali di membrana, loro modalità di trasduzione del segnale e meccanismi di controllo funzionale. Folding in vitro ed in vivo delle proteine, loro maturazione e modificazioni co- e post-traduzionali: glicosilazione e lipidazione di proteine. Degradazione controllata delle proteine: ruolo dell'ubiquitina

### **Biologia molecolare**

*E. Giannoni, L. Magnelli*

La cellula: procarioti ed eucarioti. Cicli riproduttivi della cellula: mitosi e meiosi. Struttura e funzione della membrana plasmatica. Il trasporto attivo e passivo di membrana. L'organizzazione interna della cellula: gli organuli intracellulari. Struttura e funzione del DNA. DNA codificante e non codificante: ruoli e linguaggi. Le basi molecolari dell'ereditarietà e la duplicazione del DNA. Il codice genetico. Le mutazioni geniche. La trascrizione genica. Il codice genetico viene tradotto in proteina: la traduzione. Le modificazioni post-traduzionali delle proteine: meccanismi e ruolo biologico. La compartimentalizzazione cellulare: sintesi e modificazione delle proteine e loro smistamento verso i vari organuli subcellulari. Il citoscheletro: struttura dinamica e regolazione dei filamenti del citoscheletro. I motori molecolari. Meccanismi di interazione intra- e inter-cellulari: giunzioni cellula-cellula e adesioni tra cellule e matrice extracellulare. Meccanismi di motilità cellulare.

### **Biotrasformazioni in chimica organica**

*E. Occhiato*

Biotrasformazioni: impieghi e limitazioni. Sintoni chirali. Selettività degli enzimi. Modelli di interpretazione.

Classificazione degli enzimi. Enzimi idrolitici: meccanismo e campi di applicazione. Enzimi idrolitici: esterasi. Esempi ed applicazioni. Meso trick. Enzimi idrolitici: lipasi. Esempi ed applicazioni. Risoluzione cinetica. Risoluzione cinetica dinamica. Reazioni in mezzo non acquoso. Ossido-riduttasi: uso di enzimi isolati, rigenerazione del cofattore. Ossido-riduttasi: uso di microrganismi, lievito di birra. Stereoselettività. Sistemi vegetali. Ossido-riduttasi: ossidazione di composti aromatici a dioli ed applicazioni sintetiche. Aldolasi, formazione di nuovi legami C-C. Bioriduzioni non convenzionali: enzimi immobilizzati, conformational engineering. Enzimi modificati (modifiche chimiche e site directed mutagenesis). Cellule artificiali. Anticorpi catalitici. Impiego di enzimi in liquidi ionici. Esercitazione in laboratorio su una risoluzione cinetica enzimatica.

## **Chimica analitica ambientale-componenti inorganici**

*R. Udisti*

Approfondimento di metodologie analitiche innovative per la determinazione di componenti inorganici e loro applicazione a matrici reali. 1. Tecniche di campionamento aerosol atmosferico e trattamento del campione (mineralizzazione con sistemi a micro-onde, bagno ad ultrasuoni), controllo dei bianchi. 2. Analisi chimica dei campioni per cromatografia ionica, assorbimento atomico con fiamma e fornello di grafite, spettrofotometria di emissione atomica con plasma (ICP-AES) e spettrometria di massa con atomizzazione al plasma (ICP-MS). Analisi morfologica e mineralogica di singole particelle insolubili per SEM-EDS. Standard e materiali certificati

## **Chimica analitica ambientale-componenti organici**

*A. Cincinelli*

1) Contaminanti organici e loro tossicologia 2) Analisi dei composti organici in matrici reali-Tecniche di campionamento per acqua, atmosfera, suolo e prodotti alimentari. conservazione e pretrattamento del campione. 3) Trattamento del campione-Procedure di estrazione (es.:liquido/liquido, liquido/solido, estrazione in fase solida (SPE), microestrazione in fase solida(SPME), accelerated solvent extraction (ASE). Concentrazione e clean-up. Separazione delle varie classi di contaminanti organici. 4) Analisi chimica- Cenni ai metodi di analisi chimica strumentale. Principi di cromatografia. Gas-cromatografia (GC), gas-cromatografia accoppiata con spettrometro di massa (GC-MS). Cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC). 5) Messa a punto del metodo analitico. Accuratezza del metodo. Materiali di riferimento, campioni certificati. Bianchi. Sensibilità. Limite di rilevabilità. Calibrazione. Attività di laboratorio: 1) campionamento di acque superficiali, aerosol, aria, e terreno in ambito regionale 2) Trattamento dei campioni raccolti (matrici ambientali) e prodotti alimentari. Filtrazione. Estrazione degli analiti con bagno ad ultrasuoni, Soxhlet ed estrattore liquido/liquido. Purificazione del campione 3) Analisi degli estratti organici mediante HPLC, GC, GC-MS, GC-MS-MS. 4) Elaborazione dei dati e relazione finale per l'analisi dei campioni reali

## **Chimica biorganica**

*A. M. Papini*

A partire dalla sintesi di peptidi, peptidomimetici, e di molecole organiche in generale, fino alla sintesi di proteine tramite chemical ligation o strategie semi-sintetiche saranno discusse una serie di tematiche fondamentali per chi vorrà interessarsi dello studio del ruolo delle proteine nelle condizioni fisiologiche e patologiche degli organismi viventi. Inoltre lo studente effettuerà una sintesi di un amminoacido modificato protetto ortogonalmente per la sintesi di un peptide modello e relativo saggio immunochimico della molecola biomimetica sintetizzata per comprendere la prospettiva di un laboratorio di ricerca multidisciplinare. Verranno mostrate strumentazioni all'avanguardia per sintesi parallele e per metodologie analitiche di purificazione, monitoraggio e caratterizzazione di peptidi e proteine.

## **Chimica dei composti eterociclici**

*D. Giomi*

Nomenclatura e classificazione dei composti eterociclici. Eterocicli aromatici: sistemi penta- e esa-atomici mononucleari e benzocondensati. Criteri di valutazione dell'aromaticità. Reattività e tautomeria. Eterocicli non aromatici. Sintesi: reazioni di ciclizzazione e reazioni pericicliche (cicloaddizioni 1,3-dipolari, Etero Diels-Alder e [2+2], reazioni chelotropiche e elettrocicliche). Eterocicli esaatomici, mononucleari e benzocondensati, con un eteroatomo: sintesi, reattività e applicazioni sintetiche. Eterocicli pentaatomici, mononucleari e benzocondensati, con un eteroatomo: sintesi, reattività e applicazioni sintetiche. Eterocicli penta- e esa-atomici, mononucleari e benzocondensati, con due o più eteroatomi: sintesi, reattività e applicazioni sintetiche. Eterocicli tri-, tetra- e epta-atomici.

## **Chimica dei processi di biodegradazione**

*A. Rosato*

Classificazione degli organismi viventi. Struttura della cellula. La membrana cellulare. Il metabolismo cellulare. Fonti di energia. La metanogenesi. La sintrofia. Il compostaggio. Monossigenasi, Diossigenasi. Degradazione anaerobica di composti aromatici. La regolazione dell'espressione. Directed evolution. Il biomonitoraggio. Biorimediazione. Inquinamento da metalli pesanti. Interazione microrganismi-metalli pesanti. Meccanismi di resistenza ai metalli pesanti. Biodegradazione della lignina. La bioplastica. La biodepurazione delle acque. La potabilizzazione delle acque. Gli antibiotici.

## **Chimica dell'ambiente**

*R. Udisti*

Cenni di Ecologia; Cinetiche enzimatiche e batteriche; Ciclo bio-geochimico del carbonio; Effetto serra; Problematiche connesse al riscaldamento globale. Inquinamento atmosferico; legislazione vigente. Tipi di smog. Ciclo bio-geochimico dell'ossigeno. L'acqua e la sua importanza fondamentale per la vita. Inquinamento e depurazione delle acque per uso potabile e acque di scarico.

Impianti a fanghi attivi e fitodepurazione. Legislazione vigente in materia di acque. Ciclo bio-geochimico dello zolfo e deposizioni umide a carattere acido. Rifiuti solidi urbani: norme vigenti, produzione e composizione degli RSU; raccolta differenziata; metodi di trattamento, riciclaggio e smaltimento. Microinquinanti organici (IPA e Diossine).

## **Chimica delle biomolecole**

*A M Papini*

Amminoacidi proteinogenici e esotici. Modificazioni post-traduzionali ed aberranti. Amminoacidi e peptidi come marker di patologie. Concetto di epitopo e principali classi di anticorpi. Correlazione tra caratteristiche strutturali di biomolecole e loro attività biologica. Principi di farmacocinetica.. Profarmaci: Carriers macromolecolari. Meccanismi di infiammazione e principali mediatori. FANS, COX-1 e COX-2. Peptidasi: ruolo biologico e stati patologici. ACE-inibitori. Peptidi come farmaci. Recettori: meccanismo molecolare del gusto. Struttura e reattività di molecole e proteine dolci, caratteristiche strutturali determinanti nell'interazione con il recettore. Approccio farmacologico e approccio biochimico allo studio del sistema recettoriale. Concetto di agonista ed antagonista. Interazione tra recettori e farmaci: correlazione tra struttura della molecola e attività biologica. Individuazione di fingerprint amminoacidici: tecniche HPLC, UPLC, MS-MS. Metabolismo di xenobiotici. Ftalati: struttura e metabolismo. Diffusione ed effetti sul sistema endocrino. Principali patologie. *Laboratorio*: Risoluzione di sequenze peptidiche mediante analisi HPLC-MS e MS-MS. Fingerprint amminoacidico e peptidico ottenuto da analisi di sieri patologici mediante tecnica UPLC-UV. Sintesi di metaboliti di MEHP per la determinazione in fluidi biologici di condizioni patologiche.

## **Chimica delle sostanze organiche naturali**

*S. Chimichi*

Proprietà dei prodotti naturali e cenni storici. Richiami sugli enzimi ed i cofattori. Il metabolismo primario e secondario. Le reazioni biochimiche ed i meccanismi delle reazioni organiche. Le vie principali del metabolismo secondario. Carboidrati (richiami e approfondimento). Amminoacidi (richiami), biosintesi. Il cammino dell'acido shikimico e la sua biosintesi. La via dei polichetidi. L'acido acetico ed il suo equivalente biosintetico, acetilcoenzima A; acidi grassi e grassi.. Cenni alle prostaglandine. Il cammino dell'acido mevalonico ed i terpeni; biosintesi dell'acido mevalonico, l'unità isoprenica, emiterpenoidi, monoterpenoidi, sesquiterpenoidi, diterpenoidi, squalene, triterpenoidi, carotenoidi. Gli steroidi: steroli, fitosteroli, acidi biliari, ormoni sessuali e della corteccia surrenale (corticosteroidi), glicosidi cardiaci e vitamina D. Alcaloidi; introduzione, cenni storici, classificazione, distribuzione. Biosintesi e sistematica.

## **Chimica fisica ambientale**

*G. Pietrapezza,*

Evoluzione della Terra. Misure di composizione atmosferica. La pressione atmosferica. Trasporto atmosferico: flusso geostrofico, circolazione generale, trasporto verticale, turbolenza. Cicli geochemici. L'effetto serra. Aerosol. Richiami di cinetica chimica. Ozono stratosferico. Potere ossidante della troposfera. Inquinamento da ozono. Piogge acide. Ciclo idrologico. Proprietà chimico-fisiche dell'acqua e delle sue soluzioni. Stratificazione termica e overturn convettivo. Processi chimici e biologici in acque naturali. O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> nelle acque. Criosfera. Termodinamica della condensazione. Gli oceani e la dinamica delle correnti oceaniche. El Niño (ENSO). Ciclo del P, dello S e dell'energia.

## **Chimica fisica dei nanosistemi**

*D. Berti*

Dominio di scala nanometrico e parametri rilevanti ai fini della sua caratterizzazione. Stabilizzazione di nanostrutture in soluzione. Nanostrutture zero-dimensionali: nanoparticelle. Sintesi tramite nucleazione omogenea, eterogenea ed in fasi confinate. Nanometalli, Quantum dots e Ferrofluidi: preparazione e proprietà chimico-fisiche. Nanostrutture unidimensionali: nanorods, nanowires, Nanotubi di C lipidici. Nanostrutture da Self assembly anfifilico

## **Chimica fisica dei sistemi dispersi e delle interfaci**

*P. Baglioni*

Introduzione ai sistemi dispersi e colloidali. Tecniche di indagine sperimentali per la Soft Matter. Controllo di stabilità di dispersioni colloidali. Soluzioni Polimeriche Tensione superficiale e wetting. Adsorbimento all'interfase ed aggregazione anfifilica. Emulsioni e Microemulsioni. Concetti di Soft Matter applicati in Biologia.

## **Chimica fisica delle formulazioni**

*P. Lo Nostro*

Richiami di Chimica Fisica dei Colloidi e dei Nanosistemi. Metodologie sperimentali. Tensioattivi, diagrammi di fase di

sistemi anfifilici, sistemi aggregati (micelle, vescicole, ecc.), parametro di impacchettamento, HLB, polimeri in soluzione e alle interfasi. Interazioni intermolecolari. Parametri di solubilità soluto-solvente. Emulsioni e microemulsioni. Gel fisici e chimici Termodinamica di swelling. Proprietà chimico-fisiche dei formulati. Principi della scienza delle formulazioni. Formulazioni per uso cosmetico, farmaceutico, alimentare: composizione e proprietà. Formulazioni innovative. Materiali funzionali avanzati e biomateriali.

### **Chimica fisica delle superfici**

*U. Bardi*

Proprietà dei materiali solidi e loro relazione alla struttura elettronica (elettroni nei solidi; cenni di teoria delle bande; densità degli stati; work function). Struttura e proprietà della superficie dei solidi. Fenomeni chimico fisici all'interfase solido/gas. Adsorbimento. Catalisi eterogenea. Descrizione delle principali tecniche sperimentali per lo studio delle superfici solide: spettroscopia di fotoelettroni, cinetiche di desorbimento, scattering di ioni, diffrazione di elettroni, microscopia a scansione a effetto tunnel. Laboratorio: interpretazione di dati sperimentali di cinetiche interfasali e analisi di superfici di materiali. Proprietà e caratteristiche dei film sottili, metodi di deposizione e di analisi

### **Chimica fisica per i beni culturali**

*P. Baglioni*

Teoria: Superfici, bagnabilità ed angoli di contatto, suzione capillare, equazione di Young-Laplace, Kelvin e Washburn. Chimica delle pitture murali e su tavola lignea e tela. Colorimetria: aspetti fondamentali. Principi generali di spettroscopia UV-vis e di fluorescenza ed applicazioni nel campo dei beni culturali. Laboratorio: esecuzione di cinque esperienze su suzione capillare di materiali porosi d'interesse artistico-architettonico, spettri UV-vis di inchiostri e coloranti, adsorbimento solido-liquido, sedimentazione in dispersioni solido-liquido, colorimetria.

### **Chimica fisica superiore**

*P. Procacci*

**Chimica Quantistica**: Richiami della teoria Hartree Fock. Energia di correlazione elettronica. Metodo Moeller-Plesset. Complessi molecolari e Basis set superposition error. Metodi semiempirici. Metodi DFT. Metodo del dielettrico continuo (PCM). Calcolo di proprietà molecolari. **Meccanica Statistica** : Insiemi statistici. Potenziali termodinamici. Teorema del viriale. Fluttuazioni. Tecniche computazionali. Proprietà strutturali in sistemi complessi.

### **Chimica inorganica superiore**

*L. Banci*

Richiami sui concetti principali della Teoria dei Gruppi e sulla struttura elettronica di atomi polielettronici. L'accoppiamento spin-orbita debole (schema Russell-Saunders) e forte (accoppiamento J-J). L'orbitale molecolare. Il legame chimico e il legame di coordinazione. Elementi di campo cristallino e di campo dei leganti. Principi di magnetismo. Equazione di Curie. Equazione di van Vleck. Lo spettro elettromagnetico e le varie tecniche spettroscopiche. Principi di base delle spettroscopie di risonanza magnetica elettronica e nucleare. La spettroscopia elettronica. Cenni alle spettroscopie a raggi X e Mossbauer.

### **Chimica Organometallica**

*A. Goti*

Derivati di organozinco ed organomercurio. Derivati organometallici degli elementi di transizione. Principi generali. Scambio di legante, addizione ossidativa, eliminazione riduttiva, inserzione intramolecolare, beta-eliminazione, attacco nucleofilo a leganti organici insaturi. Reazioni di complessi  $\sigma$ -alchilici. Reazioni di complessi  $\pi$  con leganti alchene, alchino, allile, arene. Reattività di metallo-carbeni di Fischer e di Schrock. Reazione di metatesi degli alcheni e correlate.

### **Chimica organica per i materiali**

*S. Cicchi*

Il corso ha lo scopo di illustrare le caratteristiche e gli approcci sintetici ad alcune classi di materiali organici e come questi trovino applicazione sia in campo biomedico che per la produzione di dispositivi. Dopo un breve excursus storico, ogni capitolo prevede la trattazione dei metodi di produzione e di come la funzionalizzazione del materiale consenta la modulazione delle sue proprietà.

Click Chemistry: definizione e vari esempi di applicazione. Dendrimeri: caratteristiche, approcci sintetici, applicazioni. Fullereni: descrizione della struttura e delle loro proprietà; reattività ed applicazione. Nanotubi di carbonio: Struttura, metodi di produzione e reattività; funzionalizzazione delle pareti, applicazioni nell'ambito dei materiali ed in ambito biomedico. Grafene: struttura e metodi di produzione (grafene ossido, grafene ossido ridotto, metodi meccanici e chimici). Reattività e funzionalizzazione; applicazioni

### **Chimica organica superiore**

*D. Giomi*

Metodi di indagine dei meccanismi di reazione in chimica organica. Classificazione delle reazioni organiche. Profili cinetici, ordine di reazione e molecolarità. Controllo cinetico e termodinamico. Misure cinetiche. Espressioni cinetiche

generali. Postulato di Hammond. Approssimazione dello stato stazionario. Principio di Curtin-Hammett. Tecniche isotopiche. Effetti cinetici isotopici primari e secondari. Studio di intermedi. Correlazioni lineari di energia libera. Equazione di Hammett. Deviazioni up e down. Aspetti stereochimici.

Studio meccanicistico di alcune classi di reazioni. Trasposizioni molecolari. Eliminazioni. Sostituzioni nucleofile al carbonio saturo. Sostituzioni aromatiche.

Studio delle reazioni pericicliche. Definizione e classificazione. Studio topologico. Approcci teorici. Reattività e selettività

## **Chimica supramolecolare**

*A. Bianchi*

Chimica molecolare e supramolecolare. Molecole ed aggregati supramolecolari. Le forze che governano la formazione degli aggregati supramolecolari. Molecole macrocicliche ed acicliche quali recettori di cationi, anioni e molecole neutre. Aspetti termodinamici e cinetici relativi alle formazione degli addotti supramolecolari. Struttura delle specie supramolecolari. Relazioni proprietà-struttura e design molecolare. Riconoscimento molecolare. Self-assembly. Reattività e catalisi supramolecolare.

## **Chimica Teorica**

*G. Cardini*

Metodi relativistici in chimica: cenni di relatività ristretta e equazione di Dirac, connessione equazione di Dirac equazione di Schroedinger, effetti relativistici. Ricerca e caratterizzazione di eventi rari: determinazione di struttura e calcolo delle proprietà di stati di transizione; cammini di reazione; Monte Carlo e Metodi stocastici; algoritmi genetici; simulated annealing; metodi di simulazione fuori dall'equilibrio.

## **Chimica verde**

*D. Giomi*

Il corso intende fornire agli studenti una panoramica su conoscenze, stato attuale e prospettive future del modo di operare trasformazioni chimiche per l'ambiente, ovvero in maniera eco-compatibile e in considerazione di uno sviluppo sostenibile, secondo i principi della cosiddetta Chimica Verde ("Green Chemistry"). Saranno considerati principalmente processi della chimica organica di sintesi e saranno discusse le alternative possibili con esempi reali tratti dalla letteratura chimica.

## **Complementi di struttura della materia**

*G. Spina*

Equazioni dell'Elettromagnetismo in presenza di materiali. Hamiltoniana di un elettrone in campo Elettromagnetico. Campo di Lorentz, legge di Clausius-Mossotti. Polarizzazione elettronica, per orientamento ed ionica in campi statici e dipendenti dal tempo. Modi fononici e polaronici. Effetti Pyro e Piezoelettrico. Modello di Landau per transizioni del I e II ordine. Momento magnetico di spin. Diamagnetismo. Paramagnetismo. Quenching del momento angolare. Paramagnetismo di Van Vleck. Interazioni di Scambio e Super-Scambio. Hamiltoniane di Heisenberg e Dzialoshinski-Moriya. Teoria di Anderson. Teorie di Weiss e di Neel. Esponenti critici. Onde di Spin. Ferrimagnetismo. Magnetismo Molecolare. Valutazione dei livelli magnetici: uso di simmetrie di spin e geometriche e metodi di Lanczos ed Arnoldi. Proprietà dei sistemi a basso ed alto spin. Tunneling della magnetizzazione. Dipendenza della magnetizzazione dalla temperatura.

## **Dispositivi molecolari e macromolecolari**

*B. Valtancoli*

Macchine molecolari e macromolecolari: approccio "top-down" e "bottom-up" per la costruzione di nanostrutture. Esempi di macchine molecolari biologiche e artificiali. Input per il funzionamento di macchine molecolari: elettroni, protoni ed altri stimoli. Elettronica e fotonica a livello molecolare. Interruttori (switches) molecolari semplici e complessi. Implementazione delle funzioni logiche fondamentali (YES, NOT, AND, OR, XOR) con sistemi supramolecolari. Autoassemblaggio guidato da ioni metallici di quadrati, cilindri e scatole molecolari, catenani, sistemi a scaffale, a scala e a griglia, elicati, capsule e polimeri supramolecolari. Nanoreattori auto assemblati tramite forze deboli e/o legami di coordinazione. Loro impiego in catalisi. Composti fluorescenti e loro aspetti terapeutici: fluoro immunologia e terapia fotodinamica.

## **Elettrochimica dei materiali e dei nanosistemi**

*G. D. Aloisi*

Principi di termodinamica elettrochimica: equazione di Nernst. Potenziale elettrochimico. Interfasi polarizzabili e non polarizzabili. Il doppio strato. Trasporto di massa in soluzione. Stadi elementari di un processo elettrochimico. Cinetica

elettrochimical. Tecniche elettrochimiche a potenziale controllato. Tecniche microscopiche e spettroscopiche per l'indagine superficiale sotto il controllo del potenziale: FTIR, STM e AFM in-situ. Elettrodeposizione: termodinamica e cinetica per la deposizione elettrochimica. Elettrocristallizzazione di metalli. Nanostrutture ottenibili per via elettrochimica. Corrosione: principi di base. Diagrammi di Evans. Prevenzione della corrosione. Passivazione

### **Fotochimica**

*M. Becucci, A. Feis*

Stati elettronici e transizioni elettroniche in molecole poliatomiche. Processi di disattivazione fisica di stati eccitati molecolari: Processi intramolecolari ed intermolecolari, effetto solvente. Disattivazione fotochimica di stati eccitati molecolari. Caratteristiche degli stati eccitati in diverse classi di composti. Processi di trasferimento d'energia. Proprietà molecolari in stati elettronici eccitati. Assorbimento e fluorescenza. Rese quantiche.

Reazioni fotochimiche. Superfici di energia potenziale nello stato fondamentale e negli stati eccitati. Reattività fotochimica e simmetria degli orbitali. Regole di Woodward-Hoffmann. Diagrammi di correlazione fra orbitali e fra stati. Biradicali. Esempi di reazioni fotochimiche: (a) isomerizzazione cis/trans di polieni, (b) reattività fotochimica di composti aromatici.

### **Laboratorio di espressione di metalloproteine**

*S. Ciofi Baffoni*

Il programma del corso affronterà le tecniche di espressione eterologa di proteine, dal DNA genomico all'isolamento della proteina: basilari procedure di estrazione e di clonaggio di geni; le tecniche di over-espressione proteica in organismi batterici e in sistemi cell-free; tecniche di purificazione di proteine; procedure in vivo e in vitro di inserzione di metalli in metallo proteine; conseguimento di marcatura isotopica uniforme e selettiva in proteine over-espresse. La spettroscopia di dicroismo circolare sarà discussa nell'analizzare le proprietà di folding di proteine e metallo proteine. Gli argomenti del corso saranno trattati attraverso lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio.

### **Laboratorio di metodi sperimentali di indagine strutturale e dinamica**

*R. Righini*

Lezioni ed esercitazioni di laboratorio riguardanti applicazioni specifiche di quanto trattato nel corso "Metodi sperimentali di indagine strutturale e dinamica": Introduzione alla spettroscopia laser ed elementi di ottica non lineare. Dinamica di stati eccitati e spettroscopia transiente. Spettroscopia coerente e tecniche bidimensionali. Applicazioni sperimentali in laboratorio su sistemi molecolari. Relazione finale con discussione sulle esperienze di laboratorio.

### **Laboratorio di nanomateriali**

*E. Fratini*

Definizione di materiale nanostrutturato. Cenni alle proprietà e applicazioni di materiali nanostrutturati. Tecniche di caratterizzazione di nanomateriali (UV-vis., Fluorescenza, SAXS, XRD, TEM/SEM, etc.). Principali vie sintetiche per la produzione dei nanomateriali. Esempi di sintesi di nanoparticelle, nanowires, quantum dots, etc. Funzionalizzazione superficiale. In laboratorio: sintesi di nanoparticelle inorganiche di metalli nobili, ossidi e idrossidi metallici, ferrofluidi e quantum dots; sintesi di nanoparticelle cave e tecnica del Layer by Layer; sintesi di nanoparticelle lipidiche solide (SLN) e polimeriche.

### **Laboratorio di progettazione e sintesi organica**

*F.M. Cordero*

Nel corso teorico vengono analizzati alcuni aspetti dell'uso di organocatalizzatori per trasformazioni enantioselettive. L'esperienza pratica riguarda una sintesi multistadica con caratterizzazione di intermedi e prodotti. Lo studente dovrà inoltre ricercare attraverso le banche dati "on line" CrossFire Beilstein e SciFinder Scholar articoli di letteratura che lo aiutino nella progettazione e realizzazione della sintesi.

### **Materiali inorganici molecolari**

*A. Bencini*

Proprietà ottiche e di luminescenza di composti di coordinazione. Materiali funzionali basati su composti di coordinazione e loro uso (catalisi, sfruttamento dell'energia solare, memorizzazione di informazioni, diagnostica medica). Chemosensori ottici. Amplificazione del segnale luminoso ed effetto antenna. Materiali funzionalizzati per la determinazione di analiti in campo ambientale e biomedico. Proprietà magnetiche di materiali. Magneti molecolari. Materiali ibridi organico-inorganici.

### **Metodi matematici e statistici**

*L. Barletti*

Cenni di analisi complessa (funzioni olomorfe, teorema di Cauchy, teorema dei residui). Spazi lineari (spazi e algebre di Banach, spazi di Hilbert, operatori). Serie di Fourier unidimensionali e multidimensionali. Metodo di separazione delle variabili (problemi di Sturm-Liouville e sviluppi in serie di funzioni speciali). Trasformata di Fourier di funzioni integrabili, teorema di indeterminazione teorema di campionamento. Cenni sulla trasformata di Laplace. Distribuzioni e trasformata di Fourier di distribuzioni. Applicazioni a equazioni alle derivate parziali di interesse fisico e a problemi di meccanica quantistica.

### **Metodi sperimentali di indagine strutturale e dinamica**

*R. Bini*

Dinamica di sistemi molecolari e funzioni di correlazione. Funzioni di correlazione quantistiche. Funzioni di correlazione, rilassamento, defasamento. Forme di riga e funzioni di correlazione. Risposta lineare; matrice densità. Interazione del sistema molecolare con la radiazione, trattamento perturbativo. Rappresentazione diagrammatica. Suscettività lineare e non lineare. Spettroscopia non lineare. Spettroscopia risolta nel tempo: il "film molecolare". Aspetti sperimentali: laser e sorgenti coerenti; tecniche di misura. Dinamica delle molecole in fase liquida. Spettroscopia eccitazione-sonda: dinamica degli stati eccitati in sistemi biologici. Spettroscopie coerenti di transizioni elettroniche e vibrazionali: Effetto Kerr ottico, CARS, eco di fotoni, spettroscopie bidimensionali.

### **Metodi spettroscopici di indagine in chimica inorganica**

*I. Felli*

Il corso di propone di fornire le conoscenze di base delle tecnologie che forniscono informazioni strutturali e dinamiche delle molecole. La tecnica principale è la risonanza magnetica nucleare (NMR). Il corso (lezioni in aula ed esercitazioni pratiche allo spettrometro e al computer) si sviluppa in varie fasi: introduzione, formalismo degli operatori prodotto, i "building blocks" con cui sono costruiti gli esperimenti, i "tips and tricks" per ottimizzare l'acquisizione degli esperimenti, gli spin oltre il protone, gli aspetti comuni e complementari della spettroscopia di risonanza magnetica in soluzione e allo stato solido.

### **Metodi strumentali in chimica analitica**

*G. Marrazza*

Valutazione statistica dei dati analitici. Validazione di nuovi metodi analitici. Il campionamento e preparazione del campione. Metodi elettroanalitici. Metodi separativi. Cromatografia. Elettroseparazioni Tecniche immunochimiche. Sensori e Biosensori. Automazione, miniaturizzazione e semplificazione dei processi analitici. Teoria della miniaturizzazione. Microfabbricazione. Sistemi analitici miniaturizzati. Nuovi nanomateriali per applicazioni analitiche. Metodi automatici di analisi.

### **Metodologie chimico-fisiche per lo studio di nanosistemi**

*F. Ridi*

Proprietà dei sistemi alla nanoscala. Nanocompositi. Misura dell'area superficiale: BET, BJH, isoterme di adsorbimento. Microscopie: ottica, SEM, TEM, STM, AFM, crio-microscopie. Dynamic Light Scattering (DLS), potenziale Z. Spettroscopia UV, IR. Proprietà termiche dei nanosistemi e nanocompositi. Calorimetria. Termogravimetria. DSC modulata. Proprietà meccaniche di nanocompositi: nanoindentazione. Tecniche di indentazione a griglia.

### **Metodologie strumentali innovative per l'ambiente**

*M. Minunni*

Sensori e biosensori; recettori: Immunoreagenti, enzimi, recettori innovativi; disegno di un sensore; sistemi di trasduzione: elettrochimica, ottica, piezoelettrica; Immobilizzazione di biomolecole su superfici; sistemi monouso, tecniche serigrafiche per la produzione dieletrodi stampati (SPEs), introduzione all'elettrochimica, potenziometria, amperometria, voltammetria; sensori ad inibizione; applicazioni all'analisi di matrici ambientali; Tecniche spettroscopiche di analisi: introduzione; Florescenza, fosforescenza, bioluminescenza, tecniche cromatografiche di analisi, HPLC, le nanotecnologie applicate all'analisi ambientale.

### **Modellistica chimica e dinamica molecolare**

*G. Cardini*

Introduzione alla modellistica chimica. Note di Meccanica molecolare: forme funzionali semiempiriche, campi di forze. Simulazioni di insiemi molecolari. Dinamica Molecolare classica e insiemi termodinamici. Analisi delle traiettorie. Teoria del funzionale densità e sue applicazioni. Dinamica Molecolare ab-initio: Car-Parrinello.

### **NMR in Biologia strutturale**

*I. Felli*

La spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR) e' oggi in grado di fornire informazioni strutturali e dinamiche

a risoluzione atomica su complesse macromolecole biologiche in diversi stati di aggregazione rilevanti per capire il loro ruolo nei sistemi viventi.

Lo scopo del corso consiste nel fornire le basi delle moderne tecniche NMR per la caratterizzazione strutturale e dinamica di macromolecole biologiche e delle loro interazioni; verranno inoltre presentati i recenti sviluppi e discusse le prospettive.

### **Sensori e biosensori**

*G. Marrazza*

Definizione di Sensore e Biosensore. Tecniche di immobilizzazione di Enzimi, Anticorpi, Oligonucleotidi. Le tecniche elettrochimiche, ottiche e piezoelettriche di trasduzione. Applicazioni dei Biosensori per la Medicina (Glicemia, Pancreas e Rene artificiale), per l'Ambiente (Tossicità, Pesticidi, Erbicidi ecc.) e per il settore Alimentare (qualità degli alimenti, freschezza dei pesci, valutazione della presenza di OGM (Organismi Geneticamente Modificati).

### **Sintesi e reattività dei complessi metallici**

*B. Valtancoli*

Sintesi dei complessi di ioni metallici: aspetti termodinamici e cinetici. Sintesi metallo-assistite. Complessi di metalli di transizione come recettori per piccole molecole, quali ad esempio O<sub>2</sub> e NO. Tossicità degli ioni metallici. Terapia di chelazione. Complessi di ioni metallici come agenti terapeutici e diagnostici.

### **Solidi molecolari: struttura, dinamica e spettroscopie ottiche ed NMR**

*C. Luchinat, M. Di Donato*

Interazioni degli spin nucleari. Interazione di Zeeman. Impulsi di radiofrequenze. Carbon-detection. Rilassamento in presenza di modulazioni coerenti. Paramagnetismo. Esperimenti multidimensionali. Sequenze di impulsi. Applicazioni a sistemi biologici e alla scienza dei materiali. Metalli. Semiconduttori. Forze di coesione. Transizioni per interazione elettrone-fotone. Proprietà elettriche, elastiche e magnetiche dei solidi. Applicazioni di spettroscopia ottica  
Esercitazioni: Preparazione di campioni solidi e magic angle spinning; Impostazione di esperimenti; Spettroscopia ottica di coloranti in matrici o nanoparticelle adsorbite su titanio; Analisi dati

### **Spettroscopia NMR in Chimica organica**

*S. Chimichi*

Determinazione strutturale di molecole organiche, bioorganiche e sostanze naturali mediante moderne tecniche NMR.

Teoria ed applicazioni della spettroscopia <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C NMR: i parametri spettrali (chemical shift e costanti di accoppiamento), il rilassamento, spettri di primo ordine e di ordine superiore, i concetti di equivalenza chimica e magnetica. NMR e stereochimica. Il metodo a impulsi e la trasformata di Fourier. Il disaccoppiamento di spin nella spettroscopia <sup>13</sup>C: determinazione della molteplicità, spettri completamente accoppiati al protone (gated decoupling), inversione selettiva di popolazione e trasferimento di polarizzazione (SPE e SPT). Esperimenti monodimensionali a più impulsi (APT, DEPT, INEPT). Effetto nucleare Overhauser (NOESY1D). Le costanti di accoppiamento C-H. Teoria ed applicazioni della spettroscopia NMR bidimensionale: concetti generali. Correlazioni omo- ed eteronucleari, tecniche 1D avanzate e 2D (COSY, DQF-COSY, PS-COSY, TOCSY, HETCOR, COLOC, INADEQUATE, HMBC, HSQC, H2BC, 2DNOESY, ROESY ecc). Cenni alla spettroscopia NMR di eteronuclei (<sup>15</sup>N, <sup>31</sup>P, <sup>29</sup>Si).

### **Stereoselettività in sintesi organica**

*A. Goti*

Applicazioni delle reazioni organiche in sintesi stereoselettive ed asimmetriche. Composti organometallici polari. Derivati di organolitio ed organomagnesio. Proprietà, preparazione, reattività ed utilizzo in sintesi organiche. Stereoselettività dell'addizione di nucleofili a composti carbonilici aciclici e ciclici. Modelli di stato di transizione. Composti organometallici covalenti. Derivati di organoboro, organosilicio ed organostagno. Proprietà, preparazione ed utilizzo in sintesi. Reazioni di allilazione. Stereoselettività dell'addizione di allil- e crotil- metalli di tipo I, II e III a composti carbonilici. Modelli di stato di transizione ciclico ed aperto. Enantioselettività, diastereoselettività semplice ed assoluta: doppia induzione asimmetrica. Chimica degli enoli ed enolati. Metallo enolati e loro generazione: stereoselettività E(O)/Z(O). Alchilazione di enolati. C-Alchilazione vs O-alchilazione. Alchilazione enantioselettiva di aldeidi, chetoni e derivati di acidi carbossilici. Reazione aldolica diretta di derivati carbonilici e carbossilici: regio-, diastereo-, enantioselettività. Diastereoselettività semplice: modelli di stato di transizione ciclico ed aperto. Stereoselettività assoluta. Singola e doppia induzione asimmetrica.

### **Storia della Chimica e della Fisica**

*R. Livi, P. Lo Nostro*

Il corso di propone di fornire agli studenti un percorso che mira a ricostruire in una prospettiva storica le principali tappe di sviluppo delle moderne scienze fisiche e chimiche con particolare al periodo che va dal XVIII secolo fino a quello a cavallo tra le due guerre mondiali del XX secolo. Un tale percorso viene offerto agli studenti dei corsi di studio di Fisica

e Chimica in ragione dei profondi legami e affinità culturali e concettuali che hanno caratterizzato il percorso storico di queste due discipline scientifiche.

Il programma del corso è suddiviso in tre moduli di 2 crediti ciascuno.

Nel primo modulo si tratteranno i temi seguenti: sviluppo dei concetti di energia e rendimento in concomitanza della prima rivoluzione industriale; affermazione della teoria cinetica e dei concetti di etere calorico ed elettromagnetico; energetismo e atomismo; nascita della meccanica statistica e della teoria dei quanti; la Big Science e gli sviluppi della fisica nucleare.

Nel secondo modulo affronta due specifici casi di studio. Il meccanicismo tra Mach e Boltzmann; reversibilità ed entropia. Simultaneità e durata tra Poincaré e Bergson. Relatività dei sistemi di riferimento. Genesi della relatività ristretta: Lorenz, Poincaré, Einstein. I lavori einsteiniani del 1905. Genesi della relatività generale. Dibattito tra Einstein e Hilbert. Storia della rivelazione delle onde gravitazionali. Rapporti tra scienza ed economia nel secolo XIX. Diffusione delle scienze nell'impero coloniale inglese. La classificazione e la tassonomia come strumenti di egemonia. Elettricità, magnetismo, esperimenti sul vuoto e sulla luce, al British Museum e nel contesto coloniale (inizio secolo XX).

Il terzo modulo comprende i seguenti argomenti: finalità e metodologie della Chimica dall'antichità fino agli inizi del XX secolo, con particolare riguardo alle problematiche sviluppate dal XV secolo in poi. Le teorie del calorico e del flogisto. La *vis vitalis* e la nascita della Chimica organica. Gli elementi: classificazione e scoperte, dalla teoria dei 4 elementi fino all'elaborazione delle Tavole Periodiche. Sviluppi e intersezioni della Termodinamica con le altre discipline. Approfondimenti di alcuni studi pionieristici in ambito chimico. L'acqua nella Storia della Scienza.

### **Struttura e reattività di metalloproteine**

*R. Pierattelli*

Il Corso presenta la chimica delle molecole biologiche contenenti ioni metallici inserendole nella ricerca genomica. Inizia con una panoramica sui modi di controllo e uso degli ioni metallici nei processi biologici e arriva alla descrizione della funzione e della reattività di alcune classi di molecole nella cornice della biologia dei sistemi. Nel corso vengono anche presentati alcuni metodi di investigazione di metalloproteine.

### **Struttura elettronica e proprietà molecolari**

*M. Piccioli, F. Totti*

Struttura elettronica e legame chimico. Controllo elettronico della configurazione nucleare: vibrazioni e accoppiamento vibronico. Metodi fisici per lo studio della struttura elettronica. Stereochimica e strutturistica chimica. Reazioni di trasferimento elettronico. Proprietà redox. Effetti elettro-conformazionali. Reattività e catalisi. Struttura elettronica e legame chimico. Controllo elettronico della configurazione nucleare: vibrazioni e accoppiamento vibronico. Metodi fisici per lo studio della struttura elettronica. Stereochimica e strutturistica chimica. Reazioni di trasferimento elettronico. Proprietà redox. Effetti elettro-conformazionali. Reattività e catalisi.

### **Strutturistica chimica**

*C. Bazzicalupi, M. Citroni*

L'insegnamento fornisce le definizioni di base di stato cristallino e delle leggi che lo regolano e delle tecniche sperimentali che ne consentono lo studio con particolare riguardo alla diffrazione a raggi X su cristallo singolo (cenni di diffrazione da campioni microcristallini e di diffrazione neutronica). Aspetti teorici saranno analizzati introducendo il teorema di Bloch e le sue implicazioni. Sarà trattato in particolare il fenomeno del polimorfismo dei cristalli molecolari. Saranno svolte esercitazioni mirate sulle strumentazioni del Centro Interdipartimentale di Cristallografia Strutturale e sulle principali banche dati cristallografiche e

### **Strutture di biomolecole e metallobiomolecole**

*L. Banci*

Elementi di struttura secondaria delle proteine. Angoli torsionali e plot di Ramachandran. Motivi strutturali: elica-loop-elica, forcina beta, chiave greca, beta-alfa-beta. Principali fold proteici, strutture alfa, strutture alfa/beta, strutture a foglietto beta. Classificazione strutturale delle proteine: CATH e SCOP. Protein data Bank e varie banche dati. Il processo di folding delle proteine. Interazioni non covalenti. Stabilità strutturale delle proteine. Lo stato denaturato e lo stato di molten globule. Metodologie impiegate per lo studio del folding. I vari modelli per descrivere i processi di folding. Il processo di folding in vivo. Chaperoni molecolari. Processi di aggregazione proteica e formazione di fibrille. La flessibilità delle proteine. La struttura del DNA e l'interazione proteina-DNA nei sistemi procariotici ed eucariotici. Proteine di membrana. Metodologie per la caratterizzazione strutturale delle macromolecole (spettroscopia NMR e X-ray). Tecniche strutturali integrate per la biologia strutturale a livello cellulare

### **Tecnologia di materiali avanzati**

*U. Bardi*

Proprietà meccaniche dei materiali, deformazione elastica e plastica, frattura. Proprietà di resistenza ad alte

temperature. Termodinamica dei motori termici. Cenni sul funzionamento delle turbine a gas. Barriere termiche composite per turbine a gas e metodi di manifattura delle stesse. Energia eolica e materiali per le turbine eoliche. Energia eolica di alta quota e materiali ad alta resistenza. Proprietà elettroniche dei semiconduttori, giunzioni p-n, celle fotovoltaiche. Tipi di celle: silicio, semiconduttori III-V, proprietà dei pannelli solari. Sistemi a focalizzazione per la produzione di energia; cenni sull'EROEI (ritorno energetico sull'energia investita).

## **Tecnologie ricombinanti**

*L. Magnelli*

Vettori di espressione per eucarioti.

Determinazione dell'espressione genica cellulare. Determinazione di geni correlati a patologie ereditarie e terapia genica di ripristino e correttiva. Studio del ciclo cellulare. Checkpoint del ciclo e sincronizzazione cellulare.

La mutagenesi sito-specifica come mezzo per lo studio della funzione delle proteine.

La co-localizzazione subcellulare delle proteine: co-immunoprecipitazione e immunofluorescenza.

I segnali dalla matrice. La transizione epitelio-mesenchimale. L'anoikis.

Interazioni tra proteine e DNA: la CHIP. Le interazioni tra proteine ed RNA: regolazione della stabilità e della funzionalità degli RNAm attraverso la localizzazione subcellulare (nucleoli, corpi di Cajal, granuli di stress). Metodiche in vitro per lo studio della trasformazione cellulare. Marcatori dell'apoptosi.

Il corso prevede 2 CFU di attività di laboratorio, in cui verranno affrontate praticamente le principali tecniche per lo studio della biologia cellulare e molecolare.