

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA**

**Facoltà di Scienze Matematiche,  
Fisiche e Naturali**

# **GUIDA DIDATTICA**

**Corso di Laurea in Scienze Chimiche  
Corso di Laurea in Tecnologie Chimiche  
per l'Ambiente e le Risorse  
Corso di Laurea Specialistica in  
Chimica**

**Anno Accademico 2007-08**



## INDICE

I corsi di laurea delle classi in Scienze e Tecnologie Chimiche .....	5
<b>Corso di Laurea in Scienze Chimiche (Triennale)</b> .....	7
<b>Corso di Laurea in Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse (Triennale)</b> .....	27
<b>Corso di Laurea Specialistica in Chimica (Biennale)</b> .....	41
<b>Trasferimenti</b> .....	69
<b>Il Programma E.R.A.S.M.U.S.</b> .....	69
Il sistema ECTS .....	69
Il programma TASSEP (Trans-Atlantic Science Student Exchange Programme) .....	70
<b>Dipartimenti, Laboratori, Centri di Ricerca, Dottorati di Ricerca, Scuole di Specializzazione</b> .....	70
Dipartimento di Chimica Fisica "Mario Rolla" .....	70
Dipartimento di Chimica Generale .....	73
Dipartimento di Chimica Organica .....	75
Biblioteca Unificata di Chimica .....	76
Centro Grandi Strumenti .....	77
Laboratorio Energia Nucleare Applicata (L.E.N.A.) .....	78
Il Centro Linguistico .....	79
Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche .....	80
Dottorato di Ricerca Europeo in Scienze Chimiche .....	81
Scuola di Specializzazione in Biochimica Clinica .....	81
Master (di secondo livello) in Materials Science - IUSS .....	81
Inchiostro, il giornale degli studenti .....	82

*L'Università di Pavia, in collaborazione con l'ISU, ha istituito una Banca dati dei laureati, triennali e specialistici e dottori di ricerca dell'Ateneo per favorire il loro inserimento nel mondo del lavoro.*

*I dati e il curriculum vengono inseriti nella Banca dati su richiesta di chi cerca lavoro al termine degli studi.*



## **I CORSI DELLE CLASSI DELLE LAUREE IN SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE**

La Riforma dell'Autonomia Didattica, applicata a partire dall'anno accademico 2001-02, prevede un percorso di studi che si snoda su tre livelli sequenziali di formazione che, schematicamente, possono essere così riassunti:

1° Livello: Laurea, durata triennale;

2° Livello: Laurea specialistica, durata biennale;

3° Livello: Dottorato di Ricerca, durata triennale.

Nell'ambito della Classe delle Lauree in Scienze e Tecnologie Chimiche, l'Università di Pavia ha attivato due lauree di 1° livello:

**Corso di Laurea in Scienze Chimiche;**

**Corso di Laurea in Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse.**

Mentre il primo percorso formativo privilegia una approfondita formazione culturale chimica che integra aspetti teorici con esercitazioni pratiche, il corso di laurea in Tecnologie Chimiche si focalizza sugli aspetti applicativi e gestionali delle attività del chimico.

**A partire dall'a.a. 2005/06 i corsi del 1° anno di SCICHIM e TECHIM sono in comune, con la sola esclusione dei corsi del settore organico, in questo modo si intende facilitare l'orientamento dello studente, anticipando quanto è previsto dalla riforma Moratti.**

Dall'anno accademico 2005-06 è attivo un unico **Corso di Laurea Specialistica in Chimica** articolato nei due percorsi *Scienze Chimiche* e *Metodologie Chimiche*.

## **IL CONSIGLIO DIDATTICO DELLA CLASSE DELLE LAUREE IN SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE**

L'attività didattica inerente tutti i corsi di Laurea triennale e di Laurea specialistica è regolata dal **Consiglio Didattico della Classe delle Lauree in Scienze e Tecnologie Chimiche** (CD in Chimica) costituito da tutti i docenti che impartiscono insegnamenti nell'ambito di almeno uno dei corsi, oltre che da una rappresentanza degli studenti chimici e del personale non docente.

Presidente del Consiglio Didattico è il Prof. PierPaolo Righetti (Dipartimento di Chimica Organica, tel. 0382-98 7312, E-mail pierpaolo.righetti@unipv.it), vicepresidente è il Prof. Vincenzo Massarotti (Dipartimento di Chimica Fisica, tel. 0382-98 7203, E-mail vincenzo.massarotti@unipv.it). A partire dal 1° novembre 2007 il Prof. Vincenzo Massarotti sarà il nuovo presidente del consiglio didattico delle scienze chimiche.

Informazioni sulla valutazione delle carriere e sul possibile passaggio dal vecchio ordinamento alle lauree triennali sono fornite, oltre che dal Prof. PierPaolo Righetti, dalla Prof. Franca Marinone (Dipartimento di Chimica Organica, tel. 0382-98 7317, E-mail marinone@unipv.it).

Tra le diverse commissioni del CD particolare importanza riveste la *Commissione Paritetica per la Didattica (CPD)* il cui compito principale è quello di monitorare periodicamente l'efficacia e la qualità del processo formativo. La CPD è costituita dai docenti Giorgio Spinolo, Paolo Quadrelli, Maurizio Licchelli e dagli studenti Simone Angioni, Claudio Casella, Simone Manzini.

## **RAPPRESENTANZE STUDENTESCHE**

I rappresentanti degli studenti nel Consiglio Didattico sono:

Angioni Simone	340 3988231	Enomisaldo@Libero.It
Assanelli Giulio	329 1149657	lco83it@yahoo.it
Begnamini Annamaria	328 0898408	begnaanna@yahoo.it
Calisto Roberto	338 6190481	robertokr@inwind.it
Casella Claudio	333 4238551	Claudio.Casella01@Ateneopv.it
Cavagna Maria Chiara	340 7678408	mariachiara.cavagna01@ateneopv.it
Manzini Simone	338 1756467	simone.manzini01@ateneopv.it
Moro Giovanni	349 1521780	giovanni.moro01@ateneopv.it
Salgaro Federico	333 4979158	okpj@libero.it

## **SEGRETERIA STUDENTI**

Tutte le pratiche degli studenti (domande di immatricolazione, di iscrizione, domande per ottenere la dispensa totale o parziale dal pagamento delle tasse, domande di trasferimento, domande di ammissione all'esame di laurea, ecc.) sono svolte presso la Segreteria Studenti, Via Ferrara 1, tel. 0382 98 5947 / 5952.

## CORSO DI LAUREA IN SCIENZE CHIMICHE (TRIENNALE)

<http://www.unipv.it/scichim>

La laurea in *Scienze Chimiche (SCICHIM)* ha raccolto l'eredità del precedente corso di laurea quinquennale in Chimica con i necessari ed opportuni adeguamenti organizzativi e culturali, in modo non solo da renderla pienamente compatibile con la riforma degli ordinamenti degli studi, ma anche più flessibile e più aperta al mondo del lavoro. Essa è stata pensata soprattutto in modo da essere fortemente orientata ad una solida formazione di base aperta al proseguimento degli studi nella laurea specialistica (anche con finalità di formazione di eccellenza). Di conseguenza il profilo culturale è caratterizzato da una solida base di matematica e fisica, come supporto indispensabile per tutti i successivi approfondimenti delle discipline chimiche. Le quattro discipline chimiche portanti (Chimica Analitica, Chimica Fisica, Chimica Generale e Inorganica, Chimica Organica) sono organizzate ciascuna su due annualità di corsi teorici, ognuno dei quali è a sua volta integrato da corsi di esercitazioni di laboratorio, in modo da assicurare un buon grado di sperimentaltà e confidenza con le metodologie chimiche, le strumentazioni e le problematiche del laboratorio chimico. Il profilo professionale risulta dettato dalla scelta di dare un forte carattere culturale al corso di Laurea. Tuttavia, in particolare nei corsi di laboratorio, si dà ampio spazio alla formazione di una professionalità direttamente spendibile sul mercato del lavoro in posizioni quali: laureati tecnici di laboratorio analisi/controllo di qualità, tecnici di laboratorio di ricerca e sviluppo prodotto/processo, tecnici di prodotto/servizio assistenza clienti, ecc. Gli studenti che non intendono proseguire negli studi specialistici hanno la possibilità di ampliare la loro professionalità svolgendo il periodo di tirocinio (12 crediti formativi universitari corrispondenti a 300 ore di impegno, cioè circa due-tre mesi) interamente presso enti/aziende esterne al mondo accademico.

Il Corso di Laurea è a libero accesso. Non vengono richiesti prerequisiti oltre al possesso del diploma di maturità conseguito in una Scuola secondaria Superiore e non sono previste, pertanto, prove di verifica delle conoscenze per alcuna disciplina. In ambito matematico, per colmare eventuali lacune di conoscenze di base, sarà organizzato un precorso di Matematica di 12-15 ore concentrato nell'ultima settimana di settembre.

### PIANO DEGLI STUDI

Il nuovo ordinamento degli studi è stato introdotto ufficialmente a partire dall'a.a. 2001-02. Come appare dallo schema relativo al piano degli studi, viene adottata l'organizzazione didattica semestrale. Le lezioni ed i laboratori del primo semestre hanno inizio di norma il 1° ottobre e terminano non oltre il 20 gennaio; quelli del secondo semestre hanno inizio di norma il 1° marzo e terminano non oltre il 20 giugno.

Il piano degli studi consigliato, e quindi approvato d'ufficio, viene riportato nello schema seguente. Esso prevede, in conformità con i decreti ministeriali, che lo studente consegua, per ciascun anno di corso, 60 crediti formativi universitari (CFU) per un totale, al termine del 3° anno, di 180 CFU. Ciascun CFU richiede un impegno per lo studente di 25 ore globali di attività (lezioni più studio): nel caso di insegnamenti teorici per ciascun CFU il numero di ore di lezione è pari a 8-9, nel caso di insegnamenti di laboratorio ogni CFU corrisponde a 13-15 ore di attività assistita. Gli studenti a tempo pieno possono presentare piani di studio individuali in cui i 180 CFU previsti per conseguire la laurea vengono raggiunti in modo diverso da quello sotto riportato e consigliato dal Consiglio Didattico; i piani di studio individuali, che devono essere opportunamente motivati, saranno esaminati ed eventualmente approvati dal Consiglio stesso. Gli studenti a tempo parziale potranno presentare piani di studio in cui il numero di CFU per ciascun anno di corso è inferiore a 60 e comunque superiore a 30. In casi particolari il piano degli studi presentato può anche comportare annualmente un numero di CFU superiore a 60. I piani di studio articolati su una durata differente da quella normale saranno sottoposti all'approvazione del CD in Chimica e del Consiglio di Facoltà.

## Schema semestrale degli insegnamenti

Precorso di Matematica

### 1° SEMESTRE

- Matematica per le Scienze Chimiche	9 CFU
- Chimica	3 CFU
- Chimica Generale ed Inorganica I	6 CFU
- Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica I	6 CFU
- Lingua inglese	6 CFU

### 2° SEMESTRE

- Metodi Numerici per la Chimica	6 CFU
- Chimica Organica I	9 CFU
- Laboratorio di Chimica Organica I	6 CFU
- Fisica I con Laboratorio	9 CFU

### 3° SEMESTRE

- Chimica Fisica I	9 CFU
- Laboratorio di Chimica Fisica I	6 CFU
- Chimica Analitica I	9 CFU
- Laboratorio di Chimica Analitica I	6 CFU

### 4° SEMESTRE

- Fisica II con Laboratorio	6 CFU
- Chimica Organica II	9 CFU
- Chimica Generale ed Inorganica II	9 CFU
- Corso opzionale	3 CFU
- Corso a libera scelta	3 CFU

### 5° SEMESTRE

- Chimica Fisica II	9 CFU
- Chimica Analitica II	9 CFU
- Chimica Biologica	6 CFU
- Corsi a libera scelta	6 CFU
- Corso opzionale	3 CFU

### 6° SEMESTRE

- Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica II	3 CFU
- Laboratorio di Chimica Organica II	3 CFU
- Laboratorio di Chimica Fisica II	3 CFU
- Laboratorio di Chimica Analitica II	3 CFU
- Tirocinio	12 CFU
- Prova Finale	3 CFU

I seguenti insegnamenti comportano una prova d'esame unica:

- *Chimica, Chimica Generale ed Inorganica I e Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica I*
- *Chimica Organica I e Laboratorio di Chimica Organica I*
- *Chimica Fisica I e Laboratorio di Chimica Fisica I*
- *Chimica Analitica I e Laboratorio di Chimica Analitica I*

I seguenti insegnamenti comportano una prova d'esame:

- *Matematica per le Scienze Chimiche*
- *Lingua Inglese*
- *Metodi Numerici per la Chimica*
- *Fisica I con Laboratorio*

- *Fisica II con Laboratorio*
- *Chimica Generale ed Inorganica II*
- *Chimica Organica II*
- *Chimica Fisica II*
- *Chimica Analitica II*
- *Chimica Biologica*
- *Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica II*
- *Laboratorio di Chimica Organica II*
- *Laboratorio di Chimica Fisica II*
- *Laboratorio di Chimica Analitica II*
- *Corsi opzionali*
- *Corsi a libera scelta*

La collocazione nei semestri dei *Corsi opzionali* e dei *Corsi a libera scelta* sopra riportata è quella consigliata; tuttavia, questi corsi possono essere seguiti anche in altro semestre compatibilmente con il periodo didattico in cui esiste l'offerta del corso che lo studente intende seguire. I relativi periodi didattici (semestri) sono riportati nei sottostanti elenchi.

Un *Corso opzionale* deve essere scelto tra i seguenti insegnamenti:

- |   |       |             |
|---|-------|-------------|
| - <i>Metodi Chimico-fisici in Chimica Industriale</i> | 3 CFU | II semestre |
| - <i>Chimica Inorganica Industriale</i>               | 3 CFU | II semestre |
| - <i>Chimica Organica Industriale</i>                 | 3 CFU | I semestre  |
| - <i>Chimica e Tecnologia dei Polimeri</i>            | 3 CFU | II semestre |

Un *Corso opzionale* deve essere scelto tra i seguenti insegnamenti:

- |                          |       |             |
|--------------------------|-------|-------------|
| - <i>Mineralogia</i>     | 3 CFU | I semestre  |
| - <i>Cristallografia</i> | 3 CFU | II semestre |

I *Corsi a libera scelta* possono essere scelti liberamente tra:

- I corsi sopra elencati non scelti come opzionali
- Un secondo modulo di approfondimento di 3 CFU dei corsi stessi, ove ne esista l'offerta didattica
- I corsi del seguente elenco (3 o 6 CFU indica che il corso è modulare e si può scegliere la sola prima parte di 3 CFU ovvero abbinare un secondo modulo di approfondimento):
 

- <i>Biotecnologie Industriali</i>	3 CFU	II semestre
- <i>Chimica per i Beni Culturali</i>	3 o 6 CFU	I semestre
- <i>Elettrochimica</i>	3 o 6 CFU	I semestre
- <i>Fotochimica</i>	3 o 6 CFU	I semestre
- <i>Metodi Fisici in Chimica Organica</i>	3 o 6 CFU	I semestre
- <i>Radiochimica</i>	3 o 6 CFU	I semestre
- Altri insegnamenti impartiti presso l'Università di Pavia

### **Propedeuticità degli esami**

Tutti gli esami di insegnamenti del tipo *Chimica YY I* e *Laboratorio di Chimica YY I* debbono essere sostenuti prima dei corrispondenti esami di tipo *Chimica YY II* e *Laboratorio di Chimica YY II*; in modo analogo l'esame di *Fisica I con Laboratorio* deve essere sostenuto prima di *Fisica II con Laboratorio*; l'esame di *Chimica Fisica I* e *Laboratorio di Chimica Fisica I* deve essere preceduto da quello di *Matematica per le Scienze Chimiche*.

### **Frequenze**

La frequenza alle attività di laboratorio è obbligatoria per gli insegnamenti che prevedono ufficialmente nel titolo il laboratorio. Eventuali assenze, in misura comunque non superiore al 25% delle ore di laboratorio previste, dovranno essere opportunamente motivate e saranno valutate dal titolare del corso ai fini del rilascio dell'attestato di frequenza. Nel caso di studenti lavoratori,

la frequenza ai laboratori può essere sostituita con attività svolte presso industrie/aziende del settore qualora tali attività siano affini alle esercitazioni che vengono svolte nei laboratori. Il giudizio di affinità sarà dato dalla commissione didattica del corso di laurea sentito il parere del(i) docente(i) interessato(i).

### **Sessioni d'esame**

Gli esami per gli studenti regolari possono svolgersi:

- dal termine delle lezioni del I semestre all'inizio di quelle del II semestre;
- dal termine delle lezioni del II semestre al 31 luglio;
- dal 1° settembre all'inizio delle lezioni del I semestre dell'anno successivo (sessione di recupero).

### **Tirocinio**

Agli studenti che intendono proseguire negli studi specialistici viene consigliato di impegnare i 12 CFU della voce tirocinio in quattro ulteriori moduli di 3 CFU, uno per ciascuno dei quattro *Laboratori Chimici II* che si svolgono nel 6° semestre e che vengono definiti: "Completamento attività formative". L'obiettivo formativo di tale proposta didattica è di consolidare la pratica di laboratorio e di iniziare ad avvicinare lo studente alle tematiche, alle metodologie e alle strumentazioni dei laboratori di ricerca dei Dipartimenti Chimici. Nel corso di questo tirocinio, ogni studente dovrà svolgere una tesina sotto la guida di un tutor universitario (un docente di discipline chimiche dell'Università di Pavia).

Agli studenti che non intendono proseguire negli studi specialistici viene consigliato di impegnare i 12 CFU della voce tirocinio come stage aziendale, presso aziende/enti/industrie/laboratori chimici esterni al mondo accademico. Durante lo stage aziendale ogni studente sarà seguito da un tutor universitario e da un tutor aziendale. L'obiettivo è di consentire agli studenti di prendere conoscenza diretta della realtà produttiva, promuovendo in loro un atteggiamento professionale atto ad un proficuo inserimento nel mondo del lavoro.

L'acquisizione dei crediti relativi al tirocinio avverrà sulla base di una attestazione del tutor universitario.

Docente di riferimento per i tirocini aziendali è la Prof. Franca Marinone.

### **Prova finale**

Gli studenti saranno ammessi alla seduta di laurea se avranno acquisito tutti i 177 CFU previsti e superate le relative prove di verifica. La prova finale consisterà in una relazione scritta sull'attività svolta nel periodo di tirocinio, attestata da un docente universitario in funzione di relatore (tutor), che verrà discussa in seduta pubblica di fronte ad apposita commissione di laurea. La valutazione finale è espressa in centodecimi e comprende una valutazione globale del curriculum del laureando.

Gli studenti devono presentare alla Segreteria Studenti domanda di ammissione all'esame di laurea, di norma un mese prima della data fissata per la seduta. Circa 15 giorni prima della seduta devono consegnare il libretto, per la verifica del superamento di tutti gli esami. La relazione scritta di cui sopra deve essere redatta in quattro copie controfirmate dal relatore. Di queste, una copia (stampata fronte-retro, non spiralata) deve essere consegnata alla Segreteria Studenti (di norma almeno una settimana prima della data fissata per la seduta), una copia alla segreteria del Dipartimento di Chimica Generale ed una copia al relatore; l'ultima copia rimane allo studente.

## **PROGRAMMA DEGLI INSEGNAMENTI**

### **Precorso di Matematica**

**Vitali, Enrico**

Dipartimento di Matematica "F. Casorati", Via Ferrata 1 - E-mail: enrico.vitali@unipv.it

Per gli studenti che intendono iscriversi al 1° anno dei Corsi di Laurea in Scienze Chimiche e in Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse si svolgeranno lezioni, con esercizi, di Precorso aventi lo scopo di colmare eventuali lacune che ciascun studente può presentare nella preparazione matematica ricevuta nelle Scuole secondarie. Le lezioni avranno inizio il giorno lunedì 25 settembre 2006, ore 10, presso il Dipartimento di Chimica Generale (via Taramelli 12), in Aula Grande al 1° piano. Si fa presente l'utilità che offre tale Precorso nel facilitare l'approccio ai corsi di Matematica dei Corsi di Laurea chimici.

## **CORSI OBBLIGATORI**

### **Chimica**

**Fabbrizzi, Luigi**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: luigi.fabbrizzi@unipv.it

Programma: Sostanze elementari e composte. Formule: minime, molecolari di struttura. La scrittura delle formule di struttura, il legame a coppia di elettroni, la teoria delle coppie elettroniche di valenza, la geometria delle molecole. Formule di struttura e polarità delle molecole. Le rappresentazioni di risonanza. Per il testo, le modalità d'esame e le altre informazioni, si rimanda a Chimica Generale e Inorganica I.

### **Chimica Analitica I**

**Pesavento, Maria**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: maria.pesavento@unipv.it

Vengono descritti i principi di base delle misure chimiche, a partire dalle reazioni utilizzabili per ottenere informazioni quali e quantitative: reazioni acido-base, di complessazione, di precipitazione e di distribuzione fra fasi, e i relativi concetti di equilibrio chimico. Sono illustrate le metodologie di calcolo di base per la risoluzione degli equilibri chimici. Vengono presentati i metodi gravimetrici, titrimetrici, e alcuni metodi strumentali, più utilizzati per determinazioni quantitative, e in relazione ai livelli di concentrazione da determinare. Tra i metodi strumentali si descrivono in particolare alcuni metodi elettrochimici, quali la potenziometria redox e ISE, la polarografia, la voltammetria e la coulombmetria. In relazione al problema delle interferenze vengono descritti vari metodi di separazione cromatografica. Vengono dettagliatamente presentati i principi di base e i più importanti metodi cromatografici. In relazione alle diverse tecniche sono presentate le metodologie per l'ottenimento di informazioni quantitative. La valutazione delle metodologie e dei risultati tramite criteri statistici è discussa con esempi tratti dai diversi metodi descritti.

Lo scopo del corso è di fornire allo studente i criteri di base per la selezione di un metodo analitico in relazione al problema da risolvere, alla precisione e accuratezza richieste, ai livelli di concentrazione e alla presenza di interferenti. Dovrà essere in grado di trattare i più comuni problemi relativi agli equilibri chimici di interesse nelle analisi quantitative.

L'esame consiste in una prova scritta su problemi di analisi degli equilibri, e in una prova orale sui metodi analitici strumentali che sono stati presentati durante il corso. Il voto è in comune con Laboratorio di Chimica Analitica I.

Testo di riferimento:

D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, Fondamenti di Chimica Analitica, EdiSES, 2002.

## **Chimica Analitica II**

**Benetti, Pietro**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: benetti@pv.infn.it

Il corso tratta le più comuni tecniche spettroscopiche utilizzate in Chimica Analitica. Per ciascuna di queste vengono presentati i principi, discussa la strumentazione ed alla fine esaminate alcune applicazioni.

Cenni di teoria del rapporto segnale rumore nel trattamento dei dati analitici. Limite di rivelabilità e suo significato.

Spettroscopie atomiche per l'analisi elementare mediante emissione ed assorbimento.

Raggi X. Cenni di analisi delle superfici.

Spettrofotometria molecolare UV-VIS-IR.

Spettrometria di massa.

Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di selezionare in modo critico le tecniche più opportune per compiere una data analisi chimica, tenuto anche conto di quanto appreso nel precedente insegnamento di Chimica Analitica I.

Modalità dell'esame: orale

Testo consigliato: Skoog-Holler-Nieman: Principles of Instrumental Analysis, Saunders College Publishing

## **Chimica Biologica**

**Tira, M. Enrica**

Dipartimento di Biochimica Sez.Scienze, Via Bassi 21 - E-mail: enrica@unipv.it

**Cosulich, M. Elisabetta**

Dipartimento di Biochimica Sez.Scienze, Via Bassi 21 - E-mail: mariaelisabetta.cosulich@unipv.it

Lo scopo del corso è quello di descrivere a livello molecolare i principi generali di funzionamento della cellula negli eucarioti e le specializzazioni funzionali dei vari tessuti con l'obiettivo di portare lo studente alla conoscenza strutturale delle biomolecole ed alla visione integrata dei meccanismi che presiedono le funzioni biologiche

Programma: Struttura ed organizzazione della cellula. Proteine: gli amminoacidi, il legame peptidico Motivi strutturali:  $\alpha$  elica e struttura  $\beta$ . Struttura terziaria e quaternaria Funzioni delle proteine. Gli enzimi: esempi di catalisi enzimatica. Enzimi allosterici. Emoglobina e Mioglobina: il trasporto di  $O_2$ ; regolazione del trasporto, effetto Bohr, 2,3DPG.

Le membrane biologiche: struttura e funzione. Proteine e lipidi di membrana e loro funzioni.

Metabolismo. Metabolismo energetico. Il glicogeno: struttura, sintesi e demolizione. La glicolisi, gluconeogenesi ed il ciclo degli acidi tricarbossilici. Lipidi: biosintesi degli acidi grassi e loro demolizione. Catena respiratoria e fosforilazione ossidativa. Sintesi di ATP. Fotosintesi e fissazione della  $CO_2$ .

Gli ormoni e la biosegnalazione.

Acidi nucleici. Struttura del DNA e del RNA. Sintesi del DNA. Sintesi e maturazione del RNA.

Codice genetico. La sintesi delle proteine.

Esame: colloquio orale.

Testi di riferimento: D.L.Nelson, M.M.Cox "Introduzione alla Biochimica di Lehninger", Zanichelli  
D.Voet, J.G.Voet, C.W.Pratt "Fondamenti di Biochimica", Zanichelli.

## **Chimica Fisica I**

**Margheritis, Chiara**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: chiara.margheritis@unipv.it

Termodinamica classica. Concetti introduttivi. Primo principio della termodinamica: le funzioni entalpia ed energia interna. Secondo principio: funzione entropia, macchina termica e macchina frigorifera. La funzione di Gibbs e la funzione di Helmholtz. Il potenziale chimico in sistemi ideali e reali. L'equilibrio delle fasi e il teorema di Gibbs (analisi di sistemi a uno e due componenti). L'equilibrio chimico in sistemi omogenei (ideali e reali) e in sistemi eterogenei. Il terzo principio della termodinamica. Calcolo della costante di equilibrio.

Introduzione alla meccanica quantistica. La equazione di Schroedinger agli stati stazionari: particella della scatola monodimensionale e tridimensionale, particella rotante, l'elettrone nell'atomo idrogenoide. Cenni sull'utilizzo del metodo Hartree-Fock per la trattazione degli atomi polielettronici.

Introduzione alla termodinamica statistica. La legge di distribuzione di Boltzmann. La funzione di partizione molecolare  $Z$ : i diversi contributi ed il suo utilizzo per il calcolo delle proprietà termodinamiche. Il principio di equipartizione dell'energia: contributi a  $C_v$  in un gas ideale mono e poliatomico. Cenni sulla trattazione di sistemi di particelle interagenti: insieme canonico ed ipotesi ergodica.

L'esame è orale e può essere sostenuto o interamente alla fine del corso oppure durante il corso suddiviso nella parte di Termodinamica Chimica e Chimica Teorica/Termodinamica Statistica.

Testi consigliati: C. Sinistri Chimica Fisica (La Goliardica Pavese) Alberty Chimica Fisica.

## **Chimica Fisica II**

**Spinolo, Giorgio**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: gs@unipv.it

Il corso ha come prerequisito le conoscenze di termodinamica classica e le introduzioni alla meccanica quantistica ed alla termodinamica statistica fornite dalla Chimica Fisica I.

Dopo aver rapidamente ripresentato ed ampliato i due ultimi argomenti, la prima parte del corso discute i gradi di libertà traslazionali (rotazionali, vibrazionali) ed elettronici di atomi e molecole trattando in parallelo gli aspetti meccanici, spettroscopici e statistici (gas ideale) e concludendo con le spettroscopie di risonanza e di fotoelettroni.

Nella seconda parte si trattano gli stati elettronici dei solidi cristallini, metalli, isolanti e semiconduttori, l'approccio quasi-chimico ai difetti di punto, una breve presentazione dell'adsorbimento e dei fenomeni di superficie.

La cinetica viene trattata nel parallelo corso di laboratorio, con l'eccezione di quanto più strettamente connesso a questo corso (velocità assoluta di reazione, laser).

Allo studente è richiesta la capacità di discutere i principali risultati relativi ai vari argomenti.

L'esame consiste di una prova orale.

Come testo di riferimento può essere utilizzato un qualunque testo classico di Chimica fisica (per chimici) quale ad esempio: Peter W. Atkins, Julio De Paula "Chimica fisica" Zanichelli. Sul sito web del docente ([http://chifis.unipv.it/materials/Chimica\\_fisica\\_2/chimica\\_fisica\\_2.html](http://chifis.unipv.it/materials/Chimica_fisica_2/chimica_fisica_2.html)) si può trovare vario materiale didattico quale appunti (di chiarimento o approfondimento) e precedenti esercizi d'esame.

## **Chimica Generale ed Inorganica I**

**Fabbrizzi, Luigi**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: luigi.fabbrizzi@unipv.it

Programma: La struttura dell'atomo. L'atomo d'idrogeno. La forma degli orbitali atomici. Atomi poli-elettronici: il riempimento degli orbitali atomici e la tavola periodica degli elementi. La massa degli atomi e la mole. Cationi e anioni, legame ionico, reticoli ionici, energia di reticolo. Il legame covalente e la struttura delle molecole. Il legame a coppia di elettroni (notazione di Lewis). Legami s e p. Orbitali molecolari. Le interazioni intermolecolari e gli stati di aggregazione. Le reazioni: velocità di reazione, legge di velocità, energia di attivazione, catalisi. Equilibrio chimico, costanti di equilibrio. Equilibri ionici in soluzione acquosa. Le reazioni acido-base di Brønsted. Acidi e basi di Lewis. Composti di coordinazione: numero di coordinazione e geometria. Stabilizzazione del campo cristallino. Agenti chelanti. Il legame  $\pi$  nei composti di coordinazione. Equilibri di ossido-riduzione. Celle elettriche e potenziali di elettrodo. L'equazione di Nernst. Scambi di energia nelle reazioni di equilibrio. La chimica inorganica degli elementi dei gruppi dal XIII al XVIII.

Lo studente, una volta superato il corso, è in grado di interpretare le proprietà delle sostanze sulle basi della natura del legame e della formula di struttura e delle interazioni intermolecolari; è capace di classificare le reazioni come processi acido-base e processi redox; conosce le proprietà e la reattività degli elementi del blocco p e dei loro composti.

L'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale. Durante il corso vengono svolte tre prove scritte in itinere. Allo studente che ha superato le tre prove con una media superiore ai 18/30 non è richiesto di sostenere la prova scritta d'esame.

Testo consigliato: P. Atkins, L. Jones, Principi di Chimica, Zanichelli, Bologna, 2005.

## **Chimica Generale ed Inorganica II**

**Casella, Luigi**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: luigi.casella@unipv.it

Nel corso verranno affrontati i seguenti argomenti:

Struttura degli atomi e proprietà periodiche. Legame ionico e solidi ionici. Forze intermolecolari. Simmetria molecolare e teoria dei gruppi. Legame covalente nelle molecole biatomiche e costruzione degli orbitali molecolari. Legame covalente nelle molecole poliatomiche. Costruzione ed energetica degli orbitali ibridi. Cenni alla teoria delle bande nei solidi. Conduttori, isolanti, semiconduttori, e superconduttori. Basi della spettroscopia molecolare. Vibrazioni molecolari e loro simmetria. Spettroscopia Raman. I cromofori e gli assorbimenti nella regione UV-visibile. Principio di Franck-Condon. Fluorescenza e fosforescenza. Composti di coordinazione: formazione, stabilità, isomeria, legame, potenziali redox, reattività, proprietà magnetiche e ottiche. Composti organometallici. Catalisi da parte dei composti dei metalli di transizione e organometallici. Chimica descrittiva degli elementi di transizione.

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale.

Testo di riferimento:

D.F. Shriver, P.W. Atkins "Inorganic Chemistry" Oxford University Press.

## **Chimica Organica I**

**Desimoni, Giovanni**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: [desimoni@unipv.it](mailto:desimoni@unipv.it)

Il corso inizia con i concetti legati a struttura e proprietà delle molecole organiche: configurazione elettronica degli atomi, orbitali ibridi del carbonio, dagli orbitali atomici agli orbitali molecolari s e p; polarità dei legami, effetto induttivo ed effetto polare di risonanza; acidi e basi in chimica organica, misura di acidità e basicità, effetto dei sostituenti su pKa e pKb, definizione secondo Lewis e teoria di Pearson degli acidi e basi hard e soft.

Principi base di nomenclatura dei composti organici.

L'atomo di carbonio chirale ed i fondamenti di stereochimica.

La parte principale del corso tratta la sintesi e la reattività delle principali classi di composti organici alifatici, aliciclici, aromatici monofunzionali (idrocarburi, alogenuri alchilici e arilici, alcoli, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici e derivati, ammine) ed i meccanismi delle reazioni di trasformazione degli stessi.

Le macromolecole di importanza industriale: monomeri e polimeri, tipi di reazione di polimerizzazione, le polimerizzazioni a stereochimica controllata, i catalizzatori di Ziegler-Natta e la tatticità del polimero.

L'esame consiste in una prova orale sostenuta in connessione con l'esame di Laboratorio di Chimica Organica I (vedi).

Testi di riferimento:

R. T. Morrison e R. N. Boyd "Chimica Organica" – Casa editrice Ambrosiana (limitatamente ai capitoli che sviluppano le parti del programma del corso).

## **Chimica Organica II**

**Albini, Angelo**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: [angelo.albini@unipv.it](mailto:angelo.albini@unipv.it)

Il secondo corso di Chimica Organica completa la presentazione delle classi di molecole organiche più importanti, aggiungendo le molecole naturali (grassi, zuccheri e proteine) e gli eterocicli (eteroaromatici elettron-ricchi e poveri). Nella parte più estesa, introduce i principi che guidano la sintesi delle molecole, in particolare per quanto riguarda il passaggio fondamentale nella costruzione delle molecole organiche, la formazione del legame carbonio-carbonio. Questa viene discussa sulla base dell'intermedio attivato caratteristico (anione o nucleofilo neutro, catione, radicale, carbene, ecc.).

L'obiettivo è quello di acquisire la capacità di progettare sintesi di molecole di ragionevole complessità. Per questo, ogni parte del programma comprende un'esercitazione scritta che permetta a discente e docente di verificare le abilità conseguite. L'esame consiste in una prova scritta e un colloquio.

Testi di riferimento: Carey, Sundberg, Advanced Organic Chemistry; Morrison, Boyd, Chimica Organica; Clayden, Greeves, Warren, Wothers, Organic Chemistry.

## **Fisica I e Laboratorio**

**Rimoldi, Adele**

Dipartimento di Fisica Nucleare e Teorica, Via Bassi 4 - E-mail: [adele.rimoldi@cern.ch](mailto:adele.rimoldi@cern.ch)

Gli argomenti di fisica trattati nel corso sono affrontati in modo da sollecitare una discussione e un approfondimento delle varie tematiche. Un ciclo di Esercitazioni compendia il Corso e un ciclo di Seminari Didattici favorisce l'approfondimento della materia.

All'inizio del corso è presentata una panoramica sulla Fisica Moderna e i grandi temi che la caratterizzano ai nostri giorni. Gli argomenti trattati in seguito spaziano dalla meccanica del

punto materiale, dei sistemi di particelle e del corpo rigido alla applicazione dei principi di conservazione alle forze e all'energia. Termodinamica e ottica. Una presentazione dell'elettromagnetismo nei suoi punti essenziali e la trattazione delle onde elettromagnetiche concludono il Corso.

Le Esercitazioni in Laboratorio riguardano soprattutto argomenti di elettromagnetismo, dalla realizzazione di circuiti in corrente continua ed alternata ad esperienze di ottica geometrica e fisica (microscopio, spettroscopio).

L'esame consiste di una prova scritta e di una orale. Due prove scritte in itinere vengono previste. La prima nell'intorno delle vacanze pasquali e la seconda al termine delle lezioni. Le date sono concordate con gli studenti e discusse a lezione. Il superamento di entrambe le prove con una votazione superiore in media ai 18 trentesimi garantisce la dispensa dal sostenere la prova scritta prima dell'appello. Lo studente che ha superato positivamente le prove in itinere è quindi dispensato dalla prova scritta ma limitatamente agli appelli dell'anno Accademico in Corso. La prova orale riguarda invece un colloquio sugli argomenti oggetto del corso.

Il libro di testo adottato è "Fondamenti di Fisica" di J.S.Walker, Zanichelli editore.

## **Fisica II con laboratorio**

### **Campagnoli, Giancarlo**

Dipartimento di Fisica "A. Volta", Via Bassi 6 - E-mail: [campagnoli@fisicavolta.unipv.it](mailto:campagnoli@fisicavolta.unipv.it)

### **Mihich, Luigi**

Dipartimento di Fisica "A. Volta", Via Bassi 6 - E-mail: [mihich@fisicavolta.unipv.it](mailto:mihich@fisicavolta.unipv.it)

Il corso si propone sia di approfondire dal punto di vista teorico argomenti già introdotti nel corso di Fisica I che di presentare nuovi argomenti e nozioni così da consentire allo studente una migliore comprensione della fisica fondamentale. Sono discussi e trattati in dettaglio: il moto di una particella in un campo di forza centrale; il modello atomico di Bohr; la statica e la dinamica dei fluidi; l'equazione di D'Alembert per le onde; la legge di Faraday-Neumann ed i circuiti in corrente alternata; la elettrostatica e la magnetostatica nella materia; le equazioni di Maxwell; la generazione delle onde elettromagnetiche.

Alcune esperienze di laboratorio riguardanti la propagazione delle onde sonore, la conservazione e la trasformazione dell'energia e l'analisi di circuiti elettrici si propongono di addestrare lo studente non solo ad utilizzare gli strumenti di misura ma anche ad interpretare correttamente i risultati sperimentali confrontandoli con quelli previsti dalla teoria.

L'esame consiste in una prova orale che comprende anche una discussione delle esperienze effettuate.

Testo di riferimento: Fondamenti di Fisica di J.S. Walker, Zanichelli editore.

Appunti dei docenti.

## **Laboratorio di Chimica Analitica I**

In comune con il corso di Laboratorio di Chimica Analitica per la laurea in Tecnologie Chimiche.

## **Laboratorio di Chimica Analitica II**

### **Alberti, Giancarla**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: [giancarla.alberti@unipv.it](mailto:giancarla.alberti@unipv.it)

Il corso si propone di fornire agli studenti competenze pratico/sperimentali riguardanti le principali tecniche di analisi chimica strumentale di base (spettrofotometria, potenziometria). In particolare, competenze sia nell'utilizzo della strumentazione di base del laboratorio chimico-analitico, che nella scelta e nell'applicazione delle metodologie analitiche di base. I fondamenti teo-

rici di queste metodologie sono ampiamente illustrati nei corsi teorici propedeutici (Chimica Analitica I e II), con i quali il presente corso è fortemente integrato.

L'allievo dovrà essere in grado di: utilizzare correttamente la strumentazione di base del laboratorio chimico-analitico (bilance analitiche, strumentazione volumetrica, spettrofotometrica, e potenziometrica); scegliere ed applicare correttamente la metodologia analitica classica o strumentale di base per il campionamento, la preparazione del campione e l'analisi chimica di campioni reali, nonché di effettuare il trattamento statistico dei dati analitici, valutandone accuratezza, precisione e intervalli fiduciari; effettuare la calibrazione di metodiche analitiche comparative; scegliere la corretta metodica analitica in base alla tipologia della matrice e del componente da dosare.

La metodologia didattica impiegata consiste in: esperienze di laboratorio guidate, eseguite in prima persona dallo studente, durante le quali impara ad applicare le principali metodologie della chimica analitica a campioni incogniti, nonché ad utilizzare la strumentazione di base del laboratorio chimico-analitico. Per ogni esperienza è richiesta l'elaborazione e valutazione critica dei dati analitici ottenuti e la redazione di una relazione.

L'esame consiste in una prova orale che si svolge alla fine del corso.

Testi di riferimento: D.C. Harris – Chimica Analitica Quantitativa – Ed. Zanichelli.

## **Laboratorio di Chimica Fisica I**

**Berbenni, Vittorio**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: vittorio.berbenni@unipv.it

### **A) Elettrochimica**

1. Conducibilità elettrica : definizioni e principi di misura. Conduttori di I e II specie. I sali fusi, le soluzioni elettrolitiche e gli elettroliti solidi. Applicazione dei dati conduttimetrici per ottenere costanti fisiche e termodinamiche: numeri di trasporto, conducibilità ioniche molari limite, costanti di dissociazione di elettroliti deboli, prodotti di solubilità. Titolazioni conduttimetriche
  2. Celle elettrochimiche reversibili. Tipologia di elettrodi. Espressione della forza elettromotrice di una cella elettrochimica. Determinazione da dati elettrochimici di costanti termodinamiche: costanti di equilibrio, costanti di dissociazione, prodotti di solubilità. Relazione tra i parametri termodinamici della reazione di cella e il dato di f.e.m.
  3. Elettrolisi: leggi di Faraday. Polarizzazione e sovratensione. Calcolo dai potenziali di scarica anodici e catodici con diverse combinazione di elettrodi / elettroliti.
- B) Termochimica e calorimetria.** Il primo principio della termodinamica , entalpia ed energia interna e relazione che tra di esse intercorre. Dipendenza della entalpia di reazione dalla temperatura. Rassegna sulla entalpia di numerosi processi: entalpia di dissoluzione, di solvatazione, ciclo di Born-Haber. Diversi criteri di classificazione per i calorimetri: esempi di alcuni calorimetri. La calorimetria differenziale a scansione.

## **Laboratorio di Chimica Fisica II**

**Anselmi Tamburini, Umberto**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: tau@unipv.it

Il corso affonda la cinetica chimica in fase omogenea nei suoi vari aspetti teorici e sperimentali. La sezione teorica del corso è divisa in tre parti. Nella prima parte viene presentata la cosiddetta cinetica classica. Vengono a tal scopo discusse tutte le tecniche più comunemente utilizzate per la identificazione della legge cinetica e dell'ordine di reazione in reazioni semplici in fase omogenea, dando grande rilevanza alla soluzione di problemi pratici. Nella seconda parte vengono discussi gli aspetti cinetici connessi con sistemi di reazioni complesse, ma ancora trattabili ana-

liticamente, seppure in modo approssimato. Nella terza parte vengono presentati i principali modelli teorici per l'interpretazione della cinetica di reazione in fase omogenea.

La sezione di laboratorio è a sua volta divisa in due parti. Gli studenti, divisi in gruppi di 3-4 unità, devono affrontare nella prima parte lo studio sperimentale di una cinetica chimica in soluzione, mentre nella seconda parte, esclusivamente numerica, devono risolvere problemi cinetici che coinvolgono reti di reazioni complesse non trattabili analiticamente. In entrambi i casi è richiesta la stesura di una breve relazione sull'attività svolta.

La votazione finale deriva dal risultato di una prova scritta, che contiene problemi di cinetica classica e domande sulla cinetica delle reazioni complesse e dalla valutazione delle relazioni di laboratorio.

Testi di riferimento:

A complemento delle dispense e del materiale didattico fornito durante il corso gli studenti possono utilizzare la sezione di cinetica chimica di un qualunque testo di chimica fisica (ad esempio Atkins, Chimica fisica, Zanichelli).

## **Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica I**

**Pallavicini, Piersandro**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: piersandro.pallavicini@unipv.it

Il corso consiste in lezioni frontali (circa 40 ore), in cui vengono spiegati teoria e schemi di calcolo necessari a risolvere problemi che riguardano la chimica generale e lo svolgimento in laboratorio di sintesi, reazioni e procedimenti di purificazione: bilanciamento delle reazioni, calcolo delle percentuali e determinazione delle formule molecolari, rapporti ponderali nelle reazioni, uso delle soluzioni e loro concentrazione, analisi volumetrica, legge dei gas ideali e applicazioni, equilibrio chimico. Sulla base della teoria e delle tecniche di calcolo apprese, e in parallelo a quanto spiegato nel corso di Chimica Generale ed Inorganica I, lo studente affronterà anche una parte di esercitazioni in laboratorio (frequenza obbligatoria, circa 50 ore) dedicate alla sintesi di prodotti inorganici, alla loro purificazione, alla determinazione della loro purezza e alla loro caratterizzazione (ricristallizzazione, sublimazione, titolazioni acido-base e redox, determinazioni gravimetriche, estrazione con solvente). Alla fine del corso lo studente sarà in grado di utilizzare con confidenza le attrezzature e le tecniche basilari di un laboratorio chimico e di impostare sia sulla carta che in pratica sintesi di tipo inorganico e semplici esperimenti per la purificazione e la determinazione della purezza delle sostanze prodotte. L'esame consiste in una parte scritta (che può essere svolta con prove in itinere o con un unico scritto finale) e in una parte orale relativa sia alle esperienze in laboratorio che alle lezioni teoriche affrontate in aula. Per questo corso e per quello di Chimica Generale ed Inorganica I si assegna un solo voto.

Testi: M. Freni, A. Sacco, "Stechiometria", Guadagni; (oppure: I. Bertini, F. Mani, "Stechiometria", Ambrosiana); Küster, Fishbeck, Thiel, "Tabelle logaritmiche", Hoepli.

## **Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica II**

**Licchelli, Maurizio**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: maurizio.licchelli@unipv.it

Il corso prevede la verifica sperimentale delle proprietà di alcuni elementi, la preparazione di composti inorganici e la loro caratterizzazione mediante l'impiego delle tecniche usuali del laboratorio di chimica inorganica.

Nel corso del I modulo (3CFU) verranno trattati, mediante lezioni teoriche ed esperienze correlate, i seguenti argomenti: formazione di composti inorganici ciclici e polimerici; sintesi di poliossoanioni e silossani ciclici; stabilizzazione di stati di ossidazione in alcuni elementi del blocco *d* (formazione di composti insolubili e di composti di coordinazione); stabilità dei complessi in soluzione.

Le esercitazioni saranno completate dall'utilizzo diretto di alcune apparecchiature (spettrofotometri UV/vis e FT-IR) per la caratterizzazione e lo studio delle proprietà dei prodotti di laboratorio. Gli studenti che intendono proseguire negli studi specialistici potranno impegnare il II modulo (3CFU) come parte del tirocinio per consolidare la pratica di laboratorio. Nella seconda parte del corso saranno trattati i seguenti temi: metodi per la determinazione della stechiometria di un complesso; preparazione di sistemi macrociclici e macrobicyclici mediante sintesi diretta o guidata da ioni metallici (effetto *template*); stabilità e reattività dei complessi macrociclici; reattività di composti organometallici.

Alla fine del corso lo studente deve aver acquisito la capacità di condurre attività sperimentale nell'ambito della sintesi di composti inorganici e, in particolare, di composti di coordinazione. Lo studente dovrà inoltre essere in grado di applicare le tecniche UV-vis e FT-IR alla caratterizzazione di composti inorganici.

Modalità dell'esame: orale e valutazione del quaderno di laboratorio

Testi consigliati: J.E. Huheey, E.A. Keiter, R.L. Keiter *Chimica Inorganica Principi, Strutture, Reattività*, Piccin, Padova, 1999.

## **Laboratorio di Chimica Organica I**

**Marinone Albini, Franca**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: marinone@unipv.it

Nelle lezioni in aula vengono impartiti i principi elementari di spettroscopia IR ed NMR applicati alla Chimica Organica. L'illustrazione di vari esempi e la risoluzione di numerosi esercizi mettono in grado gli studenti, alla fine del corso, di "leggere gli spettri" per determinare la struttura di piccole molecole organiche incognite

Nelle esperienze in laboratorio vengono trattate, in teoria e nella pratica, le principali tecniche per l'isolamento, la purificazione e la caratterizzazione di semplici composti organici. Vengono inoltre proposte alcune facili reazioni, la cui realizzazione consente l'acquisizione di una miglior manualità in laboratorio

Introducono la parte pratica del corso alcune note sulla sicurezza in laboratorio

L'esame consiste in una prova scritta, basata sulla interpretazione di spettri IR ed NMR, e in una prova orale, strettamente connessa con il corso teorico di Chimica Organica I

Testi di riferimento:

R.T. Morrison, R.N. Boyd "Chimica Organica", CEA-Milano.

D.L. Pavia, G.M. Lampman. G.S. Kriz "Il laboratorio di Chimica Organica", SORBONA-Milano.

## **Laboratorio di Chimica Organica II**

**Fasani, Elisa**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: elisa.fasani@unipv.it

1° Modulo - Il corso si propone di approfondire l'aspetto sperimentale della Chimica Organica, completando le nozioni di base acquisite precedentemente sia sulle sintesi che sulle tecniche. Tale obiettivo verrà raggiunto mediante la realizzazione di sintesi che utilizzino reazioni apprese nei corsi teorici e le tecniche di purificazione e riconoscimento tipicamente impiegate per i composti organici. Verranno inoltre illustrate le principali vie di accesso all'informazione chimica, sia tradizionali che computerizzate.

2° Modulo - Nel secondo modulo lo studente realizzerà alcune sintesi organiche in più passaggi, sfruttando con maggiore autonomia le conoscenze acquisite. Lo studente sarà indirizzato alla valutazione di tutti gli aspetti di una sintesi (ottimizzazione delle rese, analisi dei prodotti con moderne tecniche sperimentali, sicurezza delle operazioni, ecc.).

Alla fine del primo modulo lo studente saprà applicare le tecniche in modo corretto ed affrontare una sintesi semplice. Sarà inoltre in grado di svolgere una semplice ricerca bibliografica.

Alla fine del secondo modulo lo studente saprà condurre sintesi in diversi passaggi utilizzando apparecchiature e reagenti con autonomia.

L'esame consiste nella valutazione delle attività di laboratorio che verranno discusse in una prova orale

Testi di riferimento:

Vogel, *Chimica Organica Pratica*, Casa Editrice Ambrosiana -Milano.

D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz, *Il Laboratorio di Chimica Organica*, Ed. Sorbona -Milano

M. D'Ischia, *La Chimica Organica in Laboratorio*, Ed. Piccin.

## **Lingua Inglese**

**Bendelli, Giuliana**

c/o ex Dipartimento di Entomologia, Via Taramelli 24 - E-mail: bendelli@unipv.it

Il programma del corso prevede una selezione di testi scientifici specifici delle discipline principali del corso di studio. I testi sono analizzati al fine di guidare gli studenti ad apprendere il lessico specifico, a notare gli aspetti caratterizzanti della lingua inglese e ad individuare le strutture retoriche più usate nel linguaggio scientifico evidenziando le strutture sintattico-grammaticali ad esse collegate.

Scopo dell'insegnamento della Lingua inglese è sviluppare l'abilità specifica di comprensione dei testi scritti di argomento scientifico insieme al conseguimento di una più ampia competenza comunicativa.

Il corso si articola in lezioni frontali tenute dalla docente, esercitazioni svolte dai CEL (Collaboratori ed Esperti Linguistici madrelingua) e seminari didattici svolti da coadiutori alla didattica nominati dalla Facoltà.

L'esame prevede due parti: una prova scritta e una orale.

La prova scritta consiste essenzialmente in esercizi di comprensione, di completamento e di traduzione dall'inglese in italiano.

L'esame orale consiste nella lettura e traduzione di un brano scelto tra i testi in programma o tra testi affini e in un colloquio prevalentemente incentrato sugli argomenti svolti durante il corso.

La valutazione finale è in trentesimi.

Testi di riferimento:

Murphy, *English Grammar in Use*, Cambridge University Press.

Bendelli, *English from Science*, Selecta Medica.

## **Matematica per le Scienze Chimiche**

**Vitali, Enrico**

Dipartimento di Matematica "F. Casorati", Via Ferrata 1 - E-mail: enrico.vitali@unipv.it

Vengono trattati gli argomenti matematici basilari per un corso di laurea di tipo scientifico, con particolare attenzione all'applicazione in campo chimico.

Dopo avere ripreso alcune nozioni usualmente trattate alle scuole superiori (equazioni, disequazioni, funzioni elementari e trigonometria), vengono trattati i concetti introduttivi di: algebra lineare e geometria analitica dello spazio; numeri complessi; limite e continuità; calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile; equazioni differenziali ordinarie. Infine viene fatto un cenno al calcolo differenziale per funzioni di più variabili e alle equazioni alle derivate parziali. Il corso mira a fornire allo studente le conoscenze matematiche elementari per poter affrontare, nei corsi successivi, la modellizzazione matematica dei fenomeni in esame.

L'esame consiste in una prova scritta e una prova orale. La prova scritta può essere sostituita da prove in itinere durante lo svolgimento del corso.

## **Metodi numerici per la chimica**

**Boffi, Daniele**

Dipartimento di Matematica "F. Casorati", Via Ferrata 1 - E-mail: daniele.boffi@unipv.it

Il corso costituisce un'introduzione ai concetti di base dell'analisi numerica.

Dopo aver presentato i rudimenti dell'analisi degli errori, il corso copre i seguenti argomenti: ricerca degli zeri di funzioni non lineari; metodi diretti e iterativi per la soluzione numerica di sistemi lineari; approssimazione di funzioni e di dati (interpolazione polinomiale); calcolo approssimato di integrali; approssimazione numerica di equazioni differenziali (metodi a un passo).

Il corso prevede esercitazioni di laboratorio tenute presso l'aula informatica del Dipartimento di Matematica. Nelle esercitazioni si implementano semplici algoritmi (con l'ausilio del software Matlab) che hanno lo scopo di validare i risultati teorici appresi in aula e di avvicinare lo studente al campo della programmazione.

L'esame consiste in una prova scritta e una orale e in una relazione scritta sul lavoro di laboratorio. Gli studenti che superano con successo le due prove in itinere sono esonerati dalla prova orale.

Testo di riferimento:

A. Quarteroni, F. Saleri. "Introduzione al Calcolo Scientifico". Springer.

Pagina web del corso: <http://www-dimat.unipv.it/boffi/teach.html>

## **CORSI OPZIONALI E A LIBERA SCELTA**

### **Biotechnologie Industriali**

**Selva, E.**

Biosearch, Milano - E-mail: eselva@vicuron.it

La fermentazione di microrganismi produce biomasse, enzimi, molecole di interesse sia biomedico che chimico. Il corso prende spunto da alcune di queste applicazioni industriali per approfondirne gli aspetti sia biologici che tecnologici. Considerando le varie fasi di un processo biotecnologico, quale ad esempio la produzione di metaboliti secondari con attività biologica, verranno inoltre descritti gli aspetti salienti della fase di ricerca, dello sviluppo di processo e di prodotto e della produzione. L'obiettivo è di fornire agli studenti conoscenze del settore e una panoramica delle svariate competenze che contribuiscono alla realizzazione di un processo industriale.

### **Chimica e tecnologia dei polimeri**

**Albini, Angelo**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: angelo.albini@unipv.it

**Mustarelli, Piercarlo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: piercarlo.mustarelli@unipv.it

Le macromolecole sono frequenti sia in natura che tra le sostanze artificiali. Nella maggior parte dei casi si tratta di polimeri, formati dalla ripetizione di unità monomeriche eguali o simili. Ai polimeri naturali, che l'uomo sfrutta da millenni come materiali (es. legno, lana, seta) si sono nell'ultimo secolo aggiunti materiali polimerici artificiali che hanno completamente rivoluzionato la vita di ogni giorno. Il corso, organizzato in due moduli, si propone di dare un'introduzione all'argomento, specie per quanto riguarda gli aspetti prettamente chimici. Nel primo sono presentati i metodi di preparazione delle macromolecole artificiali, per modificazione di macromolecole naturali, per policondensazione e poliaddizione polare, per polimerizzazione di monomeri insaturi per Via radicalica, cationica, anionica, per metatesi e per Via coordinativa. Nel secondo, vengono passate in rassegna le principali classi di polimeri e la loro struttura viene messa in

relazione con le proprietà fisiche (termiche, meccaniche, elettriche) e con l'uso come materiali (polimeri termoplastici e termoindurenti; plastiche, fibre, elastomeri, vetri). Viene discussa la stabilità dei polimeri nell'ambiente e la protezione dalla degradazione. In laboratorio si esegue la preparazione di un polimero e la determinazione di alcune proprietà di interesse tecnologico su campioni polimerici.

Possono essere seguiti un solo modulo od entrambi, con esame finale orale. Testo di riferimento: Munk, Introduction to macromolecular science.

## **Chimica Inorganica Industriale**

**Di Casa, Michela**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: michela.dicasa@unipv.it

Il corso, che si compone di due moduli, intende stimolare lo studio della chimica inorganica, soprattutto da un punto di vista applicativo. Vengono trattati argomenti di interesse industriale, riguardanti la produzione di importanti prodotti chimici di uso comune, così come di materiali destinati alle tecnologie più avanzate. Lo scopo del corso è di indurre gli studenti a correlare la chimica degli elementi con la realtà quotidiana e con il mondo dell'industria.

*1° modulo (3CFU)*

Metodi di dissalazione e addolcimento delle acque. Leganti aerei e idraulici. Materiali ceramici tradizionali e speciali. Materiali compositi (cermet, compositi fibrosi). Leghe metalliche. Materiali a memoria di forma. Corrosione.

*2° modulo (3CFU)*

Interpretazione di diagrammi di stato relativi a materiali illustrati nel primo modulo (cementi, refrattari, acciai). Membrane liquide (di tipo "bulk", supportate, emulsionate): loro applicazioni per scopi di ricerca e industriali. Alcuni processi di chimica inorganica industriale (es.: industria dell'azoto e dei suoi derivati), con riferimento agli aspetti termodinamici, economici e di impatto ambientale. L'esame consiste in una prova orale.

Testi consigliati: J.D. Lee, *Chimica Inorganica*, Piccin; W.F. Smith, *Scienza e tecnologia dei materiali*, McGraw-Hill.

## **Chimica Organica Industriale**

**Pasini, Dario**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: dario.pasini@unipv.it

Nella prima parte del corso viene affrontata la problematica relativa alla preparazione industriale di composti organici di vasto utilizzo. In particolare verranno focalizzati i problemi relativi alla sintesi su larga scala di classi di composti quali alcoli, olefine, composti aromatici, ed alcune sintesi verranno approfondite per quanto riguarda gli aspetti termodinamici e l'uso di catalizzatori. Verranno inoltre illustrati schematicamente i processi di polimerizzazione per alcuni dei monomeri organici descritti.

Nella seconda parte l'attenzione è rivolta all'introduzione allo studente di alcune tecnologie di grande attualità, quali la chimica combinatoriale, e le metodologie sintetiche ed essa collegate, quali la sintesi in fase solida o su supporti polimerici solubili. Verrà inoltre presentato l'utilizzo di composti organici come materiali per l'elettronica (cristalli liquidi, polimeri conduttori, photoresists).

È fondamentale che lo studente partecipi alle lezioni, soprattutto per quanto riguarda la seconda parte del corso.

L'esame consiste di una produzione personale delle conoscenze acquisite durante il corso che verrà esposta durante l'esame orale.

Testi di riferimento:

K. Weissmerl, H.-J. Arpe, "Chimica Organica Industriale", 3<sup>rd</sup> Ed., Piccin Ed., Padova.

## **Chimica per i Beni Culturali**

**Licchelli, Maurizio**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: maurizio.licchelli@unipv.it

Il corso si propone di fornire agli studenti concetti e conoscenze di tecnologia chimica applicata alla conservazione, al recupero ed alla valorizzazione del patrimonio artistico e culturale in genere ed architettonico in particolare.

Modulo B: Il ruolo della chimica nella salvaguardia dei beni culturali. I materiali costitutivi delle opere storico artistiche: classificazione, origine e proprietà. I materiali lapidei: genesi e composizione; cause e meccanismi di degrado; metodi di diagnosi e indagini tecnico-scientifiche; prodotti, procedure e tecnologie utilizzati negli interventi conservativi. Materiali lapidei artificiali.

Modulo A: Opere pittoriche: antichi pigmenti e storia del loro uso; riconoscimento dei pigmenti e delle tecniche pittoriche; processi di degrado dei film pittorici e dei relativi supporti. Aspetti della conservazione di manufatti lignei e cartacei. Ceramica e vetro: tecniche di produzione; degrado e interventi di conservazione.

Alla fine del corso lo studente deve aver acquisito le nozioni che gli consentano di individuare i principali materiali costituenti il patrimonio artistico-culturale, di analizzarne i processi di degrado con particolare riguardo a quelli di natura chimica e chimico-fisica e di suggerire eventuali materiali da impiegare nelle varie fasi della conservazione.

Modalità dell'esame: orale

Testi consigliati: C. Quagliarini, L. Amorosi *Chimica e tecnologia dei materiali per l'arte*, Zanichelli, Bologna, 1991; M. Matteini, A. Moles *La chimica nel restauro*, Nardini, Firenze, 2003.

## **Cristallografia**

**Zema, Michele**

Dipartimento di Scienze della Terra, Via Ferrata 1 - E-mail: michele.zema@unipv.it

**Tarantino, Serena C.**

Dipartimento di Scienze della Terra, Via Ferrata 1 - E-mail: tarantino@crystal.unipv.it

Il corso si propone di fornire i concetti e gli strumenti necessari per la caratterizzazione delle sostanze cristalline mediante l'utilizzo delle tecniche cristallografiche.

1° modulo: Lo stato cristallino. Operatori ed operazioni di simmetria. Gruppi e Sistemi cristallini. Reticoli di Bravais. Associazioni coerenti di elementi di simmetria. Classi di simmetria e Gruppi Spaziali. International Tables for Crystallography. Impaccamenti compatti. Modello delle sfere rigide. Impaccamenti hcp, ccp e bcc. Strutture interstiziali. Strutture tipo. Produzione e filtraggio dei raggi X. Il fenomeno della diffrazione. Condizione di Bragg. Reticolo reciproco. Pattern di diffrazione: aspetto geometrico e intensità relative. Fattori di scattering atomici. Il fattore di struttura. Legge di Friedel. Il "problema della fase". Densità elettronica.

2° modulo: Metodi per la risoluzione di una struttura cristallina: metodo del trial & error, sintesi di Patterson, metodo dell'atomo pesante. Concetto di invariante di struttura: i metodi diretti. Distribuzione dei fattori di struttura. Modello strutturale e suo raffinamento con il metodo dei minimi quadrati. Dispersione anomala e determinazione della configurazione assoluta. Uso di software cristallografico per trattamento dati di diffrazione, risoluzione e raffinamento di strutture cristalline, calcolo cristallografico e analisi strutturale, rappresentazione grafica.

Il corso prevede esercitazioni sulla simmetria e sull'utilizzo di software cristallografico.

L'esame consiste di alcune prove in itinere e di un esame orale.

Testo di riferimento: J.P. Glusker & K.N. Trueblood, "Crystal Structure Analysis - A Primer", Oxford University Press, New York, 1985.

## **Elettrochimica**

**Magistris, Aldo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: aldo.magistris@unipv.it

Il corso, articolato in due moduli, si propone di illustrare i principali aspetti teorici ed applicativi dell'elettrochimica moderna sfruttando i collegamenti suggeriti dal carattere interdisciplinare della materia.

Il 1° modulo riguarda la conoscenza dei concetti fondamentali che sono alla base dei processi elettrochimici e dei meccanismi di trasporto di massa.

Struttura dell'interfaccia elettrodo/elettrolita: differenza di potenziale; modelli di doppio strato; processi di adsorbimento elettrochimico. Interfaccia semiconduttore/elettrolita. Colloidi.

Cinetica delle reazioni elettrochimiche: equazione di Butler e Volmer. L'equazione di Nernst. Il trasporto di massa per migrazione e diffusione. Esame orale.

Il secondo modulo è dedicato alle tecniche elettrochimiche in corrente continua e a quelle basate sul concetto di impedenza: spettroscopia di impedenza e voltammetria ciclica. Esempi di sistemi elettrochimici e dispositivi impiegati in sensori, batterie, celle a combustibile e in molte aree della medicina e della biologia.

Sono previste esercitazioni di laboratorio. Esame orale.

Testi di riferimento:

J.O'M. Bockris and A.K.N. Reddy, "Modern electrochemistry", 2<sup>nd</sup> ed. - 2000 Kluwer Academic.

A.J. Bard and L.R. Faulkner "Electrochemical methods", 2<sup>nd</sup> ed. - 2001 John Wiley.

## **Fotochimica**

**Fasani, Elisa**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: elisa.fasani@unipv.it

1° Modulo. Nel primo modulo vengono richiamati i concetti generali relativi a luce, molecole e stati elettronici. Vengono poi presi in considerazione gli stati eccitati come nuove specie chimiche, illustrandone la preparazione e le proprietà fisiche, con cenni di spettroscopia, emissione e modi di decadimento mono e bimolecolare. Vengono quindi illustrati i processi chimici negli stati eccitati, utilizzando i principali cromofori della chimica organica come modelli per discuterne la reattività.

2° Modulo. Nel secondo modulo si discutono i metodi della fotochimica preparativa e quelli utilizzati per studi meccanicistici, con il supporto di esercitazioni pratiche. Vengono inoltre dati cenni sul ruolo della fotochimica in processi naturali, sulle applicazioni di rilevanza sintetica, sui problemi di fotostabilità e fotodegradazione nell'ambiente.

Il primo modulo ha come obiettivo la conoscenza generale dei meccanismi molecolari che intervengono nell'interazione tra luce e materia. Il secondo modulo è dedicato ad uno studio più applicativo, ed è rivolto a mostrare il contributo che la fotochimica può dare alla chimica organica, con l'utilizzo della luce come reagente a basso impatto ambientale.

L'esame consiste in una prova orale

Testi di riferimento

AJ. Kopecky, Organic photochemistry: a visual approach, VCH Publishers.

## **Metodi chimico fisici in chimica industriale**

**Bini, Marcella**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: bini@unipv.it

**Berbenni, Vittorio**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: vittorio.berbenni@unipv.it

Il modulo: verranno prese in considerazione i vari tipi di interfacce. Per quelle di tipo liquido si darà risalto allo studio dei film superficiali su substrati liquidi. Per introdurre l'interfaccia solido-liquido si faranno dapprima alcune considerazioni energetiche sulle superfici solide e si discuteranno le principali tecniche microscopiche e spettroscopiche adatte allo studio di tali superfici. Si studieranno i principali fenomeni che coinvolgono le interfacce solido-liquido: frizione e lubrificazione, detergenza, bagnabilità, emulsioni e aerosol.

Si darà poi largo spazio allo studio dell'interfaccia solido-gas. Si approfondiranno l'adsorbimento fisico e chimico di gas e vapori sui solidi e la modellizzazione di tale fenomeno mediante i vari tipi di isoterme. Infine si studierà il fenomeno della catalisi eterogenea facendo riferimento alla catalisi di alcune reazioni modello.

Alla fine del corso lo studente dovrà essere consapevole, in particolar modo, dei meccanismi alla base della catalisi vista la sua importanza in molti processi chimici industriali.

L'esame si svolgerà in forma orale.

Testi di riferimento:

A.W. Adamson, "Physical chemistry of surfaces", Wiley & Sons 1990.

Il modulo: Misura della temperatura, metodi per la produzione ed il controllo del vuoto. I metodi termici di indagine: TG, DSC, DTG, TGA/DSC, MTDSC e tecniche EGA). Spettroscopia IR a trasformata di Fourier.

## **Metodi fisici in Chimica organica**

**Mellerio, Giorgio G.**

Centro Grandi Strumenti, Via Bassi 21 - E-mail: giorgio@elicon.unipv.it

Il corso vuole fornire una conoscenza di base delle principali tecniche e strumentazioni della spettrometria di massa applicate a molecole organiche, sia nel campo strutturistico che analitico, come pure permettere l'interpretazione dei dati forniti. Nel primo modulo (base) sono illustrati i componenti la strumentazione necessari per introduzione, ionizzazione, separazione e rivelazione. Sono brevemente esaminati gli ioni che compongono lo spettro di massa. Sono approfondite le risposte che un sistema cromatografo - spettrometro può fornire nell'analisi qualitativa e quantitativa. Gli esempi di applicazioni in GC-MS e LC-MS sono tratti dall'analisi ambientale, alimentare e biomedica.

Nel secondo modulo (avanzato) sono approfondite le informazioni deducibili da uno spettro di massa: il peso molecolare e le indicazioni sulla struttura. Sono considerati i principali cammini di frammentazione. Un approccio pratico, corredato da esercizi, porta lo studente all'interpretazione dello spettro di massa per ionizzazione elettronica. Ad illustrazione dei concetti esposti è esaminato il comportamento delle principali classi di sostanze organiche. Al termine del corso lo studente sarà in grado di interpretare uno spettro di massa e di ipotizzare una struttura.

L'esame consiste in una prova orale.

Testi di riferimento:

J.H. Gross, *Mass Spectrometry. A Textbook*, Berlin – Heidelberg, Springer Verlag, 2004.

F.W. McLafferty and F. Tureček, *Interpretation of Mass Spectra*, 4th edition, Mill Valley, University Science Books, 1993. (capitoli da 1 a 5 e capitolo 9, per il secondo modulo).

## Mineralogia

**Tazzoli, Vittorio**

Dipartimento di Scienze della Terra, Via Ferrata 1 - E-mail: [tazzoli@crystal.unipv.it](mailto:tazzoli@crystal.unipv.it)

Nel I modulo lo studente, attraverso l'osservazione concreta di oggetti naturali particolarmente seducenti quali sono i minerali, viene introdotto alla comprensione dell'ordine che governa lo stato cristallino (leggi della cristallografia, reticoli di traslazione e celle elementari, classi cristalline, gruppi spaziali). Approfondisce quindi le interazioni fra raggi X e materiali cristallini ed impara a utilizzare le tecniche sperimentali di base per il riconoscimento e lo studio di fasi cristalline (diffrazione da polveri, cenni di diffrazione da cristallo singolo), integrandole con tecniche per l'analisi elementare (fluorescenza dei raggi X, microsonda elettronica) anche di elementi in tracce (microsonda ionica).

Nel II modulo apprende le basi della cristallochimica: raggi ionici, numeri e poliedri di coordinazione, strutture cristalline di riferimento, isomorfismo e sua interpretazione strutturale (condizioni di vicinanza degli ioni, soluzioni solide e relativi aspetti termodinamici), polimorfismo (aspetti termodinamici e cinetici delle trasformazioni di fase, in particolare dei processi di ordine disordine utilizzabili come misuratori delle velocità di raffreddamento di materiali cristallini anche extra-terrestri). Entrambi i moduli sono integrati da semplici esercitazioni pratiche; l'esame è orale.

Testi di riferimento:

F. Mazzi, G.P. Bernardini "Mineralogia 1: fondamenti di cristallografia", USES 1988.

V. Tazzoli. Dispense complete per entrambi i moduli.

## Radiochimica

**Oddone, Massimo**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: [oddone@unipv.it](mailto:oddone@unipv.it)

**Corso di Base:** Il nucleo atomico. Massa ed energia di legame del nucleo. Condizioni di stabilità e instabilità dei nuclidi. Radioattività naturale e artificiale. Processi di decadimento radioattivo. Cinetica e tipi di decadimento ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , fissione spontanea). Interazione delle radiazioni nella materia. Tecniche di rivelazione delle radiazioni. Reazioni nucleari. Energia, probabilità e meccanismi di reazione. Reazioni di fissione nucleare, cenni sui reattori nucleari.

Saranno svolte misure riguardanti l'uso della strumentazione e manipolazioni pratiche in laboratorio radiochimico su alcuni degli argomenti trattati in sede teorica.

**Corso Avanzato:** Rivelatori a ionizzazione, a scintillazione, a semiconduttore. Reazioni nucleari: Energia, probabilità e meccanismi di reazione. Reazioni di fissione nucleare, cenni sui reattori nucleari. Preparazione di radionuclidi e molecole marcate. Applicazioni dei radionuclidi. Uso dei traccianti radioattivi. Esempi di impiego dei radionuclidi in chimica, in biologia, in medicina, nella datazione di reperti archeologici e geologici. Controllo della radioattività. Effetti biologici delle radiazioni, dosimetria.

Saranno svolte misure riguardanti l'uso della strumentazione e manipolazioni pratiche in laboratorio radiochimico su alcuni degli argomenti trattati in sede teorica.

Appunti delle lezioni del corso.

Per approfondimenti:

C. Keller. *Radiochemistry*, John Wiley & Sons, New York(1988).

G. Friedlander, J. Kennedy, J. Miller, *Nuclear and Radiochemistry*, John Wiley & Sons, London (1981).

G.R. Choppin, J. Liljenzin, J. Rydberg, *Radiochemistry and Nuclear Chemistry*, Butterworth-Heinemann (1996).

## **CORSO DI LAUREA IN TECNOLOGIE CHIMICHE PER L'AMBIENTE E LE RISORSE (triennale)**

La laurea in *Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse (TECHIM)* è finalizzata alla preparazione di figure professionali con la duplice valenza tecnica e gestionale. Pertanto l'architettura del Corso di laurea prevede che gli studenti, nel pieno rispetto della nuova normativa sull'ordinamento degli studi universitari, acquisita la preparazione di base in matematica (con elementi di statistica e calcolo delle probabilità), in fisica e nelle tradizionali discipline chimiche (Analitica, Fisica, Inorganica ed Organica), seguano corsi sia di tipo chimico-tecnologico (nel settore ambientale, dei materiali innovativi, delle sintesi organiche, dell'energia) sia gestionale (nel settore dell'organizzazione aziendale, del controllo della qualità e della sicurezza, della legislazione attinente i brevetti, la salvaguardia dell'ambiente, la sicurezza). Un tale curriculum di studi dovrebbe consentire al laureato in Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse non solo il naturale collocamento nelle diverse tipologie delle industrie chimiche, ma anche di ricoprire ruoli nei settori della gestione aziendale, del marketing, ecc.

La laurea in Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse costituisce il naturale sviluppo del preesistente Corso di Diploma Universitario in Chimica ed è nata quindi già ricca della esperienza maturata da tale corso. Così il fondamentale problema dell'immediato inserimento nel mondo del lavoro è già in buona parte risolto utilizzando la fitta rete di contatti con numerose aziende pubbliche e private operanti nella nostra provincia, in quelle limitrofe (Milano, Lodi, Alessandria, Novara) ed altre lombarde (Como, Bergamo, Varese), che hanno portato alla stipula di numerose convenzioni tra dette aziende e l'Università di Pavia per lo svolgimento di tirocini aziendali degli studenti.

Il Corso di Laurea è a libero accesso. Non vengono richiesti prerequisiti oltre al possesso del diploma di maturità conseguito in una Scuola secondaria Superiore e non sono previste, pertanto, prove di verifica delle conoscenze per alcuna disciplina. In ambito matematico, per colmare eventuali lacune di conoscenze di base, sarà organizzato un precorso di Matematica di 12-15 ore concentrato nell'ultima settimana di settembre.

### **PIANO DEGLI STUDI**

Il nuovo ordinamento degli studi è stato introdotto ufficialmente a partire dall'a.a. 2001-02. Come appare dallo schema relativo al piano degli studi viene adottata l'organizzazione didattica semestrale. Le lezioni ed i laboratori del primo semestre hanno inizio di norma il 1° ottobre e terminano non oltre il 20 gennaio; quelli del secondo semestre hanno inizio di norma il 1° marzo e terminano non oltre il 20 giugno.

Il piano degli studi consigliato, e quindi approvato d'ufficio, viene riportato nello schema seguente. Esso prevede, in conformità con i decreti ministeriali, che lo studente consegua, per ciascun anno di corso, 60 crediti formativi universitari (CFU) per un totale, al termine del 3° anno, di 180 CFU. Ciascun CFU richiede un impegno per lo studente di 25 ore globali di attività (lezioni più studio): nel caso di insegnamenti teorici per ciascun CFU il numero di ore di lezione è pari a 8-9, nel caso di insegnamenti di laboratorio ogni CFU corrisponde a 13-15 ore di attività assistita. Gli studenti a tempo pieno possono presentare piani di studio individuali in cui i 180 CFU previsti per conseguire la laurea vengono raggiunti in modo diverso da quello sotto riportato e consigliato dal Consiglio Didattico; i piani di studio individuali, che devono essere opportunamente motivati, saranno esaminati ed eventualmente approvati dal Consiglio stesso. Gli studenti a tempo parziale potranno presentare piani di studio in cui il numero di CFU per ciascun anno di corso è inferiore a 60 e comunque superiore a 30. In casi particolari il piano degli studi presentato può anche comportare annualmente un numero di CFU superiore a 60. I piani di studio articolati su una durata differente da quella normale saranno sottoposti all'approvazione del CD in Chimica e del Consiglio di Facoltà.

### Schema semestrale degli insegnamenti

- Precorso di Matematica

#### 1° SEMESTRE

- Matematica per le Tecnologie Chimiche	9 CFU
- Chimica	3 CFU
- Fondamenti di Chimica Generale ed Inorganica	6 CFU
- Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	6 CFU
- Lingua Inglese	6 CFU

#### 2° SEMESTRE

- Laboratorio di Calcolo Numerico	3 CFU
- Laboratorio di Informatica	3 CFU
- Fondamenti di Chimica Organica	9 CFU
- Laboratorio di Chimica Organica	6 CFU
- Fisica Sperimentale con Laboratorio	9 CFU

#### 3° SEMESTRE

- Fondamenti di Chimica Fisica	9 CFU
- Laboratorio di Chimica Fisica	6 CFU
- Fondamenti di Chimica Analitica	9 CFU
- Laboratorio di Chimica Analitica	6 CFU

#### 4° SEMESTRE

- Chimica Inorganica Applicata e Laboratorio	9 CFU
- Gestione Qualità e Sicurezza	6 CFU
- Chimica Analitica Ambientale e Laboratorio	9 CFU
- Corso opzionale	3 CFU
- Corso a libera scelta	3 CFU

#### 5° SEMESTRE

- Chimica Organica Applicata e Laboratorio	9 CFU
- Chimica Fisica Applicata e Laboratorio	9 CFU
- Chimica Biologica	6 CFU
- Corso opzionale	3 CFU
- Corso a libera scelta	3 CFU

#### 6° SEMESTRE

- Organizzazione Aziendale	6 CFU
- Corso opzionale	3 CFU
- Corso opzionale	3 CFU
- Corso a libera scelta	3 CFU
- Tirocinio	12 CFU
- Prova Finale	3 CFU

I seguenti insegnamenti comportano una prova d'esame unica:

- *Chimica, Fondamenti di Chimica Generale ed Inorganica e Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica*
- *Laboratorio di Calcolo Numerico e Laboratorio di Informatica*
- *Fondamenti di Chimica Organica e Laboratorio di Chimica Organica*
- *Fondamenti di Chimica Fisica e Laboratorio di Chimica Fisica*
- *Fondamenti di Chimica Analitica e Laboratorio di Chimica Analitica*

I seguenti insegnamenti comportano una prova d'esame:

- *Matematica per le Tecnologie Chimiche*

- *Lingua Inglese*
- *Fisica Sperimentale con Laboratorio*
- *Chimica Inorganica Applicata e Laboratorio*
- *Gestione Qualità e Sicurezza*
- *Chimica Analitica Ambientale e Laboratorio*
- *Chimica Organica Applicata e Laboratorio*
- *Chimica Fisica Applicata e Laboratorio*
- *Chimica Biologica*
- *Organizzazione Aziendale*
- *Corsi opzionali*
- *Corsi a libera scelta*

La collocazione nei semestri dei *Corsi opzionali* e dei *Corsi a libera scelta* sopra riportata è quella consigliata; tuttavia, questi corsi possono essere seguiti anche in altro semestre compatibilmente con il periodo didattico in cui esiste l'offerta del corso che lo studente intende seguire. I relativi periodi didattici (semestri) sono riportati nei sottostanti elenchi.

Un *Corso opzionale* deve essere scelto tra i seguenti insegnamenti:

- *Chimica Analitica degli Inquinanti* 3 CFU I semestre
- *Chimica Elettroanalitica* 3 CFU II semestre
- *Chimica per i Beni Culturali* 3 CFU I semestre

Un *Corso opzionale* deve essere scelto tra i seguenti insegnamenti:

- *Elettrochimica* 3 CFU I semestre
- *Chimica Inorganica Industriale* 3 CFU II semestre
- *Radiochimica* 3 CFU I semestre

Un *Corso opzionale* deve essere scelto tra i seguenti insegnamenti:

- *Fotochimica* 3 CFU I semestre
- *Metodi Fisici in Chimica Organica* 3 CFU I semestre

Un *Corso opzionale* deve essere scelto tra i seguenti insegnamenti:

- *Metodi Chimico-fisici in Chimica Industriale* 3 CFU II semestre
- *Chimica Organica Industriale* 3 CFU I semestre
- *Chimica e Tecnologia dei Polimeri* 3 CFU II semestre

I *Corsi a libera scelta* possono essere scelti liberamente tra:

- I corsi sopra elencati non scelti come opzionali
- Un secondo modulo di approfondimento di 3 CFU dei corsi stessi, ove ne esista l'offerta didattica
- I corsi del seguente elenco (l'indicazione 3 o 6 CFU indica che il corso è modulare e si può scegliere la sola prima parte di 3 CFU ovvero abbinare un secondo modulo di approfondimento):
  - *Biotecnologie Industriali* 3 CFU II semestre
  - *Chimica dell'Ambiente* 3 o 6 CFU I semestre
  - *Farmacologia* 3 o 6 CFU I semestre
  - *Mineralogia* 3 o 6 CFU I semestre
  - *Tecnologia dei Cicli Produttivi* 3 o 6 CFU II semestre
- Altri insegnamenti impartiti presso l'Università di Pavia

## Propedeuticità degli esami

L'esame di *Chimica, Fondamenti di Chimica Generale ed Inorganica e Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica* è propedeutico a *Chimica Inorganica Applicata e Laboratorio*; l'esame di *Fondamenti di Chimica Analitica e Laboratorio di Chimica Analitica* è propedeutico a *Chimica Analitica Ambientale e Laboratorio*; l'esame di *Fondamenti di Chimica Organica e Laboratorio di*

*Chimica Organica* è propedeutico a *Chimica Organica Applicata e Laboratorio*; l'esame di *Fondamenti di Chimica Fisica e Laboratorio di Chimica Fisica* è propedeutico a *Chimica Fisica Applicata e Laboratorio*.

Inoltre gli studenti potranno sostenere gli esami dei *Corsi opzionali* chimici solo dopo aver sostenuto l'esame di *Fondamenti di Chimica* del corrispondente settore.

## **Frequenze**

La frequenza alle attività di laboratorio è obbligatoria per gli insegnamenti che prevedono ufficialmente nel titolo il laboratorio. Eventuali assenze, in misura comunque non superiore al 25% delle ore di laboratorio previste, dovranno essere opportunamente motivate e saranno valutate dal titolare del corso ai fini del rilascio dell'attestato di frequenza. Nel caso di studenti lavoratori la frequenza ai laboratori può essere sostituita con attività svolte presso industrie/aziende del settore qualora tali attività siano affini alle esercitazioni che vengono svolte nei laboratori. Il giudizio di affinità sarà dato dalla commissione didattica del corso di laurea sentito il parere del(i) docente(i) interessato(i).

## **Sessioni d'esame**

Gli esami per gli studenti regolari possono svolgersi:

- dal termine delle lezioni del I semestre all'inizio di quelle del II semestre;
- dal termine delle lezioni del II semestre al 31 luglio;
- dal 1° settembre all'inizio delle lezioni del I semestre dell'anno successivo (sessione di recupero).

## **Tirocinio**

L'attività di tirocinio si svolge presso Industrie o Enti (pubblici o privati) operanti nel settore della chimica in base a convenzioni tra l'Università di Pavia e le strutture ospitanti. Durante il tirocinio ogni studente sarà seguito da un tutor universitario (un docente di discipline chimiche dell'Università di Pavia) e da un tutor dell'Ente. L'obiettivo è di consentire agli studenti di prendere conoscenza diretta della realtà produttiva, promuovendo in loro un atteggiamento professionale atto ad un proficuo inserimento nel mondo del lavoro.

L'acquisizione dei crediti relativi al tirocinio avverrà sulla base di una attestazione del tutor universitario.

Docente di riferimento per i tirocini aziendali è la Prof. Franca Marinone.

## **Prova finale**

Gli studenti saranno ammessi alla seduta di laurea se avranno acquisito tutti i 177 CFU previsti e superate le relative prove di verifica. La prova finale consisterà in una relazione scritta sull'attività svolta nel periodo di tirocinio, attestata da un docente universitario in funzione di relatore (tutor), che verrà discussa in seduta pubblica di fronte ad apposita commissione di laurea. La valutazione finale è espressa in centodecimi e comprende una valutazione globale del curriculum del laureando.

Gli studenti devono presentare alla Segreteria Studenti domanda di ammissione all'esame di laurea, di norma un mese prima della data fissata per la seduta. Circa 15 giorni prima della seduta devono consegnare il libretto, per la verifica del superamento di tutti gli esami. La relazione scritta di cui sopra deve essere redatta in cinque copie controfirmate dal relatore. Di queste, una copia (stampata fronte-retro, non spiralata) deve essere consegnata alla Segreteria Studenti (di norma almeno una settimana prima della data fissata per la seduta), una copia alla segreteria del Dipartimento di Chimica Generale, una copia al relatore ed una copia al tutor dell'Ente presso cui è stato svolto il tirocinio; l'ultima copia rimane allo studente.

## **PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI**

### **Precorso di Matematica**

In comune con l'omonimo corso di Scienze Chimiche

## **CORSI OBBLIGATORI**

### **Chimica**

In comune con l'omonimo corso di Scienze Chimiche.

### **Chimica Analitica Ambientale e Laboratorio**

#### **Profumo, Antonella**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: antonella.profumo@unipv.it

Trattamento statistico dei dati, saggi di significatività, teoria dell'errore. Sono previste anche esercitazioni al computer nell'aula informatica.

Calcolo della concentrazione di un analita in un campione: diagrammi di calibrazione, regressione lineare col metodo dei minimi quadrati. Limite di rivelazione e di quantificazione, sensibilità, intervallo dinamico lineare. Metodo dell'aggiunta standard. Standard interno. Campionamento. Errore di campionamento ed errore analitico. Campionamento e stato fisico. Trattamento del campione e preparazione del campione per la misura. Minimizzazione delle interferenze. Campioni omogenei e rappresentativi: distribuzione binomiale e calcolo delle probabilità.

Sono poi illustrate le principali tecniche analitiche per la determinazioni di analiti inorganici e organici in matrici ambientali: Tecniche Spettroscopiche: Assorbimento Molecolare, UV-Vis, IR; Chemiluminescenza: fluorescenza, fosforescenza; Emissione Atomica: fiamma, ICP; Assorbimento Atomico: fiamma, fornetto; Tecniche Cromatografiche: gas cromatografia, cromatografia liquida, cromatografia in fase supercritica. Un congruo numero di esercitazioni pratiche in laboratorio completerà il corso.

Alla fine del corso lo studente deve aver appreso i principi alla base dell'analisi chimica strumentale, deve conoscere l'importanza di un corretto campionamento e della preparazione del campione, i concetti fondamentali del trattamento statistico dei dati sperimentali e l'importanza della valutazione critica del risultato ottenuto

L'esame consiste di una prova in itinere sulla parte del trattamento statistico dei dati e una prova orale sul resto del programma. La valutazione complessiva terrà conto anche dei risultati conseguiti nelle esercitazioni pratiche di laboratorio.

Testi consigliati:

"Chimica Analitica Strumentale" Skoog /Leary, EdiSES.

"Chimica Analitica Strumentale" Kenneth A Rubinson, Judith F. Rubinson, Ed. Zanichelli.

### **Chimica biologica**

In comune con l'omonimo corso di Scienze Chimiche.

## **Chimica Fisica Applicata e Laboratorio**

**Giorgio, Flor**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: flor@unipv.it

Vengono presentate inizialmente le caratteristiche fondamentali delle strutture cristalline, delle strutture dei difetti e delle strutture elettroniche, di solidi di interesse tecnologico. Vengono poi illustrati ed interpretati alcuni tipi di diagrammi di fase ternari. Vengono inoltre descritti i metodi di preparazione dei materiali in forma di polveri (a diversa dimensionalità), di cristalli singoli, di film sottili e spessi. Vengono infine discusse le proprietà di trasporto: in particolare vengono prese in esame la conducibilità elettronica nei metalli e nei semiconduttori, la conducibilità ionica e la diffusione nei solidi ionici.

Si passa poi alla descrizione di alcune classi di materiali: semiconduttori, superconduttori, elettroliti solidi, materiali per la catalisi, vetri, polimeri, nanomateriali.

Su alcuni degli argomenti trattati (diffrazione di raggi X, sintesi dei materiali, proprietà di trasporto), vengono svolte dagli studenti, in piccoli gruppi, esercitazioni pratiche utilizzando le apparecchiature disponibili nei laboratori di ricerca del Dipartimento.

Lo scopo del corso è quello di fornire agli studenti le conoscenze necessarie per poter preparare materiali con le proprietà richieste.

L'esame finale, preceduto da tre prove in itinere, è orale.

Testi di riferimento:

G. Flor, *Dispense*, 2007.

A.R. West, *Basic Solid State Chemistry*, John Wiley & Sons, New York, 1988.

D.R. Askeland, *The Science and Engineering of Materials*, Chapman and Hall, London.

## **Chimica Inorganica Applicata e Laboratorio**

**Poggi, Antonio**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: antpoggi@unipv.it

Verranno approfondite le conoscenze sulle proprietà e le applicazioni degli elementi e dei loro composti inorganici, con riferimento alle principali metodologie di estrazione e preparazione. Nelle esercitazioni di laboratorio verranno esaminate in particolare alcune applicazioni di composti inorganici per processi sintetici e di separazione.

Al termine del corso lo studente deve essere in grado di conoscere a fondo le caratteristiche dei vari elementi e dei loro principali composti, sia dal punto di vista chimico, che da quello tecnologico-applicativo.

L'esame consiste in una serie di prove scritte intermedie e in una relazione sulle attività svolte in laboratorio, che verranno valutate in un breve colloquio al termine del corso.

Testi di riferimento: J.D. Lee, *Chimica Inorganica* (trad. ital a cura di A. Furlani e M.V. Russo), Piccin, Padova, 2000.

## **Chimica Organica Applicata e Laboratorio**

**Quadrelli, Paolo**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: paolo.quadrelli@unipv.it

Il corso si propone di integrare e completare la preparazione di chimica organica di base, con una particolare attenzione agli aspetti sintetici ed applicativi.

Nella prima parte del corso, vengono trattati in maniera approfondita la chimica degli enolati, la sintesi amminoacidica e vengono illustrati alcuni esempi di processi riduttivi ed ossidativi nonché una introduzione alla chimica degli eterocicli.

Nella seconda parte del corso saranno illustrati alcuni esempi di protezione dei gruppi funzionali in uso nella sintesi organica. Il corso teorico è completato dalle nozioni relative su come condur-

re una ricerca bibliografica sia utilizzando il supporto cartaceo della biblioteca che le banche dati on-line.

Infine il corso è completato da una parte pratica di laboratorio dove vengono condotte alcune sintesi che applicano i meccanismi di reazioni visti nella parte teorica, inclusa l'analisi spettroscopica dei prodotti finali.

Alla fine del corso lo studente avrà acquisito nel proprio bagaglio culturale le principali vie di sintesi per giungere alla preparazione delle più comuni molecole organiche e gli strumenti per la ricerca bibliografica.

L'esame consiste in una prova orale cui si accede previa presentazione delle relazioni scritte di laboratorio come parte integrante della valutazione finale.

Testi di riferimento:

R.T. Morrison, R.N. Boyd "Chimica Organica" – CEA.

J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers "Organic Chemistry", - Oxford University Press.

F.A. Carey, R.J. Sundberg "Advanced Organic Chemistry" – Kluwer Ac./Plenum Pub.

## **Fisica sperimentale con Laboratorio**

In comune con il corso Fisica I con Laboratorio di Scienze Chimiche.

## **Fondamenti di Chimica Analitica**

**Maggi, Luigino**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: maggi@unipv.it

Vengono trattati i principi generali degli equilibri in soluzione, in particolare quelli acido-base, di precipitazione, di ossidoriduzione e di complessazione. Lo studio di ciascun tipo di equilibrio è accompagnato da opportune esercitazioni di calcolo numerico con particolare evidenza all'influenza del pH. Dopo aver esaminato singolarmente ognuno degli equilibri prima riportati si iniziano ad affrontare i casi di due o più equilibri simultanei fino ad arrivare ad esaminare gli equilibri presenti in sistemi naturali. L'esame di alcuni di tali sistemi attraverso la valutazione degli equilibri in soluzione permette allo studente di utilizzare in pratica i concetti appresi dalla teoria.

Come primo approccio allo studio delle tecniche strumentali vengono infine esaminati i principi fondamentali della potenziometria. L'applicazione di tali principi si concretizza con l'illustrazione dei principali elettrodi utilizzati nei controlli ambientali.

Alla fine del corso lo studente deve sapere affrontare criticamente una discussione sugli equilibri presenti sia in soluzioni artificiali che naturali dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Deve inoltre saper individuare le componenti principali di ogni sistema in modo da fornire utili indicazioni sul comportamento degli analiti presenti.

L'esame consiste in tre prove scritte in itinere e in una prova scritta e orale alla fine del corso.

Testi di riferimento:

Freiser & Fernando "Gli equilibri ionici nella chimica analitica" – Piccin Editore.

Daniel C. Harris "Chimica Analitica Quantitativa" Zanichelli 2005.

## **Fondamenti di Chimica Fisica**

**Magistris, Aldo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: aldo.magistris@unipv.it

**Mustarelli, Piercarlo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: piercarlo.mustarelli@unipv.it

Il corso, diviso in due moduli, tratta i temi principali della chimica fisica.

1° Modulo. Vengono affrontati i seguenti argomenti: le leggi dei gas; le leggi della termodinamica; gli equilibri di fase; i diagrammi di fase, le proprietà termodinamiche delle miscele; le proprietà colligative, le celle elettrochimiche.

2° Modulo. Vengono affrontati i seguenti argomenti: i limiti della fisica classica; introduzione alla meccanica quantistica; relazioni materia-energia; lo spettro elettromagnetico; spettroscopia rotazionale, vibrazionale ed elettronica. Applicazioni allo studio dei materiali.

Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di comprendere ed utilizzare le principali funzioni di stato termodinamiche (entalpia, entropia, energia libera, etc.) e di padroneggiare le basi quanto-meccaniche che costituiscono il fondamento delle spettroscopie di uso comune nello studio delle molecole e dei solidi.

L'esame consiste nello svolgimento di prove in itinere (solo per il Modulo 1°) e in un colloquio finale che riguarda entrambi i moduli.

Testo di riferimento:

P.W. Atkins - Physical Chemistry - Oxford University Press, IV edizione italiana.

Note dei docenti.

## **Fondamenti di Chimica Generale ed Inorganica**

In comune con il corso di Chimica Generale e Inorganica I di Scienze Chimiche.

## **Fondamenti di Chimica Organica**

**Gandolfi, Remo**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: remo.gandolfi@unipv.it

Il corso descrive la reattività delle principali classi di idrocarburi saturi (alcani e cicloalcani), idrocarburi insaturi (alcheni e dieni sia aciclici che ciclici ed alchini), idrocarburi aromatici (benzene e derivati) nonché delle diverse classi di composti organici monofunzionali, in particolare, alcoli, ammine, aldeidi e chetoni ed acidi e derivati. L'aspetto descrittivo è completato da fondamenti della chimica dei monosaccaridi e polisaccaridi. A supporto della reattività vengono illustrati i principi base della struttura elettronica delle molecole organiche. I principali meccanismi delle reazioni organiche (in particolare quelle ioniche) vengono razionalizzati usando sia la teoria della risonanza che quella degli orbitali molecolari. Molta enfasi viene data al problema della basicità ed acidità come anche della nucleofilia ed elettrofilia delle molecole organiche. Durante tutto il corso si sottolineano sia gli aspetti strutturali stereochimici delle molecole come anche la stereochimica con cui avvengono le reazioni. Vengono fornite nozioni di base per la progettazione ed esecuzione di sintesi organiche e brevi cenni sull'uso industriale di alcune reazioni.

L'obiettivo che si propone il corso è di fornire allo studente gli strumenti per individuare rapidamente le caratteristiche di reattività delle più comuni molecole organiche.

L'esame consiste in una prova orale finale.

Testi di riferimento: Ci sono ottimi testi intitolati sia "Introduzione alla Chimica Organica" sia "Chimica Organica". Per esempio:

W. Brown e T. Poon "Introduzione alla Chimica Organica" - Edises - 2005.

J. McMurry "Chimica Organica" - Piccin - 2005.

## **Gestione Qualità e Sicurezza**

**Baldi, Marco**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: baldi@unipv.it

Obiettivo del corso è quello di fornire allo studente la conoscenza delle principali norme in materia di sicurezza, di gestione dell'ambiente e delle procedure atte a garantire la qualità; il corso si articola quindi in tre parti tra loro strettamente interconnesse.

Nella prima è analizzato il concetto di qualità dal punto di vista merceologico, del diritto e delle norme atte a definire la qualità di un ciclo produttivo e di un prodotto. In modo specifico sarà analizzata una procedura di assicurazione qualità in ambito chimico-farmaceutico.

Nella seconda parte sono presi in esame i diversi aspetti inerenti il rischio e la sicurezza; saranno prese in considerazione le norme atte a ridurre i rischi di incidente nelle varie fasi di produzione, trasporto e utilizzo di prodotti chimici. Quale esempio applicativo sarà sviluppato un esempio di analisi di rischio all'interno di una struttura produttiva chimica.

Nella terza parte del corso saranno trattati i diversi aspetti gestionali a cui deve ottemperare un'azienda al fine di operare garantendo la qualità delle procedure produttive e del prodotto nonché nel pieno rispetto delle normative di carattere ambientale.

L'esame consiste di due prove scritte in itinere di cui la prima alla fine della seconda parte del corso e la seconda al termine del corso stesso; a queste fa seguito un colloquio.

I testi di riferimento saranno forniti agli studenti su CD-ROM:

V. Riganti, "Appunti alle lezioni di Gestione, Qualità Sicurezza".

M. Baldi, "Raccolta di normativa ambientale".

## **Laboratorio di Calcolo Numerico - Laboratorio di Informatica**

In comune con il corso di Metodi Numerici per la Chimica di Scienze Chimiche.

## **Laboratorio di Chimica Analitica**

**Spini, Giovanni**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: giovanni.spini@unipv.it

*Parte teorica.* Dopo aver definito gli scopi dell'analisi chimica qualitativa e quantitativa sono presentate le relative modalità di approccio, con particolare riferimento all'analisi dei cationi e anioni e alla speciazione. Vengono poi illustrate le varie sequenze operative inerenti l'analisi chimica, effettuata con l'utilizzo di metodologie classiche di base e tecniche strumentali (voltammetria).

*Parte pratica.* La descrizione dei concetti fondamentali riguardanti l'analisi chimica qualitativa e quantitativa degli anioni e dei cationi, più comuni o di interesse ambientale, è accompagnata da opportune verifiche sperimentali, mediante un congruo numero di esercitazioni pratiche di laboratorio.

Alla fine del corso lo studente avrà acquisito la capacità di risolvere, sperimentalmente, semplici, ma significative, problematiche di analisi chimica qualitativa e quantitativa classiche, relative ad analiti inorganici.

L'esame si basa sui risultati di numerose esercitazioni di laboratorio in itinere e su una discussione finale a carattere orale.

Testi di riferimento:

A. Peloso, "Analisi chimica qualitativa inorganica", vol. I, vol. II, Libreria Cortina, Padova 1991.

D.C. Harris, "Chimica Analitica quantitativa", Zanichelli, Bologna 2005.

Dispensa del docente.

## **Laboratorio di Chimica Fisica**

**Capsoni, Doretta**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: capsoni@unipv.it

Nella prima parte del corso si affrontano il primo principio della termodinamica e la classificazione dei calorimetri e dei calori associati a diversi processi chimici.

Nell'ambito elettrochimico, si definiranno le principali grandezze della conducibilità elettrica di seconda specie, le leggi di Kohlraush, la mobilità degli ioni e i numeri di trasporto, illustrando i metodi per determinarli. Per le celle elettrochimiche reversibili, si curerà il collegamento tra dati elettrochimici e termodinamici, valutando le costanti di dissociazione di acidi deboli, i prodotti di solubilità, i parametri termodinamici delle reazioni chimiche, le attività e i coefficienti di attività. Si affronterà infine lo studio delle cinetiche in fase omogenea, con particolare riferimento ai metodi e alle tecniche.

Le lezioni teoriche verranno affiancate da un congruo numero di esercizi numerici. Gli aspetti sperimentali verranno approfonditi nelle esperienze di laboratorio effettuate dagli studenti stessi. Alla fine del corso lo studente dovrà saper trattare aspetti termochimici, correlare dati elettrochimici a dati termodinamici, e valutare ordini di reazione e costanti cinetiche di reazioni chimiche, mostrando padronanza sia nella risoluzione di problemi numerici che nell'affrontare aspetti sperimentali e metodologici.

L'esame consiste in prove scritte (esercizi numerici) in itinere e in una parte orale da sostenere insieme all'esame di "Fondamenti di chimica fisica".

Testi di riferimento:

P. Atkins, J. De Paula "Atkins' Physical Chemistry" VII Ed., Oxford University Press 2002.

## **Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica**

In comune con il corso di Laboratorio di Chimica Generale e Inorganica I di Scienze Chimiche.

## **Laboratorio di Chimica Organica**

**Fagnoni, Maurizio**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: fagnoni@unipv.it

Nella prima parte del corso viene affrontata la problematica relativa alla purificazione dei composti organici con la descrizione di tecniche quali la cromatografia, la distillazione (semplice, frazionata, sotto vuoto, azeotropica e in corrente di vapore) e la cristallizzazione. Questa parte verrà integrata con cenni di analisi strumentale ad es. la gascromatografia.

Il corso privilegia l'aspetto sperimentale della chimica organica attraverso una serie di esperienze pratiche svolte in laboratorio (a frequenza obbligatoria) che prevedono l'apprendimento delle tecniche di purificazione e la sintesi di composti organici di interesse pratico. Il corso fornisce anche nozioni di base sulla sicurezza nei laboratori chimici.

Verranno inoltre introdotte le principali tecniche spettroscopiche (UV, IR,  $^1\text{H}$  NMR e  $^{13}\text{C}$  NMR) con particolare enfasi al loro utilizzo nella determinazione strutturale di molecole organiche che sarà parte della prova scritta.

L'esame consiste di una prova scritta e di un orale in comune con Fondamenti di Chimica Organica.

Testi di riferimento:

D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz "Il laboratorio di chimica organica" edizioni Sorbona Milano.  
AA.VV. "Vogel, chimica organica pratica" Casa Editrice Ambrosiana Milano.

## **Lingua Inglese**

In comune con l'omonimo corso di Scienze Chimiche.

## **Matematica per le Tecnologie Chimiche**

In comune con il corso di Matematica per le Scienze Chimiche.

## **Organizzazione Aziendale**

**Denicolai, Stefano**

Dipartimento di Ricerche Aziendali, via San Felice 7 - E-mail: gabriele.cioccarelli@unipv.it

L'obiettivo del corso è quello di fornire le teorie, i modelli e gli strumenti di base per capire i problemi organizzativi aziendali e sviluppare la capacità di progettare assetti organizzativi generali (impresa nel suo complesso) e specifici (un ufficio, un reparto, ecc.). In tal modo lo studente è posto nelle condizioni di leggere ed interpretare le scelte di assetto organizzativo delle imprese, di mostrarne il grado di adeguatezza/inadeguatezza organizzativa e di proporre gli interventi necessari a ripristinare condizioni organizzative idonee a creare un vantaggio competitivo strutturale. Il corso è suddiviso in tre macro-argomenti. Nella prima parte sono presentate le nozioni di base e le forme organizzative: si forniscono i concetti e gli strumenti di base per l'analisi organizzativa e si propone una disamina delle macro-strutture organizzative "tipo". Nella parte centrale del corso si focalizza l'attenzione sulle principali variabili di progettazione organizzativa: "come" progettare le forme organizzative sulla base di alcune importanti variabili di contesto, in particolare ci si riferisce alla strategia, all'ambiente competitivo e alla tecnologia. Le ultime lezioni del corso propongono alcuni importanti principi di organizzazione utili per gestire al meglio le situazioni aziendali in cui l'innovazione continua e il progresso scientifico sono aspetti cruciali, ossia contesti di lavoro plausibili per un laureato della Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali.

Il corso prevede, oltre alle lezioni frontali, anche dei "casi aziendali" da risolvere in aula da parte degli studenti, suddivisi per piccoli gruppi di lavoro.

## **CORSI OPZIONALI E A LIBERA SCELTA**

### **Biotecnologie Industriali**

In comune con l'omonimo corso di Scienze Chimiche.

### **Chimica e Tecnologia dei Polimeri**

In comune con l'omonimo corso di Scienze Chimiche.

### **Chimica Analitica degli Inquinanti**

In comune con l'omonimo corso della Laurea specialistica.

### **Chimica dell'Ambiente**

**Sturini, Michela**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: michela.sturini@unipv.it

1° modulo (3 C.F.). Acqua: proprietà chimico-fisiche dell'acqua e dei corpi idrici. Ciclo dell'acqua. Classificazione delle acque. Processi biochimici in acqua. Eutrofizzazione.

Atmosfera: struttura e composizione dell'atmosfera. Ozono. Inquinanti inorganici gassosi CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. Inquinanti organici provenienti da sorgenti naturali. Effetto serra, piogge acide, smog fotochimico, particolato atmosferico.

Suolo: caratteristiche chimico-fisiche della geosfera. Il suolo e i suoi costituenti. Materia organica nel suolo (acidi umici e fulvici). I sedimenti.

2° modulo (3 C.F.). I metalli pesanti: essenziali e/o tossici, presenza sulla crosta terrestre, presenza nella catena alimentare. Pesticidi: naturali e allestiti dall'uomo, loro caratterizzazione chimica, meccanismi di azione, tossicità. Tensioattivi. Fertilizzanti. Fotodegradazioni: principali decomposizioni fotochimiche, loro ruolo nel disinquinamento. Cambiamento globale del clima. L'esame consiste in una prova orale.

Testi di riferimento:

S.E. Manahan, *Chimica dell'ambiente*, Piccin 2000.

C. Baird, *Chimica Ambientale*, Zanichelli 2006.

### **Chimica Elettroanalitica**

In comune con l'omonimo corso della Laurea specialistica.

### **Chimica Organica Industriale**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Chimica per i Beni Culturali**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Elettrochimica**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Farmacologia**

**Villa, Roberto Federico**

Dipartimento di Scienze Fisiologiche-Farmacologiche Cellulari-Molecolari, Sezione di Farmacologia e Biotecnologie Farmacologiche, Laboratorio di Neurochimica e Medicina Molecolare, Piazza Botta, 11 - Telefono e Telefax: 0382-986391 - E-mail: robertofederico.villa@unipv.it

*Modulo I* - Il Corso è rivolto agli studenti interessati allo studio dei principi che regolano gli effetti delle sostanze farmacologiche sulla Biofase, nella prospettiva della loro utilizzazione in campo Clinico-Terapeutico. Gli argomenti trattati intendono fornire le nozioni fondamentali relative ai rapporti intercorrenti tra le sostanze dotate di proprietà farmacologiche, ovvero tossicologiche, ed i meccanismi molecolari del metabolismo cellulare. Il programma comprende la trattazione dell'assorbimento, della distribuzione intra-organismica, della metabolizzazione e della escrezione dei farmaci; inoltre, vengono esaminati i rapporti intercorrenti tra la struttura chimica e l'azione farmacologica, le interazioni con i recettori cellulari, con i sistemi di trasduzione intracellulare. Esame orale.

*Modulo II* - Gli argomenti trattati comprendono le relazioni intercorrenti tra i farmaci ed i vari tipi di neurotrasmettitori, in funzione delle implicazioni terapeutiche che ne derivano. Inoltre, vengono esaminati gli aspetti applicativi delle sostanze farmacologiche, in riferimento alla sintesi mirata di categorie specifiche di farmaci. Il Corso prevede anche la trattazione delle nuove metodologie di studio dei farmaci, della progettazione computerizzata e delle innovazioni farmacologiche, in relazione allo sviluppo di nuove molecole potenzialmente utili a scopo terapeutico. L'in-

segnamento prevede seminari su argomenti specifici e su temi monografici scelti dagli studenti, riguardanti la Farmacologia Speciale, il Sistema Nervoso Centrale, le Patologie Umane e le relative Terapie. Esame orale.

Testi di riferimento:

R.F. Villa, A. Gorini "Principi di Farmacologia Generale" - La Goliardica Pavese - Pavia, 2004.

D.E. Golan, A.H. Tashjian Jr., *et al.*, "Principi di Farmacologia" - Casa Editrice Ambrosiana - Milano, 2006.

### **Fotochimica**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Metodi Chimico-fisici in Chimica Industriale**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Metodi Fisici in Chimica Organica**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Mineralogia**

In comune con l'omonimo corso della laurea in Scienze Chimiche.

### **Radiochimica**

In comune con l'omonimo corso della Laurea in Scienze Chimiche.

### **Tecnologia dei Cicli Produttivi**

**Baldi, Marco**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: baldi@unipv.it

Il corso è suddiviso in due parti coincidenti con il corso di base e di quello avanzato.

Nella prima parte sono analizzati i diversi elementi costituenti un ciclo produttivo di tipo chimico; vengono quindi presi in considerazione i diversi aspetti inerenti le modalità di approvvigionamento, di stoccaggio e di movimentazione controllata delle materie prime, degli intermedi e dei prodotti finiti, la produzione e la utilizzazione dell'energia termica analizzandone in modo specifico l'impiego nelle fasi di sintesi (controllo dei reattori) e di separazione (evaporazione e distillazione) delle miscele di reazione.

Nella seconda parte viene studiato il ciclo produttivo dell'industria petrolifera: sono prese in esame le diverse operazioni unitarie che all'interno di una raffineria consentono di trasformare il greggio nei diversi prodotti finiti. In modo specifico, saranno studiati gli impianti che consentono la trasformazione delle frazioni gassose (GPL) e quelli necessari per ottimizzare la produzione delle frazioni liquide (benzine, gasolio, oli combustibili, ecc.). Di queste ultime sono evidenziate le principali caratteristiche che devono possedere al fine della loro classificazione.

I due esami (b) e (a) consistono in una prova scritta alla fine del corso e di un colloquio.

Testi di riferimento:

Agli studenti è fornito materiale documentale e si rimanda a testi di impiantistica chimica e di chimica industriale.



## CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN CHIMICA (BIENNALE)

### Obiettivi formativi del corso di studio

Il Corso di laurea specialistica in CHIMICA è finalizzato alla formazione di laureati specialisti in possesso di una approfondita conoscenza e cultura nei diversi settori della chimica ed di una elevata preparazione scientifica ed operativa nei diversi campi della chimica di base e/o applicata che variano, in funzione delle scelte degli studenti, da settori consolidati e tuttora d'avanguardia, quali la chimica fine, delle biomolecole, supramolecolare, ecc. a quelli emergenti o prossimi alla maturazione in termini di ricadute applicative industriali, quali dispositivi e macchine molecolari, nuovi materiali (per l'energetica, l'elettronica, l'ottica, la sensoristica), ecc. ovvero privilegiano l'acquisizione di conoscenze ampie di metodologie chimiche e tecniche avanzate e non convenzionali, oltre che conoscenze chemiometriche, merceologiche e normative. Attraverso un percorso di studio equilibrato tra aspetti teorici e sperimentali e flessibile alle esigenze culturali dello studente, il laureato specialistico raggiunge perciò i seguenti obiettivi: possedere una buona padronanza del metodo scientifico di indagine; avere una buona conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto; essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari; essere in grado di lavorare con ampia autonomia e di inserirsi prontamente, con responsabilità scientifica ed organizzativa, negli ambienti di lavoro.

Il Corso di laurea specialistica in CHIMICA prevede due percorsi di studio denominati SCIENZE CHIMICHE e METODOLOGIE CHIMICHE. Accanto ad una approfondita preparazione nella chimica di base, comune ad entrambi i percorsi, il percorso SCIENZE CHIMICHE comprende attività finalizzate al raggiungimento di una elevata operatività nella ricerca chimica, il percorso METODOLOGIE CHIMICHE comprende attività finalizzate all'approfondimento di metodologie chimiche e tecniche avanzate.

### Requisiti di ammissione previsti

Per l'iscrizione al Corso di laurea specialistica in CHIMICA è richiesto il possesso di un diploma di laurea triennale o di altro titolo equipollente conseguito all'estero, riconosciuto idoneo ai sensi delle leggi vigenti.

L'iscrizione presuppone l'adeguatezza della personale preparazione dello studente, il quale dovrà possedere i seguenti requisiti curricolari: solide conoscenze delle discipline chimiche (analitica, chimica-fisica, generale-inorganica e organica) sia teoriche che sperimentali con buona padronanza della terminologia e dei metodi per l'analisi e la risoluzione delle problematiche chimiche; conoscenze di base di matematica, di fisica e di chimica biologica; abilità informatiche e linguistiche (inglese scientifico).

Il possesso dei requisiti e l'adeguatezza della preparazione di cui al comma precedente vengono verificati attraverso un colloquio dello studente con una commissione all'uopo designata dal CD.

Agli studenti in possesso di un diploma di laurea triennale in *Scienze chimiche* (Classe 21, Scienze e Tecnologie Chimiche), conseguito presso l'Università degli Studi di Pavia, dopo la verifica della commissione di cui sopra, senza verifica se il titolo è stato conseguito con valutazione non inferiore a 100/110, vengono integralmente riconosciuti dal CD i 180 crediti formativi universitari (CFU) conseguiti per la laurea di primo livello ai fini dell'iscrizione al Corso di laurea specialistica in CHIMICA, percorso SCIENZE CHIMICHE.

Agli studenti in possesso di un diploma di laurea triennale in *Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse* (Classe 21, Scienze e Tecnologie Chimiche), conseguito presso l'Università degli Studi di Pavia, dopo la verifica della commissione, senza verifica se il

titolo è stato conseguito con valutazione non inferiore a 100/110, vengono integralmente riconosciuti dal CD i 180 CFU conseguiti per la laurea di primo livello ai fini dell'iscrizione al Corso di laurea specialistica in CHIMICA, percorso METODOLOGIE CHIMICHE.

Agli studenti in possesso di un diploma di laurea triennale in *Scienze chimiche* (Classe 21, Scienze e Tecnologie Chimiche), conseguito presso l'Università degli Studi di Pavia, dopo la verifica della commissione, vengono riconosciuti dal CD non meno di 160 e non più di 168 CFU conseguiti per la laurea di primo livello, in funzione dello specifico curriculum, ai fini dell'iscrizione al Corso di laurea specialistica in CHIMICA, percorso METODOLOGIE CHIMICHE. Dovranno pertanto colmare il relativo debito formativo in quei settori scientifico-disciplinari che saranno individuati dalla commissione.

Agli studenti in possesso di un diploma di laurea triennale in *Tecnologie Chimiche per l'Ambiente e le Risorse* (Classe 21, Scienze e Tecnologie Chimiche), conseguito presso l'Università degli Studi di Pavia, dopo la verifica della commissione, vengono riconosciuti dal CD non meno di 160 e non più di 168 CFU conseguiti per la laurea di primo livello, in funzione dello specifico curriculum, ai fini dell'iscrizione al Corso di laurea specialistica in CHIMICA, percorso SCIENZE CHIMICHE. Dovranno pertanto colmare il relativo debito formativo in quei settori scientifico-disciplinari che saranno individuati dalla commissione.

Gli studenti che sono in possesso di un diploma di laurea della classe 21 conseguito presso altre università o di un diploma di laurea in Chimica secondo i precedenti ordinamenti didattici, gli studenti che sono in possesso di un diploma di laurea in altra classe del nuovo ordinamento o di una laurea diversa da quella in Chimica secondo i precedenti ordinamenti didattici, dovranno *preventivamente* far valutare dal CD le attività formative superate e i CFU equivalenti ad esse (nel caso di laurea secondo i precedenti ordinamenti didattici, gli esami superati dovranno essere tradotti in CFU). Gli studenti di cui sopra saranno di norma ammessi al Corso di laurea specialistica in CHIMICA se il CD dichiarerà la congruità di tali attività per almeno 150 CFU, indicando contestualmente in quali settori scientifico-disciplinari dovranno essere colmati, gli eventuali debiti formativi, che non dovranno superare i 30. In casi particolari e motivati, il CD potrà ammettere al Corso di laurea specialistica studenti con debito formativo superiore. Il recupero dei debiti formativi dovrà avvenire entro il primo anno del Corso di laurea specialistica e condizionerà l'iscrizione al secondo anno.

Agli studenti in possesso di un diploma di laurea secondo i precedenti ordinamenti didattici, ai laureati secondo i nuovi ordinamenti che siano in possesso di un titolo di master universitario di primo o secondo livello in discipline affini, e in generale ai laureati che abbiano svolto attività formative e acquisito CFU ulteriori rispetto a quelli richiesti per la laurea di primo livello, il CD, al momento dell'iscrizione ed in base alla carriera pregressa, può riconoscere più di 180 CFU. La tesi di laurea specialistica dovrà comunque essere elaborata nell'ambito delle attività formative specifiche del Corso di laurea specialistica in CHIMICA dell'Università di Pavia.

Il CD può altresì riconoscere CFU acquisiti dallo studente in corsi di formazione extrauniversitari, organizzati dallo Stato o dagli enti locali e da istituzioni scientifiche pubbliche e private, purché pertinenti ad ambiti disciplinari previsti dal piano didattico del Corso di laurea specialistica, e purché gestiti secondo modalità e criteri assimilabili a quelli universitari e nei quali sia prevista la frequenza obbligatoria. Il riconoscimento dei CFU è subordinato alla presentazione di un certificato, emesso dalla struttura interessata, nel quale vengano precisati la denominazione dei corsi con i voti conseguiti nelle prove d'esame, una breve descrizione dei loro contenuti e degli obiettivi formativi, il numero delle ore di lezione e l'obbligo della frequenza.

Possono formare oggetto di riconoscimento anche gli studi compiuti all'estero che non abbiano portato al conseguimento di un titolo accademico, purché adeguatamente documentati.

Il CD, sulla base dei CFU riconosciuti con le modalità di cui ai precedenti commi, deciderà l'eventuale abbreviazione del Corso di laurea specialistica.

### **Ordinamento didattico del Corso di studio e quadro generale delle attività formative**

La durata del Corso di laurea specialistica è di due anni.

Per conseguire la laurea specialistica in CHIMICA, lo studente dovrà aver maturato nel suo percorso complessivo di studi almeno 300 CFU, 180 dei quali devono di norma essere stati acquisiti nel corso di studio del primo livello.

Le attività formative specifiche del Corso di laurea specialistica corrispondono di norma a un totale di 120 CFU. Il carico di lavoro fissato per ciascun anno accademico dovrà consentire allo studente l'acquisizione di 60 CFU. Eventuali eccezioni, in difetto o in eccesso, potranno riguardare gli studenti per i quali è possibile l'abbreviazione del corso di studio o gli studenti in debito formativo. Lo studente ha comunque la possibilità di acquisire crediti in soprannumero.

Di norma 1 CFU (= 25 ore complessive di lavoro) è costituito da otto-nove ore di lezione frontale per i corsi teorici; da tredici-quindici ore di attività quali esercitazioni assistite e/o seminari e/o attività di laboratorio per quei corsi che li prevedono; le restanti ore sono dedicate dallo studente all'acquisizione dei contenuti e dei metodi impartiti nelle lezioni e nelle altre attività assistite, allo studio e all'approfondimento dei testi e dei materiali consigliati dal docente.

Il Corso di laurea specialistica in CHIMICA adotta l'organizzazione didattica semestrale.

### **Date di inizio e fine delle attività formative**

Le lezioni ed i laboratori del primo semestre hanno di norma inizio entro il secondo lunedì del mese di ottobre e terminano non oltre il 31 gennaio; quelli del secondo semestre hanno di norma inizio il 1° marzo e terminano non oltre il 20 giugno.

### **Piani di studio individuali**

Gli studenti a tempo pieno possono presentare presso la Segreteria Studenti piani di studio individuali in cui i 120 CFU previsti per conseguire la laurea vengono raggiunti in modo diverso da quelli sotto riportati e consigliati dal Consiglio Didattico; i piani di studio individuali, che devono essere opportunamente motivati, saranno esaminati ed eventualmente approvati dal Consiglio stesso.

### **Propedeuticità degli esami**

Non sono previste propedeuticità negli esami per gli studenti iscritti senza debiti formativi; eventuali propedeuticità saranno indicate dal CD a quegli studenti che saranno iscritti con debiti formativi, che comunque andranno colmati entro il 1° anno.

### **Frequenze**

La frequenza è obbligatoria per gli insegnamenti che prevedono ufficialmente nel titolo il laboratorio. Eventuali assenze, in misura comunque non superiore al 25% delle ore di laboratorio previste, dovranno essere opportunamente motivate e saranno valutate dal titolare del corso al fine di ottenere l'attestato di frequenza. Nel caso di studenti lavoratori la frequenza ai laboratori può essere sostituita con attività svolte presso industrie/aziende del settore qualora tali attività siano affini alle esercitazioni che vengono svolte nei laboratori. Il giudizio di affinità sarà dato dalla commissione didattica del corso di laurea sentito il parere(i) del(i) docente(i) interessato(i).

### **Sessioni d'esame**

Gli esami per gli studenti regolari possono svolgersi:

- dal termine delle lezioni del I semestre all'inizio di quelle del II semestre;
- dal termine delle lezioni del II semestre al 31 luglio;
- dal 1° settembre all'inizio delle lezioni del I semestre dell'anno successivo (sessione di recupero).

### Piano degli studi del percorso SCIENZE CHIMICHE

Il percorso SCIENZE CHIMICHE non prevede percorsi di studio predefiniti, ma è caratterizzato da un elevato grado di flessibilità che consente di fatto ad ogni studente di disegnarsi un proprio percorso di specializzazione: infatti lo studente può scegliere liberamente di approfondire e consolidare le conoscenze in due dei quattro settori disciplinari fondamentali della chimica, oltre a completare e personalizzare la propria preparazione chimica tramite cinque insegnamenti opzionali di tipo caratterizzante, un insegnamento di tipo affine/integrativo, oltre ad un insegnamento a libera scelta.

Il piano degli studi consigliato, e quindi approvato d'ufficio, viene riportato nello schema seguente. Esso prevede, in conformità con i decreti ministeriali, che lo studente consegua, per ciascun anno di corso, 60 CFU.

Nei piani di studio, i 120 CFU corrispondenti alle attività formative specifiche del corso di laurea specialistica sono ripartiti nel seguente modo:

- attività formative di base, per un totale di 18 CFU: due *Insegnamenti Fondamentali di Base* da 9 CFU scelti tra i quattro della tabella 1;
- attività formative caratterizzanti, per un totale di 18 CFU: due *Insegnamenti Caratterizzanti di Laboratorio* da 6 CFU scelti tra i quattro della Tabella 2, coerenti con i corrispondenti corsi teorici scelti al punto a), ed un insegnamento da 6 CFU scelto tra gli *Insegnamenti Opzionali Chimici* della Tabella 3 ed appartenente ad un settore diverso dai due insegnamenti fondamentali di base scelti;
- attività opzionali (crediti aggregati di sede), per un totale di 24 CFU: quattro *Insegnamenti Caratterizzanti Opzionali* da 6 CFU scelti tra gli *Insegnamenti Opzionali Chimici* della Tabella 3, in modo che complessivamente nei due anni almeno tre appartengano allo stesso settore e siano coerenti con uno dei due *Insegnamenti Fondamentali di Base* scelti;
- attività affini o integrative, per un totale di 6 CFU: un *Insegnamento Opzionale Affine* da 6 CFU scelto tra i sei della Tabella 4;
- altre attività formative, per un totale di 51 CFU: un *Corso a libera scelta* da 6 CFU; un *Internato pre-tesi di laurea* da 12 CFU; la *Tesi Sperimentale* da 30 CFU; *Altre attività formative* da 3 CFU.

### Schema degli insegnamenti del percorso SCIENZE CHIMICHE

#### 1° ANNO

- Insegnamento Fondamentale di Base	9 CFU
- Insegnamento Fondamentale di Base	9 CFU
- Insegnamento Caratterizzante di Laboratorio	6 CFU
- Insegnamento Caratterizzante di Laboratorio	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Affine	6 CFU

#### 2° ANNO

- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Corso a libera scelta	6 CFU
- Internato pre-tesi	12 CFU
- Tesi Sperimentale	30 CFU
- Altre attività formative	3 CFU

**Tabella 1. Insegnamenti Fondamentali di Base.** Devono essere scelti due insegnamenti.<sup>a</sup>

<i>Chimica Analitica III</i>	9 CFU	I semestre
<i>Chimica Fisica III</i>	9 CFU	II semestre
<i>Chimica Inorganica III</i>	9 CFU	II semestre
<i>Chimica Organica III</i>	9 CFU	I semestre

<sup>a</sup> Ogni studente può liberamente scegliere un insegnamento del I semestre ed uno del II semestre oppure i due del I semestre oppure i due del II semestre. Dovrà bilanciare il carico didattico tra i due semestri attraverso l'opportuna scelta degli insegnamenti opzionali.

**Tabella 2. Insegnamenti Caratterizzanti di Laboratorio.** Devono essere scelti due insegnamenti.<sup>a</sup>

<i>Laboratorio di Chimica Analitica III</i>	6 CFU	I semestre
<i>Laboratorio di Chimica Fisica III</i>	6 CFU	II semestre
<i>Laboratorio di Chimica Inorganica III</i>	6 CFU	II semestre
<i>Laboratorio di Chimica Organica III</i>	6 CFU	I semestre

<sup>a</sup> I due insegnamenti di Laboratorio devono essere coerenti con i due *Insegnamenti Fondamentali di Base* scelti.

**Tabella 3. Insegnamenti Opzionali Chimici.** Devono essere scelti cinque insegnamenti.<sup>a</sup>

**Settore analitico:**

<i>Chimica Analitica degli Inquinanti</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Elettroanalitica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Metodi Analitici per Sostanze in Traccia</i>	6 CFU	<b>non attivato a.a. 2007-2008</b>
<i>Metodi Fisici in Chimica Analitica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Trattamento dei Dati e Chemiometria</i>	6 CFU	II semestre

**Settore chimico-fisico:**

<i>Chimica Fisica Ambientale</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Fisica dei Materiali</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica Fisica dei Sistemi Complessi</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Teorica e Computazionale</i>	6 CFU	II semestre
<i>Spettroscopie per lo Stato Solido</i>	6 CFU	I semestre

**Settore inorganico:**

<i>Chimica Bioinorganica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica dei Composti di Coordinazione</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Metallorganica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica Supramolecolare</i>	6 CFU	II semestre
<i>Metodi Fisici in Chimica Inorganica</i>	6 CFU	I semestre

<b>Settore organico:</b>		
<i>Chimica Biorganica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica dei Composti Eterociclici</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica delle Sostanze Organiche Naturali</i>	6 CFU	I semestre
<i>Meccanismi di Reazione in Chimica Organica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Spettroscopia Molecolare Interpretativa</i>	6 CFU	I semestre

<sup>a</sup> Almeno tre dei cinque insegnamenti devono appartenere allo stesso settore e devono essere coerenti con uno dei due *Insegnamenti Fondamentali di Base* scelti; almeno uno dei cinque insegnamenti deve appartenere ad un settore diverso dai due *Insegnamenti Fondamentali di Base* scelti.

**Tabella 4. Insegnamenti Opzionali Affini.** Deve essere scelto un insegnamento.

<i>Complementi di Matematica per le Scienze Applicate</i>	6 CFU	I semestre
<i>Farmacologia</i>	6 CFU	I semestre
<i>Fisiologia cellulare</i>	6 CFU	II semestre
<i>Geochimica</i>	6 CFU	I semestre
<i>Metodologie Biochimiche</i>	6 CFU	I semestre
<i>Normazione e Certificazione</i>	6 CFU	II semestre

Il *Corso a libera scelta* può essere scelto liberamente tra:

- Gli insegnamenti sopra elencati (sia *chimici* che *affini*) non scelti come opzionali
- Gli insegnamenti opzionali o fondamentali afferenti ai settori chimici ed attivati presso l'Università di Pavia
- Gli insegnamenti opzionali o fondamentali afferenti a settori affini ed attivati presso l'Università di Pavia
- Altri insegnamenti impartiti presso l'Università di Pavia

#### *Internato pre-tesi e Tesi Sperimentale*

I 12 CFU denominati *Internato pre-tesi* sono acquisiti nel 2° anno per attività di frequenza dello stesso laboratorio presso cui lo studente intende svolgere la Tesi Sperimentale e sotto la guida e la responsabilità dello stesso docente relatore di tesi. L'acquisizione dei crediti relativi a queste attività avverrà sulla base di una attestazione rilasciata dal relatore di tesi.

La *Tesi Sperimentale di laurea* consiste nello svolgimento di un lavoro originale di ricerca scientifica in ambito chimico sotto la guida e la responsabilità di un relatore, di norma un docente della Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Pavia (relatore). Previa approvazione del CD la tesi può essere svolta anche presso altre Facoltà dell'Ateneo, o altre Università italiane o straniere o presso laboratori di Aziende od Enti convenzionati, sotto la responsabilità scientifica di un relatore della Facoltà e la guida di un correlatore appartenente alla struttura interessata.

L'acquisizione dei crediti relativi a queste attività (12CFU+ 30 CFU) avverrà sulla base di una attestazione rilasciata dal relatore di tesi e consegnata alla segreteria studenti.

#### *Prova finale*

Gli studenti saranno ammessi alla seduta di laurea se avranno acquisito tutti i 117 CFU previsti superando i relativi esami. I 3 CFU della prova finale verranno acquisiti con la discussione del lavoro di tesi sperimentale.

Il laureando dovrà presentare una relazione scritta, attestata da un relatore universitario, che verrà discussa in seduta pubblica, presso l'Università di Pavia, di fronte ad apposita commissione. Obiettivo della prova finale è di verificare la capacità del laureando di svolgere un lavoro originale in ambito chimico, e di esporlo e discuterlo con chiarezza e proprietà di linguaggio scientifico. La valutazione finale è espressa in centodecimi e comprende una valutazione globale del curriculum del laureando.

Gli studenti devono presentare alla Segreteria Studenti domanda di ammissione all'esame di laurea, di norma un mese prima della data fissata per la seduta. Circa 15 giorni prima della seduta devono consegnare il libretto, per la verifica del superamento di tutti gli esami. La relazione scritta di cui sopra (tesi di laurea) deve essere redatta in **cinque copie** controfirmate dal relatore. Di queste, una copia (stampata fronte-retro, non spiralata) deve essere consegnata alla Segreteria Studenti (di norma almeno una settimana prima della data fissata per la seduta), una copia alla segreteria del Dipartimento di Chimica Generale, una copia al relatore ed una copia al controrelatore; l'ultima copia rimane allo studente.

#### *Altre attività formative*

I 3 CFU così denominati sono acquisiti per attività di ricerca bibliografica, utilizzo di banche dati e di informatica chimica connesse con la prova finale e la stesura della relativa tesi. L'acquisizione dei crediti relativi a queste attività avverrà sulla base di una attestazione rilasciata dal docente relatore di tesi e consegnata alla segreteria studenti.

#### **Piano degli studi del percorso METODOLOGIE CHIMICHE**

Il percorso Metodologie Chimiche si pone come obiettivo la formazione di figure professionali che, accanto ad una approfondita preparazione chimica di base, possiedano una conoscenza ad ampio spettro di metodologie e tecniche chimiche innovative e non convenzionali, di chemiometria, di merceologia e di aspetti normativi. Enti, Aziende ed Industrie che si occupano non solo di Chimica, ma anche di Energia, Ambiente, Salute ecc., richiedono infatti laureati in chimica che siano in grado non solo di gestire le normali strumentazioni di laboratorio per controlli e analisi di routine, ma anche di utilizzare metodologie e apparecchiature complesse, di comprenderne approfonditamente funzionamento, applicabilità e limiti, di trattare correttamente i dati, di mantenersi aggiornati sulle nuove tecnologie e di interloquire efficacemente con laureati di altre discipline. D'altro canto, la grande e media industria chimica richiede laureati che siano anche esperti nella normazione e nella certificazione chimica, con un ruolo di supervisione e verifica, sia in produzione sia nella fase di controllo qualità (ove vigono regole e comportamenti internazionalmente riconosciuti quali le norme ISO e le procedure GMP e GLP). Lo stesso vale per il settore interessato allo smaltimento e al recupero e riciclo di sottoprodotti industriali.

Il laureato specialistico nei settori della chimica dell'ambiente (controllo dell'inquinamento industriale e agricolo, smaltimento e/o riciclo dei rifiuti sia urbani che industriali), della chimica dei materiali (sia in termini di produzione, che di processo, che di caratterizzazione) e delle metodologie sintetiche (soprattutto di prodotti meglio compatibili con l'ambiente: chimica verde e processi ecocompatibili) deve essere preparato ad un approccio contemporaneamente metodologico ed applicativo.

Il piano degli studi consigliato, e quindi approvato d'ufficio, viene riportato nello schema seguente. Esso prevede, in conformità con i decreti ministeriali, che lo studente consegua, per ciascun anno di corso, 60 CFU.

Nei piani di studio, i 120 CFU corrispondenti alle attività formative specifiche del corso di laurea specialistica sono ripartiti nel seguente modo:

- a) attività formative di base, per un totale di 12 CFU: i due insegnamenti *Informatica Chimica* (6 CFU) e *Trattamento dei Dati e Chemiometria* (6 CFU);

- b) attività formative caratterizzanti, per un totale di 24 CFU: i quattro insegnamenti *Metodologie e Tecniche Speciali Inorganiche con Laboratorio* (6 CFU), *Metodologie e Tecniche Speciali Organiche con Laboratorio* (6 CFU), *Metodologie Analitiche per Matrici Complesse e Laboratorio* (6 CFU) e *Chimica Fisica Ambientale* (6 CFU);
- c) attività opzionali (crediti aggregati di sede), per un totale di 24 CFU: quattro *Insegnamenti Caratterizzanti Opzionali* da 6 CFU liberamente scelti tra gli *Insegnamenti Caratterizzanti Opzionali* della Tabella 5;
- d) attività affini o integrative, per un totale di 6 CFU: l'insegnamento *Normazione e Certificazione* (6 CFU);
- e) altre attività formative, per un totale di 51 CFU: un *Corso a libera scelta* da 6 CFU; gli insegnamenti *Metodi Fisici in Chimica Inorganica* (6 CFU) e *Chimica Verde* (6 CFU); la *Tesi Sperimentale* da 30 CFU; *Altre attività formative* da 3 CFU.

### Schema semestrale degli insegnamenti del percorso METODOLOGIE CHIMICHE

#### 1° SEMESTRE

- Informatica Chimica (con Laboratorio)	6 CFU
- Normazione e Certificazione	6 CFU
- Metodologie Analitiche per Matrici Complesse e Laboratorio	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU

#### 2° SEMESTRE

- Trattamento dei Dati e Chemiometria	6 CFU
- Metodologie e Tecniche Speciali Inorganiche con Laboratorio	6 CFU
- Metodologie e Tecniche Speciali Organiche con Laboratorio	6 CFU
- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Corso a libera scelta	6 CFU

#### 3° SEMESTRE

- Chimica Fisica Ambientale	6 CFU
- Metodi Fisici in Chimica Inorganica	6 CFU
- Chimica Verde	6 CFU
- Tesi Sperimentale	12 CFU

#### 4° SEMESTRE

- Insegnamento Opzionale Chimico	6 CFU
- Tesi Sperimentale	18 CFU
- Altre attività formative	3 CFU

La collocazione nei semestri degli *Insegnamenti Opzionali Chimici* e del *Corso a libera scelta* sopra riportata è quella consigliata; tuttavia, questi insegnamenti possono essere seguiti anche in altro semestre, compatibilmente con il momento in cui esiste l'offerta didattica dei corsi che lo studente intende seguire.

Complessivamente nei due anni i quattro insegnamenti opzionali chimici dovranno essere scelti in almeno due settori scientifico disciplinari tra quelli indicati in tabella 5.

**Tabella 5.** *Insegnamenti Opzionali Chimici.*

<i>Chimica Analitica degli Inquinanti</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Elettroanalitica</i>	6 CFU	II semestre

<i>Metodi Analitici per Sostanze in Traccia</i>	6 CFU	<b>non attivato a.a. 2007-2008</b>
<i>Metodi Fisici in Chimica Analitica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica Fisica dei Materiali</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica Fisica dei Sistemi Complessi</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Teorica e Computazionale</i>	6 CFU	II semestre
<i>Spettroscopie per lo Stato Solido</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Bioinorganica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica dei Composti di Coordinazione</i>	6 CFU	I semestre
<i>Chimica Metallorganica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica Supramolecolare</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica Biorganica</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica dei Composti Eterociclici</i>	6 CFU	II semestre
<i>Chimica delle Sostanze Organiche Naturali</i>	6 CFU	I semestre
<i>Spettroscopia Molecolare Interpretativa</i>	6 CFU	I semestre

Il *Corso a libera scelta* può essere scelto liberamente tra:

- Gli insegnamenti sopra elencati non scelti come opzionali
- Gli insegnamenti opzionali o fondamentali afferenti ai settori chimici ed attivati presso l'Università di Pavia
- Gli insegnamenti opzionali o fondamentali afferenti a settori affini ed attivati presso l'Università di Pavia
- Altri insegnamenti impartiti presso l'Università di Pavia

#### *Tesi Sperimentale*

La tesi sperimentale di laurea consiste nello svolgimento di un lavoro originale di argomento metodologico applicativo in ambito chimico che può essere effettuato non solo presso i laboratori dell'Università di Pavia, o di Università italiane o straniere, ma anche presso laboratori di Industrie od Enti convenzionati.

L'acquisizione dei crediti relativi alla tesi sperimentale (30 CFU) avverrà sulla base di una attestazione rilasciata dal relatore di tesi e consegnata alla segreteria studenti.

#### *Prova finale*

Gli studenti saranno ammessi alla seduta di laurea se avranno acquisito tutti i 117 CFU previsti superando i relativi esami. I 3 CFU della prova finale verranno acquisiti con la discussione del lavoro di tesi sperimentale.

Il laureando dovrà presentare una relazione scritta, attestata dal relatore universitario, che verrà discussa in seduta pubblica di fronte ad apposita commissione, con l'eventuale presenza di un correlatore appartenente alla struttura interessata, in caso di tesi svolta in ambito extrauniversitario. La valutazione finale è espressa in centodecimi e comprende una valutazione globale del curriculum del laureando.

Gli studenti devono presentare alla Segreteria Studenti domanda di ammissione all'esame di laurea, di norma un mese prima della data fissata per la seduta. Circa 15 giorni prima della seduta devono consegnare il libretto, per la verifica del superamento di tutti gli esami. La relazione scritta di cui sopra (tesi di laurea) deve essere redatta in **cinque copie** controfirmate dal relatore. Di queste, una copia (stampata fronte-retro, non spiralata) deve essere consegnata alla Segreteria Studenti (di norma almeno una settimana prima della data fissata per la seduta), una copia alla segreteria del Dipartimento di Chimica Generale, una copia al relatore ed una copia al controrelatore; l'ultima copia rimane allo studente.

*Altre attività formative*

I 3 CFU così denominati sono acquisiti per attività di ricerca bibliografica, utilizzo di banche dati e di informatica chimica connesse con la prova finale e la stesura della relativa tesi. L'acquisizione dei crediti relativi a queste attività avverrà sulla base di una attestazione rilasciata dal docente relatore di tesi e consegnata alla segreteria studenti.

## PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

### **Chimica Analitica degli Inquinanti**

**Spini, Giovanni**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: giovanni.spini@unipv.it

Il corso, formato da due moduli, si prefigge i seguenti obiettivi in relazione alle matrici ambientali aria, acqua e suolo: delineare procedure, sia standard che innovative, per l'analisi degli inquinanti più importanti, anche in considerazione di norme e/o leggi di tutela ambientale; fornire indicazioni utili per l'abbattimento degli inquinanti e per la valutazione della esposizione umana agli inquinanti.

Gli obiettivi sono trattati diversamente, in funzione del modulo corrispondente.

I modulo Trattazione standard

Il modulo Trattazione innovativa

Al termine del corso lo studente avrà acquisito la capacità di caratterizzare fenomeni di inquinamento ambientale (aria, acqua, suolo) con procedure sia standard (I modulo) che innovative (II modulo).

Esame orale.

Testi di riferimento: Dispensa del docente.

### **Chimica Analitica III**

**Pesavento, Maria**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: maria.pesavento@unipv.it

Vengono presentati argomenti di Chimica Analitica avanzata nel campo dei metodi di separazione, dello sviluppo e uso di sensori chimici e biochimici, e della miniaturizzazione. Si sviluppano le tematiche relative al trattamento di piccoli volumi di campione, e della determinazione di concentrazioni a livello di ultratracce. Vengono presentati i metodi analitici in flusso, e quelli integrati su chip, e alcune importanti metodologie analitiche cinetiche rese possibili dall'uso di apparecchiature a tempo di permanenza esattamente controllato.

Vengono anche descritti i principali metodi analitici basati sull'uso di recettori biologici, quali enzimi, anticorpi e acidi nucleici, affrontando le tematiche relative all'uso di marcatori (elettroattivi, radioattivi, fluorescenti, enzimatici), e ai metodi analitici diretti o per competizione. Vengono anche descritti biosensori, basati sull'uso degli stessi recettori, e che utilizzano diversi metodi di trasduzione del segnale, soprattutto ottici ed elettrochimici.

La spettroscopia Raman verrà approfonditamente descritta, anche in relazione alle possibili applicazioni per lo studio delle interazioni recettore-substrato.

Lo studente dovrà avere acquisito la capacità di comprendere i principi dei metodi analitici più moderni, e di valutarli criticamente, utilizzando la letteratura chimica specializzata.

L'esame è costituito da una prova orale finale.

Testi di riferimento:

D.C. Harris, Chimica Analitica Quantitativa, Zanichelli, 2005, e i riferimenti riportati.

D.A. Skoog, J.J. Leary, Chimica Analitica Strumentale, EdiSES.

### **Chimica Bioinorganica**

**Casella, Luigi**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: luigi.casella@unipv.it

Il corso si propone di fornire agli studenti nozioni sulla chimica di coordinazione dei metalli con leganti biologici, quali amminoacidi, peptidi, proteine, basi nucleiche, nucleotidi, porfirine e altri

macrocicli naturali. Verranno inoltre descritti i processi di attivazione dell'ossigeno molecolare e di altre piccole molecole da parte dei metalli di transizione che hanno rilevanza in biologia. La parte descrittiva del corso prenderà in esame alcune famiglie omogenee di proteine. In particolare verranno affrontati i seguenti argomenti:

Meccanismi di trasporto e veicolazione dei metalli. Canali ionici e pompe di ioni. La biochimica del potassio, del magnesio e del calcio. Le eme proteine: mioglobina, emoglobina, citocromi, citocromo c ossidasi, citocromi P450, perossidasi e cloroperossidasi. Le proteine ferro non-eme: transferrina, ferritina, emeritina, proteine ferro-zolfo, nitrogenasi, catecolo diossigenasi, ribonucleotide riduttasi, metano monossigenasi e fosfatasi acide. Le rame proteine: trasportatori blu di elettroni, emocianine, tirosinasi, dopamina monossigenasi, rame ammino ossidasi, superossido dismutasi, galattosio ossidasi e ossidasi multirame. Le zinco proteine: anidrasi carbonica, carbossipeptidasi e alcool deidrogenasi. Verrà infine descritta l'applicazione di complessi metallici in farmacologia, facendo particolare riferimento al meccanismo di azione degli antitumorali a base di platino.

L'esame consiste di una prova orale.

Testo di riferimento: J.A. Cowan, "Inorganic Biochemistry – An Introduction", VCH Publishers.

## **Chimica Biorganica**

**Zanoni, Giuseppe**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: giuseppe.zanoni@unipv.it

Obiettivo del corso è introdurre gli studenti alle tematiche proprie di questa disciplina che, da un lato, si interessa dell'uso di principi e tecniche della chimica organica nella comprensione di problemi biologici e, dall'altro, approfondisce tematiche chimiche ispirate da osservazioni di tipo biologico. In particolare, questo insegnamento prevede l'esame di diversi argomenti connessi con lo studio e l'utilizzo degli enzimi, visti comunque dal punto di vista del chimico organico.

Dopo una introduzione sulla natura e classificazione degli enzimi, verranno illustrati i principi generali che governano la catalisi enzimatica. Verrà descritto in dettaglio il meccanismo di azione di alcune proteasi, di alcuni enzimi redox e di enzimi che producono idrogeno. Verranno messi in evidenza gli effetti stereoelettronici presenti in queste reazioni biocatalizzate.

Verrà poi trattato l'ampio utilizzo degli enzimi nella sintesi organica con particolare attenzione all'ottenimento di prodotti otticamente attivi da substrati inattivi, anche attraverso esempi di sintesi industriali di importanti farmaci. Saranno trattate alcune tecniche speciali quali l'uso di enzimi in solventi non convenzionali, l'uso di anticorpi monoclonali catalitici e le diverse tecniche di immobilizzazione.

Si parlerà inoltre di come modificare gli enzimi, sia attraverso la site-directed mutagenesis che la directed evolution, al fine di ottimizzarne le performance catalitiche. Brevi cenni sull'utilizzo delle moderne tecnologie di high-throughput screening (HTS) applicate alla biocatalisi e della chimica combinatoriale enzimatica concluderanno il programma.

## **Chimica dei Composti di Coordinazione**

**Poggi, Antonio**

Dipartimento di Chimica Generale, via Taramelli 12 -E-mail: antpoggi@unipv.it

Il corso si propone di approfondire le conoscenze degli studenti sulle proprietà dei composti di coordinazione. Verranno esaminati i metodi di preparazione di complessi metallici e lo studio degli aspetti termodinamici e cinetici della loro reattività in soluzione, con particolare riguardo alla formazione dei complessi e alla stabilizzazione e caratterizzazione di stati di ossidazione non comuni. Saranno inoltre discusse le proprietà dei complessi formati da leganti macrociclici (polieteri e poliammine, addotti con specie non metalliche, macrocicli naturali).

Al termine del corso lo studente avrà approfondito le sue conoscenze di Chimica Inorganica, in particolare degli elementi di transizione, ma anche per quanto riguarda aspetti applicativi, quali processi di estrazione e separazione tramite formazione di complessi.

L'esame consiste in un colloquio alla fine del corso.

Testi di riferimento: J.E. Huheey, E.A. Keiter, R.L. Keiter, Chimica Generale, Piccin, Padova, 1999; F. Basolo, R.C. Johnson, Coordination Chemistry, Science Reviews, 1986; D.E. Fenton, Biocoordination Chemistry, Oxford University Press 1995; E.C. Constable, Coordination Chemistry of Macrocyclic Compounds, Oxford University Press, 1999; P. Beer, P. Gale, D. Smith, Supramolecular Chemistry, Oxford University Press 1999.

## **Chimica dei Composti Eterociclici**

**Faita, Giuseppe**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 -E-mail: giuseppe.faita@unipv.it

Finalità del corso è quella di fornire allo studente gli strumenti necessari per conoscere e capire i principali sistemi eterociclici al fine di razionalizzarne e prevederne la reattività.

La prima parte del corso affronta la nomenclatura sistematica dei composti eterociclici e successivamente vengono discusse le principali strategie sintetiche di anelli eterociclici saturi ed insaturi penta- ed esatomici con particolare riguardo alle potenzialità offerte dalle reazioni pericicliche.

La seconda parte del corso è dedicata allo studio della sintesi e della reattività dei principali anelli penta- ed esatomici (monociclici e benzocondensati) contenenti un sol eteroatomo. Vengono in ultimo brevemente trattati i principali anelli eterociclici con più eteroatomi.

Durante tutto il corso verranno inoltre frequentemente richiamati specifici utilizzi dei composti eterociclici nella sintesi organica, quali il loro impiego come precursori di sistemi 1,3-difunzionalizzati e come agenti per transfer di chiralità sia in sintesi via ausiliari chirali che in processi di catalisi asimmetrica.

Testi di riferimento:

Il docente fornisce a tutti gli studenti frequentanti dettagliati appunti dattiloscritti in formato elettronico.

## **Chimica delle Sostanze Organiche Naturali**

**Vita Finzi, Paola**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: vitafinzi@unipv.it

Il Corso ha lo scopo di far conoscere le principali classi di sostanze organiche naturali denominate metaboliti secondari. Partendo dai processi biosintetici fondamentali (ciclo di Krebs, glicolisi, e ciclo dei pentosi) vengono descritte le molecole che costituiscono i mattoni di base per la formazione di molecole anche complesse. Saranno descritte le reazioni utilizzate in Natura per la costruzione dei metaboliti secondari delle diverse classi. In particolare, partendo dalla combinazione lineare di molecole di acetilcoenzima A verrà discussa la formazione di acidi grassi e derivati compresa la cascata dell'acido arachidonico, dei polichetidi. Viene descritta la formazione dell'isopentenil pirofosfato e del dimetil pirofosfato quali precursori dei composti terpenici e degli steroidi di cui vengono illustrate le diverse classi. Partendo dalla biosintesi dell'acido scichimico e derivati semplici vengono illustrate diverse classi principali di alcaloidi e alcuni metaboliti a biosintesi mista. Di ogni classe di composti, oltre a discutere la biosintesi, la struttura, e la reattività vengono indicate le proprietà biologiche e farmacologiche più interessanti.

L'esame è orale accompagnato dalla preparazione di un breve seminario su un argomento concordato.

Testo di riferimento: Paul M. Dewick, Chimica, Biosintesi e Bioattività delle Sostanze Naturali, Piccin Editore.

## **Chimica Elettroanalitica**

**Alberti, Giancarla**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: giancarla.alberti@unipv.it

Il corso si propone di fornire agli studenti un ampliamento delle conoscenze di chimica elettroanalitica acquisite nei precedenti corsi di chimica analitica.

Nel 1° modulo saranno approfonditi i concetti teorici alla base delle tecniche potenziometriche, polarografiche e voltammetriche. Saranno quindi descritte le principali tecniche utilizzate nelle analisi quantitative e i limiti di utilizzo.

Nel 2° modulo verrà illustrato il comportamento elettrochimico di sostanze organiche e inorganiche e sarà dato ampio risalto alle possibilità di utilizzo di metodi elettroanalitici in campo industriale, ambientale, clinico. In particolare si prenderanno in considerazione: procedure per analisi automatizzate per analisi elettrochimiche, principio di funzionamento, proprietà e applicazioni di sensori e biosensori e di sonde elettrochimiche per analisi *in-situ*. Sarà inoltre affrontato il tema della speciazione dei metalli in traccia mediante metodi elettroanalitici.

Il corso sarà affiancato da alcune esercitazioni in laboratorio.

L'obiettivo del corso è portare gli studenti a conoscere le situazioni in cui potranno utilizzare metodi elettroanalitici nella loro futura attività lavorativa, ed a sviluppare il senso critico necessario per scegliere la tecnica e le condizioni di misura adatte agli obiettivi di ciascuna analisi.

L'esame consiste in una prova orale che si svolge alla fine del corso.

Testi di riferimento: J. Wang - *Analytical Electrochemistry* - Ed. Wiley-VCH. (2000); B.R. Eggins - *Chemical Sensors and Biosensors* - Ed. Wiley (2003).

## **Chimica Fisica Ambientale**

**Ferloni, Paolo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Viale Taramelli 16 - E-mail: paolo.ferloni@unipv.it

Il corso affronta nella prima parte gli aspetti chimico-fisici di base della chimica dell'ambiente, con riferimento a problematiche di termodinamica e cinetica chimica applicate agli ecosistemi. Si descrive il destino di inquinanti nell'ambiente, con attenzione per la modellistica di atmosfera, di sistemi idrici, dell'adsorbimento nel suolo.

Una seconda parte del corso riguarda risorse naturali e loro uso nelle produzioni e nei consumi di energia, a partire dal quadro storico delle successive fasi di sviluppo delle attività umane, giungendo fino ad oggi ed agli scenari futuri. Si discutono gli aspetti energetici implicati nella crescita e negli equilibri di popolazioni e sistemi biologici, come pure di popolazioni umane in condizioni culturali, economiche, geografiche e storiche differenti. Su richiesta di studenti interessati si trattano anche temi a carattere monografico, ad es. tecniche di termodistruzione e problemi connessi, o studi di modelli ambientali in Italia settentrionale. Si presuppone una conoscenza di base della chimica fisica e della statistica descrittiva; si possono effettuare esercitazioni al computer o visite guidate.

Obiettivo del corso è l'acquisizione non solo di una conoscenza generale di tematiche e modelli chimico-fisici in campo ambientale, ma anche di un approccio interdisciplinare ai problemi ecologici ed alle loro possibili soluzioni. Al termine del corso si svolge un esame orale.

Testo di riferimento:

C. Dejak, D. Pitea, C. Rossi, E. Tiezzi, *Chimica fisica per le scienze ambientali*, ETASLIBRI, Milano 1996.

## **Chimica Fisica dei Materiali**

**Anselmi Tamburini, Umberto**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: tau@unipv.it

**Spinolo, Giorgio**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: gs@unipv.it

Il corso è dedicato agli aspetti chimico fisici di base della chimica dei materiali innovativi e si propone di illustrare le correlazioni tra gli aspetti chimici (struttura e reattività), le proprietà funzionali ed i metodi di sintesi e fabbricazione. La prima parte è dedicata ad aspetti di base comuni, mentre la seconda è una breve rassegna per categorie di materiali. *Proprietà strutturali dei materiali*. Struttura cristallina dei solidi ionici. Raggi ionici. Cristalli covalenti. Cristalli molecolari. Energia reticolare. Difetti di punto. *Diagrammi di fase*. Sistemi binari e ternari. *Struttura elettronica dei materiali*. Impostazioni FE, NFE, TB. Densità degli stati e distribuzione FD. Isolanti, metalli e semiconduttori. Massa efficace. Spettroscopie XAS, EXAFS, XES, UPS, XPS. *Materiali semiconduttori*. Massa efficace. Semiconduttori intrinseci ed estrinseci. Conduttività elettrica w fotoconduttività. Giunzione pn. Applicazioni. *Materiali ceramici*. Conduttori ionici. Trasporto ionico, difetti di punto e controllo della stechiometria. Ossidi fluoritici, beta-allumina, AgI. Superconduttori ceramici: generalità. Effetto Meissner. Superconduttori di tipo I e II. Struttura cristallina, difetti di punto e controllo della concentrazione di elettroni o buche. Trasporto elettronico. YBCO, BSCCO, NCCO. Applicazioni. *Materiali vetrosi e amorfi*. Termodinamica dei vetri. Modelli strutturali. Trasporto ionico. Per le varie classi di materiali si indicano brevemente i vari metodi di sintesi e fabbricazione.

Allo studente è richiesta la capacità di discutere criticamente le relazioni tra gli aspetti più specificamente chimici e le applicazioni funzionali.

L'esame consiste di una prova orale.

Il corso utilizza dispense redatte dai docenti e alcuni libri di testo, in particolare: P.A.Cox "The Electronic Structure and Chemistry of Solids", Oxford.

## **Chimica Fisica dei Sistemi Complessi**

**Ghigna, Paolo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: paolo.ghigna@unipv.it

Il corso è dedicato allo studio delle nozioni di termodinamica e cinetica chimica necessarie alla comprensione di sistemi in cui si svolgono diversi fenomeni concomitanti (reazioni chimiche concomitanti, trasporto di materia e calore, etc.).

Il corso si propone quindi di permettere agli studenti di sapere discutere dei seguenti argomenti: Il Primo Principio della termodinamica esteso ai sistemi aperti; la Produzione di Entropia e le sue conseguenze sul Secondo Principio; l'Affinità Chimica (sistemi reattivi); i concetti fondamentali della Teoria delle Fluttuazioni, derivando le Relazioni Reciproche di Onsager; le Leggi Fenomenologiche nell'ambito del formalismo lineare; le condizioni di stazionarietà in sistemi non all'equilibrio (stati di minima Produzione di Entropia); alcune reazioni chimiche oscillanti, alla luce dei concetti di retroazione, di attrattore e di bistabilità; alcuni modelli semplici per lo studio della classica reazione oscillante di Belousov-Zhabotinsky, come quelli noti con i nomi di Brusselator ed Oregonator.

Testo Consigliato: I. Prigogine, Introduzione alla termodinamica dei processi irreversibili, Leonardo Edizioni Scientifiche, Roma, 1971.

### Chimica Fisica III

**Massarotti, Vincenzo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: vincenzo.massarotti@unipv.it

Il corso sviluppa gli aspetti di base della Chimica Fisica dello stato solido con lezioni frontali di teoria ed esempi applicativi sui seguenti argomenti. Legami chimici e strutture cristalline tipiche dello stato condensato. Reticolo reciproco ed interazione con fononi. Proprietà elettroniche nei solidi, elettroni liberi, elettroni quasi-liberi e bande di energia. Schema della zona ridotta e della zona estesa. Metalli e leghe, isolanti e semiconduttori: conduttività intrinseca, estrinseca e gap di energia. Concentrazione e mobilità dei trasportatori di carica. Semiconduttori e caratteristiche delle giunzioni  $p-n$ : loro possibilità di utilizzo in dispositivi elettronici. Difetti nei composti stechiometrici e non stechiometrici: proprietà termodinamiche dei difetti e metodi di determinazione. Implicazione dei difetti nei fenomeni di diffusione e di conduzione allo stato solido. Numeri di trasporto in sistemi solidi e loro misura. Studio dei processi di nucleazione nelle trasformazioni allo stato solido. Cinetica e meccanismo delle reazioni solido-solido e solido-gas.

Alla fine del corso, lo studente deve possedere e trattare con profitto i concetti fondamentali di termodinamica e cinetica dello stato solido.

Esame orale

Testi consigliati:

C. Kittel, "Introduction to Solid State Physics", J. Wiley&Sons, 1971.

A.R. West, "Basic Solid State Chemistry", J. Wiley&Sons, 1988.

H.F. Franzen, "Physical Chemistry of Solids", World Scientific 1994.

### Chimica Inorganica III

**Fabbrizzi, Luigi**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - e-mail: luigi.fabbrizzi@unipv.it

Programma: Il legame nei composti di coordinazione. La teoria del Campo Cristallino, la teoria dell'Orbitale Molecolare Chiralità indotta dalla coordinazione a un centro metallico. Meccanismi di sostituzione al centro metallico. Processi di trasferimento elettronico: il trasferimento elettronico a sfera interna; il trasferimento elettronico a sfera esterna. La teoria di Marcus. Spettroscopia di assorbimento. Spettroscopia di emissione. Fluorescenza e fosforescenza. Stati eccitati centrati sul legante, sul metallo e a trasferimento di carica. Trasferimento elettronico foto-indotto. Fotochimica inorganica. Il complesso  $[Ru^{II}(bpy)_3]^{2+}$  come fotosensitizzatore di emissione. La fotoscissione dell'acqua. Il disegno di sensori molecolari fluorescenti per ioni metallici, anioni e amminoacidi. La chimica di coordinazione degli anioni: l'interazione tra recettore e anione: interazioni metallo-legante e a legame di idrogeno. La sintesi *template* di anelli, gabbie, rotaxani, catenani, eliche, griglie. Movimenti molecolari controllati: rotaxani a due stazioni, catenani con anelli non equivalenti, scorpionati. Movimenti connessi alla foto-isomerizzazione dell'azobenzene. Processi di estrazione e di trasporto attraverso membrane liquide organiche. Il disegno del carrier per processi di trasporto guidati da un gradiente di concentrazione, di pH, del potenziale redox.

Lo studente, una volta superato il corso, conosce le proprietà e la reattività di composti contenenti ioni metallici di transizione, per quanto riguarda: le caratteristiche elettroniche e geometriche, i meccanismi di sostituzione, i processi di trasferimento elettronico, l'attività fotofisica e fotochimica. È in grado di progettare la sintesi di sistemi molecolari per il sensing di specie ioniche, per il movimento controllato, per lo sviluppo di segnali.

L'esame consiste in una prova orale.

Il materiale didattico verrà via via fornito agli studenti nella forma di file di testo (programma dettagliato di ca. 40 pagine) e dei file grafici delle illustrazioni discusse nel corso delle lezioni.

## **Chimica Metallorganica**

**Buttafava, Armando**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: armando.buttafava@unipv.it

Il corso si propone di fornire le basi per la comprensione delle proprietà del legame Metallo-Carbonio. Vengono discusse le caratteristiche strutturali dei complessi metallorganici di metalli di transizione alla luce della teoria degli orbitali molecolari. Sono esaminati i meccanismi delle principali reazioni: sostituzione dei legandi, addizione ossidativa/eliminazione riduttiva, inserzione, attacco ai legandi. Vengono quindi illustrati alcuni impieghi dei composti metallorganici come catalizzatori nella sintesi organica e nei processi industriali, in particolare nelle reazioni di polimerizzazione. Il corso termina con una breve introduzione alla chimica delle superfici.

Sono previste alcune esercitazioni per l'esecuzione di calcoli di orbitali molecolari.

Ci si attende che alla fine del corso lo studente sia in grado di valutare quali caratteristiche strutturali possa avere un'interazione metallo-legando, quale sia la potenziale reattività di uno specifico complesso metallorganico, quali sono le reazioni che possono produrre un certo composto partendo da uno specifico substrato.

L'esame consiste in una prova orale.

Il materiale didattico viene fornito dal docente sotto forma di dispense o articoli scientifici utili per approfondimenti di argomenti specifici.

## **Chimica Organica III**

**Vidari, Giovanni**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: vidari@unipv.it

Vengono illustrati i principi dell'analisi retrosintetica, della sconnessione dei legami e delle strategie di sintesi dei composti target. Si discutono i sintoni elettrofilici e nucleofili più importanti e i metodi per l'inversione della normale reattività chimica (ümpolung). Si considerano le reazioni classiche più importanti e quelle più recenti per la formazione di legami C-C, semplici e multipli. Particolare enfasi viene data agli aspetti della chemo-, regio-, e stereoselettività delle reazioni, alle metodologie sintetiche con specie organometalliche, e alle procedure per l'ottenimento di prodotti enantiomericamente puri. Come esempi di applicazione delle diverse metodiche vengono discusse alcune sintesi totali di composti naturali bioattivi.

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente le capacità di leggere criticamente la letteratura, anche recente, in sintesi organica, e di progettare sintesi stereoselettive di composti organici, con le conoscenze di base delle condizioni sperimentali delle reazioni.

L'esame è orale, dopo la fine del corso. Testi di riferimento:

Stuart Warren *Organic Synthesis: The Disconnection Approach*. Wiley. 2003.

W. Carruthers, I. Coldham *Modern Methods of Organic Synthesis*. 4th Edition. Cambridge. 2004.

E.J. Corey, X.M. Cheng *The Logic of Chemical Synthesis*. Wiley. 1995.

L. Kürti, B. Czako *Strategic Applications of Named Reactions in Organic Synthesis*. Elsevier. 2005.

K.C. Nicolaou, E.J. Sorensen *Classics in Total Synthesis: Targets, Strategies, Methods*. VCH.

K.C. Nicolaou, S.A. Snyder *Classics in Total Synthesis II: More Targets, Strategies, Methods*. VCH.

## **Chimica Supramolecolare**

**Licchelli, Maurizio**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: maurizio.licchelli@unipv.it

**Pallavicini, Piersandro**

E-mail: piersandro.pallavicini@unipv.it

Il corso mira a fornire agli studenti le conoscenze relative al disegno di sistemi supramolecolari e allo studio delle loro proprietà. A tale scopo saranno trattati estesamente i seguenti argomenti: chimica host-guest e relativi aspetti termodinamici; processi di riconoscimento in sistemi sintetici e biologici; trasporto attraverso membrane artificiali; segnalazione del processo di riconoscimento (sensori molecolari per substrati ionici, neutri e di interesse biologico); processi di Self-Assembly: da semplici supramolecole inorganiche ad architetture multicomponente; macchine, movimenti e dispositivi molecolari per la trasformazione di energia in movimento e informazione a livello molecolare; dispositivi molecolari in soluzioni ordinate; self-assembled monolayers e loro uso per l'elettronica molecolare.

Alla fine del corso lo studente dovrà aver acquisito un background che gli consenta la comprensione dello "state of the art" della chimica supramolecolare pubblicato nella letteratura scientifica. Modalità dell'esame: orale.

Testi di riferimento:

J.M. Lehn, *Supramolecular Chemistry, Concepts and Perspectives*, VCH, 1995.

P.D. Beer, P.A. Gale, D.K. Smith, *Supramolecular Chemistry*, Oxford University Press, 1999.

## **Chimica Teorica e Computazionale**

**Romano, Silvano**

Dipartimento di Fisica "A. Volta", Via Bassi 6 - E-mail: silvano.romano@unipv.it

Scopo formativo del corso è di fornire una introduzione, elementare ma coerente, a principi e metodi di "computer modelling", che in questi ultimi decenni hanno acquistato applicazione in molteplici ambiti della Chimica e dello studio della materia condensata, anche con possibili utilizzazioni in ricerche industriali.

Dopo opportuni richiami di matematica e di fisica, si passa ad esaminare il calcolo quantomeccanico da principi primi su atomi o molecole, isolati od interagenti, e quindi la determinazione di potenziali intra- ed intermolecolari, e lo studio della reattività in tale quadro. Viene segnalata l'importanza del problema della solvatazione. Si passa poi a considerare simulazioni numeriche (Monte Carlo e Dinamica Molecolare), come strumento nella termodinamica statistica di fasi condensate. Si prevede inoltre un cenno alle simulazioni alla Car-Parrinello. Ci si propone infine di offrire a discenti la possibilità di "mettere le mani" su qualche semplice esempio dei calcoli qui menzionati.

Modalità di esame: prova orale.

Libro di testo consigliato: A.R. Leach, *Molecular Modelling, Principles and Applications* 2.nd edition, Prentice Hall, 2001 esso ed altri vi citati sono disponibili in biblioteche della Università di Pavia.

Se il pubblico discente avrà altre esigenze o preferenze, per lo meno il titolare del corso sarà disponibile ad ascoltarle.

## **Chimica Verde**

**Righetti, Pier Paolo**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: pierpaolo.righetti@unipv.it

Il corso si prefigge l'obiettivo di sviluppare una cultura chimica innovativa, rispettosa dell'ambiente ed orientata a sostenere e migliorare la qualità della vita delle future generazioni attraverso la sistematica applicazione dei principi della "Green Chemistry" (educazione allo sviluppo sostenibile).

Principio della "efficienza atomica" e riduzione dei rifiuti chimici aumentando rese e selettività dei processi (esempi anche di processi industriali): ruolo della catalisi sia eterogenea che omogenea nella sintesi organica; sviluppo di processi naturali o biomimetici (biosintesi e/o biocatalisi nelle reazioni organiche). Uso di solventi ecocompatibili nella sintesi organica (acqua, CO<sub>2</sub> supercritica, solventi ionici, ecc.). Reazioni senza solvente. Uso delle microonde nella sintesi organica.

Riduzione od eliminazione di reagenti tossici e/o pericolosi; sviluppo di condizioni di reazione alternative; progettazione di nuovi prodotti chimici più sicuri a parità di attività.

Minimizzazione dei consumi energetici e delle materie prime non rinnovabili nella sintesi organica. Alla fine del corso lo studente, oltre a maturare una sensibilità per gli obiettivi dello sviluppo sostenibile, deve sapere valutare criticamente sintesi e processi di laboratorio alla luce dei principi della green chemistry, ed avere consapevolezza della trasferibilità, in termini di rapporto costi benefici, di detti principi a sintesi e processi industriali.

Esame orale

Testo consigliato:

Mike Lancaster "Green Chemistry: An Introductory Text" – Royal Society of Chemistry, 2002

## **Complementi di Matematica per le Scienze Applicate**

**Colli, Pierluigi**

Dipartimento di Matematica, Via Ferrata 1 - E-mail: pierluigi.colli@unipv.it

Attraverso la costruzione di modelli, la matematica, va assumendo sempre più anche le caratteristiche di uno strumento investigativo. La realtà conduce a modelli matematici, da affrontare con gli strumenti astratti della matematica e la potenzialità degli strumenti analitici. Si faranno innanzitutto richiami e complementi di analisi reale per poi occuparsi di equazioni differenziali.

I richiami verteranno su successioni e serie, in particolare ci soffermeremo sulle serie numeriche discutendo la convergenza delle serie più note, e sulle funzioni di più variabili discutendo i concetti di derivate parziali e gradiente, massimi e minimi relativi. Il corso poi si concentrerà sulle equazioni differenziali: introduzione, ordine, forma normale, problemi di Cauchy. Modello malthusiano ed equazione logistica: studio qualitativo e calcolo esplicito delle soluzioni. Modello di caduta di un grave nel vuoto e nell'aria. Equazioni differenziali lineari del primo ordine, diversi esempi. Modello di decadimento radioattivo. Equazioni differenziali a variabili separabili. Caso dei sistemi di più equazioni ed equazioni differenziali di ordine superiore. Equazioni differenziali lineari del secondo ordine. Modello dell'oscillatore armonico.

I riferimenti bibliografici sono diversi e verranno segnalati durante il corso.

L'esame consiste in una prova orale comune su argomenti sia della prima che della seconda parte del corso.

## **Farmacologia**

**Villa, Roberto Federico**

Dipartimento di Scienze Fisiologiche-Farmacologiche Cellulari-Molecolari, Sezione di Farmacologia e Biotecnologie Farmacologiche, Laboratorio di Neurochimica e Medicina Molecolare, Piazza Botta, 11 – Telefono e Telefax 0382-986391 E-mail: robertofederico.villa@unipv.it

Gli argomenti trattati nel Corso riguardano lo studio dei principi farmacologici relativi alla caratterizzazione molecolare degli effetti delle sostanze farmacologiche sulla Biofase. Sono illustrate le nozioni fondamentali relative all'assorbimento, alla distribuzione intra-organismica, alla metabolizzazione ed alla escrezione dei farmaci. In particolare, vengono approfonditamente esaminati i meccanismi molecolari dell'azione dei farmaci sul metabolismo cellulare, delle interazioni specifiche con i recettori cellulari, con i sistemi di trasduzione intra-cellulare e con i vari tipi di neurotrasmettitori, in relazione allo sviluppo di nuovi farmaci. Il Corso prevede la trattazione dei meccanismi molecolari patogenetici delle principali Patologie Umane, in particolare quelle di interesse Neurologico e Psichiatrico e della loro Terapia ed, in generale, dei principi di base per l'utilizzazione delle varie categorie di farmaci nell'ambito del loro impiego terapeutico. Il Corso prevede anche la trattazione delle nuove metodologie di studio dei farmaci, della progettazione computerizzata e delle innovazioni farmacologiche, in relazione allo sviluppo di nuove molecole potenzialmente utili a scopo terapeutico. L'insegnamento prevede seminari su argomenti specifici e su temi monografici scelti dagli studenti, riguardanti la Farmacologia Speciale, il Sistema Nervoso Centrale, le Patologie Umane e le relative Terapie. Esame orale. Testi di riferimento:

R.F. Villa, A. Gorini "Principi di Farmacologia Generale" – La Goliardica Pavese – Pavia, 2004.  
A. Goodman & Gilman "Le Basi Farmacologiche della Terapia" – Zanichelli – Bologna, 2003.

## **Fisiologia Cellulare**

**Tanzi, Franco**

Dipartimento di Scienze Fisiologiche-Farmacologiche, Via Forlanini 6 - E-mail: franco.tanzi@unipv.it

Il corso è mutuato con il corso di "Fisiologia Cellulare ed Applicazioni Biotecnologiche per Biotecnologie".

Il Corso di Fisiologia Cellulare sarà principalmente dedicato alla descrizione dei meccanismi di trasduzione dei segnali che agiscono a livello della membrana plasmatica cellulare, ma prenderà anche in esame alcuni aspetti di fisiologia umana. Argomenti del corso: Struttura della membrana plasmatica cellulare. Potenziale di equilibrio e potenziale di membrana. Sistemi di trasporto membranale (pompe e canali ionici, trasporto secondario), recettori di membrana (recettori-canale, recettori accoppiati a proteine G, recettori tirosina-chinasi), messaggeri intracellulari (principalmente il  $Ca^{2+}$  intracellulare). La contrazione muscolare: cellule muscolari lisce, cardiache e scheletriche. Introduzione alla trasmissione sinaptica. Circuiti neurali. Un esempio di sistema integrato: il sistema cardiovascolare. Attività elettrica del cuore. Attività meccanica del cuore. Modulazione dell'attività cardiaca. principi di idrodinamica. Controllo delle resistenze vasali. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di analizzare criticamente, a livello molecolare, i fenomeni che intervengono a livello di un sistema "semplice", quale la membrana cellulare, e di valutare le complesse interazioni proprie dei processi fisiologici integrati.

L'esame consiste in una prova scritta seguita da un colloquio orale.

Testi di riferimento:

Casella-Taglietti: "Principi di Fisiologia".

B. Levy: "Physiology".

Vengono forniti file PDF, che riportano in forma schematica quanto esposto durante le lezioni.

## Geochimica

**Vannucci, Riccardo**

Dipartimento di Scienze della Terra, Via Ferrata 1 - E-mail: vannucci@crystal.unipv.it

Dopo un breve richiamo dei principi chimici e della termodinamica in geologia, il corso prenderà in esame i traccianti geochimici (elementi in tracce e rapporti isotopici) comunemente impiegati nell'interpretazione dei processi geologici. Verranno inoltre illustrate le principali tecniche analitiche (sia di bulk che in-situ) per la determinazione delle concentrazioni elementari e dei rapporti isotopici su matrici di interesse geologico.

1) Geochimica del processo magmatico. Elementi in tracce. Coefficienti di distribuzione. Fattori che controllano i coefficienti di distribuzione: P, T, X e  $fO_2$ . Ruolo del controllo cristallografico. Mobilità degli elementi in tracce. Processi di fusione parziale e cristallizzazione frazionata.

2) Geocronologia e geochimica isotopica. 2.1) Isotopi radiogenici. Meccanismi di decadimento degli atomi radioattivi. Il metodo K-Ar. Il metodo  $^{40}Ar/^{39}Ar$ . Tecniche di riscaldamento. Il metodo Rb- Sr. L'evoluzione degli isotopi dello Sr nella Terra con il tempo. Il metodo Sm-Nd. Evoluzione isotopica del Nd. I metodi U-Pb e Th-Pb. Geochimica di U e Th. Datazione di minerali ricchi in U e Th: monaziti e zirconi. Diagrammi concordia U-Pb. La geologia isotopica del piombo. Età delle meteoriti e della Terra. 2.2) Isotopi stabili. Frazionamento degli isotopi stabili. Isotopi dell'Ossigeno e dell'Idrogeno nell'acqua e nel vapore d'acqua. Campi geotermici. Ossigeno e Idrogeno nella litosfera. Sistemi idrotermali: interazione acqua-roccia. Isotopi del Carbonio e dello Zolfo. 3) Geochimica del processo sedimentario. L'alterazione: agenti chimici e azioni fisiche. Stabilità dei minerali all'alterazione. Fattori che condizionano il comportamento degli elementi nel corso dell'alterazione, del trasporto e della sedimentazione: potenziale ionico e grandezze correlate, attività degli ioni idrogeno, potenziale di ossido-riduzione. Le acque marine ed oceaniche. Le acque continentali. Rocce carbonatiche e rocce clastiche.

Testo generale:

White W.M. 2001. Geochemistry.

On-line textbook: <http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/geo455/Chapters.HTML>

Altri testi: Gill R.C.O. 1988. Chemical fundamentals of geology. Unwin Hyman, London; Faure G. 1986. Principles of isotope geology. 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley & Sons, New York; Longinelli A. e Deganello S. 1999. Introduzione alla geochimica. Utet.

## Informatica Chimica

**Mustarelli, Piercarlo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: piercarlo.mustarelli@unipv.it

**Romano, Silvano**

Dipartimento di Fisica "A. Volta", Via Bassi 6 - E-mail: silvano.romano@unipv.it

Il corso si prefigge lo scopo di fornire agli studenti il *background* culturale e gli strumenti necessari per il corretto trattamento matematico e informatico dei problemi di interesse chimico.

Nella prima parte del corso vengono introdotti i concetti fondamentali di statistica, calcolo delle probabilità e teoria degli errori. In particolare, vengono trattati: il teorema della media, gli errori sistematici e casuali della misura, l'uso di distribuzioni di probabilità e del metodo dei momenti (o cumulanti). Successivamente vengono introdotte le nozioni di *best-fit* lineare e non lineare e vengono discussi i principali metodi di ottimizzazione statistica e deterministica.

Nella seconda parte del corso vengono introdotti elementi del linguaggio Fortran: tipi di variabili, operazioni logiche ed aritmetiche, operazioni su variabili a carattere, *input/output*, gestione di *file*, costrutti *if/then/else*, *do loop*, *subroutine*, *function*, cenni alle applicazioni di analisi numerica, produzione di numeri casuali. Vengono anche fornite nozioni sui principali sistemi operativi: DOS/Windows, UNIX/LINUX. Infine vengono discussi i formati dei *file* e la loro conversione (nei casi migliori); sono anche forniti cenni su programmi di scrittura.

Al termine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di analizzare in modo corretto un insieme, anche complesso, di dati, eventualmente attraverso la scrittura di un apposito programma.

L'esame consiste in un colloquio finale.

Testo di riferimento:

a) T.M.R. Ellis, "Fortran 77 programming", 2<sup>nd</sup> edition, Addison-Wesley, (Wokingham, England, UK, 1990).

oppure, b) W.E. Mayo, and M. Cwiakala, "Programming with Fortran 77", "Programming with Fortran 90", Schaum's outline series, McGraw-Hill, 1995.

Note del docente.

### **Laboratorio di Chimica Analitica III**

In comune con il corso Metodologie Analitiche per Matrici Complesse e Laboratorio.

### **Laboratorio di Chimica Fisica III**

**Berbenni, Vittorio**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: vittorio.berbenni@unipv.it

**Ghigna, Paolo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: paolo.ghigna@unipv.it

La prima parte del corso riguarda lo studio di Cinetica e meccanismo delle reazioni solido-solido e delle reazioni di decomposizione termica: confronto tra metodi isotermi e non isotermi. Metodo di deposizione chimica da vapore e di trasporto in fase vapore. Metodo della coprecipitazione, di spray drying e freeze drying. Sintesi idrotermale. Fondamenti del processo sol-gel. Metodi per la crescita di cristalli.

La seconda parte del corso è dedicata allo studio delle nozioni di cristallografia e cristallochimica che sono di più comune uso in chimica.

Al termine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di:

- Leggere e interpretare una tavola di un gruppo spaziale come data dalle Tabelle Internazionali.
- Progettare e interpretare un esperimento di diffrazione (di raggi x o neutroni).

L'esame è orale e viene sostenuto alla fine del corso.

Testi Consigliati:

- letture raccomandate: letteratura specifica per i diversi metodi di preparazione dei solidi.

International Tables for Crystallography, Volume A: Space-group symmetry.

Edited by Theo Hahn, Springer Verlag.

Burns, Gerald and A.M. Glazer. Space Groups for Solid State Scientists. Second Edition. NY: Academic Press, 1990.

### **Laboratorio di Chimica Inorganica III**

**Taglietti, Angelo**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: angelo.taglietti@unipv.it

Il corso si propone di mostrare allo studente diversi esempi applicativi riguardanti le nozioni teoriche apprese nel corso di Chimica Inorganica III. Gli studenti familiarizzeranno con (i) la sintesi di leganti macrociclici e complessi inorganici, (ii) l'utilizzo di tecniche spettroscopiche per la caratterizzazione di complessi inorganici e della loro reattività, (iii) l'utilizzo di software specifici per il trattamento e l'elaborazione di dati e per la loro presentazione in relazioni scientifiche. Nella prima parte del corso verranno affrontate le tematiche di sintesi di complessi inorganici, la loro purificazione e la loro caratterizzazione. I complessi preparati in laboratorio verranno quindi utilizzati negli esperimenti affrontati nella seconda parte del corso. Tecniche spettrofotometriche

verranno impiegate per lo studio cinetico dei meccanismi di alcune classiche reazioni della chimica inorganica e per la determinazione di parametri termodinamici riguardanti complessi di metalli di transizione. Il corso prevede inoltre l'utilizzo di tecniche spettrofluorimetriche per l'osservazione di fenomeni di trasferimento elettronico fotoindotto.

Il corso è completato da un esaustivo *tutoria*/sull'uso di software dedicati all'elaborazione dati e alla stesura di relazioni scientifiche sulle esperienze svolte.

L'esame consiste nella produzione di un elaborato contenente le relazioni sulle esperienze svolte in laboratorio, che verrà commentato insieme al docente all'interno di un esame orale.

Il materiale didattico è fornito dal docente.

## **Laboratorio di Chimica Organica III**

**Freccero, Mauro**

Dipartimento di Chimica Organica,, Via Taramelli 10 - E-mail: mauro.freccero@unipv.it

Il corso è articolato in due parti. La prima si prefigge di fornire strumenti sia teorici (15 ore) che pratici (circa 50 ore di laboratorio) per introdurre gli studenti a tecniche non utilizzate nei precedenti corsi di laboratorio, con particolare enfasi sulle tecniche di manipolazione in atmosfera inerte. Particolare attenzione sarà riservata a: 1) metodiche di protezione passiva ed attiva dei principali gruppi funzionali; 2) procedure d'ossidazione e di riduzione chemo-, diastereo- ed enantio-selettive; 3) preparazione di enolati in situ e/o reazioni di transmetallazione.

Il corso prevede una seconda parte d'introduzione teorica degli strumenti computazionali in Chimica Organica (15 ore) finalizzata alla previsione e razionalizzazione di proprietà e reattività molecolari in fase gassosa ed in solvente, seguita da esercitazioni pratiche/informatiche con l'utilizzo di alcuni pacchetti software commerciali.

L'esame consiste di una relazione scritta riguardante l'attività di laboratorio (per la valutazione dell'attività pratica) e di un esame orale (riguardante gli aspetti teorici del corso).

Testi di riferimento:

- 1) "Protective Groups in Organic Synthesis" T. W. Green, P. G. M. Wuts. Ed. Wiley, Interscience.
- 2) "Oxidation and Reduction in Organic Synthesis" T. J. Donohoe, Oxford Chemistry Primers.
- 3) "Handbook of Reagents for Organic Synthesis: Oxidizing and Reducing Agents" Burke, S.D.; Danheiser, R.L.; 1999, 528 pp. Publisher: (Wiley, New York, N.Y.).

## **Meccanismi di Reazione in Chimica Organica**

**Caramella, Pierluigi**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 -E-mail: pierluigi.caramella@unipv.it

Il corso si propone di introdurre gli studenti alla comprensione e all'uso dei più importanti metodi, criteri e indici utilizzati per lo studio dei meccanismi di reazione e per la razionalizzazione delle varie forme di selettività delle reazioni organiche.

Verranno esaminate le principali reazioni pericicliche e le reazioni di addizione, eliminazione e sostituzione con particolare attenzione ai problemi di reattività e selettività.

Verranno introdotti i vari criteri cinetici e stereochimici usualmente impiegati per la definizione dei meccanismi quali l'equazione di Hammett, i diagrammi di Broensted, l'effetto isotopico ed altri.

Nella interpretazione dei fenomeni di reattività e selettività verrà estesamente utilizzato l'approccio della interazione degli orbitali di frontiera e le sue limitazioni verranno discusse.

Al termine del corso lo studente avrà appreso i principali concetti e indici necessari per la comprensione degli studi meccanicistici riportati nella letteratura corrente.

Esame orale alla fine del corso.

Testi di riferimento:

I. Fleming, Pericyclic Reactions, Oxford 1999.

I. Fleming, Frontier Orbitals and Organic Chemical Reactions, Wiley 1976.

H. Maskill, Structure and Reactivity in Organic Chemistry, Oxford 1999.

## **Metodi Analitici per Sostanze in Traccia**

**Corso disattivato per l'a.a. 2006/07**

**Alberti, Giancarla**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: giancarla.alberti@unipv.it

La crescente attenzione alla qualità in tutti i prodotti destinati al consumo umano, quali alimenti e farmaci, così come quella legata all'ambiente, rende necessario spingersi a controllare la presenza di specie inquinanti fino a livelli di ultra tracce.

L'obiettivo del corso è quello di sviluppare nello studente la mentalità analitica necessaria per affrontare il problema dell'analisi in tracce. Verranno pertanto presi in considerazione i seguenti argomenti: l'ambiente di lavoro, prelievo e conservazione dei campioni, apparecchiature e reagenti necessari all'analisi. Pre-trattamento dei campioni: attacchi, preconcentrazione e separazione degli analiti dagli interferenti e dalla matrice. Tecniche strumentali per l'analisi in tracce. Tecniche ifenate (accoppiate). Studio della speciazione.

L'esame consiste in una prova orale che si svolge alla fine del corso.

Testo di riferimento: J.R. Dean – Methods for environmental Trace Analysis - Ed. Wiley (2003).

## **Metodi Fisici in Chimica Analitica**

**Benetti, Pietro**

Dipartimento di Chimica Generale, Viale Taramelli 12 - E-mail: benetti@pv.infn.it

Elementi di teoria dei segnali.

Strumentazione di base per lo studio (oscillografi, voltmetri, filtri), l'acquisizione (convertitori ADC, DAC, registratori di forma d'onda) ed il processamento dei segnali.

Interazione radiazione-materia e sue applicazioni all'analisi chimica. Verranno discussi in dettaglio alcuni argomenti selezionati.

Modalità dell'esame: orale.

Verranno di volta in volta indicate le fonti scritte.

## **Metodi Fisici in Chimica Inorganica**

**Monzani, Enrico**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: enrico.monzani@unipv.it

Si intende fornire agli studenti le basi per l'utilizzo di tecniche fisiche, in particolare spettroscopiche, per la caratterizzazione di molecole. L'attenzione è focalizzata allo studio dell'interazione tra campi magnetici esterni e momenti magnetici (elettronici o nucleari) presenti nel campione. Per alcune tecniche è prevista una dimostrazione pratica. Le principali tematiche trattate sono:

- NMR- principi fisici, regole di selezione, magnetizzazione macroscopica, tempi di rilassamento, spostamento chimico, anisotropia magnetica, accoppiamento scalare.
- NMR paramagnetico- interazione tra momento magnetico nucleare ed elettronico, contributo di contatto e dipolare, agenti di shift e di rilassamento, rilassamento paramagnetico, determinazione di dati strutturali tramite NMR, determinazione del momento magnetico elettronico tramite metodo di Evans.
- EPR- principi fisici, i parametri g ed A, anisotropia magnetica, calcolo di g per sistemi con  $S=1/2$ , sistemi con più elettroni spaiati ( $S>1/2$ ).

- ENDOR- tecnica in doppia risonanza (microonde – onde radio), principi e applicazioni.
- MCD (dicroismo circolare magnetico)- induzione di attività ottica in presenza di un campo magnetico, termini A, B e C, studio accoppiato UV, EPR e MCD per la determinazione della geometria di complessi.
- Spettroscopia Mössbauer- principi fisici, shift isotropico, interazioni quadrupolari, effetto di campi magnetici sullo spettro.

L'esame, orale, consiste nell'applicazione delle tecniche allo studio di molecole.

Testo di riferimento: Physical Methods for Chemists, R.S. Drago, 1992, Saunders.

## **Metodologie Analitiche per Matrici Complesse e Laboratorio**

**Profumo, Antonella**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: antonella.profumo@unipv.it

**Maggi, Luigino**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: luigino.maggi@unipv.it

Il corso inizia con una trattazione delle norme relative all'accreditamento del laboratorio analitico. Un ciclo di lezioni sarà dedicato alle tecniche analitiche di estrazione e purificazione di analiti organici presenti in tracce in vari tipi di matrici con particolare attenzione a quelle ambientali. Saranno esaminate l'estrazione in fase solida (SPE), la micro-SPE, l'estrazione in fase supercritica, la cromatografia di esclusione molecolare. Un altro ciclo di lezioni sarà dedicato alla determinazione di metalli in traccia in matrici complesse con tecniche spettroscopiche ed elettrochimiche. Un congruo numero di esercitazioni pratiche svolte in laboratorio riguarda la determinazione di analiti in traccia in matrici ambientali (acque naturali, sedimenti, materiali di riferimento, ecc) con tecniche cromatografiche, spettroscopiche, elettrochimiche. I risultati saranno valutati statisticamente.

Alla fine del corso lo studente avrà acquisito le conoscenze fondamentali per affrontare il problema della determinazione di analiti in traccia in matrici complesse, dal campionamento, alla purificazione/preconcentrazione fino alla loro determinazione con i metodi analitici più appropriati. Lo studente sarà a conoscenza dei criteri da seguire nella realizzazione di un laboratorio che operi secondo quanto previsto dal SINAL.

L'esame consiste in una prova orale; la valutazione complessiva terrà conto anche dei risultati conseguiti nelle esercitazioni pratiche di laboratorio.

Testi consigliati:

"Methods for environmental trace Analysis" John R. Dean, Ed. J.Wiley.

## **Metodologie Biochimiche**

**Adarola, Paolo**

Dipartimento di Biochimica "A. Castellani", Via Taramelli 3/B - E-mail: piadarol@unipv.it

Metodi di estrazione di proteine ed enzimi da tessuti animali, vegetali e da cellule microbiche. Processi di purificazione primaria. Metodi cromatografici: adsorbimento, ripartizione, scambio ionico, gel filtrazione, affinità, interazione idrofobica. Gas-cromatografia, cromatografia con fluidi nel loro stato supercritico. Chromatofocusing. HPLC, FPLC. Metodi elettroforetici: elettroforesi mono e bidimensionale, isoelectrofocusing, elettroforesi capillare. Applicazione delle tecniche spettroscopiche (U.V., visibile, fluorescenza, massa, N.M.R., E.S.R.) nel dosaggio quantitativo di una proteina e in studi di proteomica. Determinazione della composizione aminoacidica di una proteina e studio della sua struttura primaria. Uso di radioisotopi e metodi di rilevazione della radioattività. Tecniche immunochimiche e radioimmunologiche.

Obiettivo del corso è quello di avvicinare lo studente alle metodologie necessarie alla purificazione di una molecola biologica quale può essere una proteina con attività enzimatica. A tale scopo si indica il procedimento da seguire per estrarre una proteina da un tessuto, eseguire la sua

purificazione attraverso metodiche cromatografiche e/o elettroforetiche ed infine caratterizzarla dal punto di vista strutturale e funzionale.

L'esame consiste in una prova orale.

Testo di riferimento: Principles and techniques of practical biochemistry by K. Wilson and J. Walker. 5<sup>th</sup> Edition. Cambridge University Press.

## **Metodologie e Tecniche Speciali Inorganiche con Laboratorio**

**Taglietti, Angelo**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: angelo.taglietti@unipv.it

Il corso si propone di fornire la conoscenza (teorica e pratica) di alcune delle principali tecniche per la preparazione di prodotti inorganici e lo studio delle loro proprietà. Specifiche esercitazioni condotte dagli studenti consentiranno loro di acquisire esperienza nell'ambito di:

- i) impiego di ioni metallici per indirizzare la reattività in soluzione;
- ii) preparazione di complessi metallici con stati di ossidazione insoliti;
- iii) determinazioni spettroscopiche per lo studio di composti di coordinazione;
- iv) controllo della reattività di composti metallorganici;
- v) tecniche per lo studio cinetico di reazioni coinvolgenti composti di coordinazione;
- vi) caratterizzazione della reattività redox di complessi metallici mediante tecniche elettrochimiche.

Il corso propone inoltre l'uso di specifici *software* scientifici per il trattamento dei dati ottenuti nel corso delle esercitazioni.

La frequenza delle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria.

Alla fine del corso lo studente deve aver acquisito la capacità di condurre attività sperimentale in un laboratorio avanzato di chimica inorganica, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo delle fondamentali tecniche strumentali.

Modalità dell'esame: orale, valutazione dell'attività sperimentale e del quaderno di laboratorio.

Testi di riferimento: materiale didattico fornito dai docenti.

## **Metodologie e Tecniche Speciali Organiche con Laboratorio**

**Mella, Mariella**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: mariella.mella@unipv.it

**Mellerio, Giorgio G.**

Centro Grandi Strumenti, Via Bassi 21 - E-mail: giorgio@elicono.unipv.it

Il corso vuole fornire una conoscenza dei vantaggi e dei limiti di tecniche spettroscopiche applicate alla determinazione strutturale di molecole organiche, e preparare gli studenti a trattare la mole dei dati originata dal sempre più forte contributo dell'informatica a tali tecniche. Il corso si articola in due moduli interconnessi, che illustreranno aspetti moderni di tecniche analitiche nei settori della chimica organica. Verranno trattati approfondimenti delle spettroscopie di risonanza magnetica nucleare (NMR) e di massa (MS) con relative esercitazioni; l'accoppiamento delle tecniche spettroscopiche con le tecniche cromatografiche; l'elaborazione e l'interpretazione dei dati ricavati. L'integrazione dei metodi di spettrometria di massa con l'utilizzo di banche dati. Con questo corso lo studente acquisirà conoscenza di alcune moderne tecniche in risonanza magnetica nucleare e sarà in grado di trattare i dati generati da uno spettrometro di massa, in particolare quando è accoppiato con un cromatografo.

L'esame consiste in una prova orale.

Testi di riferimento:

R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, *Identificazione spettrometrica di composti organici*, seconda edizione, Milano, Casa Ed. Ambrosiana, 2006. (capitolo 1 "Spettrometria di massa" e capitoli da 3 a 6 "Spettrometria NMR").

H. Friebolin, *Basic One- and Two- Dimensional NMR Spectroscopy*. 3rd, revised edition, Weinheim, Wiley-VCH, 1998. (per il modulo di risonanza magnetica).

H.J. Hübschmann, *Handbook of GC/MS. Fundamentals and Applications*, Weinheim, VCH, 2001. (capitolo 3, per il modulo di spettrometria di massa).

## **Normazione e Certificazione**

**Riganti, Vincenzo**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: riganti@unipv.it

Nella prima parte del corso viene richiamata la problematica della qualità (dei prodotti, dei servizi, dell'ambiente, ecc.) e della sua misura.

Nella seconda parte l'attenzione è rivolta ai problemi della normazione: livelli di normazione, organismi di normazione (ISO, EN, UNI, IEC, ecc.), descrizione di alcune norme (VISION 2000, UNI EN ISO della serie 14000, EMAS, SA 8000, ecoetichetta, buona prassi di laboratorio, ecc..) e degli organismi di certificazione ed accreditamento, con le relative procedure. Viene illustrata l'applicazione dell'analisi ambientale al servizio idrico integrato, nel quadro della certificazione ISO 14001.

Successivamente vengono illustrate disposizioni legislative rilevanti per il Chimico, quali la "direttiva macchine" e la legislazione italiana sulla sicurezza del lavoro, nei suoi aspetti essenziali. In una parte finale monografica si tratta della legislazione italiana in campo ambientale: in particolare, si parlerà di siti contaminati e di inquinamento atmosferico, alla luce del nuovo testo unico Ambientale.

Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di leggere e commentare le principali produzioni normative e legislative, avendo acquisito anche il relativo linguaggio.

L'esame consiste di una prova orale che potrà essere integrata da domande a quiz.

Testi di riferimento: dispensa fornita dal docente in formato pdf; testi normativi scaricati da Internet.

## **Spettroscopia Molecolare Interpretativa**

**Mella, Mariella**

Dipartimento di Chimica Organica, Via Taramelli 10 - E-mail: mariella.mella@unipv.it

Il corso si propone di fornire agli studenti gli elementi teorici e pratici per l'utilizzo di tecniche spettroscopiche applicate alla determinazione strutturale di molecole organiche.

Dopo una breve parte iniziale introduttiva sull'utilizzo di tecniche UV e IR nella individuazione di gruppi funzionali, il corso verterà principalmente sulla Risonanza Magnetica Nucleare di cui verranno approfonditi sia i principi teorici sia le applicazioni anche in molecole di interesse biologico. Durante il corso saranno studiate in dettaglio sia la spettroscopia protonica che del carbonio-13, mentre si accennerà brevemente ad altri nuclei quali il  $^{31}\text{P}$  e  $^{15}\text{N}$ . Saranno poi illustrati in dettaglio i più importanti esperimenti mono- e bi-dimensionali quali DEPT, COSY, NOE, H,C-COSY focalizzando l'attenzione sul loro utilizzo nella determinazione di strutture incognite. Gli studenti potranno utilizzare uno spettrometro a 200 MHz e a 300 MHz per le esercitazioni pratiche che si terranno durante lo svolgimento del corso.

Con questo corso lo studente acquisirà conoscenza di alcune moderne tecniche in risonanza magnetica nucleare e sarà in grado di analizzare ed interpretare uno spettro NMR.

L'esame consiste in una prova orale nella quale allo studente sarà richiesta l'interpretazione di spettri reali.

Testi di riferimento:

R.M. Silverstein, F.X. Webster, *Identificazione spettroscopica di composti organici*, Milano, Casa Ed. Ambrosiana, 1999. (capitoli da 4 a 7 "Spettrometria NMR").

H. Friebolin, *Basic One- and Two- Dimensional NMR Spectroscopy*. 3rd, revised edition, Weinheim, Wiley-VCH, 1998. (per il modulo di risonanza magnetica).

## Spettroscopie per lo Stato Solido

**Mustarelli, Piercarlo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: piercarlo.mustarelli@unipv.it

**Ghigna, Paolo**

Dipartimento di Chimica Fisica "M. Rolla", Via Taramelli 16 - E-mail: paolo.ghigna@unipv.it

Il corso è articolato in due moduli. Nel primo modulo, dopo una introduzione generale in cui vengono illustrati i principi della spettroscopia (interazione radiazione-materia, Fermi *golden rule*, regole di selezione), si illustrano le principali tecniche spettroscopiche per l'indagine della struttura elettronica ed atomica nei solidi, con particolare riferimento alle metodiche che comportano l'uso della luce di sincrotrone. Si esaminano pertanto in dettaglio le tecniche XAFS (EXAFS, XANES, ReflEXAFS, SEXAFS), XES, XMCD ed LMCD.

Obiettivo del secondo modulo è introdurre l'uso della risonanza magnetica nucleare (NMR) allo stato solido nella moderna scienza dei materiali. Verranno inizialmente discussi i termini di accoppiamento energetico rilevanti per lo stato solido (interazioni di dipolo magnetico e quadrupolo elettrico). Si introdurranno poi alcune moderne sequenze di impulsi mono e bidimensionali per lo studio di nuclei a spin  $1/2$  e maggiore di  $1/2$ . Il modulo sarà completato da una esercitazione di laboratorio su un problema di rilevante interesse per la chimica fisica dei materiali.

Alla fine del corso gli studenti dovranno avere appreso i fondamenti teorici e gli aspetti pratici di alcune tra le più importanti tecniche spettroscopiche per lo studio dello stato solido.

L'esame consiste in un colloquio finale, che può essere svolto separatamente per i due moduli. Testo di riferimento: materiale fornito dai docenti.

## Trattamento Dati e Chemiometria

**Biesuz, Raffaella**

Dipartimento di Chimica Generale, Via Taramelli 12 - E-mail: raffaella.biesuz@unipv.it

La prima parte del corso è dedicata alla validazione dei metodi in una analisi chimica, con particolare riferimento a problemi di selettività, esattezza, precisione, incertezza, robustezza e recupero. Costruzioni di carte di controllo. Si presuppone la conoscenza degli elementi di base della statistica descrittiva.

La seconda parte affronta tematiche relative alla struttura multivariata dei dati e alla visualizzazione dei dataset multidimensionali. Ampio risalto è dato all'analisi delle componenti principali.

Sono mostrati i metodi di clustering per la ricerca di similarità e le tecniche della regressione multivariata. Si illustrano i principi del disegno sperimentale: disegno fattoriale completo, frazionario e di screening. Si introduce lo studio delle superficie di risposta per i modelli quadratici (Central Composite, Face-Centered, Doehlert).

È fondamentale che lo studente partecipi alle esercitazioni che si effettuano per tutta la durata del corso in aula computer.

Alla fine del corso lo studente deve sapere affrontare criticamente un processo di validazione e deve essere consapevole dei mezzi che la chemiometria offre sia nell'interpretazione dei risultati che nella pianificazione degli esperimenti.

L'esame consiste in varie prove in itinere e in una produzione personale che verrà esposta durante l'esame orale che si svolge alla fine del corso.

Testi di riferimento:

E. Desimoni, B. Brunetti "Assicurazione di qualità nel laboratorio chimico - validazione dei metodi di analisi" - CLUEB-Bologna 2003.

R. Todeschini "Introduzione alla chemiometria", Edises 1998.

D. Montgomery "Progettazione e analisi degli esperimenti", McGraw-Hill 2005.

## TRASFERIMENTI

Lo studente che vuole trasferirsi da altra Università, Facoltà o corso di laurea deve rivolgersi alla Segreteria della Facoltà per i problemi amministrativi, mentre per le informazioni riguardanti la convalida degli esami già sostenuti o degli attestati di frequenza, e in generale sui piani di studio, dovrà rivolgersi al Presidente del Consiglio Didattico in Chimica (prof. Pier Paolo Righetti, Dipartimento di Chimica Organica).

## IL PROGRAMMA E.R.A.S.M.U.S.

ERASMUS (acronimo per *Schema di Azione della Comunità Europea per la Mobilità degli Studenti Universitari*) è un sotto-insieme del programma della Comunità Europea che fornisce aiuti finanziari destinati ad incoraggiare le Università di vari stati membri ad attuare la *dimensione europea* nell'attività didattica mediante la mobilità di studenti e docenti e lo sviluppo in comune di nuovi programmi d'insegnamento e programmi intensivi.

Per quanto riguarda in particolare la mobilità degli studenti, ERASMUS offre borse di studio per gli studenti che, nell'ambito di accordi bilaterali sottoscritti tra Università, intendono seguire all'estero un **periodo di studio pienamente riconosciuto dall'Università di origine ai fini del rilascio del titolo di studio**.

Gli studenti possono ricevere le borse solo se rispettano le seguenti condizioni generali stabilite per le borse ERASMUS:

- lo studente deve essere cittadino di uno degli Stati membri della CE (o essere stato riconosciuto ufficialmente da uno degli Stati membri quale profugo o apolide);
- lo studente non dovrà pagare le tasse universitarie all'Università che lo ospita; durante il periodo di studi all'estero gli si potrà chiedere che continui a pagare le tasse normali alla sua Università di origine;
- il godimento dell'assegno di studio nazionale a cui lo (la) studente può aver diritto per studiare nella sua Università d'origine non può essere sospeso o interrotto mentre sta studiando in un altro Stato membro e sta ricevendo una borsa ERASMUS;
- i periodi di studio all'estero devono durare non meno di tre mesi né più di un anno;
- gli studenti del primo anno di corso non possono essere scelti per ricevere borse ERASMUS.

Nel 1996 il CCL in Chimica dell'Università di Pavia ha deliberato di stipulare parecchi accordi bilaterali con Istituzioni universitarie di numerosi Paesi europei. L'elenco delle borse di studio disponibili nei settori della Chimica e della Scienza dei Materiali è pubblicato ogni anno all'inizio del secondo semestre in un apposito manifesto predisposto dall'Ufficio ERASMUS. Per ulteriori informazioni occorre rivolgersi al prof. Paolo Ferloni (dip. Chimica fisica).

Gli aspetti istituzionali della partecipazione della Università di Pavia ai programmi ERASMUS sono curati dalla prof. Maria Antonietta Confalonieri, delegata ERASMUS dal Rettore, Dip. Studi Politici e Sociali (Facoltà di Scienze Politiche), tel. 0382 984364. Gli aspetti logistici e amministrativi sono curati dall'Ufficio Mobilità studentesca, via S. Agostino 8. Per informazioni Dott. Antonella Soresini e Sig.ra Lorena Bertocchi (E-mail: [socrates@unipv.it](mailto:socrates@unipv.it)), tel. 0382 984696.

### Il sistema ECTS

ECTS sta per *Sistema di Trasferimento di Crediti Accademici della Comunità Europea* (European Community Courses Credit Transfer System). È un sistema applicato a Pavia nel corso di Laurea in Chimica nel quadro del programma ERASMUS a partire dall'AA 1989/90 ed è basato sul principio della reciproca fiducia tra le Università partecipanti. Ogni corso di laurea coinvolto

nell'ECTS ha convenuto di suddividere la descrizione dei suoi corsi in piccole unità per facilitare la concessione dei crediti accademici. Gli studenti partecipanti all'ECTS vedranno **interamente accreditato il lavoro svolto con successo** presso **qualunque istituzione** dell'ECTS e potranno trasferire questi **crediti accademici** da una istituzione partecipante all'altra.

I crediti accademici saranno concessi sulla base di 60 crediti per ogni anno di studio, o 30 crediti per semestre, o 20 per trimestre. Le Università partecipanti assegnano crediti ai diversi corsi offerti a seconda della loro importanza. Attività pratiche e corsi complementari che formano parte integrante del piano degli studi ricevono crediti accademici. I crediti sono attribuiti soltanto quando il corso è stato completato e sono stati superati con successo gli esami relativi. Lo studente che studia con risultati positivi può muoversi liberamente tra le istituzioni partecipanti allo schema pilota ECTS, purché abbia una sufficiente conoscenza delle lingue straniere necessarie.

Il Corso di Laurea in Chimica dell'Università di Pavia ha eletto quale **coordinatore interdipartimentale** dell'ECTS il prof. Paolo Ferloni, Dipartimento di Chimica fisica, Viale Taramelli 16 - Tel. 0382 987 210 oppure 0382 987 200.

### **Il programma TASSEP (Trans-Atlantic Science Student Exchange Programme)**

Nell'A.A. 1993-94 il Corso di laurea in Chimica dell'Università di Pavia ha aderito anche al Programma EC-US 93/206 in Scienze Naturali per la mobilità accademica tra Unione Europea e Stati Uniti d'America, coordinato dalla University of Strathclyde (Glasgow) per la parte europea, e dalla University of North Carolina (Chapel Hill, N.C.) per la parte statunitense.

Nell'A.A. 1994-95 tale programma è stato esteso anche ad Università del Canada. Vi partecipano sedici università europee, dodici americane e otto canadesi.

Per informazioni, rivolgersi al predetto prof. Ferloni, che ne è il coordinatore a Pavia.

## **DIPARTIMENTI, LABORATORI, CENTRI DI RICERCA, SCUOLE DI SPECIALIZZAZIONE, DOTTORATI DI RICERCA**

### **DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA “Mario Rolla”**

<http://chifis.unipv.it/index.html>

Via Taramelli, 16: tel: 987200 (Direzione e segreteria), 987575 (Telefax), 987207 (Cattedra di Chimica fisica della Facoltà di Farmacia).

Orario di segreteria: lunedì-giovedì 8.30-12.30, 14-18; venerdì 8.30-12.

Presso il Dipartimento ha sede la sezione pavese dell'Istituto per l'Energetica e le Interfasi (IENI) del C.N.R., tel. 987216.

#### *Attività didattica*

Oltre agli insegnamenti già elencati per i corsi di laurea chimici, vengono svolti i seguenti insegnamenti:

1. Caratterizz. Chimico Fisica di Fasi Solide, (CL 5ale in CTF)
2. Chimica Applicata, (CL in Scienze geologiche applicate)
3. Chimica Computazionale, (CL in Biotecnologie industriali)
4. Chimica Fisica, (CL 5ale in CTF, CL 5ale e vari CL 3ali Farmacia)
5. Chimica Fisica, (CL 3ale Biotecnologie)
6. Chimica Fisica, (CL in Scienze Ambientali)
7. Chimica Fisica Biologica, (CL 5ale in CTF)
8. Chimica Fisica per i Beni Culturali, (CL per operatori dei beni culturali – Fac. Lettere)

9. Chimica Generale e Inorganica, (CL 5ale in CTF)
  10. Chimica Generale e Inorganica, (vari CL 3ali – Fac. Farmacia)
  11. Informatica 2, (CL 5ale in CTF, CL 5ale e vari CL 3ali Farmacia)
  12. Interazioni e Reazioni in Sistemi Solidi, (CL 5ale in CTF)
  13. Matematica con Elementi di Statistica, (vari CL 3ali – Fac. Farmacia)
  14. Materiali Biocompatibili, (CL in Biotecnologie industriali)
  15. Tecniche Spettroscopiche in Biochimica, (CL 3ale Biotecnologie)
  16. Tecniche Informatiche di Analisi Dati, (CL 5ale in CTF)
  17. Tecniche Termiche Avanzate, (CL 5ale in CTF)
- oltre a vari corsi di diverse Scuole di Specializzazione

*Linee di ricerca*

Le ricerche attualmente in svolgimento presso il Dipartimento ed il C.N.R. riguardano

- a) reattività allo stato solido:
  - preparazione e caratterizzazione di ossidi superconduttori;
  - preparazione e microstruttura di ossidi di nichel drogati da impiegare come catodi in celle a combustibile;
  - ottimizzazione di elettroliti solidi per celle sodio/zolfo;
  - sviluppo di sensori di gas a base di zirconia;
  - preparazione di dispositivi a base di  $\beta''$ -allumina;
  - *combustion synthesis* di ceramici, *cermets*, neoceramici e intermetallici.
- b) proprietà di trasporto di elettroliti solidi: studio delle relazioni tra struttura e proprietà funzionali di:
  - vetri di ossidi inorganici a base di argento o metalli alcalini;
  - polimeri a base di polietilenoossido con sali di litio;
  - polimeri ibridi di tipo gel;
  - ossidi ceramici a base di zirconio o cerio.
- c) caratterizzazione di film sottili depositati con tecniche di RF sputtering o spin-coating. In particolare vengono studiati materiali per:
  - sensoristica;
  - optoelettronica/fotonica;
  - energetica.
- d) proprietà termodinamiche, strutturali e di trasporto, transizioni di fase in sistemi di carbossilati alcalini, cloruri e tetrafluoroborati di alchilammonio solidi e fusi.
- e) proprietà chimico-fisiche di sostanze di interesse biologico: l'aspetto più importante di questa linea di ricerca è la sua vasta base sperimentale che integra capacità preparative e chimico-analitiche con strumenti di calcolo (tra cui simulazioni Monte Carlo e MD) e con tecniche spettroscopiche (IR, NMR), diffrattometriche, microscopiche e termiche. Le aree di interesse sono:
  - sistemi per il rilascio controllato di farmaci (sono in corso studi sui complessi delle ciclodestrine finalizzati alla comprensione dei meccanismi di interazione per poter ottenere nuove e migliori applicazioni);
  - interazioni acqua-biopolimeri (con l'obbiettivo, in collaborazione con biofisici, di verificare l'applicabilità a sistemi biologici complessi, come ad es. proteine e DNA, di un metodo recentemente messo a punto che consente di ricavare informazioni sull'entalpia della biomolecola in funzione del livello di idratazione).
- f) allestimento di apparati ottici speciali (spettroscopia a tempi ultrabrevi per problemi di fisica dei solidi).
- g) meccanica quantistica e risonanza paramagnetica elettronica (calcolo perturbativo di interazione spin-orbita e Weeman sulla isotropia del segnale EPR per  $\text{CsCuCl}_3$ ).
- h) didattica della fisica (didattica della fisica nelle scuole medie superiori ed in Università di paesi in via di sviluppo, catalogazione, restauro e studio degli apparecchi antichi appartenenti al Museo di Storia dell'Università di Pavia).

Le attrezzature a disposizione del Dipartimento e del CSTE-CNR comprendono:

- accrescitore di monocristalli da fuso con generatore a radiofrequenza, accrescitori di monocristalli da soluzioni;
- diffrattometro X per polveri con camera politermica (100-1000 K) e ad atmosfera controllata;
- *Frequency Response Analyser* per misure di conducibilità elettrica in alternata (1 MHz -1 MHz) e in continua con cella politermica (70-1800 K);
- microscopio elettronico a scansione con microanalisi elementare *energy dispersive*;
- numerose diverse apparecchiature per analisi termiche (calorimetria differenziale a scansione, analisi termica differenziale, termogravimetria, analisi termomeccanica statica e dinamica, analisi dielettrica) anche in simultanea tra loro e in ampi campi di temperatura (da -120 a 1500 °C);
- spettrometro FT-IR accoppiato a TG;
- spettrometro FT-NMR;
- apparecchiatura gravimetrica per lo studio dell'adsorbimento gas-solido e della non-stechiometria di ossidi ceramici;
- sistema per la deposizione di film sottili assistita da plasma a radiofrequenza (RF sputtering).

*Personale docente afferente al Dipartimento*

Magistris *Prof. Ord.* Aldo - Direttore

Riccardi *Prof. Emerito* Riccardo

Ferloni *Prof. Ord.* Paolo

Flor *Prof. Ord.* Giorgio

Marini *Prof. Ord.* Amedeo

Massarotti *Prof. Ord.* Vincenzo

Spinolo *Prof. Ord.* Giorgio

Anselmi Tamburini *Prof. Associato* Umberto

Berbenni *Prof. Associato* Vittorio

De Micheli Rigamonti *Prof. Associato* Renata

Ghigna *Prof. Associato* Paolo

Mustarelli *Prof. Associato* Piercarlo

Margheritis *Prof. a contratto* Chiara

Sinistri *Prof. a contratto* Cesare

Bini *Dott.* Marcella - *Ricercatore*

Bruni *Dott.* Giovanna - *Ricercatore*

Capsoni *Dott.* Doretta - *Ricercatore*

Maglia *Dott.* Filippo - *Ricercatore*

*Segreteria:* Conca Vilma

*Tecnici:* Baldini *Dott.* Primo, Capelli Carlo, Zandalazini Pietro

*Auxiliari:* Settineri Mario - *Preposto alla Sezione di Chimica Fisica - Biblioteca unificata di Chimica*

*Custode:* Cianciolo Ennio

*Personale del CNR*

Chiodelli *Dott.* Gaetano - *Responsabile Istituto IENI, Sezione di Pavia*

Mascheroni *Dott.* Lorenza - *Ricercatore*

Tomasi *Dott.* Corrado - *Collaboratore tecnico*

## DIPARTIMENTO DI CHIMICA GENERALE

<http://www.unipv.it/genchem/>

Via Taramelli, 12 - Segreteria 987325, custode: 987326

Orario di segreteria: Lunedì-giovedì 9-12, 14.30-18, venerdì 9-12.

### *Attività didattica*

Oltre agli insegnamenti già elencati per i corsi di laurea chimici, vengono svolti i seguenti insegnamenti:

1. Chimica (CL 3ale in Fisica)
  2. Chimica (CL 3ale in Ingegneria, 3 corsi)
  3. Chimica Analitica Ambientale (CL 3ale Biotecnologie, 2 corsi)
  4. Chimica Bioanalitica (CL specialistica in Biotecnologie Industriali)
  5. Chimica delle Metalloproteine (CL specialistica in Biotecnologie Industriali)
  6. Chimica e Biomateriali (CL 3ale in Ingegneria, 3 corsi)
  7. Chimica e Scienze dei materiali (CL 3ale in Ingegneria, 3 corsi)
  8. Chimica Generale ed Inorganica (CL 3ale Biotecnologie, 2 corsi)
  9. Chimica Generale ed inorganica (CL 3ale in Scienze Biologiche)
  10. Chimica Generale ed inorganica (CL 3ale in Scienze e Tecnologia per la Natura e in Scienza del Fiore e del Verde)
  11. Chimica Generale ed inorganica (CL 3ale in Scienze Geologiche)
  12. Chimica Generale ed inorganica (CL 5ale in Farmacia)
  13. Chimica Industriale (CL 3ale in Ingegneria, 3 corsi)
  14. Lab. di Chimica Generale ed Inorganica (CL 3ale Biotecnologie, 2 corsi)
  15. Tecniche Spettroscopiche in Biochimica con Esercitazioni, (CL 3ale Biotecnologie)
  16. Chimica Generale ed inorganica (CL 3ale in scienze e Gestione dell'Ambiente)
- oltre a vari corsi di diverse scuole di specializzazione.

### *Linee di ricerca*

- a) Chimica Inorganica
  - sintesi, proprietà di legame e reattività di composti di coordinazione;
  - chimica supramolecolare dei metalli di transizione;
  - chimica bioinorganica;
  - strutturistica diffrattometrica.
- b) Chimica Analitica
  - equilibri in soluzione;
  - metodologie avanzate per l'analisi in tracce.
- c) Radiochimica
  - sviluppo di metodologie di analisi per attivazione neutronica strumentale e distruttiva, loro applicazioni ed indagini a carattere geochimico, ambientale, forense, biomedico ed archeologico;
  - studio di equilibri in soluzione con metodi elettrochimici e con l'ausilio di radiotraccianti;
  - studi sulla distribuzione e migrazione di radionuclidi naturali ed artificiali nell'ambiente;
  - spettroscopia, separazione ed analisi degli isotopi via laser.
- d) Chimica merceologica e tecnologia dei cicli produttivi
  - studi di prodotti commerciali sotto il profilo chimico, tecnologico ed economico. Problemi di qualità. Interazione tra produzione e ambiente.
- e) Chimica delle Radiazioni e Spettroscopia EPR
  - studio dei meccanismi di reazioni radicaliche indotte da radiazioni in sistemi organici e metalloorganici.

Il Dipartimento dispone di moderne apparecchiature per lo svolgimento delle tematiche sopra descritte.

*Personale docente afferente al Dipartimento*

Profumo *Prof. Straord.* Antonella - *Direttore*  
Riolo Bertoglio *Prof. Emerito* Carla  
Buttafava *Prof. Ord.* Armando  
Casella *Prof. Ord.* Luigi  
Fabbrizzi *Prof. Ord.* Luigi  
Faucitano *Prof. Ord.* Antonio  
Pesavento *Prof. Ord.* Maria  
Benetti *Prof. Associato* Pietro  
Di Casa Alberti *Prof. Associato* Michela  
Licchelli *Prof. Associato* Maurizio  
Maggi *Prof. Associato* Luigino  
Oddone *Prof. Associato* Massimo  
Orvini *Prof. Associato* Edoardo  
Poggi *Prof. Associato* Antonio  
Spini *Prof. Associato* Giovanni  
Valentini Ganzerli *Prof. Associato* Maria Teresa  
Riganti *Prof. a contratto* Vincenzo  
Alberti *Dott.* Giancarla - *Ricercatore*  
Amendola *Dott.* Valeria - *Ricercatore*  
Baldi *Dott.* Marco - *Ricercatore*  
Biesuz *Dott.* Raffaella - *Ricercatore*  
Brandone *Dott.* Alberto - *Ricercatore*  
Carugo *Dott.* Oliviero - *Ricercatore*  
Monzani *Dott.* Enrico - *Ricercatore*  
Pallavicini *Dott.* Piersandro - *Ricercatore*  
Sturini *Dott.* Michela - *Ricercatore*  
Taglietti *Dott.* Angelo - *Ricercatore*

*Segreteria*

Bova *Dott.* Patrizia - *Segretario Amministrativo*  
Passarella Maria Teresa  
Scozzari Vincenzo

*Servizi tecnici per la ricerca e la didattica*

Bacchio Giorgio - *Tecnico Officina*  
Baldini Sergio - *Lab. Radiochimica*  
Benetti Carlo - *Lab. Chimica Generale*  
Cucca *Dott.* Lucia - *Lab. Chimica Analitica*  
Grassi *Dott.* Damiano - *Aula Computer*  
Herborg Costanza - *Lab. Radiochimica*  
Mangano *Dott.* Carlo - *Lab. Chimica Generale*  
Pizzelli Giovanni - *Lab. Chimica Analitica*  
Rominisini Gianfranco - *Custode*

*Personale del CNR*

Gallorini *Dott.* Mario - *Direttore*  
Crespi Caramella *Dott.* Vera - *Primo ricercatore*  
Rizzio *Dott.* Enrico - *Ricercatore*  
Speziali *Dott.* Margherita - *Ricercatore*

## DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA

<http://www.unipv.it/chimorg>

Via Taramelli, 10: segreteria 987 310

Orario di segreteria: lunedì-venerdì 8-12.30 e 14-16.30, venerdì 8-12

### *Attività didattica*

Oltre agli insegnamenti già elencati per i corsi di laurea chimici, vengono svolti i seguenti insegnamenti:

- 1) Chimica Organica (C.L. Scienze Biologiche)
- 2) Chimica Organica (C.L. Scienze Naturali)
- 3) Chimica Organica (C.L. Biotecnologie)
- 4) Chimica Organica (C.L. Informatore Scientifico del farmaco, C.L. Controllo Qualità nell'Industria Farmaceutica, Facoltà di Farmacia)

### *Linee di ricerca*

#### a) Fotochimica

- Fotochimica applicata
- Sviluppo sintetico e studio meccanicistico di reazioni fotochimiche

#### b) Chimica delle sostanze organiche naturali

- Chimica dei composti organici di interesse biologico: isolamento e studi strutturali e di attività
- Nuovi metanofullereni da esteri malonici
- Sintesi di intermedi e molecole di interesse biologico
- Studi sintetici e modellistici di composti bioattivi
- Studio di metaboliti primari in organismi diversi

#### c) Meccanismi e sintesi organiche

- Reazioni pericicliche. Studio della selettività delle cicloaddizioni 1,3-dipolari ed eniche e chimismo degli addotti
- Studi teorici e computazionali del meccanismo delle reazioni organiche

#### d) Sintesi catalizzate

- Progettazione di catalizzatori chirali per sintesi enantioselettive
- Studio dell'interazione acido di Lewis-substrato e effetto su reattività e selettività

Le apparecchiature principali disponibili presso il Dipartimento sono: spettrometri di risonanza magnetica nucleare, spettrofotometri per infrarosso, visibile coll'ultravioletto, gascromatografi, apparecchi per HPLC, gas-massa, apparecchiature per flash-fotolisi.

### *Personale docente afferente al Dipartimento:*

Gandolfi *Prof. Ord.* Remo - *Direttore*

Albini *Prof. Ord.* Angelo

Grünanger *Prof. Emerito* Paolo

Caramella *Prof. Ord.* Pierluigi

Desimoni *Prof. Ord.* Giovanni

Righetti *Prof. Ord.* Pier Paolo

Toma *Prof. Ord.* Lucio

Vidari *Prof. Ord.* Giovanni

Vita Finzi Zalman *Prof. fuori ruolo* Paola

Faita *Prof. Associato* Giuseppe

Fasani Sacchi *Prof. Associato* Elisa

Freccero *Prof. Associato* Mauro

Marinone Albini *Prof. Associato* Franca

Mella *Prof. Associato* Mariella

Mellerio *Prof. Associato* Giorgio

Fagnoni *Dott. Maurizio - Ricercatore*  
Garlaschelli *Dott. Luigi - Ricercatore*  
Pasini *Dott. Dario - Ricercatore*  
Quadrelli *Dott. Paolo - Ricercatore*  
Zanoni *Dott. Giuseppe - Ricercatore*

*Segreteria Amministrativa e Servizi Ausiliari:*

Cespi Polisiani <i>Dott. Alessandro</i>	0382 987309	emdip30@unipv.it
Magrotti Antonella	0382 987310	chimorg@unipv.it
Cacciola Roberta	0382 987310	chimorg2@unipv.it
Li Citra Vincenzo	0382 987320	

*Segreteria Didattica:*

De Lorenzo Eleonora	0382 987908	eleonora.delorenzo@unipv.it
---------------------	-------------	-----------------------------

*Servizi Tecnici per la Ricerca e la Didattica*

Lunati Silvano	0382 987263	
Ricci <i>Dott. Marina</i>	0382 987865	marina.ricci@unipv.it
Colantoni Giorgio	0382 987309	giorgio.colantoni@unipv.it
Guarino Maria Rosa	0382 987318	mariarosa.guarino@unipv.it

## **BIBLIOTECA UNIFICATA DI CHIMICA**

Via Taramelli, 12 - 27100 Pavia (Italy)

tel.: 0382-987550 - fax: 0382-987852

mailto: biblioteca.chimica@unipv.it - URL: <http://siba.unipv.it/chimica>

La biblioteca di chimica ha carattere interdipartimentale e gestisce il cospicuo patrimonio librario dei dipartimenti di chimica generale, chimica organica, chimica fisica.

Si articola in due sezioni: sezione principale presso i dipartimenti di chimica generale e organica, sezione di chimica fisica presso il dipartimento di chimica fisica.

Il patrimonio librario consta di 6700 circa monografie, 600 titoli di periodici e 1700 tesi svolte presso i dipartimenti. La biblioteca fa parte del sistema bibliotecario di ateneo, contribuisce alla catalogazione del materiale bibliografico nel catalogo unico di ateneo. Collabora a progetti nazionali ed internazionali di catalogazione e scambio di documenti.

Il servizio di prestito interno ed interbibliotecario viene effettuato con il programma legato all'OPAC. Dispone di circa 60 posti di lettura. La biblioteca partecipa ai progetti: Programma di Miglioramento dei Servizi (studenti part-time), progetto volontariato civile nazionale. L'orario di servizio si articola con lo schema seguente:

Sezione principale: lunedì-giovedì 8:30-18:00, venerdì 8:30-13:00

Sezione chimica fisica: lunedì-giovedì 13:00-17:00, la mattina su appuntamento.

Il personale consta di 5 unità:

Sezione principale:

Maria Carla Uberti, Direttore Tecnico, [mariacarla.uberti@unipv.it](mailto:mariacarla.uberti@unipv.it)

Federica Garusi, Assistente di Biblioteca, [federica.garusi@unipv.it](mailto:federica.garusi@unipv.it)

Andrea Mainardi, agente tecnico, [andrea.mainardi@unipv.it](mailto:andrea.mainardi@unipv.it)

Luigi Bertuzzi, agente tecnico, [luigi.bertuzzi@unipv.it](mailto:luigi.bertuzzi@unipv.it)

Sezione di chimica fisica:

Mario Settineri, agente tecnico, [mario.settineri@unipv.it](mailto:mario.settineri@unipv.it)

## CENTRO GRANDI STRUMENTI

Cascina Cravino, Via Bassi, 21 - 27100 Pavia - Tel. 987530 - Fax. 422251  
e-mail: grandi-strumenti@certunipv.it - [http:// elicon.unipv.it](http://elicon.unipv.it)

Il Centro Grandi Strumenti è un organismo interfaccoltà creato allo scopo di acquisire e di gestire apparecchiature di particolare rilievo, di carattere il più possibile multidisciplinare altrimenti non accessibili alle singole unità di ricerca dell'Ateneo. Il Centro si articola in diversi Laboratori, ciascuno dedicato ad una complessa e sofisticata tecnologia di indagine, di interesse per i ricercatori della nostra Università: 1. Laboratorio di Citometria; 2. Laboratorio di Cristallografia; 3. Laboratorio di Microscopia Elettronica; 4. Laboratorio di Risonanze Magnetiche; 5. Laboratorio di Spettrometria di Massa; 6. Laboratorio di Spettroscopia; 7. Laboratorio per la Struttura primaria delle proteine. Il centro costituisce la struttura di supporto gestionale del Centro Interdipartimentale di Biologia Applicata.

Presso le strutture del Centro vengono svolti corsi e seminari specifici sullo sviluppo delle tecniche e metodologie impiegate, destinati a ricercatori e studenti.

Nei Laboratori del Centro vengono svolte tesi di laurea da parte di studenti dell'Università di Pavia. Si invitano gli studenti interessati a prendere contatto con i referenti scientifici dei laboratori, come sotto indicato. Qui di seguito viene descritta in breve l'attività dei laboratori di potenziale interesse per gli studenti in Chimica.

**Laboratorio di Cristallografia** (Dott. Massimo Boiocchi tel. 0382 98.7531, referente scientifico prof. Vittorio Tazzoli, tel. 0382 98.5870)

Il laboratorio è dotato di un diffrattometro a cristallo singolo a quattro cerchi. Il laboratorio ha un aggiornato *software* cristallografico e possiede una banca dati di circa 360.000 strutture. L'apparecchiatura consente di determinare la disposizione spaziale degli atomi o ioni che costituiscono il campione, nello stato solido, di sostanze organiche, inorganiche, metallorganiche o di interesse biologico.

**Laboratorio di Risonanze Magnetiche** (Dott. Laura Linati tel. 0382 98.7549, referenti scientifici prof. Attilio Rigamonti tel. 0382 98.7465 e prof. Piercarlo Mustarelli tel. 0382 98.7205)

Il Laboratorio è dotato di due spettrometri a Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) basati su magneti superconduttore da 9,4 tesla, corrispondenti ad una frequenza di eccitazione del nucleo  $^1\text{H}$  di 400 MHz. Si tratta di macchine multinucleari a trasformata di Fourier (FT-NMR) dedicate l'una allo studio esclusivo dei liquidi in alta risoluzione e l'altra allo studio dei solidi mediante esperimenti statici o all'angolo magico.

**Laboratorio di Spettrometria di massa** (Dott. Federica Corana, tel. 038298.7532; referente scientifico prof. Giorgio Mellerio, tel. 038298.7529)

Il Laboratorio è dotato di diversi strumenti (BE, Q, IT, LIT) complessivamente in grado di assicurare ionizzazioni per interazione elettronica (EI), per ionizzazione chimica (CI), per cattura di risonanza in ioni negativi (ECNI), per desorbimento (DCI), per ionizzazione chimica a pressione atmosferica (APCI), per elettro-nebulizzazione (ESI). Le analisi possono essere eseguite con introduzione diretta oppure mediante accoppiamento con gascromatografo (GC/MS) o cromatografo liquido (LC/MS). Sono possibili misure in  $\text{MS}^n$ . I sistemi di elaborazione dati degli strumenti sono collegati in rete locale e possono attingere ad un insieme di banche dati con complessivi 560.000 spettri di riferimento.

**Laboratorio per la Struttura primaria delle proteine** (Dott. Patrizia Arcidiaco tel. 0382 98.7260, referente scientifico prof. Monica Stoppini, tel. 0382 98.7783)

Il sequenziatore automatico del laboratorio consente di eseguire l'analisi della sequenza N-terminale di proteine e peptidi operando su piccole quantità di campione (100-150 pmoli). Il sistema di analisi si basa sulla reazione di Edman. L'identificazione del derivato di ogni singolo amminoacido (PTH) viene eseguita mediante cromatografia liquida in fase inversa (RP-HPLC) per confronto del suo tempo di ritenzione con quelli di una miscela standard.

*Presidente:* Prof. Luigi Fabbrizzi (tel. 0382 98.7328)

*Direttore tecnico:* Prof. Giorgio Mellerio (tel. 0382 98.7529)

*Comitato Tecnico Scientifico:*

Proff. Gian Piero Bettinetti, Luigi Fabbrizzi, Paolo Iadarola, Piero Malcovati, Franco Marabelli, Andrea Mattevi, Giorgio Mellerio, Giancarlo Reali, Pietro Speciale, Monica Stoppini, Vittorio Tazzoli, Vanio Vannini.

*Personale del Centro:*

Carlo Boneschi *Funzionario amministrativo, segretario amministrativo*

Riccardo Castelli *Assistente tecnico (servizi di officina)*

Dott. Francesco Massaro *Assistente tecnico (segreteria amministrativa)*

Giuseppina Cristina Locatelli *Assistente tecnico (servizi grafici e informatici)*

Elisabetta Moretti *Assistente di elaborazione dati (servizi di segreteria)*

Dott. Patrizia Arcidiaco *Funzionario tecnico (Lab. Struttura proteine)*

Dott. Massimo Boiocchi *Funzionario tecnico (Lab. Cristallografia)*

Dott. Federica Corana *Funzionario tecnico (Lab. Spettrometria di massa)*

Dott. Luigi Lanfranchi *Funzionario tecnico (Gestione tecnica laboratori e sicurezza)*

Dott. Laura Linati *Funzionario tecnico (Lab. Risonanze Magnetiche)*

Dott. Barbara Mannucci *Funzionario tecnico (Lab. Spettrometria di massa)*

Dott. Patrizia Vaghi *Funzionario tecnico (Lab. Citometria)*

## **LABORATORIO ENERGIA NUCLEARE APPLICATA (L.E.N.A.)**

V.le Aselli 41 - Tel. 0382 98 7300, Fax 0382 98 7302 - [http://www.unipv.it/weblena/sito\\_lena/home.htm](http://www.unipv.it/weblena/sito_lena/home.htm)

Il **Laboratorio Energia Nucleare Applicata (LENA)** è un "Centro Servizi Interdipartimentale" dell'Università degli Studi di Pavia che gestisce un reattore nucleare di ricerca e altre sorgenti di radiazioni ed apparecchiature di irraggiamento mettendole a disposizione di ricercatori dell'Ateneo pavese e di altri utenti, pubblici e privati, per lo svolgimento di attività di ricerca, di didattica e di servizio.

Il Centro promuove e svolge anche direttamente attività di ricerca, di servizio e di formazione, incoraggiando il trasferimento tecnologico al sistema produttivo anche mediante la preparazione di personale specializzato nelle tecniche nucleari per conto di Enti pubblici e privati.

L'apparecchiatura fondamentale di cui il LENA dispone è un reattore nucleare di ricerca del tipo TRIGA MARK II (Training Research Isotope production General Atomic) da 250 kW di potenza nominale, uno dei tre attualmente funzionanti in Italia. Il LENA gestisce anche un irraggiatore g ( $^{60}\text{Co}$ ) per ricerche nel campo della chimica delle radiazioni, un generatore di raggi X industriale, un generatore di neutroni D-T e un ciclotrone per la produzione di radioisotopi (attualmente in fase di installazione).

Il reattore viene impiegato quasi quotidianamente per importanti attività di ricerca e di servizio tra le quali:

- Terapia oncologica sperimentale per il trattamento di tumori epatici multifocali mediante irraggiamento con neutroni (B.N.C.T.)
- Studi preliminari sul comportamento di strati sottili di Americio, nell'ambito di un progetto di ricerca per la realizzazione di un motore spaziale di nuova concezione per il viaggio su Marte.
- Analisi di materiali e di campioni ambientali per la determinazione di elementi in traccia mediante il metodo dell'analisi per attivazione neutronica
- Analisi campioni alimentari ai fini della Sicurezza e Qualità Alimentare mediante il metodo dell'analisi per attivazione neutronica
- Studio dei danni indotti dalle radiazioni su componenti elettronici per applicazioni aerospaziali e in macchine acceleratrici di particelle

- Produzione di radioisotopi e attivazione di componenti per diagnostica industriale non distruttiva.
- Produzione di prodotti marcati per diagnostica medica.
- Datazione di materiali e manufatti e determinazione della loro provenienza geografica.

Il LENA costituisce anche un indispensabile supporto didattico per alcuni insegnamenti della Facoltà di Scienze MM FF NN dell'Università di Pavia e di altre Università Italiane, nonché di Istituti Tecnici Industriali con specializzazione in campo nucleare e Scuole Medie Superiori in generale. Annualmente il LENA è visitato da diverse centinaia di studenti provenienti da scuole di ogni ordine e grado.

Il Comitato Tecnico Scientifico del L.E.N.A. è composto attualmente dal Dott. Ing. A. Borio di Tigliole (*Direttore*), dalla Dott.ssa S. Caffù (*Segretario Amministrativo*), dal Dott. Ing. G. Margotti e dai professori: S. Altieri, P. Dionigi, A. Faucitano, G. Gerzeli, L. Magrassi, M. Oddone, R. Nano, E. Orvini, A. Piazzoli (*Presidente*), A. Rotondi, V. Speziali, F. Svelto.

Al L.E.N.A. afferisce attualmente il seguente personale:

- Borio di Tigliole *Dott. Ing.* Andrea – Direttore del LENA e Direttore Tecnico del reattore
- Salvini *Dott.* Andrea – Vice Direttore del LENA e Responsabile del Servizio di Analisi e Misure
- Manera *Dott.* Sergio – Esperto Qualificato
- Cagnazzo *Dott.ssa* Marcella – Responsabile dell'Unità di Garanzia della Qualità e Supervisore del reattore
- Margotti *Dott. Ing.* Giovanni – Responsabile Sezione Manutenzione Elettrica e della Strumentazione d'Impianto
- Marchetti Fausto – Responsabile Sezione Manutenzione Meccanica e Supervisore del reattore
- Lana Fabrizio – Responsabile Servizio di Fisica Sanitaria e Supervisore del reattore
- Losi Alberto – Addetto alla Sezione Manutenzione Meccanica e Operatore del reattore
- Pappalardo Piera – Agente del Servizio di Fisica Sanitaria e Operatore del reattore
- Vinciguerra Gabriele – Addetto alla Sezione Manutenzione Elettrica e Supervisore del reattore
- Piccitto Zelaschi *Dott.ssa* Carmela – Segretaria

## IL CENTRO LINGUISTICO

[www.unipv.it/ateneolingue](http://www.unipv.it/ateneolingue)

Il Centro Linguistico dell'Università degli Studi di Pavia è un centro interdipartimentale di servizi che si rivolge agli studenti, al personale docente, al personale tecnico-amministrativo dell'ateneo pavese e a chiunque voglia apprendere o perfezionare le lingue straniere.

Dispone attualmente di tre sedi:

- laboratori sede centrale, Cortile Sforzesco (sede storica),
- aula informatica, aula 7, Cortile di Scienze Politiche,
- laboratori sede Cravino (Fac. Ingegneria, aula G1).

Il Centro si occupa di:

- **agire** come punto di riferimento per la diffusione delle lingue e delle culture straniere;
- **coordinare** i cicli di esercitazioni linguistiche e le attività di tutorato dei C.E.L. (Collaboratori ed Esperti Linguistici di lingua madre);
- **organizzare** corsi di lingua italiana per studenti stranieri in mobilità;
- **collaborare** con il progetto Fondo Sociale Europeo – Lingue alla definizione e al calendario dei corsi e alle procedure di iscrizione/monitoraggio dei corsi stessi;
- **offrire** un servizio di consulenza agli studenti per la scelta dei corsi di lingua gratuiti nell'ambito del Progetto Fondo Sociale Europeo – Lingue;

- **rilasciare**, tramite esame, le certificazioni di lingua inglese dell'Università di Cambridge (PET, FCE, CAE, CPE) e la Certificazione di Italiano come Lingua Straniera dell'Università per Stranieri di Siena (CILS);
- **fornire** un servizio di autoapprendimento delle lingue straniere e di italiano per stranieri.

Il Centro Linguistico mette a disposizione le sue aule attrezzate e una ricca mediateca contenente circa 1000 corsi con supporti audio, video e cd-rom relativi a 50 lingue diverse\*. La videoteca offre una ricca collezione di film in lingua originale rappresentata al momento da 440 titoli.

I supporti multimediali presenti nei laboratori possono essere utilizzati in maniera autonoma dagli studenti dell'ateneo per approfondire gli argomenti affrontati durante le esercitazioni tenute dai C.E.L. e più in generale dagli utenti per apprendere o rafforzare la conoscenza di una lingua.

L'assistenza è garantita dalla presenza costante di tecnici laureati in lingue i quali sono a disposizione per aiutare nella scelta del materiale didattico.

Inoltre, presso il Centro gli utenti possono trovare informazioni sulle principali certificazioni internazionali di lingua straniera quali TOEFL, IELTS, TOLES (lingua inglese), DELF/DALF (lingua francese), ZdaF/ZMP (lingua tedesca), CIE/DBE/DSE (lingua spagnola), per la preparazione delle quali sono a disposizione i relativi materiali didattici.

#### *Orari di apertura*

Laboratori sede centrale	lunedì-venerdì 9.00-18.00
Sede Cravino	lunedì-venerdì 9.00-14.00
Sportello corsi FSE	lunedì, martedì, mercoledì, venerdì 9.00-14.00 giovedì 13.30-17.30

Tel. e fax Laboratori	+39-0382-98.4476
Tel. e fax Uffici	+39-0382-98.4383
Tel. Aula 7	+39-0382-98.4471
Tel. Sportello FSE	+39-0382-98.4236
Tel. Sede Cravino	+39-0382-98.5758 /5760

## **DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE CHIMICHE**

Il Dottorato consente un approfondimento dei seguenti settori della Chimica:

- Chimica e Chimica fisica dei materiali;
- Sintesi, struttura e reattività di molecole organiche e inorganiche;
- Metodologie analitiche avanzate.

Per partecipare al concorso di ammissione è di regola richiesta la laurea in *Chimica* o in *Chimica Industriale*, ma il Collegio dei Docenti può consentire l'ammissione di candidati in possesso di altre lauree.

Per informazioni occorre rivolgersi al Presidente del CD in Chimica (Prof. P.P. Righetti) o al Coordinatore (Prof. M. Licchelli, XX ciclo, XXI ciclo e XXII ciclo).

---

(\*) Afrikaans, Albanese, Amarico, Arabo, Basco, Bulgaro, Cambogiano, Cantonese, Ceco, Cinese Mandarino, Coreano, Danese, Ebraico moderno, Estone, Finlandese, Francese, Gallese, Giapponese, Greco moderno, Gujarati, Hindi, Indonesiano, Inglese, Italiano, Lettone, Lituano, Malay, Mongolo, Nederlandese, Norvegese, Persiano, Polacco, Portoghese, Panjabi, Romeno, Russo, Serbo-croato, Slovacco, Sloveno, Somalo, Spagnolo, Svedese, Swahili, Tedesco, Thai, Turco, Ucraino, Ungherese, Urdu, Vietnamita.

## **DOTTORATO DI RICERCA EUROPEO IN SCIENZE CHIMICHE**

Nel 1996, il Corso di Laurea in Chimica dell'Università di Pavia ha aderito ad un memorandum d'intesa con una trentina di Università europee per costituire questo Dottorato. L'iniziativa è stata accolta dall'Ufficio Socrates dell'Unione europea. Per informazioni rivolgersi al Prof. Paolo Ferloni (dip. Chimica fisica, tel. 0382 987 210).

## **SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN BIOCHIMICA CLINICA**

La scuola ha durata di 4 anni e si articola in due indirizzi:

- a) Diagnostico;
- b) Analitico-tecnologico.

Al primo possono iscriversi i laureati in Medicina e Chirurgia, al secondo i laureati in Chimica, Medicina e Chirurgia, Scienze Biologiche, Scienze Naturali, Farmacia, Chimica e Tecnologia Farmaceutiche, Biotecnologie.

I laureati in Chimica quindi, possono conseguire il titolo di *Specialista in Biochimica Clinica ad indirizzo Analitico-tecnologico*.

La scuola è strutturata nelle seguenti otto aree di insegnamento e tirocinio professionale:

- a) Biochimica Generale, b) Biochimica e Genetica Molecolare, c) Biochimica e Chimica Analitico-Strumentale, d) Metodologia e Tecnologia di Laboratorio, e) Biochimica e Diagnostica Biochimica Prenatale, f) Biochimica Clinica e Biochimica Diagnostica di Laboratorio, g) Immunologia e Microbiologia Diagnostiche, h) Biometria.

Per maggiori informazioni è possibile rivolgersi al Direttore della Scuola: Prof. Remigio Moratti - Dipartimento di Biochimica (Sez. di Analisi Chimico-Cliniche, Ist. Scientifico San Matteo).

## **MASTER (DI SECONDO LIVELLO) IN MATERIALS SCIENCE - IUSS**

Nell'ambito dello IUSS (Istituto Universitario di Studi Superiori, originariamente costituito dall'Università di Pavia, dai Collegi Pavesi e dall'ISU in base ad un accordo di programma con il Ministero MIUR e recentemente riconosciuto dal Ministero stesso come istituzione universitaria indipendente), è ormai attivo da nove anni un corso Master in Materials Science, specificamente programmato secondo criteri di flessibilità e di corrispondenza alle effettive domande di formazione, in un quadro di collaborazioni europee. Il corso del prossimo AA sarà orientato alla formazione di esperti nella progettazione, realizzazione e valutazione di materiali per microelettronica, optoelettronica, sensoristica e dispositivi per controllo e gestione dell'energia. Aspetti caratterizzanti del corso Master IUSS sono:

- attenzione ai materiali più innovativi e con più elevato contenuto tecnologico
- eccellenza dell'offerta didattica, in armonia con le caratteristiche dello IUSS (numero programmato, ammissione per concorso, residenzialità degli allievi)
- inserimento guidato nel mondo del lavoro (attenzione alle offerte delle aziende, rilevante componente aziendale della docenza)
- quadro di riferimento internazionale (sia degli allievi, sia dei docenti),
- l'elevatissima percentuale di successo nel *placement* dei suoi allievi in posizioni di prestigio nei laboratori industriali di ricerca e sviluppo di materiali.

Al Master sono ammessi, previa valutazione dei titoli e colloquio, non più di 20 studenti in possesso di laurea specialistica in una disciplina scientifica (Chimica, Fisica, Ingegneria, Scienza dei Materiali, ...).

Il Master ha la durata di un anno e si articola su due periodi: il primo (da febbraio a metà giugno) residenziale e didattico consiste di lezioni, esercitazioni e seminari per un totale di 48 crediti, l'altro (da luglio a dicembre) consiste in uno stage presso un centro di ricerca aziendale e si

avvale della collaborazione di numerose aziende leader nel settore, ad esempio: Agilent Technologies (Torino, I), Alcatel (Vimercate, I), IMEC (B), IRCI (Borgaro T.se, I), MEMC (Milano, I), Pirelli (Milano, I), Plast – optica (Udine, I), Saes Getters (Saronno, I), St-Microelectronics (Agrate, Castelletto, Catania, I). Secondo esperienza, lo stage costituisce un'eccellente occasione per inserire lo studente in una posizione occupazionale permanente nell'azienda ospite.

La scadenza della presentazione delle domande è verso la fine di novembre. Per informazioni contattare il prof. Giorgio SPINOLO al dipartimento di Chimica fisica e consultare il sito web:  
*<http://www.iuss.unipv.it/master.php?id=26&sez=1>*.

## **INCHIOSTRO, IL GIORNALE DEGLI STUDENTI**

Inchiostro è il giornale ufficiale degli studenti dell'Università di Pavia. È un'iniziativa realizzata con il contributo della commissione A.C.E.R.S.A.T. e saltuariamente dell'I.S.U. di Pavia. Collabora inoltre con il C.Or. all'orientamento delle future matricole. Nasce nel marzo 1995 ad opera degli studenti della Facoltà di Lettere & Filosofia. Sin dai primi anni si propone di allargare la propria redazione e i propri collaboratori a tutti gli studenti dell'Ateneo Pavese. Oggi la redazione può vantare membri e collaboratori di quasi ogni Facoltà. La collaborazione al giornale è aperta a tutti i membri dell'Università: studenti in primis, ma anche dottorandi, specializzandi, borsisti, ricercatori, docenti e personale tecnico-amministrativo. Studenti di tutte le idee hanno scritto, scrivono e/o collaborano per Inchiostro, il quale mantiene la sua indipendenza ed estraneità a qualsiasi controllo politico.

La periodicità del giornale è mensile compatibilmente con gli esami e i periodi festivi. Inchiostro è distribuito gratuitamente in tutti i dipartimenti, le biblioteche, le sale studio dell'Ateneo ed è reperibile anche nelle maggiori librerie della città e in tutti i collegi. Lo si può trovare inoltre negli appositi dispenser collocati in diversi punti dell'Università.

Inchiostro è anche un'associazione culturale e ricreativa che promuove e organizza conferenze, incontri, mostre, feste, e concorsi, aprendo le più svariate collaborazioni (Comune, Provincia, Teatro Frascini, A.D.R.A.T., Shop-up, La Provincia Pavese, ecc.). Inoltre si occupa di bookcrossing, "liberando" per la città un libro al mese dopo averlo recensito.

Per informazioni e collaborazioni:

Web: *<http://inchiostro.unipv.it>*

Blog: *<http://inchiostro.blogspot.com>*

Indirizzo: Via Mentana, 4, 27100 Pavia

Tel: 333 1950756 - 3396668523

E-mail: [redazione@inchiostro.unipv.it](mailto:redazione@inchiostro.unipv.it)

Direttore responsabile: Alberto Bianchi