

# MANIFESTO ANNUALE DEGLI STUDI

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali



**CORSO DI STUDI IN CHIMICA**

**ORDINAMENTO 509**

Presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", e nell'ambito delle classi **21** (D.M. 04/08/2000, G.U. n. 245 del 19/10/2000) e **62/S** (D.M. 28/11/2000, G.U. n. 18 del 23/01/2001), denominate rispettivamente 'Scienze e Tecnologie Chimiche' e 'Scienze Chimiche', possono essere conseguiti i seguenti titoli di studio:

- **Laurea in Chimica** (triennale) - sette orientamenti
- **Lauree Specialistiche in**
  1. **Chimica**
  2. **Chimica Analitica e Metodologie Applicate**

Con l'A.A. 2009-2010 saranno attivati il primo anno della Laurea Triennale in **Chimica** ed il primo anno delle Lauree Magistrali in **Chimica** ed in **Chimica Analitica**, tutte di ordinamento 270, che sostituiranno i corrispondenti anni di ordinamento 509.

**A.A. 2009/2010**

**A cura del Consiglio di Area Didattica in Scienze Chimiche**

LE LEZIONI DEGLI INSEGNAMENTI INIZIERANNO IL 1 OTTOBRE 2009. IL LORO ORARIO SARA' OGGETTO DI SPECIFICO AVVISO. L'ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI OPZIONALI POTRÀ SUBIRE IN FUTURO MODIFICHE.

## NOTIZIE UTILI

### Sito dell'Università "La Sapienza" di utilità generale per gli studenti

<http://www.uniroma1.it/studenti>

Nel sito si possono trovare informazioni riguardanti: modalità di iscrizione, corsi attivati, borse di studio, agevolazioni per casi particolari, numeri telefonici dei docenti e degli uffici, ecc...

- La Segreteria amministrativa degli Studenti della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali si trova nel palazzo delle Segreterie, Scala B, primo piano.
- La Presidenza della Facoltà Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali si trova nello stesso Palazzo delle Segreterie, Scala C, terzo piano.
- La Segreteria Didattica del Consiglio di Area Didattica in Scienze Chimiche (CAD-SC) si trova all'interno del Dipartimento di Chimica, Edificio Cannizzaro (Vecchio Edificio Chimico, V.E.C.), piano terra, stanza 004 (tel.: 0649913364; E-mail: [ccl.chimica@uniroma1.it](mailto:ccl.chimica@uniroma1.it)).
- Le Lezioni e i Laboratori si svolgeranno nelle Aule e Laboratori dell'edificio Cannizzaro (secondo edificio a destra entrando all'Università da P.le A. Moro) e dell'edificio Caglioti (accanto all'entrata di Via C. de Lollis).
- La Segreteria Amministrativa del Dipartimento di Chimica: V.E.C., piano terra.
- Gli Avvisi per gli studenti saranno affissi nelle bacheche poste negli atri dei due edifici chimici, presso le aule e nella bacheca vicino alla Segreteria Didattica.
- All'interno della Città Universitaria si trovano anche un'agenzia della Banca di Roma, un ufficio postale (Roma 62), tre Bar – Tabacchi, Chioschi per vendita di libri.
- Accanto alla Città Universitaria sono ubicate la Mensa Universitaria, la Casa dello Studente e gli uffici IDISU, che erogano contributi e sussidi per gli studenti.

### Segreteria Didattica

Classe delle Lauree in Scienze e Tecnologie Chimiche,

Corso di Area Didattica (CAD) in Chimica, Edificio Cannizzaro (ex V.E.C.), Città Universitaria.

Stanza 004, Tel. e Fax 06-49913364.

Orario di apertura: Lunedì, Mercoledì e Venerdì 10 –12,

Segretario Dott. R. Mirabella, E-mail: [ccl.chimica@uniroma1.it](mailto:ccl.chimica@uniroma1.it)

Presidente: Prof. Carlo Galli, Tel. 06-49913386, E mail: [carlo.galli@uniroma1.it](mailto:carlo.galli@uniroma1.it)

**Sito Internet di Chimica: <http://www.chem.uniroma1.it/dinamico/ChimicaFS.html>**

## MANIFESTO ANNUALE DEGLI STUDI – 2009-2010

### Corso di Laurea in Chimica (triennale), ordinamento 509

#### Rimangono attivi il secondo ed il terzo anno

Ciascun anno del Corso di Laurea in Chimica di ordinamento 509 è organizzato in Trimestri nei quali saranno svolte le lezioni ed i relativi esami, secondo il seguente calendario:

Primo Trimestre	dal 1 ottobre al 5 dicembre
Secondo Trimestre	dal 19 gennaio al 27 marzo 2009
Terzo Trimestre	dal 27 aprile al 26 giugno

Esami: Le Sessioni di esame hanno luogo nei periodi in cui non si svolgono le lezioni (tra un trimestre e l'altro e nei mesi di luglio e settembre)

Il CAD-SC potrà apportare modifiche e/o integrazioni al percorso didattico.

L'accertamento finale del profitto avviene per singolo insegnamento tranne nei casi elencati più avanti, per i quali è prevista una prova di esame unica per due corsi della stessa area.

Per conseguire la laurea, lo studente deve acquisire almeno tutti i 162 Crediti Formativi Universitari (CFU) attribuiti ai singoli insegnamenti e i 18 CFU relativi al tirocinio e prova finale, più avanti specificata.

I corsi di insegnamento sono stati distribuiti tra i vari trimestri secondo una logica progressione didattica (sia per la frequenza sia per gli esami), alla quale è interesse degli studenti adeguarsi al fine di mantenere regolare e proficuo lo sviluppo degli studi entro gli anni di corso prescritti. Lo studente sarà tenuto a dimostrare di avere appreso almeno una **lingua straniera** moderna (di regola la lingua inglese) tra quelle proposte dal CAD-SC (Inglese, Francese, Tedesco, Russo), e la prova d'esame, che è un' idoneità, consente l'acquisizione di (4 CFU).

#### Orientamenti

Il Corso di Laurea in Chimica di ordinamento 509 è articolato in 7 orientamenti, ai quali si accede al termine di un percorso didattico comune, della durata di 5 trimestri. Nell'A.A. 2009-2010 gli orientamenti resteranno attivi unicamente al terzo anno. Gli studenti del secondo anno avranno invece a disposizione solo l'orientamento 'Chimica'.

- Chimica
- Chimica Analitica Merceologica
- Chimica Teorica e Computazionale
- Chimica dei Materiali
- Chimica dei Sistemi Biologici
- Chimica dell'Ambiente
- Chimica Organica e Biomolecolare.

## **Percorso didattico (ord. 509)**

### **Secondo Anno**

#### *1° Trimestre:*

Chimica Fisica (CHIM 02) (5 CFU), Laboratorio di Fisica (FIS 01) (5 CFU), Chimica Organica I (CHIM 06) (5 CFU), Chimica Analitica II + Lab. (CHIM 01) (6 CFU).

#### *2° Trimestre:*

Chimica Analitica III (CHIM 01) (4 CFU), Chimica Organica II (CHIM 06) (5 CFU), Laboratorio di Chimica Fisica (CHIM 02) (6 CFU), Laboratorio di Chimica Organica (CHIM 06) (6 CFU).

#### *3° Trimestre (VI):*

Biochimica (BIO10) (5 CFU), Calcolo numerico II (MAT 08) (2 CFU), Complementi di Fisica (FIS 01) (2 CFU), Laboratorio di Chimica Organica II (CHIM 06) (8 CFU).

### **Terzo anno**

#### Orientamento di CHIMICA

#### *1° Trimestre:*

Complementi di Chimica Fisica + Lab. (CHIM 02) (7 CFU), Chimica Inorganica II (CHIM 03) (8 CFU), Complementi di Spettroscopia (CHIM 02) (5 CFU).

#### *2° Trimestre:*

Analisi Chimica Strumentale (CHIM 01) (8 CFU), Biologia Molecolare (BIO 11) (4 CFU), Chimica Farmaceutica (CHIM 08) (4 CFU).

#### *3° Trimestre:*

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 9 CFU.**

#### Orientamento di CHIMICA ANALITICA MERCEOLOGICA

#### *1° Trimestre:*

Chimica Merceologica (SECS-P/13) (6 CFU), Chimica Analitica Applicata (CHIM 01) (3 CFU), Tecniche di abbinamento nell'analisi chimica (CHIM 01) (2 CFU).

*2° Trimestre:*

Merceologia Doganale e Normative (SECS-P/13) (3 CFU), Chemiometria (CHIM 01) (4 CFU)

*3° Trimestre:*

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 26 CFU.**

### Orientamento di CHIMICA TEORICA E COMPUTAZIONALE

*1° Trimestre:*

Complementi di Chimica Fisica + Lab. (CHIM 02) (7 CFU), Complementi di Spettroscopia (CHIM 02) (5 CFU), Programmazione 1 (INF 01, MAT 08) (6 CFU), Applicazioni di chimica quantistica (CHIM 02) (4 CFU).

*2° Trimestre:*

Meccanica e dinamica molecolare + Lab. (CHIM 02) (6 CFU), Meccanica quantistica (CHIM 02) (5 CFU), Bioinformatica + Lab. (CHIM 02, BIO10) (5 CFU).

*3° Trimestre:*

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 9 CFU.**

### Orientamento di CHIMICA DEI SISTEMI BIOLOGICI

*1° Trimestre:*

Chimica Bioanalitica (CHIM 01) (5 CFU), Laboratorio di Chimica dei Sistemi Biologici II (CHIM 01/02) (5 CFU), Chimica Fisica dei Sistemi Biologici I (CHIM 02) (5 CFU), Spettroscopia dei Sistemi Biologici I (CHIM 02) (5 CFU).

*2° Trimestre:*

Biologia Molecolare (BIO 11) (4 CFU), Chimica Farmaceutica (CHIM 08) (4 CFU), Laboratorio di Chimica dei Sistemi Biologici III (BIO 11) (5 CFU).

*3° Trimestre:*

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 9 CFU.**

### Orientamento di CHIMICA dei MATERIALI

#### *1° Trimestre:*

Chimica Fisica dello stato solido (CHIM 02) (6 CFU), Complementi di Spettroscopia (CHIM 02) (5 CFU), Complementi di chimica fisica + Lab. (CHIM 02) (7 CFU), Complementi di Chimica Inorganica (CHIM 03) (4 CFU).

#### *2° Trimestre:*

Chimica e tecnologia dei polimeri (CHIM 05) (5 CFU), Metodi di sintesi e caratterizzazione dei materiali inorganici + Lab. (CHIM 03) (7 CFU), Materiali funzionali e strutturali (CHIM 02/03) (5 CFU).

#### *3° Trimestre:*

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 9 CFU.**

### Orientamento di CHIMICA dell'AMBIENTE

#### *1° Trimestre:*

Chimica dell'atmosfera (CHIM 12) (5 CFU), Chimica del suolo (GEO 09) (5 CFU), Chimica dei sistemi acquiferi (CHIM 01,12) (5 CFU), Tecniche di abbinamento nell'Analisi Chimica + Lab. (CHIM 01) (2 CFU).

#### *2° Trimestre:*

Ambiente e salute (CHIM 01,12) (5 CFU), Laboratorio Analisi Chimica degli inquinanti (CHIM 12, GEO 09) (8 CFU)

#### *3° Trimestre:*

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 9 CFU.**

### Orientamento di CHIMICA ORGANICA e BIOMOLECOLARE

#### *1° Trimestre:*

Analisi Organica Strumentale (CHIM 06) (8 CFU), Complementi di Spettroscopia (CHIM 02) (5 CFU), Chimica Farmaceutica (CHIM 08) (4 CFU).

*2° Trimestre:*

Laboratorio di preparazioni organiche (CHIM 06) (8 CFU), Chimica delle sostanze naturali (CHIM 06) (4 CFU).

*3° Trimestre (IX):*

Chimica delle fermentazioni e microbiologia ind. (CHIM 11) (4 CFU).

Tirocinio (10 CFU) e Prova Finale (8 CFU).

**In aggiunta lo studente deve seguire corsi a scelta per un totale di 9 CFU.**

### **Crediti a libera scelta (9 CFU) degli studenti**

Gli studenti possono scegliere qualsiasi insegnamento o corso, sia dello stesso corso di laurea o di un altro corso della stessa Facoltà, o addirittura di un'altra Facoltà, dandone preventiva comunicazione al CAD-SC.

### **REGOLE PER L'AMMISSIONE AL III ANNO DI CORSO E PROPEDEUTICITÀ**

Lo studente sarà ammesso alla frequenza regolare del III anno di corso se ha acquisito almeno 75 CFU entro il 18 gennaio del secondo anno di corso. In caso contrario egli dovrà iscriversi al secondo anno ripetente. Tuttavia, per poter sostenere gli esami dei corsi del III anno è necessario che egli abbia superato tutti quelli del primo anno di corso.

### **TIROCINIO e PROVA FINALE**

Lo studente iscritto al III anno di corso sceglie e sviluppa, secondo le modalità stabilite dal CAD-SC, un argomento attinente l'orientamento prescelto (tirocinio). Il tirocinio è oggetto di lavoro all'interno del Dipartimento di Chimica o all'esterno, su un tema proposto dallo studente o scelto insieme con un docente del CAD-SC. Il tirocinio (10 CFU) si concretizza nella presentazione di una relazione scritta, che documenta l'attività svolta dallo studente durante questo periodo, e che lo studente illustra oralmente di fronte ad una commissione; la prova è oggetto di valutazione.

La prova finale (8 CFU, idoneità), consiste in una breve presentazione dell'attività svolta dallo studente durante il tirocinio. Per essere ammesso a sostenere l'esame finale (8 CFU), lo studente deve aver superato tutti gli esami relativi agli insegnamenti fondamentali ed opzionali, compreso l'accertamento della Lingua Straniera, previsti dal piano degli studi dell'orientamento scelto (per un totale di almeno 172 CFU), comprensivi dei CFU a sua libera scelta.

Il Certificato di Laurea riporta il riferimento all'orientamento scelto.

## MANIFESTO ANNUALE DEGLI STUDI – 2009-2010

### **Corso di Laurea Specialistica in Chimica**

**Rimane attivo unicamente il secondo anno**

**Tirocinio 10 CFU – Prova Finale 50 CFU**

### **ESAME E DIPLOMA DI LAUREA**

Per essere ammesso a sostenere l'Esame di Laurea lo studente deve aver seguito tutti gli insegnamenti fondamentali nonché gli opzionali, e aver superato i relativi esami. Lo studente deve aver inoltre svolto il lavoro di Tesi Sperimentale con la relativa Dissertazione Scritta.

L'Esame di Laurea consiste nella discussione della Tesi Sperimentale con le modalità stabilite dal CAD-SC, in applicazione delle disposizioni vigenti.

•

## MANIFESTO ANNUALE DEGLI STUDI – 2009-2010

### **Corso di Laurea Specialistica in Chimica Analitica e Metodologie Applicate**

**Rimane attivo unicamente il secondo anno**

Chimica Analitica (5° corso specialistico) (CHIM01) (CFU 4)

**Tirocinio 10 CFU – Prova Finale 50 CFU**

### **ESAME E DIPLOMA DI LAUREA**

Per essere ammesso a sostenere l'Esame di Laurea lo studente deve aver seguito tutti gli insegnamenti fondamentali nonché gli opzionali, e aver superato i relativi esami. Lo studente deve aver inoltre svolto il lavoro di Tesi Sperimentale con la relativa Dissertazione Scritta.

L'Esame di Laurea consiste nella discussione della Tesi Sperimentale con le modalità stabilite dal CAD-SC, in applicazione delle disposizioni vigenti.

### **Prassi da seguire per il conseguimento della**

### **Laurea Specialistica in**

### **“Chimica” o “Chimica Analitica e Metodologie Applicate”**

- a)** Lo studente che intende laurearsi in **Chimica** o in **Chimica Analitica e Metodologie Applicate** (Laurea Specialistica) deve ritirare un modulo presso la Segreteria del CAD-SC (**all'inizio dell'ultimo anno**) e restituirlo indicando il titolo della tesi ed il nome del relatore. Dopo avere ottenuto l'approvazione da parte della Giunta CAD-SC, inizia il lavoro proposto.
- b)** Dopo l'inizio del lavoro di tesi, lo studente deve presentare un programma indicativo scritto sugli obiettivi del suo lavoro di ricerca (Tirocinio Pro-Laurea). In tale occasione gli viene assegnato un contro-relatore
- c)** **Due mesi prima della seduta di laurea** deve presentare domanda alla Segreteria Studenti con le sue generalità, il numero di matricola, il titolo della tesi, l'indicazione dell'orientamento che ha seguito e la data della sessione in cui prevede di conseguire la laurea.
- c)** **Un mese prima della seduta**, deve presentare alla Segreteria Studenti un dischetto su cui è registrata la dissertazione completa in ogni sua parte ed in forma definitiva. L'etichetta del dischetto deve riportare il nome e cognome dello studente, il suo numero di matricola, il titolo, l'indicazione dell'orientamento che ha seguito e le modalità informatiche di trascrizione sul dischetto.

**d)** In pari data, lo studente deve presentare domanda compilando un modulo da ritirare e da presentare alla Segreteria didattica del CAD-SC per sostenere l'esame di laurea. Nel modulo deve comparire l'orientamento seguito, il titolo della tesi ed il nome del relatore.

**e)** Almeno 15 giorni prima della data fissata per la seduta di esame, lo studente consegnerà una copia della tesi a ciascuno dei 5 membri della commissione d'esame. Sul frontespizio della tesi dovrà comparire, oltre l'indicazione dell'Università "La Sapienza", il titolo, il nome, cognome e numero di matricola del candidato, l'orientamento seguito e l'anno accademico al quale si riferisce.

# CORSO DI STUDIO IN CHIMICA

## CORSI OPZIONALI

PER IL CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN CHIMICA  
E CORSI DI LAUREA SPECIALISTICA IN “CHIMICA”  
E “CHIMICA ANALITICA E METODOLOGIE APPLICATE”.

INSEGNAMENTO	DOCENTE	SSD	Trimestre	CFU
ANALISI DI SOLUZIONI ALL'EQUILIBRIO	BOTTARI	CHIM 01	III	3
CHEMIOMETRIA AMBIENTALE	CAMPANELLA	CHIM 01	III	3
CHIMICA ANALITICA CLINICA	CURINI	CHIM 01	II	3
CHIMICA ANALITICA DEL RESTAURO	TOMASSETTI	CHIM 01	I	3
CHIMICA DEI COLORANTI	GUISO	CHIM 06	II	3
CHIMICA DEI COMPOSTI DI COORDINAZIONE	BORGHI	CHIM 03	III	3
CHIMICA DELLO STATO SOLIDO	GAZZOLI	CHIM 03		3
CHIMICA E PREVENZIONE OCCUPAZIONALE E INDOOR	BACALONI	CHIM 12	II	3
CHIMICA FISICA DEI SISTEMI DISPERSI E DELLE INTERFASI	LA MESA	CHIM 02	II	3
CHIMICA ORGANICA FISICA	MASCI Bernardo	CHIM 06	I	3
CHIMICA TEORICA (DEI SISTEMI BIOLOGICI)	MOROSETTI	CHIM 02	II	3
CINETICA CHIMICA	BARTERI	CHIM 03	II	3
DINAMICA DELLE REAZIONI CHIMICHE CON LAB.	STRANGES D.	CHIM 02	I	3
ELEM. DI CHIMICA E FISICA DELLE MACROMOLECOLE	D'ILARIO	CHIM 05	III	3
ELEMENTI DI MINERALOGIA	ANDREOZZI	GEO 09	III	3

LA GESTIONE DEI RIFIUTI	ROTATORI	CHIM 12	III	3
METODI COMPUTAZIONALI IN CHIMICA ORGANICA	MENCARELLI	CHIM 06	II	3
MONITORAGGIO DI ATMOSFERE URBANE	CANEPARI	CHIM 12	III	3
NMR NEI SOLIDI	DELFINI	CHIM 02	I	3
STEREOCHIMICA INORGANICA	BOSSA Mario	CHIM 03	I	3
STEREOCHIMICA ORGANICA	BELLA	CHIM 06	III	3
STRUTTURISTICA CHIMICA	MORPURGO	CHIM 03	I	3
TECNICHE E SINTESI SPECIALI IN CHIMICA ORGANICA	BELLA	CHIM 06	III	3
TECNOLOGIE DEL DNA RICOMBINANTE	CACCHIONE	BIO 09	III	3
TOSSICOLOGIA AMBIENTALE	TOGNA	BIO 06	II	3

**Lo studente per acquisire i crediti (CFU) relativi agli insegnamenti a sua propria scelta può seguire e superare gli esami dei corsi sopra elencati, fino al raggiungimento del numero di CFU richiesto, ma può anche usufruire di corsi fondamentali di un orientamento da lui non seguito della laurea Triennale in Chimica o delle Specialistiche in Chimica o Chimica Analitica e Metodologie Applicate.**

**A questo scopo lo studente, contestualmente alla scelta dell'orientamento, presenta alla segreteria didattica l'elenco dei corsi opzionali scelti, indicando anche il settore scientifico disciplinare (SSD), il numero di CFU ed il corso di laurea cui afferisce l'insegnamento scelto.**

# Programmi dei corsi della Laurea Triennale in CHIMICA

(ord. 509)

## Secondo anno

Chimica Analitica II + Lab. (6 CFU) (Proff. Emilio Bottari, Antonio Magri)

La bilancia ed i metodi di pesata. Errori statistici e casuali. L'analisi volumetrica. Preparazione di soluzioni a titolo esattamente noto o approssimato. Equivalenza e titolazioni; curve di titolazione ed indicatori. Applicazione all'analisi chimica quantitativa delle reazioni di neutralizzazione, precipitazione, complessazione ed ossido riduzione. Costanti di equilibrio condizionali e potenziali formali. L'analisi gravimetrica: prodotto di solubilità e solubilità, formazione, invecchiamento e calcinazione dei precipitati. Esempi di dosaggi ed applicazioni.

Chimica Fisica (5 CFU) (Proff. Guido Gigli, Paola D'Angelo)

Introduzione alla meccanica quantistica: concetti base di meccanica classica (l'energia potenziale, la seconda legge di Newton, conservazione di energia ed hamiltoniano classico), teoria classica delle onde (ampiezza, eq. delle onde, sovrapposizione e diffrazione), la natura corpuscolare della luce e la natura ondulatoria delle particelle (radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, ipotesi di De Broglie, diffrazione di elettroni). Fondamenti di meccanica quantistica: i postulati della meccanica quantistica, definizione della funzione d'onda, operatori, eq. di Schrödinger dipendente ed indipendente dal tempo, autovalori, valori di aspettazione, ortogonalità delle autofunzioni, autofunzioni simultanee, completezza. Particella in una scatola: autovalori ed autofunzioni (1 D), estensione al caso 3 D. Il rotatore rigido e gli autostati di momento angolare, rotatore rigido in tre dimensioni, armoniche sferiche (elementi essenziali). Oscillatore armonico: operatori di salita e discesa, livelli energetici, autofunzioni. L'atomo idrogenoide: l'equazione di Schrödinger, soluzioni radiali ed autovalori, proprietà delle autofunzioni. I metodi approssimati: il metodo variazionale, teoria delle perturbazioni non dipendente dal tempo (non degeneri). Atomo di Elio e Spin: il modello a particelle indipendenti, approssimazioni del problema perturbative e variazionali, lo spin elettronico, il principio di Pauli, le funzioni d'onda includenti lo spin per lo stato fondamentale ed eccitato. Gli atomi polielettronici: l'Hamiltoniano, i determinanti di Slater, metodi Hartree ed Hartree Fock (cenni essenziali, concetto di correlazione elettronica, costanti del moto, modello vettoriale e simboli di termine). Introduzione al legame chimico. Molecole biatomiche: lo ione molecolare  $H_2^+$ , l'approssimazione di Born-Oppenheimer, il metodo LCAO-MO, la struttura elettronica di molecole biatomiche (aufbau di orbitali molecolari di  $H_2^+$  la struttura elettronica della molecola  $H_2$ , funzioni d'onda MO e VB). Molecole poliatomiche: il metodo LCAO-MO-SCF (cenni), il metodo di Hückel (cenni, come esempio di metodo semiempirico).

Chimica Organica I (5 CFU) (Proff. Luigi Mandolini, Lucio Pellacani)

Richiami di concetti fondamentali di struttura elettronica e di legame chimico. Stereochimica. Chimica dei gruppi funzionali. Alcani e cicloalcani. Alcheni ed alchini. Substanzie aromatiche.

Alogenuri alchilici. Alcoli, fenoli ed eteri. Aldeidi e chetoni, Acidi carbossilici e loro derivati. Ammine. Carboidrati. Lipidi.

#### Laboratorio di Fisica (5 CFU) (Proff. Di Giacomo, Nucara)

Statistica e teoria della misura. Ottica geometrica. Corrente continua e alternata. Esercitazioni di laboratorio. Meccanica (molla). Ottica (banco ottico). Corrente continua (Thevenin, Poggendorf, tempo di carica di un condensatore). Corrente alternata (oscilloscopio, circuito RLC).

#### Chimica Organica II (5 CFU) (Proff. Luigi Mandolini, Lucio Pellacani)

Stereochimica organica: tipi di isomeria, stereochimica di processi dinamici, effetti conformazionali torsionali e stereoelettronici sulla reattività, fattori che influenzano le ciclizzazioni, partecipazione del gruppo vicinale. Reazioni elettrocicliche, reazioni sigmatropiche e reazioni di cicloaddizione. Aromaticità ed antiaromaticità in molecole poliinsature cicliche. Sistemi policiclici. Reattività di sistemi eterociclici aromatici. Composti organometallici. Reazioni di riduzione del carbonile e di altri gruppi funzionali. Reazioni di ossidazione di alcoli, aldeidi, chetoni e di doppi legami carbonio – carbonio. Radicali e reazioni radicaliche. Carbocationi. Carbeni, nitreni ed altre specie a difetto elettronico. Antiossidanti, coloranti, polimeri, detersivi, chimica del petrolio e derivati.

#### Chimica Analitica III (4 CFU) (Prof. Luigi Campanella, Mauro Tomassetti)

L'equilibrio chimico. Equilibri multipli. Principi di Analisi chimica strumentale. Metodi ottici e spettrali. Metodi elettrochimici. Metodi di ripartizione tra fasi. Metodi termici. Cenni a metodi radiochimici.

Laboratorio di Chimica Fisica (6 CFU) (Prof. Daniele Gozzi, Camillo La Mesa, Nicolae V. Pavel, Domenico Stranges)

#### *Modulo di termodinamica*

Cenni sui circuiti in corrente continua.

Misura della temperatura: Scala termodinamica di temperatura; Scala pratica internazionale di temperatura; Termometri a resistenza; Termocoppie; Effetto Seebeck, Effetto Peltier, Effetto Thomson; Effetto Volta; Misura della fem di una termocoppia; Conseguenze pratiche delle leggi termoelettriche: conduttori intermedi e omogenei; Compensazione del giunto freddo; Montaggio di una singola termocoppia, con cano di compensazione e con conduttori di rame; Analisi e calcolo della fem globale di un circuito termoelettrico; Errore nella scelta del giunto freddo; Inversione del cavo di compensazione; Non isotermicità delle giunzioni; Assemblaggio di termocoppie: parallelo, serie e opposizione; Termocoppie più comuni e tabelle di riferimento; Potere termoelettrico; Termistori; Pirometria ottica; Emissività, corpo nero; Leggi fondamentali: Stefan-Boltzmann; Planck; Wien; Leggi di Kirchoff e Lambert; Riflessione, assorbimento e trasmissione; Fattore di emissione; Pirometri; Pirometro ottico a scomparsa di filamento; Correzione della temperatura.

Produzione del vuoto: Definizione di portata, resistenza e conduttanza; Flusso viscoso e molecolare; Numero di Reynolds e Knudsen; Velocità di pompaggio; Pompe meccaniche per basso vuoto; Pompe rotative monostadio e bistadio; Curve caratteristiche velocità di pompaggio vs pressione; Tempo di pompaggio; Pompe a diffusione; A vapori di Hg; A olio; Accoppiamento pompa rotativa-pompa a diffusione; Curve caratteristiche velocità di pompaggio vs pressione; Scelta della pompa rotativa da accoppiare ad una data pompa a diffusione; Pompe turbomolecolari; Curve

caratteristiche velocità di pomaggio vs pressione; Pompa a sublimazione di Ti; Curve caratteristiche velocità di pomaggio vs pressione; Pompe ioniche; Curve caratteristiche velocità di pomaggio vs pressione.

Misura del vuoto: Strumento di Pirani; Strumento a termocoppia; Strumenti a ionizzazione; Ad effetto termoionico (catodo caldo); Penning (catodo freddo).

Termodinamica della soluzioni: Soluzioni ideali: fenomeni legati alle proprietà colligative; Soluzioni reali; Espressioni di Margules; Legge di Raoult e Henry; Soluzioni regolari; Quantità parziali molali (molari); Metodo per ottenere una quantità parziale molale da un'altra; Grandezze termodinamiche di formazione di una soluzione; Quantità termodinamiche di eccesso; Regola delle fasi.

Cenni sulle proprietà di trasporto: Leggi di Fick; Applicazione delle leggi di Fick alle soluzioni elettrolitiche; Viscosità nei liquidi; Dipendenza dalla temperatura

Esercitazioni di laboratorio: Calore di combustione; fem vs T – pila Weston; Misura della conducibilità equivalente ed equivalente limite (determinazione costante dissociazione ac. acetico); Misura di densità di soluzioni acquose (volumi parziali molali); Misura della viscosità.

### *Modulo di spettroscopia*

Spettro elettromagnetico; livelli di energia quantizzata, energia di transizione associata. Interazione radiazione elettromagnetica con la materia: perturbazioni dipendenti dal tempo; teoria dell'emissione e dell'assorbimento. Coefficienti di Einstein. Fattori che determinano e influenzano la forma di una banda spettrale.

Principi di spettroscopia rotazionale. Principi di spettroscopia vibrazionale (molecole biatomiche, poliatomiche). Calcolo e confronto di distanze di legame e costanti di forza, concetti di banda fondamentale, sovratono, modi normali di vibrazione; Principi di spettroscopia elettronica di assorbimento e di emissione (molecole biatomiche). Aspetti strumentali (spettroscopie IR, UV-VIS). Cenni su applicazioni moderne delle spettroscopie classiche.

Esperienze di laboratorio: Uso di apparecchiature IR, UV-VIS, uso di software di acquisizione dati IR, UV-VIS, manipolazione di base; uso di software per l'analisi dei dati sperimentali; determinazione di alcuni parametri strutturali di molecole semplici.

### Laboratorio di Chimica Organica (6 CFU) (Prof. Maria Antonietta Loreto, Osvaldo Lanzalunga)

La sicurezza in un laboratorio di Chimica Organica. Metodi di riscaldamento e di agitazione. Solventi e loro purificazione. Tecniche di purificazione: distillazione sotto vuoto, cristallizzazione e punto di fusione, sublimazione. Separazione di miscele di sostanze: estrazione, cromatografia su colonna o su strato sottile. Risoluzione di una miscela racemica. Riconoscimento dei principali gruppi funzionali per via chimica. Reazioni caratteristiche di alcuni gruppi funzionali. Spettroscopia infrarossa: principi generali e assorbimento dei principali gruppi funzionali. Acquisizione di dati bibliografici. Esercitazioni pratiche.

### Biochimica (5 CFU). (Prof. Ingeborg Grgurina)

Struttura e funzione delle proteine. Collagene. Emoglobina. Enzimi: classificazione, cinetica, inibizione, esempi di meccanismi d'azione. Lipidi. Struttura e funzione delle membrane biologiche.

Metabolismo: glicolisi, via dei pentoso fosfati, gluconeogenesi, sintesi e degradazione del glicogeno e dei lipidi, ciclo dell'acido citrico, trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa. Metabolismo degli amminoacidi. Struttura e funzione degli acidi nucleici. Replicazione del DNA. Trascrizione. Codice genetico. Sintesi proteica. Fotosintesi. Immunoglobuline.

Calcolo Numerico II (2 CFU) (C, CTC, M, O) (Prof. Lionello Pasquini)

Definizioni di base sulle equazioni differenziali. Problema di Cauchy. Teorema di esistenza di Peano. Teoremi di esistenza e unicità in piccolo ed in grande. Schemi numerici espliciti, impliciti, ad un passo, a passo multiplo. Convergenza. Analisi degli errori. Consistenza. Schemi di predizione-correzione. Stima dello errore locale. Schemi a passo variabile.

Complementi di Fisica (C, CTC, M) (2 CFU) (Prof. Franco Decker)

Elettromagnetismo nella materia.

Laboratorio di Chimica Organica II (C, O) (8 CFU) (Prof. Antonella Dalla Cort)

Spettroscopia NMR. Concetti teorici di base: il fenomeno della risonanza. Spostamento chimico. Accoppiamento spin-spin. Ampiezza di riga ed intensità dei segnali. Sistemi di spin. Protoni su eteroatomi. Equivalenza chimica e magnetica. Protoni diastereotopici. Spettri  $^1\text{H}$  NMR e struttura molecolare. Esercitazioni pratiche ed esecuzione di alcune esperienze in laboratorio.

### **Programmi dei Corsi del III anno (caratterizzanti ciascun orientamento)**

Ambiente e Salute (5 CFU) (A) (Prof. Aldo Laganà)

Concetto di rischio chimico. Rischio chimico ammissibile. La chimica della natura: composti chimici, biochimici, biomacromolecolari, cellula e suoi costituenti. Concetti di tossicologia ambientale. Pesticidi. Tossine. Campi elettromagnetici. Distruttori endocrini. OGM.

Analisi Chimica Strumentale (8 CFU) (C) (Proff. R. Jasionowska, Antonella Messina)

I metodi dell'analisi spettrofotometrica (in assorbimento, emissione e risonanza), elettrochimica, termica e sensoristica e le loro principali applicazioni nell'analisi chimica.

Metodi di analisi basati sulla distribuzione tra fasi. Estrazione con solventi. Cromatografia liquida. HPLC. Gas cromatografia. Metodi di analisi basati sulla elettromigrazione. Elettroforesi planare su supporto. Elettroforesi capillare. Elettrocromatografia.

Analisi Organica Strumentale (8 CFU) (O) (Prof. Andrea D'Annibale)

Complementi di spettroscopia di risonanza magnetica nucleare del  $^1\text{H}$ : tecniche speciali, doppia risonanza, reagenti di shift. Introduzione agli strumenti in trasformata di Fourier. Elementi di spettroscopia del  $^{13}\text{C}$ . Spettroscopia UV-visibile: transizioni elettroniche, gruppi cromofori. Spettroscopia di massa: concetti di base, strumentazione, picchi molecolari e picchi isotopici, frammentazioni caratteristiche. Cenni ad alcuni metodi di ionizzazione (CI, ES, FAB). Accoppiamento GC-MS e HPLC-MS per la caratterizzazione di miscele complesse. DC. Cenni sulla diffrazione di raggi X. Identificazione della struttura di composti organici mediante esame comparato

di spettri IR, NMR, MS.

#### Applicazioni di Chimica Quantistica (4 CFU) (CTC) (Prof. Francesco A. Gianturco)

In questo corso si intende presentare agli studenti un quadro il più generale possibile dell'ampio spettro di applicazioni che esistono nella ricerca moderna sulle proprietà nanoscopiche dei sistemi molecolari in fase gassosa, in clusters ed in fase liquida. Lo scopo sarà quello di discutere in dettaglio le varie metodologie di calcolo oggi impiegate per costruire dei modelli realistici descriventi il comportamento elementare dei processi chimici

#### Bioinformatica + Lab. (5 CFU) (CTC). (Mutuato da Biotecnologie)

Individuazione di geni in genomi eucariotici e procariotici. Calcolo di proprietà di sequenze amminoacidiche. Le banche dati biologiche primarie. Le banche dati biologiche derivate. Integrazione di banche dati biologiche. Allineamento di sequenze. Profili. Hidden Markov Models. Ricerca in banche dati per omologia: FASTA BLAST PSI BLAST. Predizione della struttura tridimensionale di una proteina. Riconoscimento molecolare.

#### Biologia molecolare (4 CFU). (C, SB) (Prof. S. Cacchione)

Oggetti e livelli della Biologia Molecolare. Le proteine: struttura e funzione Il DNA polimorfico: strutture a doppia elica destrorsa o sinistrorsa, strutture inusuali (cruciformi, tetraelicoidali), supereliche. Topologia. Metodi di studio chimici, chimico-fisici, biochimici. Replicazione. Trascrizione. Codice genetico. Sintesi proteica. Regolazione dell'espressione genica nei procarioti. e negli eucarioti. Regolazione post-trascrizionale. Proteine regolative. Struttura e funzione della cromatina. Modificazioni post-traduzionali degli istoni e meccanismi epigenetici. Maturazione del RNA eucariotico. Struttura del genoma eucariotico

#### Chemiometria (4 CFU) (AM) (Prof. Federico Marini)

Criteri di decisione basati sulla statistica univariata. Principi di calibrazione univariata. Il dato analitico e la necessità di un'indagine multivariata. Metodi di selezione e riduzione delle variabili (analisi delle componenti principali). Metodi di classificazione supervisionati (analisi discriminante lineare e quadratica) e non supervisionati (analisi dei clusters gerarchica e non). La PLS e la calibrazione multivariata. Cenni di reti neurali artificiali. Applicazioni in campo chimico analitico con esercitazioni al computer.

#### Chimica Analitica Applicata (3 CFU) (AM) (Prof. Maria Rosa Festa).

Valutazione generale dei problemi connessi con l'analisi chimica di analiti in matrici reali. Campionamento, scelta del metodo di analisi, pretrattamento del campione.

#### Chimica Bioanalitica (5 CFU) (SB) (Prof. Alessandra Gentili)

L'analisi chimica applicata a problemi biologici. Risoluzione di problemi biologici mediante tecniche analitiche ifenate. Approccio analitico alla determinazione di organismi geneticamente modificati (OGM). Distruttori endocrini. Contaminanti ambientali: pesticidi. Farmaci veterinari: antibiotici e antibatterici. Determinazione di ormoni naturali e di sintesi. Tecniche bioanalitiche: metodi immunometrici, biosensori cellulari, Bio- e Chemi- luminescenza.

#### Chimica dei Sistemi Acquiferi (5 CFU) (A) (Prof. Federico Marini)

Classificazione delle acque naturali: acque dolci, acque salate, estuari. Proprietà delle acque - Equilibri chimici ed interazioni tra le diverse fasi (aria, acqua, sedimenti, suoli)- Campionamento di acque e sedimenti - Metodi di analisi.

#### Chimica dell'Atmosfera (5 CFU) (A) (Prof. Lelio Zoccolillo)

Aspetti generali su atmosfera e inquinamento atmosferico. Chimica dei principali inquinanti atmosferici: ossido di carbonio, ossidi di zolfo, ossidi di azoto, ozono e altri agenti ossidanti, materiale particolato sospeso. Sorgenti di inquinamento atmosferico. Meteorologia e trasporto degli inquinanti nell'atmosfera, inversione termica. Bilancio termico della terra ed effetto serra. Origine, chimica ed effetti delle deposizioni acide. Criteri e standard di qualità dell'aria; i carichi critici. Chimica analitica dei principali inquinanti atmosferici. Normativa e controllo dell'inquinamento urbano e strategie di prevenzione.

#### Chimica delle Sostanze Naturali (4 CFU) (O) (Prof. Armandodoriano Bianco)

La biogenesi delle sostanze organiche naturali. Metabolismo primario e secondario. Fotosintesi clorofilliana. Acidi grassi saturi e insaturi, polifenoli, macrolidi. Terpenoidi. Acidi cinnamici, cumarine. Lignina. Flavonoidi. Cannabinoidi. Chinoni isoprenoidi. Alcaloidi indolici e isochinolinici. Alcaloidi pirrolidinici e piperidinici. Le sostanze naturali e la loro funzione.

#### Chimica delle Fermentazioni e Microbiologia Industriale (4 CFU) (O) (Prof. Michele Bianchi).

Caratteristiche morfologiche, colturali, biochimiche e fisiologiche delle principali forme microbiche nei processi industriali. Studio di crescita microbica e fattori chimici e fisici che la influenzano. Metabolismo e regolazione. Genetica dei microrganismi di interesse industriale e tecniche. Fermentazione alcolica, lattica, citrica, acetonbutilica. Produzione di antibiotici, enzimi, vitamine e amminoacidi. Produzione di biomasse microbiche. Enzimi immobilizzati. Tecniche di ingegneria genetica per manipolazione di microrganismi. Produzione di composti di interesse medico-farmacologico ed enzimi con impiego di microrganismi modificati con le tecniche del DNA ricombinante.

#### Chimica del Suolo (5 CFU) (A) (Prof. Antonella Messina)

Il suolo: definizione, origine, genesi, composizione. I colloidi del suolo. Minerali argillosi. Ossidi ed ossidati del ferro ed alluminio. Composizione dei residui vegetali, processi di umificazione. Frazionamento della sostanza organica: acidi umici, acidi fulvici e composti organici. Capacità di scambio cationico. Il pH ed il potere tampone del terreno. Correzione del pH di un terreno. Potere redox del terreno. Fotosintesi clorofilliana. Fertilità del suolo. Elementi nutritivi: azoto, fosforo, potassio, zolfo, calcio, magnesio. Il ciclo dell'azoto e fertilizzanti azotati del terreno.

#### Chimica e Tecnologia dei Polimeri (5 CFU) (M) (Prof. Maria Vittoria Russo)

Polimeri naturali e di sintesi. Struttura e proprietà. Polimeri in soluzione. Caratterizzazione: spettroscopia FTIR, UV-Vis., NMR, EPR, diffrazione RX, analisi termica e calorimetrica, microscopia elettronica SEM, TEM, e AFM. Morfologia. Reologia. Reazioni di polimerizzazione: in fase omogenea ed eterogenea, di condensazione, di addizione di tipo radicalico e non radicalico, elettrochimiche, copolimerizzazione. Polimeri di uso commerciale e loro proprietà: poliolefine, polidieni, vinilici e vinilidenici, fluorurati, polifosfazeni, siliconi, politiofeni, polipirroli, polianilina, termoplastici, cellulosici, resine termoindurenti. Polimeri per applicazioni biomediche.

### Chimica Farmaceutica (4 CFU). (C, SB, O). (mutuato da Chimica Industriale)

Le basi molecolari dell'azione dei farmaci. Criteri per la progettazione razionale di nuovi farmaci. Farmacocinetica e farmacodinamica. Teoria Recettoriale. Inibitori enzimatici. Sulfamidici. Antibiotici  $\beta$ -lattamici ed altri antibiotici. Ormoni steroidici. Farmaci antiinfiammatori. Farmaci antiipertensivi.

### Chimica Fisica dei Sistemi Biologici I (5 CFU). (SB) (Prof. Maria Savino)

Struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria di proteine, DNA ed RNA. Complessi di associazione tra macromolecole biologiche. Analisi conformazionale e forze che determinano la struttura di proteine ed acidi nucleici. Forma e dimensioni delle macromolecole biologiche. Processi di trasporto. Microscopia a forza atomica e a fluorescenza. Nanobiotecnologie. Equilibri conformazionali di proteine ed acidi nucleici. I DNA circolari e le trasformazioni topologiche. La struttura terziaria del RNA. Interazioni tra ligandi e macromolecole: Modelli all'equilibrio e cinetici. Metodi spettroscopici, biosensori. Aspetti chimico-fisici di processi biologici fondamentali.

### Chimica Inorganica II (8 CFU) (C) (Proff. Di Castro, Donzello)

Proprietà generali dei metalli di transizione. Complessi dello scandio e del titanio; sistemi polinucleari di Zr, Nb e Ta; complessi di Cr, Mo, W, e loro ossidi; composti del manganese; complessi di Fe(II) e Fe(III), complessi ciclopentadienilici, chimica bioinorganica del ferro; composti del cobalto negli stati di ossidazione (0), (I), (II), vitamina B12, (III); complessi e catalizzatori di Ni, Pd, Pt, proprietà e reattività; strutture e applicazioni dei complessi di Cu, Ag, Au; composti organometallici dello Zn, ruolo biologico dello Zn; composti di Cd e Hg e loro tossicità. Cenni sulle proprietà dei lantanidi e degli attinidi e dei loro composti.

### Chimica Merceologica (6 CFU) (AM) (Prof. Andrea Magri)

Le diverse problematiche relative alla produzione, alla classificazione ed al controllo delle merci (materie prime, controllo di qualità, innovazione tecnologica, ricerca e sviluppo, costo del prodotto e prezzo di vendita) sono trattate in modo da fornire una panoramica degli aspetti economici generali ed una conoscenza più approfondita dell'aspetto chimico. Particolare attenzione sarà rivolta al settore alimentare e a quello energetico.

### Complementi di Chimica Fisica con laboratorio (C, CTC, M) (7 CFU )

#### *I Modulo* (3 CFU) (Prof. Vincenzo Piacente)

Cinetica: generalità sulla cinetica di reazione e suo meccanismo; dipendenza della velocità di reazione dalla concentrazione dei reagenti; ordine di reazione e molecolarità; equazioni cinetiche integrate per alcuni tipi di reazione; reazioni opposte, consecutive e parallele; stato stazionario; reazioni radicaliche, a catena ed esplosive; reazioni veloci; reazioni a flusso; dipendenza della velocità dalla temperatura, teoria delle collisioni e del complesso attivato; influenza di un catalizzatore; cenni sulla catalisi enzimatica; cinetica di una reazione in soluzione limitata dalla diffusione; effetto salino primario. Diagrammi di fase: termodinamica di sistemi polifasici, varianza e regola delle fasi; diagrammi di sistemi binari con completa, parziale e nessuna miscibilità tra i componenti; distillazione frazionata ed in corrente di vapore; problemi inerenti a trasformazioni in fase solida (liquazione, indurimenti per precipitazione, composti intermetallici, etc); giustificazione termodinamica dei diagrammi di fase; metodi per costruire un diagramma di fase (Tamman); diagramma Fe-cementite; cenni sulle curve TTT e CCC;

cenni sui diagrammi ternari.

### *II Modulo* (1 CFU) (Prof. Domenico Stranges)

Termodinamica statistica: Principi di termodinamica statistica: insiemi statistici, funzione di partizione canonica e molecolare (traslazionale, rotazionale, vibrazionale ed elettronica), le funzioni di stato termodinamiche, il principio di equipartizione, la costante di equilibrio.

### *III Modulo* (3 CFU) (Prof. Nicolae Viorel Pavel)

Diffrazione di raggi X.

La simmetria nei cristalli: elementi di simmetria, reticoli. Elementi di calcolo cristallografico. Natura e proprietà dei raggi X. Interazione raggi X-materia: diffusione coerente, diffusione incoerente, assorbimento, fluorescenza. Teoria della diffrazione. Fattori di struttura, sintesi Fourier. Gruppi spaziali (cenni). Tecniche sperimentali: diffrazione per polveri e film sottili. Applicazione del metodo di Rietveld. Banca dati di spettri di polveri.

Esperienze di laboratorio:

Cinetica di 1° e 2° ordine; costruzione del diagramma Pb-Sn. Strumentazione RX; esercitazioni su elementi di simmetria, reticolo reciproco e sfera di Ewald; calcolo fattori di struttura, diffrattogrammi di polveri; uso di una banca dati di spettri di polveri.

Complementi di Spettroscopia (corso A) (C, CTC, O) (5 CFU) (Prof. Nicolae Viorel Pavel, Elvino Brosio)

### *Modulo I* (3 CFU) (Prof. Nicolae Viorel Pavel)

Spettroscopie classiche: Spettroscopia rotazionale e struttura delle molecole. Influenza dello spin nucleare. Effetto Stark e determinazione del momento dipolare di una molecola. Spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier. Effetto dello spin nucleare sulle intensità degli spettri vibrorotazionali. Risonanza di Fermi. Principi di spettroscopia Raman, regole di selezione e relazioni di simmetria. Spettroscopia elettronica: atomi, molecole biatomiche e poliatomiche. Stati elettronici e regole di selezione. Spettroscopia di emissione: fluorescenza e fosforescenza. Misure di tempo di vita di stati eccitati e alcune applicazioni.

Esercitazioni numeriche. Esperienze di laboratorio, con analisi dati (IR, UV-VIS, luminescenza).

### *Modulo II* (2 CFU) (Prof. Elvino Brosio)

Proprietà magnetiche dei nuclei. Descrizione classica dell'esperimento di risonanza. Equazioni di Bloch. Parametri che caratterizzano lo spettro NMR: chemical shift, costante di accoppiamento, tempi di rilassamento. Spettri del 1° ordine, spettri di ordine superiore.

Tecniche impulsive: misura dei tempi di rilassamento. Strumentazione NMR. Elaborazione del segnale. Trasformata di Fourier. Risonanza Magnetica Nucleare del C-13. Problemi connessi con la bassa sensibilità del nucleo C-13. Effetto nucleare Overhauser. Tecniche di disaccoppiamento. Regole di correlazione tra chemical shift e struttura. Interpretazione degli spettri H-1 e C-13 NMR. Determinazione della struttura chimica mediante lo spettro NMR. Moderne Tecniche NMR: effetto

dell'esperimento di spin-echo sui parametri NMR, preparazione ed evoluzione del sistema di spin. Cenni di tecniche monodimensionali e bidimensionali. Tecnica INEPT. NMR Imaging : principi, gradiente di campo e ricostruzione delle immagini.

Complementi di Spettroscopia (corso B) (C, CTC, M) (5 CFU) (Proff. Delfini, Campanelli)

*Modulo I* (2.5 CFU) (Prof. Campanelli)

Trasformate di Fourier con applicazioni nelle spettroscopie. Nozioni di base sui principi di funzionamento dei laser e proprietà caratteristiche della radiazione laser. Principali sorgenti laser e loro applicazioni nella strumentazione chimica. Tecniche spettroscopiche basate sull'impiego dei laser. Esempi di processi chimici e dinamici laser indotti.

*Modulo II* (2,5 CFU) (Prof. Delfini)

Proprietà magnetiche dei nuclei e degli elettroni: proprietà di protoni, neutroni ed elettroni. Descrizione classica delle condizioni di risonanza. Descrizione quantomeccanica. Equilibrio termico. Popolazioni degli stati di spin. Parametri della risonanza magnetica: Chemical shift (teorie di Lamb e Ramsey). Teoria della costante di accoppiamento. Tempi di rilassamento spin-reticolo e spin-spin. Effetto nucleare Overhauser. La strumentazione di risonanza magnetica. Uso sperimentale dei parametri.

Laboratorio di Analisi Chimica degli Inquinanti (8 CFU) (A) (Proff. Silvia Canepari, Anna Maria Girelli).

Tecniche di campionamento nei vari comparti ambientali. Stabilità dei campioni e loro conservazione. Influenza della matrice: tecniche di pretrattamento e purificazione con esercitazioni pratiche. Cenni teorici sulle principali tecniche analitiche impiegate in campo ambientale. Approfondimenti sui metodi di analisi di inquinanti organici ed inorganici maggiormente significativi con esercitazioni pratiche.

Laboratorio di Chimica analitica 1 (5 CFU) (AM) (Prof. Francesca Buiarelli).

Analisi chimica di oli e grassi vegetali. Proprietà generali dei grassi alimentari vegetali. Alterazioni. La frazione insaponificabile. Oli di oliva e loro classificazione. Oli di semi e margarine. Campionamento. Metodi generali di analisi; in particolare l'analisi gas cromatografica e l'analisi in HPLC applicata ai grassi alimentari vegetali. Esercitazioni sperimentali di laboratorio per classificare gli oli e i grassi e per eseguire il loro controllo analitico. alimenti di origine animale.

Laboratorio di Chimica analitica 2 (5 CFU) (AM) (Prof. Emilio Bottari).

Analisi chimica di alimenti di origine animale. Breve presentazione delle problematiche di carattere generale riguardanti carne, pesce, uova e latte. Discussione dei metodi di analisi usati nelle specifiche applicazioni in laboratorio. Esercitazioni di laboratorio per la determinazione sperimentale di alcuni parametri necessari per la classificazione e/o il controllo di prodotti alimentari.

Laboratorio di Chimica analitica 3 (3 CFU) (AM) (Prof. Maria Rosa Festa).

Analisi chimica di cereali e prodotti derivati. Breve presentazione delle problematiche di carattere generale riguardanti i cereali. Discussione dei metodi di analisi usati nelle specifiche applicazioni in

laboratorio. Esercitazioni di laboratorio in cui lo studente potrà eseguire alcune analisi come proteine, ceneri, umidità, ecc..., necessarie per la classificazione e/o il controllo di prodotti del commercio.

#### Laboratorio di Chimica analitica 4 (3 CFU) (AM) (Prof. Anna Maria Girelli).

Analisi chimica di acque e bevande. Caratterizzazione, sotto l'aspetto chimico fisico e di rispondenza ai requisiti di legge, di acqua destinata al consumo umano (potabile e minerale), di bevande alcoliche (vino e birra) e di alcune bevande non alcoliche. Discussione dei principali metodi di analisi per il controllo delle caratteristiche di qualità dei suddetti prodotti alimentari con esercitazioni sperimentali in laboratorio.

#### Laboratorio di Chimica analitica 5 (4 CFU) (AM) (Prof. Francesca Buiarelli)

Analisi chimica di dolcificanti ed alimenti nervini. Proprietà generali dei dolcificanti: zucchero, miele ed altri edulcoranti. Adulterazioni del miele. Proprietà generali degli alimenti nervini: caffè, tè, cacao, cola, guaranà. Metodi generali ed ufficiali di analisi di alimenti dolcificanti e nervini, con gas cromatografia e cromatografia liquida ad alta risoluzione. Esercitazioni di laboratorio per classificazione e controllo analitico di prodotti in commercio.

#### Laboratorio di Chimica analitica 6 (3 CFU) (AM) (Prof. Tommaso Ferri).

Analisi chimica di alimenti conservati ed additivi alimentari. Problemi connessi alla conservazione di alimenti (metodi principali, caratteristiche chimico-fisiche ed organolettiche, confezionamento, stabilità). Additivi alimentari ammessi e vietati (stabilizzanti, antiossidanti, acidificanti, gelificanti, coloranti, etc.). I metodi analitici per il controllo di alimenti conservati. Esercitazioni di laboratorio (analisi chimiche per la verifica della qualità del prodotto e/o all'accertamento di sofisticazioni e/o frodi).

#### Laboratorio di Chimica analitica 7 (5 CFU) (AM) (Prof. Renata Jasionowska)

Analisi chimica di prodotti farmaceutici e cosmetici. Metodi ufficiali di analisi di prodotti farmaceutici. Farmacopea Italiana e Farmacopea Europea. Campionamento. Preparazione del campione significativo. Analisi quali- e quantitativa dei principi attivi, ricerca delle impurezze e dei prodotti di degradazione. Proprietà delle matrici cosmetiche. Metodi d'indagine per il controllo dei parametri quali- e quantitativi dei componenti principali nei prodotti cosmetici. Esercitazioni di laboratorio: Esempi di analisi chimiche delle preparazioni farmaceutiche e cosmetiche mediante varie tecniche analitiche: spettrofotometria, GC, HPLC, CE.

#### Laboratorio di Chimica analitica 8 (3 CFU) (AM) (Prof. Elvino Brosio)

Regioni dello spettro elettromagnetico. Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR). Strumentazione NMR ad alta e bassa risoluzione, Risonanza magnetica nucleare del C-13, Impiego della tecnica "NMR a bassa risoluzione" come tecnica analitica in campo merceologico. Esercitazioni pratiche.

#### Laboratorio di Chimica analitica 9 (4 CFU) (AM) (Prof. G. Vinci)

Analisi chimica di saponi, detersivi e tensioattivi I detersivi e la detergenza. Processo detergente. Detersivi: classificazione e composizione. Detersivi sintetici: sostanze ausiliare o complementari.

Tensioattivi. Saponi. Prodotti commerciali. Esercitazioni in laboratorio: analisi chimica sulle materie prime e sui prodotti del commercio.

#### Laboratorio di Chimica analitica 10 (4 CFU) (AM) (Prof. Andrea Magri)

Analisi chimica di materie plastiche ed elastomeri. Problematiche di carattere generale riguardanti plastiche (plastomeri), elastomeri, fibre naturali, artificiali e sintetiche (criteri di classificazione, fattori di sviluppo, impatto ambientale e pericolosità (tossicità), riciclo, degradabilità). Discussione di metodi di analisi chimica e di controllo (materie prime, manufatti, prodotti di degradazione, prove di cessione) ed applicazioni di laboratorio.

#### Laboratorio di Chimica analitica 11 (3 CFU) (AM) (Prof. Maria Rosa Festa)

Esercitazioni di laboratorio per classificazione e controllo analitico di prodotti commerciali. Esempi di Analisi chimica applicata. Misura del colore. Coloranti. Analisi di leghe ferrose e non. Argille e Calcari. Concimi. Colori minerali e tessuti. Cuoio e pelli. Gas nervini ed aggressivi.

#### Laboratorio di Chimica dei Sistemi Biologici II (5 CFU). (SB) (Proff. Alessandra Gentili, Stefano Morosetti)

Esperienze pratiche ed approfondimenti sugli argomenti trattati nei corsi di Chimica Fisica dei Sistemi Biologici e Spettroscopia dei Sistemi Biologici. Bioinformatica: consultazione di banche dati, utilizzazione di servers, grafica molecolare. Esercitazioni pratiche di laboratorio sugli argomenti trattati nel corso di Chimica Bioanalitica.

#### Laboratorio di Chimica dei Sistemi Biologici III (5 CFU). (SB) (Prof. M. Buttinelli)

Preparazione di colture batteriche e isolamento di DNA plasmidico. Mappatura di restrizione di DNA plasmidico e separazione su gel di agarosio. Utilizzo di enzimi di modificazione (DNA polimerasi, DNA ligasi). Preparazione di DNA ricombinante e trasformazione di cellule batteriche. Sistemi di selezione di colonie ricombinanti. Polimerase Chain Reaction (PCR). Alcuni utilizzi della PCR (amplificazione di DNA, PCR su colonia singola, ecc.). Estrazione di proteine (ottamero degli istoni da eritrociti di pollo). Separazione di proteine su gel di SDS-poliacrilammide. Analisi dell'interazione DNA-proteine: EMSA (electrophoretic mobility shift assay). Sistemi di sequenziamento del DNA. Analisi bioinformatica di banche dati.

#### Laboratorio di Preparazioni Organiche (8 CFU) (O) (Prof. Andrea D'Annibale)

Definizione di sintesi. Obiettivi e motivazioni di una sintesi. Sviluppo storico della sintesi. Le fasi di un processo sintetico. Gruppi di protettori. Gruppi sinteticamente equivalenti. Strategie di sintesi. Analisi retrosintetica. Sintesi a più stadi. Reazioni di addizione di nucleofili al gruppo carbonilico. Addizioni coniugate. Reazioni di addizione elettrofila al doppio legame carbonio – carbonio. Enoli ed anioni enolati come nucleofili. Enolsilietteri. Iridi del fosforo e dello zolfo. Reazioni fitochimiche. Sintesi asimmetrica. Chimica combinatoriale. Analisi di alcune sintesi rappresentative. Esercitazioni sulla sintesi.

#### Materiali funzionali e strutturali (5 CFU) (M) (Prof. A. Latini)

Descrizione ed applicazioni di materiali strutturali (metallici, intermetallici, leghe, ceramici ed amorfi) e funzionali (semiconduttori, superconduttori, catalizzatori, di intercalazione e porosi, etc.).

Meccanica quantistica (5 CFU) (CTC) (Prof. E. Bodo)

Il corso intende presentare a studenti di chimica interessati al settore specialistico della Chimica Computazionale quegli elementi generali dei fondamenti della meccanica quantistica che vengono utilizzati per lo studio delle proprietà sia strutturali che dinamiche dei sistemi molecolari in vari stati di aggregazione e dei processi microscopici che possano avvenire in tali sistemi, collegandoli alle grandezze macroscopiche ottenibili in modo accurato negli esperimenti moderni di chimica fisica e di fisica delle molecole.

Merceologia Doganale e Normative (3 CFU) (AM) (Prof. F. Balestrieri)

Quadro della normativa comunitaria che regola gli scambi internazionali delle merci. Tariffa doganale e criteri di classificazione delle merci. Il ruolo del chimico nelle procedure doganali.

Metodi di sintesi e caratterizzazione di materiali inorganici con laboratorio (5 CFU) (M) (Prof. D. Gazzoli)

Metodi di preparazione di composti puri e di sistemi supportati: coprecipitazione, deposizione in fase vapore, scambio ionico, reazioni allo stato solido, sol-gel. Produzione di film sottili. Crescita di monocristalli. Metodologie di caratterizzazione: diffrazione di raggi X; produzione e misura del vuoto; termoanalisi; suscettività magnetica; spettroscopia UV-visibile; spettroscopia IR-Raman; misura di area superficiale e porosimetria; adsorbimento e desorbimento di gas su solidi. Cenni sulle tecniche di spettroscopie di superfici.

Chimica fisica dello stato solido (6 CFU) (M) (Prof. Daniele Gozzi)

Legame chimico nei solidi. Forze di coesione ed adesione. Simmetrie nei solidi e cristallografia. Termodinamica dei difetti di punto. Difettività nei solidi stechiometrici e non stechiometrici. Cenni di reazioni tra difetti e reazioni di difetti con fasi gassose. Struttura a bande ed interpretazione delle proprietà termiche, ottiche, elettriche, elettroniche e magnetiche. Cenni sulle proprietà meccaniche. Proprietà di trasporto nei solidi: Leggi della diffusione per specie neutre e cariche. Elettroliti solidi e dominio elettrolitico. Conduzione mista nei solidi. Cenni sulle transizioni di fase. Reattività nei processi solido-gas: cinetica della vaporizzazione, ossidazione di metalli, riduzione di ossidi, reazioni carbotermiche.

Spettroscopia dei Sistemi Biologici (5 CFU). (SB) (Prof. Mario Barteri)

Metodi per lo studio della struttura di macromolecole biologiche. Spettroscopia di assorbimento, dicroismo lineare e circolare. Spettroscopia di emissione: fluorescenza statica e dinamica. Spettroscopia di risonanza: NMR. Scattering della luce e scattering di neutroni. Diffrazione di raggi X. Microscopia confocale e a due fotoni.

Tecniche di abbinamento nell'analisi chimica + Lab. (2 CFU) (AM, A) (Prof. Roberto Samperi)

Accoppiamento di differenti tecniche analitiche. Strumentazione e rivelatori. Gas cromatografia e spettrometria di massa. Liquido massa. FT – IR. Altre tecniche.

## **Linee di programma dei corsi specialistici della laurea in Chimica Analitica e Metodologie Applicate**

Chimica Analitica (5° C.S.) (4 CFU) (Prof. Luigi Campanella)

Aspetti interdisciplinari della Chimica Analitica con particolare riguardo ai beni culturali e quindi tecniche non invasive e non distruttive.

## **Linee di programma dei corsi opzionali della laurea in Chimica e Chimica Analitica e Metodologie Applicate**

Nell'ambito del numero di crediti (CFU) da scegliere, gli studenti sono invitati ad indicare la loro preferenza per qualsiasi corso attivato nell'ambito della Facoltà di Scienze MFN. Per loro comodità si riporta qui di seguito un elenco di insegnamenti che, per la loro affinità con il corso di laurea, si consigliano.

Accanto alla denominazione del corso è indicato il settore scientifico disciplinare, il numero di CFU ed il trimestre di svolgimento.

Analisi di soluzioni all'equilibrio (CHIM 01) (3CFU), III TR

Le soluzioni, coefficienti di attività. Il mezzo ionico. Protonazione. Formazione di complessi. Metodi sperimentali di analisi all'equilibrio. Preparazione delle soluzioni. Funzione di protonazione. Funzione di formazione. Formazione di specie miste e polinucleari. Metodi grafici e programmi di calcolo.

Chimica analitica del restauro (CHIM01/12) (3 CFU) (v. Laurea triennale)

Chimica dei composti di coordinazione (CHIM 03) (3CFU)

Numeri di coordinazione. Struttura geometrica e simmetria molecolare. Isomeria. Leganti tipici. Metodi preparativi. Teorie di legame (orbitali molecolari e campo cristallino) applicate a complessi di metalli di transizione in simmetria ottaedrica e tetraedrica. Teoria delle perturbazioni: effetto della forza del campo dei leganti e della simmetria molecolare, complessi di altre geometrie. Spettroscopia elettronica di complessi di metalli di transizione. Proprietà magnetiche di complessi di metalli di transizione. Altri metodi di studio: esempi di caratterizzazione. Stabilità e proprietà

termodinamiche. Meccanismi di reazione nella chimica di coordinazione. Aspetti della chimica bioinorganica. Aspetti della chimica metalloorganica.

Chimica e prevenzione occupazionale ed indoor (MED06) (3 CFU) (v. Laurea triennale)

Ecologia vegetale (BIO 07) (3CFU) si svolge al Dip. Biologia vegetale

Elementi di mineralogia (GEO 06) (3CFU) (v. Laurea triennale)

Gestione dei rifiuti (CHIM12) (2 CFU) (v. Laurea triennale), III TR

Lab. Chimica Analitica 1 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di oli e grassi vegetali) (CHIM01) (5 CFU), II TR

Lab. Chimica Analitica 2 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di alimenti di origine animale) (CHIM01) (5 CFU), II TR

Lab. Chimica Analitica 3 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di cereali e prodotti derivati) (CHIM01) (3 CFU), III TR

Lab. Chimica Analitica 4 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di acque e bevande) (CHIM01) (3 CFU)

Lab. Chimica Analitica 5 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di sostanze dolcificanti e alimenti nervini) (CHIM01) (4 CFU)

Lab. Chimica Analitica 6 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di alimenti conservati ed additivi alimentari) (CHIM01) (3 CFU)

Lab. Chimica Analitica 7 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di prodotti farmaceutici e cosmetici) (CHIM01) (5 CFU)

Lab. Chimica Analitica 8 (v. Laurea triennale)

(Elementi di NMR) (CHIM02) (3 CFU)

Lab. Chimica Analitica 9 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di saponi, detergenti e tensioattivi) (CHIM01) (4 CFU)

Lab. Chimica Analitica 10 (v. Laurea triennale)

(Analisi Chimica di materie plastiche ed elastomeri) (CHIM01) (4 CFU)

Lab. Chimica Analitica 11 (v. Laurea triennale)

(Eserc. Analisi Chimica Applicata) (CHIM01) (3 CFU), I TR

Tossicologia ambientale (BIO14) (3 CFU) (v. Laurea triennale).

**Presenti in altri CdL**

Metodologie fisiche per i beni culturali (FIS 07) (8CFU), CdL Beni culturali

Geometria analitica (MAT 03) (8CFU) CdL Matematica

## **GLI ORDINAMENTI QUINQUENNALI**

**(V.O.= Vecchio Ordinamento) e**

**(N.O.= Nuovo Ordinamento)**

**NON SONO PIU' ATTIVI A PARTIRE RISPETTIVAMENTE DALL'ANNO ACCADEMICO 1998/ 1999 e 2005/2006.**

**GLI STUDENTI ISCRITTI AD UNO DI ESSI POSSONO COMUNQUE CONTINUARE A SOSTENERE GLI ESAMI E CONSEGUIRE LA RELATIVA LAUREA. NON POSSONO VICEVERSA VARIARE PIU' IL LORO PIANO DI STUDIO, IN QUANTO GLI INSEGNAMENTI RELATIVI AGLI ORDINAMENTI QUINQUENNALI NON VENGONO PIU' IMPARTITI.**

**PER QUANTO POSSA ESSERE UTILE, SI FA RIFERIMENTO ALL'ULTIMO MANIFESTO EDITO, RELATIVO ALL'ANNO ACCADEMICO 2004/2005, ESISTENTE IN RETE (DIPARTIMENTO DI CHIMICA, CORSO DI LAUREA IN CHIMICA).**

VISTO

Il Presidente del CAD

*Carofelli*