

*UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SIENA*  
*Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali*

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN

**CHIMICA**  
**CHEMISTRY**

Classe delle lauree magistrali in “Scienze Chimiche” (LM-54)  
(*Emanato con D.R. n. 2286 del 28.09.2009 pubblicato nel B.U. Suppl. n. 84*)

**in vigore dall'a.a. 2009-2010**

**Art. 1 - Definizioni**

1. Ai fini del presente regolamento si intende:

- Per Ateneo, l'Università degli Studi di Siena;
- Per Facoltà, la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Siena.
- Per LM-CHIM, la laurea magistrale in Chimica (Classe LM 54 – Scienze Chimiche)
- Per CFU, credito formativo universitario.
- Per SSD, settori scientifico disciplinari.

**Art. 2 – Istituzione**

1. E' istituito presso la Facoltà di Scienze Matematiche, dell'Università degli Studi di Siena il corso di Laurea Magistrale in Chimica, (Classe LM-54 Scienze Chimiche) a norma del DM 270/2004 e successivi decreti attuativi.
2. Il corso di laurea magistrale in Chimica ha una durata normale di due anni e ha l'obiettivo di fornire agli studenti una formazione di livello avanzato per l'esercizio di attività di elevata qualificazione sia professionale che nell'ambito della ricerca in campo chimico.
3. Per il conseguimento della laurea magistrale in Chimica è necessario aver conseguito 120 CFU, a norma di quanto previsto dal presente regolamento.
4. Il piano degli studi di LM-CHIM è articolato in due curricula che prevedono, entrambi, 11 esami per gli insegnamenti caratterizzanti e affini e integrativi, oltre a quelli per le altre attività formative e per la prova finale.

**Art. 3 – Obiettivi formativi specifici**

1. La laurea Magistrale in Chimica ha lo scopo di formare laureati in possesso di una solida cultura scientifica molecolare nonché di una vasta conoscenza delle principali applicazioni in campo chimico-biologico e ambientale oppure nel settore dei materiali, in corrispondenza dei due possibili percorsi formativi. Questi percorsi si caratterizzano per l'approfondimento di differenti aspetti del contributo che la Chimica può dare a problematiche diverse, ma che prevedono entrambe la conoscenza di approcci e metodologie tecnologicamente all'avanguardia nel campo delle scienze chimiche, la capacità di interpretazione dei parametri sperimentali ed una buona padronanza degli strumenti informatici più recenti.

2. Pur mantenendo gli obiettivi generali delle lauree magistrali della classe LM-54, il corso di laurea magistrale in Chimica intende, nello specifico, dare una preparazione professionale spendibile come libero professionista o in laboratori, strutture, aziende pubbliche e private, anche a livello dirigenziale e di Chimico Senior, nei seguenti ambiti:
  - (i) progettazione, sintesi e caratterizzazione di prodotti e materiali rispondenti ai criteri di efficienza e di sostenibilità ambientale dettati dall'odierno sentire sociale e dalle rigorose normative europee entrate in vigore nel 2007;
  - (ii) uso delle più moderne tecnologie per la determinazione strutturale di nuove molecole e delle interazioni di queste con le macromolecole;
  - (iii) familiarità all'uso di tecniche spettroscopiche e computazionali dirette a risolvere problemi strutturali e dinamici, o a correlare le proprietà microscopiche molecolari alle proprietà macroscopiche delle sostanze;
  
3. La laurea magistrale in Scienze Chimiche è articolata in due percorsi formativi attraverso i quali potranno essere acquisite particolari specializzazioni e professionalità nei seguenti ambiti:
  - (i) Nello studio della relazione fra struttura e proprietà molecolari e reattività delle molecole, mediante metodologie sperimentali e computazionali; nello studio delle loro proprietà spettroscopiche, strutturali e magnetiche e delle tematiche di ricerca più avanzate della chimica bio-inorganica e della chimica delle molecole biologiche con applicazioni in campo ambientale e biomedico.
  - (ii) Nello studio delle proprietà strutturali, dinamiche, elettrochimiche e magnetiche di materiali, nano-materiali e materiali biomimetici; nello studio accurato delle superfici di sistemi nanostrutturati, molecolari e macromolecolari inorganici, bio-inorganici ed organici con applicazioni in campo ambientale e biomedico.
  
4. Il corso di Laurea si propone pertanto il seguente percorso formativo:
  - a – Garantire una solida preparazione culturale e operativa nelle discipline che caratterizzano la classe, con particolare riguardo ai principi teorici e alla costruzione dei vari modelli teorici per l'interpretazione dei fenomeni chimici
  - b – Garantire una buona padronanza del metodo scientifico di indagine dalla programmazione ed esecuzione di esperimenti di laboratorio, alla raccolta dati con valutazione degli errori sperimentali alla interpretazione con un modello teorico appropriato
  - c – Fornire una approfondita conoscenza degli strumenti matematici ed informatici
  - d – Garantire una conoscenza appropriata delle più importanti tecniche sperimentali di indagine e degli strumenti analitici fondamentali per l'ottenimento e l'interpretazione di dati chimici, comprendendo anche la trattazione statistica dei dati sperimentali
  - e – Permettere una buona conoscenza (scritta ed orale) della lingua inglese
  - f – Garantire il raggiungimento di un elevato grado di autonomia nel mondo del lavoro attraverso la responsabilizzazione individuale sui modi di effettuazione di ricerche inserite all'interno di tematiche di grande rilevanza scientifica
  - g – Fornire una preparazione adeguata allo svolgimento di attività di ricerca autonoma in laboratori scientifici in strutture di ricerca pubbliche e private.
  
5. Il percorso formativo è articolato in 42 crediti comuni e 27 crediti curriculari. I corsi comuni hanno lo scopo di introdurre a livello teorico nozioni approfondite in tematiche di interesse generale non trattate o appena trattate nella laurea triennale nonché di permettere le opportune

verifiche sperimentali in corsi di esercitazioni e di laboratorio coordinati con i rispettivi corsi teorici. I corsi curriculari hanno lo scopo di approfondire ulteriormente tematiche connesse alle applicazioni della Chimica nei settori specifici

6. I laureati magistrali in Chimica avranno la preparazione scientifico-culturale adatta ad inserirsi in programmi di dottorato di ricerca a livello nazionale e internazionale, dove saranno in grado di svolgere attività di ricerca di elevato livello culturale, scientifico e tecnologico.

## **Art. 4 – Risultati di apprendimento attesi**

### **4.1. Conoscenza e capacità di comprensione**

I laureati magistrali in Chimica dovranno aver acquisito capacità di dimostrare conoscenza e comprensione di fatti, concetti, principi e teorie essenziali relativamente alle aree in oggetto. Tali conoscenze saranno acquisite mediante lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio con la preparazione della tesi sperimentale

### **4.2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

I laureati magistrali in Chimica dovranno aver acquisito capacità di applicare conoscenza e comprensione alla soluzione di problemi qualitativi e quantitativi, mediante abilità di calcolo ed elaborazione di dati chimici.

Per il raggiungimento di tali obiettivi gli strumenti fondamentali saranno: le esercitazioni di laboratorio, da svolgersi attraverso attività sia individuale sia di gruppo e sotto la guida di un docente e un tutoraggio diretto e la preparazione della tesi sperimentale sotto la guida di un docente relatore.

### **4.3. Autonomia di giudizio**

I laureati magistrali in Chimica dovranno aver acquisito:

- competenze nella valutazione, interpretazione e sintesi di informazioni e dati chimici;
- capacità di riconoscere e implementare scienza e pratica sperimentale.

Le attività di esercitazione e di laboratorio offriranno occasioni per sviluppare tali capacità decisionali e di giudizio, mentre lo strumento didattico privilegiato sarà il significativo lavoro di tirocinio e di tesi su un argomento di ricerca originale.

### **4.4. Abilità comunicative**

I laureati magistrali in Chimica dovranno aver acquisito:

- competenze nel presentare materiale e argomenti scientifici ad un pubblico specializzato sia per via scritta che orale;
- abilità di calcolo ed elaborazione di dati chimici

### **4.5. Capacità di apprendimento**

I laureati magistrali in Chimica dovranno aver dimostrato di possedere le qualità adatte alla prosecuzione degli studi e in particolare all'inserimento in programmi di Dottorato di Ricerca. Gli esami e le esercitazioni di laboratorio consentiranno ai docenti di valutare le capacità di studio individuale e il modo di affrontare argomenti in maniera autonoma.

Il relatore della tesi valuterà le capacità di apprendimento e l'attitudine alla ricerca del laureando.

#### **Art. 5 – Sbocchi occupazionali e Professionali**

Secondo le ultime rilevazioni ISTAT, il 72,8 % dei Laureati in Chimica, a distanza di 3 anni dal conseguimento della Laurea, svolge attività lavorativa. Lavora stabilmente il 38,2 % dei laureati. I settori di occupazione sono principalmente:

- Libera professione, previa iscrizione ad albo professionale.
- Impiego in Istituti, Laboratori e Centri di Ricerca, Enti pubblici o privati, Amministrazione pubblica centrale o locale, Industrie chimiche, farmaceutiche, cosmetologiche, di coloranti, di nuovi materiali, di prodotti alimentari etc. (Ricerca scientifica, applicazioni, produzione, controllo di qualità).

#### **Art.6 – Conoscenze richieste per l'accesso**

1. Sono richieste adeguate conoscenze nelle discipline matematiche, fisiche e chimiche specificate nel regolamento didattico.
2. Possono essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Chimica, i laureati in possesso dei requisiti curriculari di cui al successivo art. 7, nonché di adeguata preparazione personale, verificata secondo quanto previsto agli art. 9 e 10. Non è consentita l'iscrizione con debiti formativi.

#### **Art. 7 – Requisiti curriculari per l'ammissione**

1. Per l'ammissione alla laurea magistrale in Chimica è richiesto il possesso congiunto dei seguenti requisiti curriculari:
  - a) Avere conseguito la laurea nella classe L-21 (DM 509) e nella classe L-27 (DM 270).
  - b) Aver acquisito almeno: 75 CFU nei SSD CHIM-01, CHIM-02, CHIM-03, CHIM-06, CHIM-12.
  - c) Conoscenza della lingua inglese a livello almeno B1
2. Per i laureati in possesso di un titolo di studio diverso da quello di cui al precedente punto a) sono richiesti i seguenti requisiti curriculari:
  - d) una votazione di laurea non inferiore a 100/110;
  - e) Conoscenza della lingua inglese almeno a livello B1;
  - f) Aver acquisito 90 CFU SSD CHIM-01, CHIM-02, CHIM-03, CHIM-06, CHIM-12.
3. Per i laureati provenienti da Università straniere l'adeguatezza dei requisiti curriculari verrà valutata caso per caso sulla base della coerenza fra i programmi svolti nelle diverse aree disciplinari, le basi formative ritenute necessarie per la formazione avanzata offerta dal corso di studi.

#### **Art. 8 - Modalità di verifica dei requisiti curriculari**

1. Le modalità di verifica dei requisiti curriculari ai fini dell'ammissione saranno definite annualmente nell'avviso di ammissione al corso LM-CHIM. Non sono soggetti a verifica i laureati dei Corsi di laurea triennale della classe L-27 dell'Ateneo il cui ordinamento didattico già prevede i requisiti di cui all' Art. 7 comma 1

#### **Art. 9 – Prova di verifica della preparazione personale dello studente**

1. La prova di verifica della preparazione personale, si svolge in forma scritta, mediante la soluzione di quesiti a risposta multipla che avranno per oggetto argomenti di chimica. Il numero dei quesiti e i criteri di valutazione della prova saranno definiti annualmente dalla Commissione esaminatrice nominata dal Consiglio di Facoltà, su proposta del Comitato per la Didattica di LM-CHIM, e saranno resi noti tempestivamente nell'avviso di ammissione. L'avviso di ammissione conterrà altresì il dettaglio degli argomenti su cui verterà la prova e l'indicazione dei testi suggeriti per la preparazione.
2. La prova potrà tenersi in una o più sessioni. Qualora sia prevista più di una sessione, coloro che non siano stati ammessi alla prima possono ripresentarsi a quella successiva.
3. Alla prova possono partecipare laureati in possesso dei requisiti curriculari di cui al precedente art. 7, commi 1 e 2 e 3, e laureandi dei corsi di studio appartenenti alle classi previste al precedente art. 7, comma 1, che abbiano acquisito, alla data della prova, almeno 120 CFU complessivi e fra questi tutti quelli di cui al precedente art. 7, comma 1, lettere b), c).
4. I laureandi che abbiano superato la prova di verifica verranno ammessi con riserva e potranno iscriversi a condizione che conseguano il titolo di studio entro i termini previsti per la chiusura delle iscrizioni.

#### **Art. 10 – Ammissione diretta**

1. Sono esonerati dalla prova di verifica, in quanto riconosciuti in possesso di adeguata preparazione, i laureati in possesso dei requisiti curriculari di cui all'art. 7, comma 1, che abbiano conseguito il titolo di studio con una votazione di laurea non inferiore a 95/110, o che, pur avendo conseguito la laurea con una votazione inferiore, abbiano conseguito con una votazione media ponderata di 26/30 i CFU previsti nel loro piano di studi per i seguenti SSD: CHIM-01, CHIM-02, CHIM-03, CHIM-06, CHIM-12.
2. Saranno altresì esonerati dalla prova, in quanto riconosciuti in possesso di adeguata preparazione, i laureandi che, pur avendo titolo a parteciparvi a norma di quanto previsto dall'Art. 9, comma 3, alla data della prova abbiano già superato con una votazione media ponderata non inferiore a 26/30 tutti gli insegnamenti previsti nel loro piano di studi nei SSD: CHIM-01, CHIM-02, CHIM-03, CHIM-06, CHIM-12. In assenza di tale condizione, i laureandi che prevedano di laurearsi entro il termine di chiusura delle iscrizioni potranno scegliere se sostenere la prova, fermo restando che, indipendentemente dall'esito della stessa, verranno ammessi di diritto qualora la votazione di laurea conseguita entro i termini risulti non inferiore a 95/110.

#### **Art.11 – Comitato per la Didattica**

1. Il Comitato per la didattica del corso LM-CHIM è composto pariteticamente da quattro docenti e quattro studenti. Le funzioni del Comitato per la didattica e le modalità di nomina dei suoi componenti sono stabiliti dal Regolamento Didattico di Ateneo e dal Regolamento Didattico di Facoltà.
2. Nella fase di prima istituzione del corso LM-CHIM, le funzioni del Comitato per didattica sono a carico del Comitato ordinatore, nominato dal Consiglio di Facoltà, a norma di quanto previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo.

## **Art.12 – Valutazioni della qualità della didattica**

1. Il Comitato per la Didattica, in accordo con il Nucleo di Valutazione dell'Ateneo, definisce le modalità operative, stabilisce e applica gli strumenti più idonei per la valutazione dei parametri mirati a governare i processi formativi così da garantirne il continuo miglioramento.
2. Alla fine di ogni periodo didattico, il Comitato per la didattica organizza la distribuzione dei questionari di valutazione delle attività formative da parte degli studenti, ne valuta i risultati e definisce gli interventi più idonei per superare le eventuali criticità riscontrate.

## **Art. 13 – Orientamento e tutorato**

1. Le attività di orientamento e tutorato per il corso LM-CHIM sono organizzate e coordinate dal Comitato per la didattica a norma dei regolamenti di Ateneo e secondo quanto previsto dalla specifica normativa della Facoltà.

## **Art. 14 – Riconoscimento dei crediti**

1. Per gli studenti in trasferimento da un altro corso di laurea magistrale della stessa classe o di un corso di laurea specialistica di classe equipollente di una Università italiana i crediti acquisiti nei medesimi SSD previsti nell'ordinamento didattico del corso LM-CHIM saranno di norma riconosciuti dal Comitato per la didattica nella misura massima possibile e, in ogni caso, in misura non inferiore al 50%, eventualmente anche come crediti in sovrannumero. Eventuali crediti acquisiti in SSD non previsti nell'ordinamento didattico potranno essere riconosciuti come crediti a libera scelta dello studente nella misura massima di 9 CFU. Tali condizioni non si applicano nel caso in cui il corso di laurea magistrale di provenienza sia svolto con modalità a distanza non formalmente accreditato.
2. Per gli studenti in trasferimento da classi di laurea magistrale diverse o da Università estere, ai fini del riconoscimento dei CFU acquisiti si terrà conto non tanto della puntuale corrispondenza dei contenuti degli insegnamenti, quanto della loro equipollenza e della coerenza con gli obiettivi specifici della LM-CHIM nonché, se ritenuto necessario dal Comitato per la didattica, della effettiva preparazione dello studente accertata mediante colloqui individuali.
3. I CFU riconoscibili per conoscenze e abilità professionali pregresse non potranno essere superiori a 20. Il riconoscimento è deliberato dal Comitato per la Didattica solo in termini rigorosamente individuali e attraverso puntuali procedure di accertamento e certificazione, entro i limiti fissati. Il riconoscimento è limitato ad attività formative che siano state realizzate di concerto con l'Ateneo o con altre Università italiane o straniere, ed è condizionato alla valutazione di coerenza con gli obiettivi formativi specifici di LM-CHIM da parte del Comitato per la Didattica.

## **Art. 15 – Riconoscimento di periodi di studio all'estero**

1. Gli studenti del corso LM-CHIM sono incentivati alla frequenza di periodi di studio all'estero presso primarie Università con le quali siano stati approvati dall'Ateneo accordi e convenzioni per il riconoscimento di crediti, e in particolare nell'ambito dei programmi di mobilità dell'Unione Europea.

2. L'approvazione dei programmi di studio all'estero è deliberato dal Comitato per la didattica in base alla coerenza con gli obiettivi formativi specifici del corso LM-CHIM. A tale scopo il Comitato verifica, in base agli obiettivi di apprendimento e ai contenuti di ogni insegnamento all'estero, se il SSD disciplinare riconoscibile è compatibile con l'ordinamento didattico di LM-CHIM, tenuto conto anche degli insegnamenti che lo studente ha già superato presso la Facoltà, i cui contenuti non possono essere reiterati nel periodo di studio all'estero.
3. Le attività formative presso le Università europee sono quantificate in base all'European Credit Transfer System (ECTS).

### Art.16 – Attività formative

1. Le attività formative del corso di laurea magistrale in Chimica sono previste dall'ordinamento didattico come segue:

#### Attività formative caratterizzanti

Ambito disciplinare	Settori scientifico disciplinari	CFU (1)		minimo da D.M. per l'ambito (2)
		min	max	
Discipline biochimiche	BIO/10 Biochimica BIO/11 Biologia molecolare	6	6	
Discipline chimiche analitiche e ambientali	CHIM/12 Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	0	6	
Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche	CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica	36	45	
Discipline chimiche organiche	CHIM/06 Chimica organica	6	12	
<b>Totale CFU Attività caratterizzanti</b>		48	69	

#### Attività formative affini o integrative

Settori scientifico disciplinari	CFU (1)	
	(minimo da D.M.)(2) ≥ 12	
	min	max
BIO/06 – Anatomia comparata e citologia BIO/07 – Ecologia BIO/14 – Farmacologia CHIM/03 – Chimica generale ed inorganica CHIM/12 – Chimica dell'ambiente e dei beni culturali FIS/03 – Fisica della materia GEO//06 - Mineralogia	12	18
<b>Totale CFU Attività affini o integrative</b>		18

#### Altre attività formative

Ambito disciplinare	CFU min	CFU max	minimo da D.M. (2)
A scelta dello studente	9	9	≥8
Per la prova finale (cfr. linee guida d'ateneo, Parte I, punto 14)	39	39	
Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche (cfr. linee guida d'ateneo, Parte I, punto 11)		
	≥3	3	
	Abilità informatiche, telematiche e relazionali		
	Tirocini formativi e di orientamento		

	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		
	TOTALE CFU	51	51

### **Art. 17 – Piano delle attività formative**

1. Il piano di studi della laurea magistrale in Chimica è riportato nell'Allegato 1 e sul sito web [http://www.smfn.unisi.it/smfn\\_lauree/didattica.php](http://www.smfn.unisi.it/smfn_lauree/didattica.php)

### **Art. 18 – Insegnamenti del corso di studi**

1. Nell' Allegato 2 al presente regolamento e nel sito web del CdS sono riportati, per ogni insegnamento del corso LM-CHIM, la denominazione e gli obiettivi formativi specifici, in italiano e in inglese anche ai fini del Supplemento al Diploma; la tipologia di attività formativa a cui appartiene e, per quelle caratterizzanti, anche il relativo ambito disciplinare; l'afferenza a specifici SSD, ove prevista, e l'eventuale articolazione in moduli; i crediti formativi; le eventuali propedeuticità o i prerequisiti consigliati; le forme e le ore di didattica previste; le modalità di verifica del profitto ai fini dell'acquisizione dei crediti.

### **Art. 19 – Esami e verifiche del profitto**

1. La verifica del profitto degli insegnamenti caratterizzanti e affini e integrativi nonché di quelli linguistici - fatto salvo per quanto previsto al successivo comma 2 - avviene mediante esame scritto e/o orale, con votazione in trentesimi ed eventuale lode.
2. La verifica delle competenze linguistiche della lingua inglese al livello B2 avviene mediante superamento del First Certificate of English (FCE) o di certificazione riconosciuta equipollente dal Senato Accademico, su indicazione del Centro Linguistico di Ateneo, secondo quanto previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo.
3. Per quanto concerne il numero delle sessioni di esame, il numero degli appelli previsti in ogni sessione e la composizione delle Commissioni di esame, vale quanto previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo e dal Regolamento Didattico di Facoltà.

### **Art. 20 – Attività a scelta dello studente**

1. I 9 CFU a libera scelta dello studente possono essere acquisiti mediante tutti gli insegnamenti o moduli attivati presso i corsi di laurea della Facoltà, che sono tutti considerati congruenti con gli obiettivi formativi specifici di LM-CHIM. Insegnamenti e moduli attivati presso i corsi di laurea della Facoltà o presso altri corsi di studio dell'Ateneo possono essere utilizzati ai fini dell'acquisizione di CFU a libera scelta, a condizione che siano giudicati coerenti con gli obiettivi formativi specifici di LM-CHIM. La valutazione di coerenza compete al Comitato per la didattica.
2. Per le altre attività formative, diverse dagli insegnamenti o moduli, utilizzabili per il conseguimento dei crediti a libera scelta dello studente, vale quanto stabilito dal Regolamento Didattico di Facoltà.



### **Art. 21 – Conoscenze linguistiche**

1. Gli studenti dovranno acquisire la conoscenza della lingua inglese a livello almeno B2.
2. Le competenze richieste in uscita sono attestate da certificazione internazionale FCE, da conseguire presso il Centro Linguistico di Ateneo, o da certificazione equipollente, che comporta l'acquisizione di 3 CFU.
3. Ad ogni CFU degli insegnamenti linguistici corrispondono fino ad un massimo di 8 ore di didattica frontale (lezioni ed esercitazioni), e fino ad un massimo di 10 ore di laboratorio e di lettorato.

### **Art. 22 – Piani di Studio Individuale**

1. Entro i termini e con le modalità stabilite dalla normativa di Ateneo, gli studenti sono tenuti alla presentazione del piano di studi individuale, in cui dovranno specificare, fra gli insegnamenti previsti nel curriculum di LM-CHIM di cui all'art. 16:
  - a) Gli insegnamenti scelti fra quelli opzionali, laddove previsti, per ogni anno accademico.
  - b) Gli insegnamenti o moduli scelti per l'acquisizione dei crediti a libera scelta dello studente.
  - c) Gli eventuali insegnamenti o altre attività formative i cui crediti lo studente intenda eventualmente conseguire in sovrannumero.

### **Art. 23 – Frequenza del corso di studio**

1. La frequenza del corso di laurea magistrale LM-CHIM non è obbligatoria, salvo che non sia espressamente prevista per specifiche attività formative, su proposta del docente approvata dal Comitato per la Didattica.
2. La Facoltà può organizzare, su proposta del Comitato per la Didattica, specifiche attività formative destinate agli studenti a tempo parziale, agli studenti fuori corso e/o agli studenti lavoratori, definiti secondo quanto previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo.

### **Art. 24 – Prova finale**

1. La tesi di Laurea Magistrale in Chimica dovrà contenere il lavoro sperimentale e/o teorico sviluppato dallo studente in un periodo di internato di almeno 6 mesi, presso un laboratorio di ricerca dei Dipartimenti competenti. Lo studente dovrà dimostrare di aver conseguito autonomia e capacità nel lavoro di ricerca, nella ideazione ed effettuazione di misure sperimentali, nella loro interpretazione, nonché nella capacità di applicare algoritmi matematici ed informatici per la razionalizzazione dei dati e lo sviluppo di modelli di interpretazione.
2. Alla tesi di laurea verranno attribuiti 39 CFU. Almeno un mese prima dell'esame di laurea, lo studente dovrà sostenere una discussione pre-laurea sugli argomenti di tesi di fronte ad una commissione appositamente costituita. L'esame di laurea consisterà in una dissertazione dello studente e la votazione verrà espressa in centodecimi con eventuale lode.
3. L'elaborato finale deve essere depositato in forma elettronica presso la Biblioteca Centrale della Facoltà di SMFN.

### **Art. 25 – Docenti del corso di studio e attività di ricerca**

1. Nell'Allegato 3 al presente regolamento Nel sito web del corso di studio sono riportati i nominativi dei docenti del corso LM-CHIM, nominati annualmente dal Consiglio di Facoltà ai fini del rispetto dei requisiti di copertura secondo quanto previsto dal DM 16.3.2007, dal

- DM 544/2007, all. B e in conformità delle linee guida deliberate dal Senato Accademico.
2. Nell'Allegato 4 e nel sito web del corso di studio presente regolamento sono riportati i temi di ricerca dei docenti di riferimento del corso di laurea magistrale in Chimica.
  3. Le pubblicazioni dei docenti del corso di laurea magistrale in Chimica, sono reperibili sul sito web dell'Ateneo, <http://online.unisi.it/anagrafe-ricerca>.

#### **Art. 26 – Norme transitorie**

1. Il riconoscimento dei CFU acquisiti dagli studenti iscritti a preesistenti ordinamenti didattici è deliberato dal CpD.

#### **Art. 27 – Approvazione e modifiche del Regolamento didattico**

1. Il Regolamento didattico del corso LM-CHIM e le relative modifiche sono deliberati dal Consiglio di Facoltà, su proposta del Comitato per la Didattica, e approvati dal Senato Accademico, secondo quanto previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo.
2. Le modifiche degli Allegati 1, 2, 3 e 4 vengono deliberate dal Consiglio di Facoltà, su proposta del Comitato per la Didattica.
3. Il Comitato per la Didattica del corso LM-CHIM ha il compito di garantire sia la periodica revisione degli obiettivi formativi specifici degli insegnamenti in relazione all'evoluzione dei saperi scientifici e delle esigenze espresse dal mercato del lavoro, sia il costante adeguamento del numero dei crediti attribuiti ad ogni attività formativa in termini coerenti con l'impegno didattico necessario al conseguimento degli obiettivi formativi ad essa assegnati.

#### **Art. 28 – Disposizioni finali**

1. Per quanto non previsto dal presente Regolamento, vale quanto disposto dallo Statuto, dal Regolamento Didattico di Ateneo, dal Regolamento Didattico di Facoltà e dalla normativa specifica in materia.

I dati relativi al Corso di Studio sono consultabili sul sito  
[http://www.smfn.unisi.it/smfn\\_lauree/didattica.php](http://www.smfn.unisi.it/smfn_lauree/didattica.php)

**ALLEGATO 1****Corso di Laurea Magistrale in Chimica  
Classe LM-54****Primo anno****Attività Comuni**

anno	sem	Titolo insegnamento	n. mod.	Unità didattica	CFU	ore	CFU tot	TAF	SSD	CdS att
1°	1°	Chimica Fisica Superiore	1°mod.	Chimica Fisica Superiore 1	3	24	3	b3	CHIM/02	LM-CH
			2°mod.	Chimica Fisica Superiore 2	3	24	3	b3	CHIM/02	LM-CH
1°	1°	Chimica delle Proteine	-	Chimica delle Proteine	6	48	6	b1	BIO/10	LM-CH
1°	1°	Chimica computazionale organica	-	Chimica computazionale organica	4+2es	32+24	6	b4	CHIM/06	LM-CH
1°	1°	Spettroscopia EPR	1°mod.	Spettroscopia EPR 1	3	24	3	b3	CHIM/02	LM-CH
			2°mod.	Spettroscopia EPR 2	3	24	3	b3	CHIM/02	LM-CH
1°	1°	Chimica dei Materiali	-	Chimica dei Materiali	6	48	6	b3	CHIM/03	LM-CH
1°	2°	Chimica bioinorganica	1°mod.	Chimica bioinorganica 1	3	24	3	b3	CHIM/03	LM-CH
			2°mod.	Chimica bioinorganica 2	1es+2L	12+32	3	b3	CHIM/03	LM-CH
1°	2°	Elettrochimica organo-bio-metallica	-	Elettrochimica organo-bio-metallica	6	48	6	b3	CHIM/03	LM-CH
<b>TAF f Altre attività ulteriori conoscenze linguistiche</b>							<b>3</b>			
<b>TOTALE CFU</b>							<b>45</b>			

# Curriculum BIOAMBIENTALE

## Primo anno

anno	sem	Titolo insegnamento	n. mod.	Unità didattica	CFU	ore	CFU tot	TAF	SSD	CdS att
1°	2°	Biocristallografia	-	Biocristallografia	5+1es	40+12	6	c	CHIM/03	LM-CH
1°	2°	Chimica Fisica Biologica	1° mod.	Chimica Fisica Biologica 1	6	48	6	b3	CHIM/02	LM-CH
			2° mod.	Chimica Fisica Biologica 2	3	24	3	b3	CHIM/02	LM-CH
<b>Attività comuni</b>							<b>45</b>			
<b>TOTALE CFU</b>							<b>60</b>			

## Secondo anno

Lo studente deve scegliere 12 CFU come attività Affini o integrative fra i seguenti insegnamenti:

anno	sem	Titolo insegnamento	n. mod.	Unità didattica	CFU	ore	CFU tot	TAF	SSD	CdS att
2°	1°	Metalloneurochimica	-	Metalloneurochimica	6	48	6	c	CHIM/03	LM-CH
2°	1°	Bonifica di siti contaminati	-	Bonifica di siti contaminati	6	48	6	c	CHIM/12	LM-CH
2°	1°	Metalli in medicina e negli alimenti	-	Metalli in medicina e negli alimenti	5+1L	40+16	6	c	CHIM/03	LM-CH
2°	1°	Meccanismi di catalisi enzimatica	-	Meccanismi di catalisi enzimatica	6	48	6	c	CHIM/03	LM-CH
2°	1°	Biocatalisi ambientale	-	Biocatalisi ambientale	6	48	6	c	CHIM/03	LM-CH
<b>TAF d – A scelta dello studente</b>							<b>9</b>			
<b>TAF e – Prova finale</b>							<b>39</b>			
<b>TOTALE CFU</b>							<b>60</b>			

# Curriculum MATERIALI

## Primo anno

anno	sem	Titolo insegnamento	n. mod.	Unità didattica	CFU	ore	CFU tot	TAF	SSD	CdS att	
1°	2°	Chimica delle Superfici e dei nanomateriali	-	Chimica delle Superfici e dei nanomateriali	6	48	6	b3	CHIM/02	LM-CH	
1°	2°	Metodi di caratterizzazione e dei Materiali	1° mod.	Metodi di caratterizzazione e dei Materiali 1	4+2L	32+32	6	b3	CHIM/03	LM-CH	
			2° mod.	Metodi di caratterizzazione e dei Materiali 2	2+1L	16+16	3	b3	CHIM/02	LM-CH	
<b>Attività comuni</b>							<b>45</b>				
<b>TOTALE CFU</b>							<b>60</b>				

## Secondo anno

anno	sem	Titolo insegnamento	n. mod.	Unità didattica	CFU	ore	CFU tot	TAF	SSD	CdS att
2°	1°	Materiali ceramici avanzati	-	Materiali ceramici avanzati	6	48	6	c	GE0/06	LM-CH
2°	1°	Proprietà magnetiche, elettroniche e nucleari di materiali	-	Proprietà magnetiche, elettroniche e nucleari di materiali	3+3L	24+48	6	c	CHIM/03	LM-CH
<b>TAF d – A scelta dello studente</b>							<b>9</b>			
<b>TAF e – Prova finale</b>							<b>39</b>			
<b>TOTALE CFU</b>							<b>60</b>			

**LEGENDA e totali CFU per ambito disciplinare  
Curriculum Bioambientale**

<b>codice interno TAF</b>	<b>CFU</b>	<b>Attività Formative</b>	<b>Ambito disciplinare</b>
b1	6	Caratterizzanti	<b>Discipline biochimiche</b>
b2	0	Caratterizzanti	<b>Discipline chimiche analitiche e ambientali</b>
b3	39	Caratterizzanti	<b>Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche</b>
b4	6	Caratterizzanti	<b>Discipline chimiche organiche</b>
c	18	Affini ed integrative	<b>Attività formative affini o integrative</b>
d	9	A scelta dello studente	<b>A scelta dello studente</b>
e	39	Prova finale	<b>Prova finale</b>
f	3	Inglese	<b>Ulteriori conoscenze linguistiche</b>
TOT.	120		

**LEGENDA e totali CFU per ambito disciplinare  
Curriculum Materiali**

<b>codice interno TAF</b>	<b>CFU</b>	<b>Attività Formative</b>	<b>Ambito disciplinare</b>
b1	6	Caratterizzanti	<b>Discipline biochimiche</b>
b2	0	Caratterizzanti	<b>Discipline chimiche analitiche e ambientali</b>
b3	39	Caratterizzanti	<b>Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche</b>
b4	6	Caratterizzanti	<b>Discipline chimiche organiche</b>
c	18	Affini ed integrative	<b>Attività formative affini o integrative</b>
d	9	A scelta dello studente	<b>A scelta dello studente</b>
e	39	Prova finale	<b>Prova finale</b>
f	3	Inglese	<b>Ulteriori conoscenze linguistiche</b>
TOT.	120		

## ALLEGATO 2

Attività Formativa	Caratt. Affini X Altre	SSD: Chim/03	CFU 6
<b>Denominazione in italiano Biocristallografia</b>			
<b>Course title Biocrystallography</b>			
<b>Anno di corso 1</b>			
<b>Periodo didattico II Semestre</b>			
<b>Lingua di insegnamento Italiano</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>SCOPI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprendere i fondamenti di determinazione della struttura di macromolecole biologiche tramite diffrazione di raggi-X. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sfruttare l'informazione strutturale per determinare i meccanismi catalitici di enzimi e le interazioni intermolecolari responsabili dei processi vitali. Conoscere la rilevanza dell'informazione strutturale per studi di sviluppo di farmaci e di molecole biotecnologiche.</li> </ul> </li> </ul> <p>SINOSI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La struttura delle proteine e degli acidi nucleici. Sequenza e struttura, struttura e funzione delle proteine. Controllo della funzione di enzimi e proteine.</li> <li>• Lo stato cristallino, proprietà dei cristalli. Tecniche di cristallizzazione di piccole molecole e di macromolecole.</li> <li>• La simmetria dei cristalli, celle cristalline e reticoli Bravaisiani. Fondamenti della teoria dei gruppi spaziali tridimensionali. Rappresentazione ed uso dei gruppi spaziali.</li> <li>• Fisica della diffrazione. Diffrazione da parte di un cristallo. Geometria della diffrazione.</li> <li>• Il problema della fase in cristallografia. Metodi di determinazione della struttura atomica delle molecole allo stato cristallino. Completamento ed affinamento delle strutture molecolari. Validazione e pubblicazione dei dati cristallografici. Databases strutturali.</li> <li>• Uso dell'informazione strutturale per la delucidazione della funzione di proteine e di enzimi: esempi presenti nella letteratura scientifica. Esempi della rilevanza delle tecniche cristallografiche per l'industria del farmaco e biotecnologica. Pratica di cristallizzazione, di raccolta dati cristallografici e di determinazione di strutture macromolecolari mediante l'uso di software specifico.</li> </ul> <p>Alla fine del corso gli studenti dovranno aver acquisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I fondamenti delle tecnica cristallografica applicata alla conoscenza della struttura e funzione di macromolecole biologiche, i suoi limiti e le sue possibilità.</li> <li>• Il corretto uso dell'informazione strutturale per lo studio della chimica delle macromolecole biologiche.</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To learn the foundations of structure determination by X-ray diffraction. <ul style="list-style-type: none"> <li>• To make use of the structural information in order to elucidate the enzyme catalysis and the intermolecular interactions which are behind the living processes. Comprehension of the relevance of the structural information for drug-design and biotechnology.</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The structure of proteins and nucleic acids. Sequence and structure, structure and function of proteins. The control of enzyme and protein function.</li> <li>• The crystalline state, crystal properties. Crystallization techniques of small and large molecules.</li> <li>• The crystal symmetry, crystal cells and Bravais lattices. Basic of tri-dimensional space group theory, space groups representation and its use.</li> <li>• Physics of X-ray diffraction. Diffraction by crystals. Geometry of crystal diffraction. <ul style="list-style-type: none"> <li>• The phase problem in crystallography. Methods of molecular atomic structure determination in the crystalline state. Completion and refinement of molecular structures. Validation and publication of crystallographic data. Crystallographic databases.</li> <li>• The use of crystallographic information for the understanding of protein and enzyme function: examples from the scientific literature. Examples of the relevance of crystallographic techniques for the pharmaceutical and biotechnological industry. Practical examples of protein crystallization, data collection and structure determination by using dedicated software.</li> </ul> </li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The basics of the crystallographic techniques applied to the understanding of the structure and function of biological macromolecules, its strengths and limitations.</li> <li>• The proper use of the available structural information for the study of the chemistry of biological macromolecules.</li> </ul>			
<b>Propedeuticità nessuna</b>			
<b>Modalità di verifica (3) Esame orale</b>			
<b>Obbligatorio/Facoltativo (4) Obbligatorio curriculum bio-ambientale</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5) 40 ore di lezioni frontali (5 crediti) + 16 ore di esercitazioni sperimentali (1 credito)</b>			
<b>No. Moduli (6): 1</b>			

### 26. Prospetto delle attività formative (1)

Attività Formativa	Caratt. X Affini Altre	SSD: CHIM/03	CFU 6
<b>Denominazione in italiano</b> Chimica Bioinorganica			
<b>Course title</b> Bioinorganic Chemistry			
<b>Anno di corso</b> 1			
<b>Periodo didattico (semestre)</b> 2			
<b>Lingua di insegnamento</b> italiano			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>SCOPI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Illustrare le funzioni principali che gli ioni metallici svolgono nei sistemi biologici. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornire gli strumenti per la comprensione dei più comuni mezzi di indagine per la struttura di complessi metallici con peptidi, proteine, acidi nucleici, polisaccaridi.</li> <li>• Illustrare le varie fasi coinvolte nel controllo omeostatico delle concentrazioni dei metalli</li> </ul> </li> </ul> <p>CONTENUTI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alle metodologie di indagine strutturale.</li> <li>• Meccanismi di assunzione, trasporto, e immagazzinamento di ioni metallici.</li> <li>• Ferro, rame e trasporto di ossigeno</li> <li>• Zinco e meccanismi di catalisi acido-base.</li> <li>• Trasferimenti elettronici</li> <li>• Rame e zinco nelle neurodegenerazioni</li> <li>• Indagini strutturali di complessi di metalli diamagnetici e paramagnetici con peptidi e proteine</li> <li>• Vincoli spettroscopi e calcoli di meccanica e dinamica molecolare.</li> </ul> <p>Alle fine del corso gli studenti dovrebbero aver acquisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• capacità di collegare ogni singola tecnica strumentale con le proprietà e le funzioni che si vogliono analizzare;</li> <li>• capacità di costruire modelli molecolari di complessi metallici;</li> <li>• capacità di predizione sul possibile ruolo del metabolismo degli ioni metallici nei sistemi biologici</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To illustrate the main functions played by metal ions in biological systems. <ul style="list-style-type: none"> <li>• To provide an understanding of the most commonly used experimental/theoretical approaches for the structural determination of metal ions complexed by peptides, proteins, nucleic acids, polysaccharides</li> <li>• To illustrate the various steps of the homeostatic control of metal ion concentration..</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to structural methodologies.</li> <li>• Mechanisms of assumption, transport and storage of metal ions.</li> <li>• Iron and copper in dioxygen transport and utilization.</li> <li>• Zinc in acid-base enzymatic reactions.</li> <li>• Electron transfer in biology.</li> <li>• Copper and Zinc in neurodegeneration</li> <li>• Structural studies of peptides and proteins interacting with diamagnetic or paramagnetic metal ions.</li> <li>• Spectroscopic restraints and molecular model building by molecular mechanics and dynamics.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability to relate any given instrumental technique with the properties and functions to be investigated;</li> <li>• Ability to build molecular models of metal complexes.</li> <li>• Ability to predict the eventual role of metal ion metabolism in biological systems</li> </ul>			
<b>Propedeuticità</b> nessuna			
<b>Modalità di verifica (3)</b> Orale con voto espresso in trentesimi			
<b>Obbligatorio</b>			
<b>Attività formativa/ e ore di didattica (5)</b> 24 ore di lezioni frontali e 36 ore di esercitazioni strumentali			
<b>No. Moduli (6): 2</b>			
<p><b>Modulo 1 :</b></p> <p><b>Denominazione in italiano:</b> Chimica Bioinorganica 1</p> <p><b>Module title:</b> Bioinorganic Chemistry 1</p> <p><b>CFU:</b> 3</p> <p><b>SSD:</b> CHIM/03</p> <p style="text-align: center;"><b>Attività formativa/e e ore di didattica (5):</b> Frontale/ 24</p>		<p><b>Modulo 2:</b></p> <p><b>Denominazione italiano:</b> Chimica Bioinorganica 2</p> <p><b>Module title:</b> Bioinorganic Chemistry 2</p> <p><b>CFU:</b> 3</p> <p><b>SSD:</b> CHIM/03</p> <p style="text-align: center;"><b>Attività formativa/e e ore di didattica (5):</b> Esercitazioni/36 ore</p>	

## 26. Prospetto delle attività formative (1)



<b>Attività Formativa</b>	Caratt. x Affini Altre	<b>SSD:</b> Chim/06	<b>CFU</b> 4+2
<b>Denominazione in italiano</b> CHIMICA COMPUTAZIONALE ORGANICA			
<b>Course title</b> COMPUTATIONAL ORGANIC CHEMISTRY			
<b>Anno di corso:</b> 1			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre):</b> 1 Semestre			
<b>Lingua di insegnamento:</b> italiano			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b> Introdurre gli studenti alla simulazione al computer di strutture e proprietà molecolari e reazioni chimiche con particolare riferimento ai problemi della chimica organica e bio-organica. I contenuti del corso sono rilevanti per entrambi gli indirizzi della Laurea Magistrale.			
<b>CONTENUTI:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cenni storici.</li> <li>• Introduzione all'uso dei calcolatori elettronici in chimica.</li> <li>• Superficie di energia potenziale e suo significato chimico.</li> <li>• Metodi Quantistici. Teoria ab-initio SCF, post-SCF e teoria DFT.</li> <li>• Applicazioni di metodi quantistici a un problema di selettività.</li> <li>• Esercitazione 1. Organocatalisi.</li> <li>• Meccanica molecolare e dinamica molecolare.</li> <li>• Applicazioni all'analisi conformazionale.</li> <li>• Esercitazione 2. Conformazioni di un ciclopeptide in soluzione.</li> <li>• Cenno ai metodi ibridi (QM/MM).</li> <li>• Calcolo di stati elettronicamente eccitati e fotochimica computazionale.</li> <li>• Applicazioni alle reazioni di isomerizzazione indotte dalla luce in soluzione ed in matrici proteiche.</li> <li>• Esercitazione 3. Ricerca delle intersezioni coniche e cammini di reazione fotochimici.</li> </ul> <p>Alla fine del corso gli studenti dovrebbero aver acquisito conoscenze su:</p> <p>i) l'impiego dei calcolatori elettronici per la simulazione di singole molecole a sistemi molecolari.  ii) la scelta dei metodi richiesti per la modellizzazione di specifiche strutture molecolari, reazioni chimiche o proprietà.  iii) l'interpretazione dei dati di calcolo (ad esempio strutture di equilibrio, stati di transizione, orbitali e loro occupazione, conformazioni di equilibrio, intersezioni di superfici di energia potenziale, densità elettroniche e cariche puntuali).  iv) l'esecuzione (usando strumenti software adeguati) dello studio computazionale del meccanismo di una reazione chimica, di un cambiamento conformazionale o di una reazione fotochimica.</p>			
<b>Learning outcomes (2)</b> AIMS Focusing on organic and bio-organic applications, the course provides a basic knowledge of the computer simulation techniques for molecular structures and properties and for chemical reactions. The course is suitable for both sections of the Laurea Magistrale.			
<b>SYNOPSIS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A bit of history.</li> <li>• Computers in chemistry.</li> <li>• Potential energy surfaces and associated chemical concepts.</li> <li>• Quantum chemical methods. Ab-initio SCF, post-SCF and DFT theories.</li> <li>• Quantum chemical methods applied to the solution of selectivity problems.</li> <li>• Tutorial 1. Organocatalysis.</li> <li>• Molecular mechanics and molecular dynamics.</li> <li>• Applications to conformational analysis.</li> <li>• Tutorial 2. The conformation of a cyclopeptide in solution.</li> <li>• Introduction to hybrid methods (QM/MM).</li> <li>• Excited state calculations and computational photochemistry.</li> <li>• Application to a photoisomerization reaction in solution and in the protein matrix.</li> <li>• Tutorial 3. Search for conical intersections and photochemical reaction paths.</li> </ul> <p>After this course the student should know how:</p> <p>i) use a computer to simulate isolated molecules and molecular systems.  ii) select the methods required to model a specific type of molecular structure, chemical reaction or molecular property.  iii) understand computed data (e.g. equilibrium structures, transition states, orbitals and their occupancies, equilibrium conformations, potential energy surface crossings, electron densities and point charges).  iv) investigate computationally (using suitable software packages) the mechanism of a chemical reaction, of a conformational change and of a photochemical reaction.</p>			
<b>Propedeuticità</b> Nessuna			
<b>Modalità di verifica (3)</b> Esame finale scritto integrato da colloquio orale che darà luogo ad una votazione in trentesimi.			
<b>Obbligatorio</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5)</b> Lezioni frontali 32 ore (4 CFU) ed esercitazioni 24 ore (2 CFU) un totale di 56 ore			

## 26. Prospetto delle attività formative (1)

<b>Attività Formativa</b>	Caratt. x Affini Altre	<b>SSD:</b> CHIM03	<b>CFU</b> 6
<b>Denominazione in italiano</b> CHIMICA DEI MATERIALI			
<b>Course title</b> MATERIALS CHEMISTRY			

<b>Anno di corso</b> 1
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre)</b> 1 semestre
<b>Lingua di insegnamento</b> ITALIANO
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b> SCOPI <ul style="list-style-type: none"> <li>• fornire le conoscenze di base della chimica dello stato solido</li> <li>• illustrare le diverse categorie di materiali e alcune proprietà che li caratterizzano</li> </ul> SYNOPSIS <ul style="list-style-type: none"> <li>• generalità sullo stato cristallino della materia; strutture cristalline di interesse in scienza dei materiali; generalità sul legame chimico nei solidi cristallini; elettroni nei solidi: struttura a banda degli elettroni nei solidi cristallini; difetti nei solidi: generalità, dislocazioni e difetti di punto; diffusione allo stato solido; deformazione plastica di metalli</li> <li>• lavorazione e proprietà meccaniche: cenni su alcuni processi di lavorazione di materiali, deformazione elastica e plastica, sforzo nominale, di taglio, reale, diagrammi sforzo-deformazione, effetto delle variazioni strutturali sulle proprietà meccaniche; diagrammi di stato: sostanze pure, leghe</li> <li>• materiali metallici: caratteristiche generali dei metalli e delle leghe, ghisa e acciaio, diagramma di stato ferro-carbonio, trattamenti termici di acciai al carbonio, leghe di alluminio, leghe di rame, acciai inossidabili, leghe di magnesio, titanio e nichel</li> <li>• materiali polimerici: reazioni di polimerizzazione, metodi di polimerizzazione, cristallinità e stereoisomerismo in materiali termoplastici, lavorazione di materiali termoplastici, materiali termoplastici specifici, tecnopolimeri, materiali polimerici termoindurenti, elastomeri, deformazione e irrigidimento dei materiali polimerici, creep e frattura dei materiali</li> <li>• materiali ceramici: strutture cristalline ceramiche semplici, strutture dei silicati, fabbricazione e lavorazione dei materiali ceramici, proprietà termiche dei materiali ceramici, vetro</li> <li>• materiali compositi: fibre per materiali compositi a matrice polimerica, materiali compositi polimerici rinforzati con fibre, fabbricazione di materiali compositi, alcuni esempi di materiali compositi: calcestruzzo, asfalto, legno, strutture a sandwich, compositi a matrice metallica e a matrice ceramica</li> <li>• cenni di corrosione e protezione dei materiali</li> </ul> Alla fine del corso gli studenti dovranno aver appreso <ul style="list-style-type: none"> <li>• i concetti base della struttura e delle proprietà dei solidi</li> <li>• le principali caratteristiche e i principali processi di formazione delle diverse classi di materiali</li> </ul>
<b>Learning outcomes (2)</b> AIMS <ul style="list-style-type: none"> <li>• to provide the basic concepts of state solid chemistry</li> <li>• to illustrate the material categories and their main properties</li> </ul> SYNOPSIS <ul style="list-style-type: none"> <li>• concepts of basic solid state chemistry: crystal structure, bonding in solids; electronic structure in solids, dislocations and defects in crystals, solid state diffusion, metal deformation</li> <li>• material processing and mechanical properties: examples of material processing, elastic and plastic deformation; nominal, shear and real stress, stress-strain curves, effect of structural variations on mechanical properties; phase diagrams: pure substances, alloys</li> <li>• metallic materials: general characteristics of metals and alloys, cast iron and steel, phase diagram Fe-C, thermal treatment of carbon steels, Al alloys, Cu alloys, stainless steel, Mg, Ti and Ni alloys</li> <li>• polymeric materials: polymerisation reactions and methods, crystallinity and stereoisomerism in thermoplastic materials, processing of thermoplastic materials, specific thermoplastic materials, technopolymers, thermosetting polymeric materials, elastomers, deformation and tightening of polymeric materials, material creep and fracture</li> <li>• ceramic materials: simple ceramic crystalline structures, silicates structure, ceramic material manufacturing and processing, thermal properties of ceramic materials, glass</li> <li>• composite materials: fibres for polymeric composite materials, fibre reinforced polymeric composite materials, composite materials manufacturing, composite material samples: concrete, asphalt, wood, sandwich structures, metal and ceramic composites</li> <li>• material corrosion and protection</li> </ul> By the end of the course, students should have acquired <ul style="list-style-type: none"> <li>• basic concepts of solid structure and properties</li> <li>• main characteristics and manufacturing processes of the different classes of materials</li> </ul>
<b>Propedeuticità</b> Nessuna
<b>Modalità di verifica (3)</b> ESAME ORALE CON VOTAZIONE IN TRENTESIMI
<b>Obbligatorio (4)</b> Obbligatorio Indirizzo Materiali
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5)</b> LEZIONI FRONTALI (48 ORE)
<b>No. Moduli (6):</b> 1

<b>Attività Formativa</b>	Caratt. x Affini Altre	<b>SSD: Bio/10</b>	<b>CFU</b> 6
<b>Denominazione in italiano</b> Chimica delle proteine			
<b>Course title</b> Protein Chemistry			
<b>Anno di corso</b> 1			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre)</b> 1			
<b>Lingua di insegnamento</b> italiano			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			

<p>SCOPI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Illustrare l'importanza della Chimica delle Proteine per la progettazione di nuovi strumenti terapeutici. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornire gli strumenti per la comprensione dei più comuni mezzi per la determinazione teorica e sperimentale della struttura molecolare dei biopolimeri.</li> </ul> </li> </ul> <p>CONTENUTI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alle metodologie di indagine strutturale dell'era post-genomica.</li> <li>• Predizione della struttura e della funzione delle proteine.</li> <li>● NMR di proteine</li> <li>• Differenti approcci sintetici per l'arricchimento isotopico dei vari biopolimeri.</li> <li>• Esercitazioni per apprendere l'uso di alcuni programmi per analizzare spettri NMR e per la costruzione dei modelli molecolari da informazioni ottenute da dati sperimentali o da metodi predittivi.</li> </ul> <p>Alle fine del corso gli studenti dovrebbero aver acquisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• capacità di analizzare spettri NMR di molecole complesse;</li> <li>• capacità di costruire modelli molecolari di proteine sulla base di informazioni ottenute da procedure sperimentali o di calcolo.</li> </ul>
<p><b>Learning outcomes (2)</b></p> <p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To illustrate the importance of Protein Chemistry in the field of molecular design of new therapeutic tools. <ul style="list-style-type: none"> <li>• To provide an understanding of the most commonly used experimental/theoretical approaches for the structural analysis of biopolymers.</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to structural methodologies in the post-genomic era.</li> <li>• Different synthetic approaches for isotopic enrichments of proteins and of other biopolymers.</li> <li>• Prediction of protein structure and function.</li> <li>• Protein NMR</li> <li>• Practicals for the use of software for NMR spectra analysis and molecular model building.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ability to analyse NMR spectra of complex biomolecules;</li> <li>• Ability to build molecular models of proteins by using predictive and experimental procedures.</li> </ul>
<p><b>Propedeuticità</b> nessuna</p>
<p><b>Modalità di verifica (3)</b> <b>Test con procedura FAD</b></p>
<p><b>Obbligatorio</b></p>
<p><b>Attività formativa/ e ore di didattica (5)</b> <b>Il corso avrà una parte introduttiva agli studi di genomica e proteomica con lezioni frontali per 12 ore. Successivamente, per l'equivalente di 30 ore di didattica, sarà svolto un corso FAD di Bioinformatica. Infine, saranno discusse le attività seminariali scelte dagli studenti su tematiche avanzate di Biologia strutturale in 6 ore.</b></p>
<p><b>No. Moduli (6): 1</b></p>

<b>Attività Formativa</b>	Base <input type="checkbox"/> Caratt. <input type="checkbox"/> Affini <input type="checkbox"/> Altre <input type="checkbox"/>	<b>SSD:</b> CHIM02	<b>CFU</b> 6
<b>Denominazione in italiano</b> Chimica delle superfici e dei nanomateriali			
<b>Course title</b> Surface and nanomaterials chemistry			
<b>Anno di corso</b> secondo			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre)</b> primo			
<b>Lingua di insegnamento</b> Italiano			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b> FINALITA' <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentare gli aspetti principali dei fenomeni chimico fisici che avvengono alla superficie di contatto fra fasi differenti.</li> <li>• Illustrare l'effetto di superfici e interfasi sulle proprietà strutturali, elettroniche, meccaniche e chimiche dei materiali.</li> </ul> CONTENUTI <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superfici ed interfasi. Energia superficiale. Termodinamica delle superfici. Superfici ed interfasi di solidi.</li> <li>• Struttura delle superfici. Cristallografia di superficie. Fenomeni di rilassamento e ricostruzione.</li> <li>• Proprietà elettroniche. Relazione fra proprietà elettroniche di volume e di superficie.</li> <li>• Composizione delle superfici. Fenomeni di segregazione.</li> <li>• Reattività chimica delle superfici. Adsorbimento e catalisi eterogenea.</li> <li>• Metodi di indagine di struttura e composizione di superfici e interfacce di solidi.</li> <li>• Sistemi nanostrutturati. Proprietà chimico fisiche di nanoparticelle, nanotubi, punti quantici, fili quantici e strati ultrasottili.</li> <li>• Metodi di preparazione e caratterizzazione di sistemi nanometrici.</li> </ul> Al termine del corso, gli studenti dovrebbero avere acquisito conoscenze approfondite riguardo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• principali fenomeni chimico fisici che avvengono alla superficie di contatto fra fasi differenti.</li> <li>• relazioni fra le proprietà di superficie e di volume dei materiali.</li> <li>• chimica fisica di materiali nanostrutturati.</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b> AIMS <ul style="list-style-type: none"> <li>• To present the main aspects of the physical and chemical processes occurring at the boundaries of different phases.</li> <li>• To illustrate the effect of surfaces and interfaces on the structural, electronic, mechanical and chemical properties of materials.</li> </ul> SYNOPSIS <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surfaces and interfaces. Surface energy. Thermodynamics of surfaces. Solids surfaces and interfaces.</li> <li>• Structure of surfaces. Surface crystallography. Relaxation and reconstruction phenomena.</li> <li>• Electronic properties. Bulk vs. surface electronic properties.</li> <li>• Chemical composition of surfaces. Segregation phenomena.</li> <li>• Chemical reactivity. Adsorption and heterogeneous catalysis.</li> <li>• Methods for the investigation of the structure and composition of surfaces and interfaces.</li> <li>• Nanostructured systems. Chemical and physical properties of nanoparticles, nanotubes quantum dots, quantum wires and ultrathin films.</li> <li>• Methods for the preparation and characterization of nanometric systems.</li> </ul> By the end of the course, students should have acquired a deep understanding about: <ul style="list-style-type: none"> <li>• The principal chemical and physical processes occurring at surfaces and interfaces.</li> <li>• The relationships of bulk versus surface properties of materials.</li> <li>• The physical chemistry of nanostructured materials</li> </ul>			
<b>Propedeuticità</b> Nessuna			
<b>Modalità di verifica (3)</b> Esame finale orale con votazione in trentesimi			
<b>Obbligatorio (4)</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5)</b> Lezioni frontali (48 ore)			
<b>No. Moduli (6):</b> 1			

Attività Formativa	Caratt. X Affini Altre	SSD: Chim/02	CFU 6+3
<b>Denominazione in italiano Chimica Fisica Biologica</b>			
<b>Course title Biological Physical Chemistry</b>			
<b>Anno di corso 1 anno</b>			
<b>Periodo didattico (semestre) 2°</b>			
<b>Lingua di insegnamento Italiano</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti gli strumenti chimico fisici per lo studio di sistemi di interesse biologico e biomolecolare.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nel modulo 1° verranno fornite le conoscenze di risonanza magnetica nucleare a livello intermedio, con applicazioni allo studio dei sistemi di interesse biologico, farmaceutico e ambientale: determinazione della struttura tridimensionale di bio-molecole in soluzione; studio del riconoscimento molecolare ligando-recettore; studio di reazioni metaboliche attraverso tecniche "in-vivo" ed "ex-vivo". Nel modulo 2° verranno introdotti concetti relativi allo studio delle membrane biologiche, all'interazione peptidi-membrane ed allo studio di metallo proteine tramite mezzi di indagine chimico-fisica.</li> </ul> <p>•</p> <p>Programma Modulo 1°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento magnetico del nucleo. Teoria di base.</li> <li>• Modello classico di descrizione del moto degli Spin Nucleari. Precessione di Larmor. Risonanza e inversione dello spin nel sistema di riferimento ruotante. Magnetizzazione risultante. Nutazione.</li> <li>• Modello quanto-meccanico. Livelli energetici e popolazioni. Transizioni di spin. Saturazione e rilassamento dei nuclei.</li> </ul> <p>Meccanismi di rilassamento dipolare.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generazione dello spettro NMR, FID e trasformata di Fourier.</li> <li>• Chemical shift. Relazione di Lamb. Effetti diamagnetici locali, vicinali e del solvente. Anisotropia magnetica: geni ed effetti pratici.</li> <li>• Costante di accoppiamento scalare. Genesi dell'accoppiamento scalare mediato dagli elettroni. Classificazione delle costanti di accoppiamento in funzione del numero di legami. Costanti di accoppiamento vicinali (<math>^3J</math>): relazione di Karplus e utilizzazione in strutturistica chimica. Costanti long-range.</li> <li>• Assegnazione di spettri semplici.</li> <li>• Accoppiamento dipolare e sua importanza nella determinazione strutturale. Meccanismi di rilassamento.</li> <li>• Rilassamento longitudinale "spin-lattice". Misura della velocità di rilassamento dipolare longitudinale. Sequenza "inversion recovery". Applicazioni pratiche.</li> <li>• Rilassamento Trasversale. Meccanismi di defasamento della magnetizzazione sul piano x-y. Sequenze spin-echo.</li> <li>• Effetto Nuclear Overhauser Effect.</li> <li>• NMR bidimensionale. Spettri COSY e NOESY. Applicazioni Pratiche.</li> <li>• Gradienti di campo magnetico e loro applicazioni.</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>• Aspetti pratici dell'NMR.</li> <li>• Schema a blocchi di uno strumento NMR. Magneti super-conduttori. Probe e geometrie degli avvolgimenti. Operazioni preliminari per l'utilizzazione di uno spettrometro NMR: "Field Lock", "Tuning", "Matching" e "shimming" e pratica sullo spettrometro.</li> <li>• Acquisizione di uno spettro NMR. Parametri di acquisizione. Teorema di Nyquist. Cicli di fase. "Quadrature detection".</li> <li>• Impulsi: relazione tra potenza e lunghezza degli impulsi. Impulsi selettivi e non selettivi. Impulsi "hard" e "soft". Metodi di abbattimento del picco del solvente: presaturazione e sequenze binomiali. Applicazione pratica sullo spettrometro.</li> <li>• Processing degli spettri NMR.</li> <li>• Studio di sequenze di impulsi complesse.</li> </ul> <p>Programma Modulo 2°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione allo studio di sistemi macromolecolari: colloidali, micelle e membrane biologiche.</li> <li>• lo studio delle membrane biologiche tramite spettroscopia EPR.</li> <li>• peptidi bioattivi.</li> <li>• Interazione peptidi bioattivi-membrane.</li> <li>• studio delle metallo proteine attraverso metodi di indagine chimico fisica.</li> </ul> <p>Alla fine del corso gli studenti dovrebbero aver acquisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la teoria e le tecniche di risonanza magnetica nucleare ad un livello intermedio necessarie per le varie applicazioni in campo biomolecolare, farmaceutico e ambientale.</li> <li>• applicazione della tecnologia NMR a diversi importanti aspetti dell'indagine biomolecolare.</li> <li>• applicazione delle metodologie chimico fisiche per lo studio delle membrane e delle metalloproteine.</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The goal of the course is to provide the physical chemical tools for the study of biological and biomolecular systems.</li> <li>• To provide intermediate level of High Resolution NMR theory and its application to the study of biological, pharmaceutical and environmental systems. In particular will be illustrated the NMR techniques for structural determination in solution of biomolecules, ligand-receptor recognition identification and "in-vivo" metabolic studies. In the 2° module concepts on biological membranes, bioactive peptides and their interactions will be introduced. Studies on metalloproteins using physical chemical methods will be treated.</li> </ul> <p>SYNOPSIS</p>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuclear spin and resonance.</li> <li>• The vector model of NMR. Larmor precession. Bulk magnetization. The rotating frame of reference. Radiofrequency Pulses. Frequency Resonance. Nutation.</li> <li>• Quantum Description of High Resolution NMR. Energy levels. Population dynamic. Saturation and Relaxation.</li> <li>• The generation of NMR spectra: FID and Fourier transform.</li> <li>• Chemical shift. Lamb relationship. Electronic effects. Magnetic anisotropy.</li> <li>• Scalar Coupling Constant. Coupling Mechanism. Coupling constants classification. Karplus relationship and its application in structural studies.</li> <li>• Relaxation mechanisms. Dipolar Relaxation. Spin-lattice longitudinal relaxation. Measurement of spin-lattice relaxation time. Inversion recovery sequence.</li> <li>• Spin-spin transverse relaxation and its measurement. Spin-echo sequences.</li> <li>• Dipolar interactions. NOE effect.</li> <li>• 2D-NMR. COSY and NOESY spectra. Applications.</li> <li>•</li> <li>• Practical aspect of NMR.</li> <li>• Overview of the modern NMR spectrometer.</li> <li>• Experimental setup: field lock, tuning, matching, shimming.</li> <li>• Spectrum acquisition: pulse calibration, signal detection, Nyquist condition, quadrature detection, phase cycling.</li> <li>• Processing.</li> <li>• Pulse sequences. Selective and non-selective pulses. Solvent suppression.</li> <li>• Gradient pulses and their applications.</li> </ul> <p>2° Module:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to macromolecular systems: colloids, micelles and biological membranes.</li> <li>• biological membranes study using EPR spectroscopy.</li> <li>• bioactive peptides.</li> <li>• interaction of bioactive peptides-membranes.</li> <li>• studies on metalloproteins using physical chemical methods.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprehension of the potential of NMR in the field of molecular biology, medicinal chemistry and environmental chemistry. The student should be able to understand higher level of NMR theory, to use an NMR instrument at beginner level and correctly evaluates the applications of NMR in several aspects of biomolecular field.</li> <li>• Application of physical chemical methods to the study of membranes and metalloproteins.</li> </ul>		
<b>Propedeuticità</b> Nessuna		
<b>Modalità di verifica (3)</b> Verifica finale scritta o orale		
<b>Obbligatorio</b>		
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5) Lezioni frontali (72 ore)</b>		
<b>No. Moduli (6): 2</b>		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Modulo 1 :</b>  <b>Denominazione in italiano: Chimica Fisica Biologica 1</b>  <b>Module title: Biological Physical Chemistry 1</b>  <b>CFU: 6</b>  <b>SSD: CHIM/02</b>  <b>Attività formativa/e e ore di didattica (5): Frontale/ 48 ore</b> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Modulo 2:</b>  <b>Denominazione italiano: Chimica Fisica Biologica 2</b>  <b>Module title: Biological Physical Chemistry 2</b>  <b>CFU: 3</b>  <b>SSD: CHIM/02</b>  <b>Attività formativa/e e ore di didattica (5): Frontale /24 ore</b> </td> </tr> </table>	<b>Modulo 1 :</b> <b>Denominazione in italiano: Chimica Fisica Biologica 1</b> <b>Module title: Biological Physical Chemistry 1</b> <b>CFU: 6</b> <b>SSD: CHIM/02</b> <b>Attività formativa/e e ore di didattica (5): Frontale/ 48 ore</b>	<b>Modulo 2:</b> <b>Denominazione italiano: Chimica Fisica Biologica 2</b> <b>Module title: Biological Physical Chemistry 2</b> <b>CFU: 3</b> <b>SSD: CHIM/02</b> <b>Attività formativa/e e ore di didattica (5): Frontale /24 ore</b>
<b>Modulo 1 :</b> <b>Denominazione in italiano: Chimica Fisica Biologica 1</b> <b>Module title: Biological Physical Chemistry 1</b> <b>CFU: 6</b> <b>SSD: CHIM/02</b> <b>Attività formativa/e e ore di didattica (5): Frontale/ 48 ore</b>	<b>Modulo 2:</b> <b>Denominazione italiano: Chimica Fisica Biologica 2</b> <b>Module title: Biological Physical Chemistry 2</b> <b>CFU: 3</b> <b>SSD: CHIM/02</b> <b>Attività formativa/e e ore di didattica (5): Frontale /24 ore</b>	

<b>Attività Formativa</b>	Caratt. X Affini Altre	<b>SSD:</b> Chim/02	<b>CFU</b> 3+3
<b>Denominazione in italiano</b> CHIMICA FISICA SUPERIORE			
<b>Course title</b> ADVANCED PHYSICAL CHEMISTRY			
<b>Anno di corso:</b> I			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre)</b> I semestre			
<b>Lingua di insegnamento:</b> italiano			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2):</b> Gli obiettivi del primo modulo sono di fornire allo studente i fondamenti di termodinamica applicata all'uso razionale ed efficiente dell'energia orientati allo sviluppo sostenibile. I contenuti del modulo sono rilevanti per entrambi gli indirizzi.  Gli obiettivi del secondo modulo sono di presentare in modo approfondito i fenomeni di trasporto, con particolare riferimento ai processi di diffusione. I contenuti del corso sono rilevanti sia per l'indirizzo "biomolecolare" (es. processi diffusivi di agenti inquinanti) che per l'indirizzo "materiali" (es. reattività dei solidi).			
<b>CONTENUTI DEL PRIMO MODULO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termodinamica applicata.</li> <li>• Energia ed entropia.</li> </ul>			

- Ordine, probabilità, informazione.
- Forme di energia: rinnovabili e non rinnovabili.
- Energia termica, elettrica e meccanica
- Correlazione fabbisogno/offerta.
- Uso razionale ed efficiente dell'energia.
- Macchine termiche.
- Pompe di calore e frigoriferi.
- Efficienza termica. Rendimenti del I e II ordine.
- Irreversibilità meccaniche, termiche e chimiche
- Cicli T.D. a gas e a vapore
- Adiabatiche e isoterme.
- Cogenerazione e teleriscaldamento negli usi industriali e civili
- Energy cascading.
- Cicli combinati.
- Sostituzione di energie rinnovabili ai combustibili fossili.
- Energia dai rifiuti.
- Il sistema energetico nazionale e regionale.
- Uso razionale ed efficiente nei settori di uso finale: trasporto, industria e usi civili.
- Analisi exergetica.
- Le direttive UE

#### CONTENUTI DEL SECONDO MODULO:

- Fenomeni di trasporto nei gas.
- Conducibilità termica, viscosità, diffusione.
- Diffusione nelle fasi condensate.
- Equazioni della diffusione
- Soluzioni dell'equazioni della diffusione.
- Trasporto degli ioni in soluzioni.
- Trattazione termodinamica della diffusione.
- Meccanismi di diffusione nei solidi.

Alla fine del corso gli studenti dovrebbero aver acquisito la capacità di individuare le modalità ottimali dal punto di vista termodinamico per l'utilizzo razionale ed efficiente dell'energia, conoscenza degli aspetti principali dei fenomeni di diffusione e comprensione a livello molecolare dei processi di diffusione.

#### Learning outcomes (2)

##### AIMS

- The aims of the first module are to give students the principles of thermodynamics applied to the rationale and efficient use of energy oriented to the sustainable development;
  - The aims of the second part are to present in detail the transport phenomena in gas and condensed phases.
- Course contents are remarkable for both curricula.

#### SYNOPSIS OF THE FIRST MODULE

- Applied thermodynamic
- Energy and entropy
- Order, probability and information
- Sources of energy: renewable and not renewable
- Electric, thermal and mechanical energy
- Correlation demand/supply
- Rational and efficient use of energy
- Heat engine
- Heat pump and refrigerators
- Thermal efficiency. I and II order yield.
- Mechanical, thermal and chemical irreversibility
- Thermodynamic cycles of gas and water steam
- Adiabatic and isotherm processes
- Cogeneration and tele-heating for industrial and civil needs.
- Energy cascading
- Combined cycle
- Replacing fossil fuels by renewable energy
- Energy from wastes
- National and Regional energy systems
- Rational and efficient use of energy in end use: transport, industry and civil sectors.
- Exergy analysis
- The UE energy plan and directives.

#### SYNOPSIS OF THE SECOND MODULE

- Transport phenomena in gas phase. Thermal conductivity, viscosity and diffusion.
- Diffusion in condensed phases. Diffusion equation. Solutions of the diffusion equation.
- Thermodynamics of diffusion. Molecular interpretation of the diffusion processes.
- Transport of ions in solutions
- Diffusion mechanisms in solids.

By the end of the course, students should have acquired:

- capability to select the best conditions from the thermodynamic point of view for the rationale and efficient use of energy knowledge of the main aspects of the transport phenomena and understanding at molecular level of the diffusion processes.

**Propedeuticità**

Nessuna

**Modalità di verifica (3)**

Esame finale con colloquio orale eventualmente integrato da elaborato seminariale che darà luogo ad una votazione in trentesimi.

**Obbligatorio**

**Attività formativa/e e ore di didattica (5)**

Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche per un totale di 48 ore

**No. Moduli (6):2**

**Modulo 1 :**

**Denominazione in italiano:** Termodinamica Applicata all'uso razionale ed efficiente dell'energia

**Module title:** Applied Thermodynamics to rationale and efficient use of energy

**CFU:** 3

**SSD:** CHIM/02

**Attività formativa/e e ore di didattica:** lezioni frontali ed esercitazioni numeriche; 24 ore

**Modulo 2:**

**Denominazione italiano:** Fenomeni di trasporto

**Module title:** Transport phenomena

**CFU:** 3

**SSD:** CHIM/02

**Attività formativa e ore di didattica (5):**

Lezioni frontali, 24 ore



<b>Attività Formativa</b>	Caratt. X Affini Altre	<b>SSD:</b> CHIM03 /CHIM02	<b>CFU</b> 6+3
<b>Denominazione in italiano</b> METODI DI CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI E LABORATORIO			
<b>Course title</b> MATERIALS CHARACTERIZATION AND LABORATORY			
<b>Anno di corso</b>			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre)</b>			
<b>Lingua di insegnamento</b> ITALIANO			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b> SCOPI			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• fornire le conoscenze delle principali tecniche per la caratterizzazione dei materiali</li> <li>• insegnare a caratterizzare alcuni materiali</li> </ul>			
SYNOPSIS			
Richiamo ai principi dell'analisi termica ed all'uso di strumentazione DSC, TGA e DMA. Descrizione degli strumenti presenti in laboratorio.			
Richiamo ai principi della spettroscopia IR in riflessione e trasmissione ed alle tecniche di misura su vari supporti: films, KBr, liquidi in cella. Trasparenza IR dei supporti e scelta degli stessi			
Richiamo ai principi della spettroscopia elettronica, origine del colore in materiali isolanti, conduttori e semiconduttori.			
<b>Rilassometria NMR.</b> I fenomeni di rilassamento della magnetizzazione nucleare (Rilassamento spin-lattice e cross-relaxation). Equazioni di Bloch. Origine del rilassamento longitudinale e trasversale. Tempi di rilassamento e moti molecolari. Interazione dipolare e campi magnetici locali. Tempo di correlazione per i moti molecolari. Analisi della dipendenza della velocità di rilassamento spin-lattice in funzione del campo magnetico (curve di dispersione MRD). Applicazioni pratiche.			
<u>Esperienze di laboratorio:</u>			
Calibrazione del DSC: calibrazione linea di base, calibrazione costante di cella, calibrazione temperatura con Indio, calibrazione capacità termica con zaffiri.			
Misure DSC di vari tipi di plastica di provenienza commerciale (bottiglie, contenitori e supporti in plastica di varia origine e diverso colore). Discussione dei termogrammi.			
Misure DSC di vari tipi di campioni provenienti da materiali di uso comune (colle e vernici, acqua, olio di oliva, alluminio da cucina, sale da cucina e bicarbonato di sodio). Discussione dei termogrammi.			
TGA di colle e plastiche commerciali, di argille e di composti inorganici vari (bicarbonato di sodio, ecc.) e discussione del comportamento osservato			
Ottenimento spettro IR di vari campioni di PET ottenuti da oggetti di uso comune (bottiglie, confezioni alimentari) e confronto tra gli spettri registrati e quelli presenti nella libreria dello strumento. Individuazione delle bande principali. Misura dello spettro IR di materiali di uso comune (vinavil, PVC, PVA). Spettri IR di liquidi.			
Ottenimento degli spettri UV-vis di campioni di PET diversamente colorati e di frammenti di vetro diversamente colorati. Discussione degli spettri ed individuazione delle bande responsabili del colore. Spettro UV-vis di vetro per occhiali da sole e discussione delle caratteristiche dello spettro riguardo la funzione del vetro esaminato.			
Applicazioni pratiche sull'uso della rilassometria nello studio della distribuzione di acqua ed analisi della distribuzione delle dimensioni dei pori in alcuni materiali.			
Alla fine del corso gli studenti dovranno aver appreso			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• le principali caratteristiche chimiche dei materiali</li> <li>• capacità di caratterizzare alcuni materiali mediante un insieme di tecniche sperimentali</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b> AIMS			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• to provide the knowledge of main scientific techniques for materials characterization</li> <li>• to provide the ability to characterize some materials</li> </ul>			
SYNOPSIS			
The basic knowledge of the thermal analysis and of the use of the DSC, TGA and DMA instruments will be given. Description of the instruments available in the lab.			
The principles of the transmission/reflection IR spectroscopy will be recalled. The different IR techniques (films, KBr, liquids in cell) will be explained and the choice of the best technique will be discussed.			
The principles of the electronic UV-vis will be recalled. The physics of the colour origin in insulating, conducting and semi-conducting materials will be explained			
Relaxometry NMR. The phenomenon of relaxation of the magnetization nuclear (spin-lattice relaxation and cross-relaxation). Equations of Bloch. Origin of longitudinal relaxation and cross-relaxation. Relaxation times and molecular motions. Dipolar interaction and local magnetic field. Correlation time for molecular motions. Analysis of the magnetic field dependence of the nuclear spin-lattice relaxation rate as a function of the			

magnetic field strength (magnetic relaxation dispersion , MRD). Practical applications.	
<u>Laboratory experiments</u>	
DSC calibration: base-line calibration, cell constant calibration, temperature calibration with indium, thermal capacity calibration with sapphires.	
DSC measurements on commercial plastic (bottles, food-boxes, ecc.). Discussion on the thermograms.	
DSC measurements on different common materials (glues, varnish, water, oils, food aluminium-sheets, table salt and baking soda) Discussion on the thermograms.	
TGA measurements on glues, plastics, clays and different inorganic materials (baking soda, etc...). Discussion on the observed behaviour.	
IR spectroscopy of different PET samples, obtained from common use objects (bottles, food-boxes, etc...). Comparison between the experimental spectra and the library. e confronto tra gli spettri registrati e quelli presenti nella libreria dello strumento. Characteristic IR band positions. IR spectroscopy of glues, PVC, PVA etc. IR spectroscopy on liquid samples.	
UV-vis spectroscopy of coloured PET and glass samples. Origin of the visible colour according to the bands position. UV-vis spectroscopy of sun-glasses and discussion on the characteristics of the spectra for the specific glass use.	
Relaxometry. Practical applications to understand the distribution of water and analysis of the pore distribution in some materials.	
By the end of the course, the students should have acquired	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• the main chemical properties of materials</li> <li>• the ability of characterising some materials by experimental techniques</li> </ul>	
<b>Propedeuticità Nessuna</b>	
<b>Modalità di verifica (3)</b> ESAME ORALE CON VOTAZIONE IN TRENTESIMI	
<b>Obbligatorio (4)</b>	
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5)</b> LEZIONI FRONTALI (48 ORE)+ ESERCITAZIONI DI LABORATORIO ( 48 ORE)	
<b>No. Moduli (6): 2</b>	
<p><b>Modulo 1 :</b></p> <p><b>Denominazione in italiano:</b> METODI DI CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI E LABORATORIO I</p> <p><b>Module title:</b> MATERIALS CHARACTERIZATION AND LABORATORY I</p> <p><b>CFU:</b> 6</p> <p><b>SSD:</b> CHIM03</p> <p><b>Attività formativa/e e ore di didattica (5):</b> LEZIONI FRONTALI ( 32 ORE) +ESERCITAZIONI DI LABORATORIO ( 32 ORE)</p>	<p><b>Modulo 2:</b></p> <p><b>Denominazione italiano:</b> RILASSOMETRIA NMR</p> <p><b>Module title:</b> NMR RELAXOMETRY</p> <p><b>CFU:</b> 3</p> <p><b>SSD:</b> CHIM02</p> <p><b>Attività formativa/e e ore di didattica (5):</b> LEZIONI FRONTALI (16 ORE)+ ESERCITAZIONI DI LABORATORIO (16 ORE)</p>

Attività Formativa	Caratt X Affini Altre	SSD: Chim/03	CFU 6
Denominazione in italiano <b>Elettrochimica organo-bio-metallica</b>			
Course title <b>Organo-bio-metallic electrochemistry</b>			
Anno di corso <b>1</b>			
Periodo didattico (semestre) <b>2</b>			
Lingua di insegnamento <b>Italiano</b>			
<p><b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b></p> <p>Il corso ha come obiettivo quello di far comprendere come attraverso tecniche elettrochimiche relativamente semplici si possa determinare la capacità intrinseca di molecole organo-metalliche a scambiare elettroni, cosa che consentirà di razionalizzare e prevedere se e come tali molecole possano in linea di principio svolgere una positiva azione in campo bio-farmacologico, oppure trovare utili applicazioni nella scienza dei materiali.</p> <p>Il corso si svilupperà attraverso i seguenti capisaldi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le leggi che governano il trasferimento elettronico a un elettrodo;</li> <li>- i principi base di tecniche elettrochimiche quali: voltammetria ciclica; voltammetria differenziale pulsata; voltammetria a onda quadra; elettrolisi a potenziale controllato; spettroelettrochimica;</li> <li>- l'uso di tali tecniche nel rivelare i differenti meccanismi con cui una specie chimica scambia elettroni (con l'elettrodo o con altre specie chimiche)</li> <li>- indagini elettrochimiche su complessi di metalli di transizione con leganti redox-attivi e inerti;</li> <li>- modificazioni strutturali indotte per via elettrochimica;</li> <li>- aspetti applicativi innovativi: la comunicazione elettronica intramolecolare in complessi metallici polinucleari; sensori elettrochimici di biomolecole; l'indagine elettrochimica in campo farmacologico; complessi di metalli di transizione capaci di reagire con O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> simulanti funzioni biologiche; comportamento elettrochimico di metalloproteine; fili e motori molecolari;</li> <li>- correlazioni lineari tra potenziale di ossido-riduzione e differenti parametri chimici e fisico-chimici (potenziale redox ed effetti elettronici dei leganti; potenziale redox ed effetto solvente; potenziale redox e temperatura)</li> </ul>			
<p><b>Learning outcomes (2)</b></p> <p>The present course is focussed towards the comprehension of how simple electrochemical techniques allows one to determine the intimate ability of different organometallic molecules to exchange electrons, thus throwing light on the potential ability of such molecules to find useful application either in bio-pharmacological fields, or in innovative aspects of material science.</p> <p>The present course will develop through the following fundamental subjects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the laws which govern the electron transfer at an electrode;</li> <li>- basic foundations of simple electrochemical techniques such as: cyclic voltammetry; differential pulse voltammetry; square wave voltammetry; controlled potential electrolysis; spectro-electrochemistry;</li> <li>- the use of such techniques in determining the different mechanisms through which a chemical species exchanges electrons (with the electrode itself or with other chemical species);</li> <li>- electrochemical investigation on transition metal complexes with innocent or redox-active ligands;</li> <li>- electrochemically induced structural reorganizations;</li> <li>- innovative applicative aspects: the intramolecular electronic communication in polynuclear metal complexes; electrochemical sensing of biomolecules; the electrochemical intervention in pharmacology; metal complexes which react with O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, thus simulating biological functions; electrochemistry of metalloproteins; molecular wires; molecular motors;</li> <li>- linear correlations between the redox potential and other chemical and physico-chemical parameters (redox potential and electronic effects of the ligands; redox potential and solvent effects; redox potential and temperature)</li> </ul>			
Propedeuticità <b>Nessuna</b>			
Modalità di verifica (3) <b>Esame finale con votazione in trentesimi</b>			
Obbligatorio (4)			
Attività formativa e ore di didattica (5) <b>Lezioni frontali; 50 ore</b>			
No. Moduli (6): <b>1</b>			

Attività Formativa	Caratt. Affini X Altre	SSD: GEO/06 o ING-IND/22	CFU 6
Denominazione in italiano materiali ceramici avanzati			
Course title advanced ceramic materials			
Anno di corso II			
Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre) 1			
Lingua di insegnamento italiano/inglese			
Obiettivi specifici di apprendimento (2)			
<p>OBIETTIVI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Il corso introduce in scienza e tecnologia della ceramica con particolare attenzione alle applicazioni nel settore chimico.</li> <li>abilitare lo studente alla ricerca di nuovi materiali e dispositivi per tecnologie alternative e sostenibili.</li> </ol> <p>SYNOPSIS</p> <p>Potenziali, legami, strutture, vibrazioni, difetti, tensioni, superfici, composite, tessitura, fenomeni critici, equazioni di stato, diagramma di fase.</p> <p>Nucleazione-accrescimento, da fuso, fase dispersa, idrotermale, sol-gel, sinterizzazione, sminuzzamento, plasma, epitassi, drogaggio, scambio ionico, tempra, innesto. Serigrafia, spin/dip-coating, colaggio, slip-casting, estrusione, spinning, stampaggio, iniezione, pressatura, HIP. Architetture asimmetriche, litografia, riciclo.</p> <p>Diffrazione, spettroscopia, microscopia, topografia, porosimetria, calorimetria, NDT.</p> <p>espansione, compressibilità, deformazione, compress superficiale, MEMS. scambio ionico, diffusione intracristallina, permeabilità, inserzione, adsorbimento, conducibilità ionica. refrattari, coibenti, dilatazione=0. di/piezo/ferroelettricità, conduzione semi/metallica/super, NTC-PTC. coercitività, magnetostrizione, riflessione-rifrazione-polarizzazione, assorbimento, dispersione, luminescenza, SHG, fotonica.</p> <p>Ossidi, silicati, vetro. Whisker, vetro-resina/ceramica, cermet, coatings, abrasivi, biomedici. Beta-allumina, CSZ, LiCoO<sub>2</sub>, ISFET, ChemFET, SiO<sub>2</sub>, membrane semipermeabili, setacci molecolari, ormosil, synroc. Elettroceramici: PZT, MOS, sensori chimici, YBaCuO. Magneto-ottici: ferriti, memorie, laser, switch, fosfori, pigmenti, smart windows.</p>			
Learning outcomes (2)			
<p>AIMS</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>The course provides an introduction to science and technology of advanced ceramics, with particular regard to applications in chemistry.</li> <li>By the end of the course, the student should be able to actively participate in the research of novel materials and devices for alternative and sustainable technologies</li> </ol> <p>SYNOPSIS</p> <p>Potentials, bonds, structures, vibrations, defects, strain, surfaces, composites, texture, critical phenomena, equations of state, phase diagrams</p> <p>Nucleation and growth, from melt, dispersed phase, hydrothermal, sol-gel, sintering, grinding, plasma, epitaxis, doping, ion exchange, annealing, grafting. Serigraphy, spin/dip-coating, mould casting, slip casting, extrusion, spinning, injection moulding, HIP. Asymmetric architectures, lithography, recycling.</p> <p>Diffraction, spectroscopy, microscopy, topography, porosimetry, calorimetry, NDT.</p> <p>Expansion, compressibility, deformation, surface compression, MEMS. Ion exchange, intracrystalline diffusion, permeability, insertion reactions, adsorption, ionic conductivity. Refractories, insulators, zero thermal expansion. Di/piezo/ferroelectricity, semi/metallic/super-conduction, NTC-PTC. Coercivity, magnetostriction, reflection-refraction-polarization, absorption, dispersion, luminescence, SHG, photonics.</p> <p>Oxides, silicates, glass. Whiskers, glass ceramics, cermet, coatings, abrasives, biomaterials. Beta-alumina, CSZ, LiCoO<sub>2</sub>, ISFET, ChemFET, SiO<sub>2</sub>, semipermeable membranes, molecular sieves, ormosils, synroc. Electroceramics: PZT, MOS, chemical sensors, YBaCuO. Magneto-optic materials: ferrites, memories, laser, switches, phosphors, pigments, smart windows.</p>			
Propedeuticità nessuna			
Modalità di verifica (3) ESAME ORALE con voto in trentesimi			
Obbligatorio/Facoltativo (4) obbligatorio di indirizzo			
Attività formativa/e e ore di didattica (5) Lezioni frontali 48 ore			
No. Moduli (6):1			

Attività Formativa	Caratt	SSD: CHIM/03	CFU 6
Denominazione in italiano PROPRIETA' MAGNETICHE, ELETTRONICHE E NUCLEARI, DI MATERIALI			
Course title MAGNETIC PROPERTIES, ELECTRONIC AND NUCLEAR, OF MATERIALS			

Anno di corso	2	LAUREA MAGISTRALE
Periodo didattico	PRIMO	SEMESTRE
Lingua di insegnamento	ITALIANO	
Obiettivi specifici di apprendimento (2)		
<p><b>Scopi</b> Presentare le basi della conoscenza di Proprietà Magnetiche di Materiali di natura inorganica e delle relative tecniche di indagine. Proporre le caratteristiche basilari di materiali magneticamente attivi in diversi campi di utilizzazione e attività (ricerca di base/finalizzata, applicazioni industriali e sociali).</p> <p><b>Synopsis</b></p> <p>1) La natura magnetica della materia e della radiazione elettromagnetica a) L' interpretazione microscopica del Magnetismo b) Il Magnetismo Nucleare</p> <p>2) Proprietà Magnetiche di materiali a) Caratteristiche magnetiche macroscopiche. Magnetizzazione e Suscettibilità Magnetica b) L' Hamiltoniano Generale. Tecniche e dati sperimentali c) Esperienze e esercitazioni (aula, laboratorio)</p> <p>Alla fine del corso lo studente deve aver acquisito: a) la comprensione della natura delle proprietà magnetiche di materiali di interesse inorganico; b) la conoscenza fondamentale del comportamento di materiali di interesse inorganico</p>		
Learning outcomes (2)		
<p><b>Aims</b> To illustrate the bases of knowledge of magnetic properties of materials and related experimental techniques. To provide understanding of basic features of magnetic materials in different activities.</p> <p><b>Synopsis</b></p> <p>1) Magnetic nature of the matter and the electromagnetic radiation a) The basic interpretation of the Magnetism b) Nuclear Magnetism</p> <p>2) Magnetic Behaviours of Materials a) Types of macroscopic magnetic behaviours. Magnetization and Magnetic Susceptibility b) Theoretical approach: the General Hamiltonian. Experimental techniques and data c) Some experiences and exercises</p> <p>By the end of the course, students could be acquired: a) Comprehension of the origin and nature of the magnetic properties of materials. b) Basic knowledge of the behaviours of magnetically active materials in different human activities.</p>		
Propedeuticità CHIMICA, CHIMICA-FISICA, MATEMATICA, FISICA		
Modalità di verifica (3) VOTAZIONE IN TRENTESIMI		
Obbligatorio		
Attività formativa/e e ore di didattica (5) LEZIONI FRONTALI, ESERCITAZIONI, LABORATORIO; 72 ORE		
No. Moduli (0): 1		

Attività Formativa	Caratt. X Affini Altre	SSD: Chim/02	CFU 3+3
Denominazione in italiano SPETTROSCOPIA EPR			
Course title EPR SPECTROSCOPY			
Anno di corso: I			
Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre): I semestre			
Lingua di insegnamento: italiano			
Obiettivi specifici di apprendimento (2) Fornire agli studenti un quadro completo e avanzato della spettroscopia EPR e della caratterizzazione di specie paramagnetiche in diversi ambiti applicativi. I contenuti del corso sono rilevanti per entrambi gli indirizzi della Laurea Magistrale.			
CONTENUTI:			

- Metalli paramagnetici e radicali
- tecniche speciali
- parametri EPR, g, A
- anisotropie, meccanismi di rilassamento
- forma e larghezza di riga
- EPR e multifrequenza
- sostituzione isotopica e arricchimento selettivo
- le problematiche degli spin label e dei radicali liberi
- i metalli di transizione paramagnetici, Fe, Mn, V, Cu
- il Cu nelle varie condizioni di moto (EPR nello stato rigido, moto lento e moto veloce e relative simulazioni)
- le tecniche spin trap e relative simulazioni
- familiarizzazione con l'uso di software commerciale e dedicato
- interpretazione di spettri inversi e costruzione di spettri diretti
- strumentazione EPR
- applicazioni al settore biologico, inorganico, organico con interpretazioni qualitative e quantitative
- applicazioni nel campo industriale con interpretazioni qualitative e quantitative

Alla fine del corso gli studenti dovrebbero aver acquisito conoscenze approfondite della tecnica di spettroscopia EPR, dovrebbero essere capaci di interpretare uno spettro EPR ed aver acquisito la conoscenza delle possibili applicazioni della tecnica in ambito biologico, inorganico ed organico.

Il corso inoltre prevede l'utilizzo diretto dello strumento e del software di elaborazione e simulazione dei dati al fine di interpretare gli spettri EPR.

#### Learning outcomes (2)

##### AIMS

To give students a deep and wide knowledge of EPR Spectroscopy and characterization of paramagnetic species in a variety of applicative fields. Course contents are relevant for both curricula.

##### SYNOPSIS

- paramagnetic metals and radicals
- special techniques
- EPR parameters: g and A
- Anisotropies and relaxation mechanism
- Line shape and line width
- Multifrequency EPR
- Selective Isotopic substitutions
- Spin labels and free radicals
- Transition metal ions Fe, Mn, V, Cu
- Copper in different motional conditions (EPR in rigid state, slow motion and fast motion; simulations)
- Spin traps simulations
- Use of commercial software and programmes realized in our laboratory
- Indirect spectra and direct spectra
- Instrumentation
- Application in biology organic, inorganic field from a qualitative and quantitative point of view
- Hints of industrial applications and qualitative and quantitative applications

By the end of the course, students should have gained a deepened knowledge of EPR technique and should be able to interpret and assign EPR Spectra. Furthermore they should become acquainted with potential applications in the biological, inorganic and organic fields. Practical use of instrumentation and training with the software necessary for simulation and interpretation of EPR Spectra, will be scheduled.

**Propedeuticità** Nessuna

**Modalità di verifica (3)** Esame finale con prova pratica di una caratterizzazione spettroscopica di una specie paramagnetica e simulazione dello spettro EPR integrata da colloquio orale che darà luogo ad una votazione in trentesimi

#### Obbligatorio

**Attività formativa/e e ore di didattica (5)** Lezioni frontali, esercitazioni e prove pratiche per un totale di 48 ore

#### No. Moduli (6): 2

##### Modulo 1 :

**Denominazione in italiano:** Spettroscopia EPR, A

**Module title:** EPR Spectroscopy, A

**CFU:** 3

**SSD:** CHIM/02

**Attività formativa/e e ore di didattica (5):** lezioni frontali, 24 ore

##### Modulo 2:

**Denominazione italiano:** Spettroscopia EPR, B

**Module title:** EPR Spectroscopy, B

**CFU:** 3

**SSD:** CHIM/02

**Attività formativa/e e ore di didattica (5):** Lezioni frontali, esercitazioni e prove pratiche, 24 ore

<b>Attività Formativa</b>	Caratt. Affini X Altre	<b>SSD: Chim/03</b>	<b>CFU 6</b>
<b>Denominazione in italiano Meccanismi di catalisi enzimatica</b>			
<b>Course title Mechanisms of enzyme catalysis</b>			
<b>Anno di corso 2</b>			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre) 1</b>			
<b>Lingua di insegnamento Italiano</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>SCOPI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprendere la teoria e le metodiche principali ed attuali per lo studio dei meccanismi di catalisi enzimatica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretare i dati sperimentali di cinetica enzimatica e correlarli alla struttura dell'enzima (se disponibile).</li> </ul> </li> </ul> <p>SINOSSI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalisi chimica, teoria dello stato di transizione, principi della catalisi, effetti isotopici. Equazioni fondamentali della cinetica enzimatica: l'equazione di Michaelis-Menten, inibizione competitiva, non-competitiva e acompetitiva.</li> <li>• Costanti di velocità di reazioni enzimatiche, pH dipendenza della catalisi enzimatica.</li> <li>• Metodi sperimentali per misure cinetiche e delle costanti di equilibrio: spettrofotometria UV-vis e CD, fluorimetria, dialisi di equilibrio, gel filtrazione, ultracentrifugazione, microcalorimetria. Cenni sui metodi "time-resolved"</li> <li>• Rapporto struttura-funzione di enzimi. Inibizione ed attivazione di enzimi. Modifiche di enzimi per via di ingegneria genetica. Regolazione dell'attività enzimatica ed interazioni enzima-proteina. Analisi di esempi riportati in letteratura.</li> </ul> <p>Alla fine del corso gli studenti dovranno aver acquisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La conoscenza dei principali meccanismi di biocatalisi e le metodiche di indagine.</li> <li>• La comprensione delle informazioni presenti nella letteratura scientifica a riguardo dei processi di catalisi enzimatica.</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To learn the theory and the main and recent methods for the study of the catalytic mechanism of enzymes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• To interpret the experimental data about enzyme kinetics and to correlate them to the enzyme structure (if available).</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemical catalysis, transition-state theory, principles of catalysis, isotopic effects. Fundamental equations of enzyme kinetics: the Michaelis-Menten equation. The different type of enzyme inhibition: competitive, non-competitive and uncompetitive.</li> <li>• Rate constants of enzyme reactions, the pH dependence of enzyme catalysis.</li> <li>• Experimental methods for kinetic measurements and equilibrium constant determinations: UV-vis and CD spectrometry, fluorimetry, equilibrium dialysis, gel filtration, ultracentrifugation, microcalorimetry. Time resolved-methods.</li> <li>• Structure-function relationships of enzymes. Enzyme inhibition and activation. Enzyme modification by genetic engineering. Regulation of the enzyme activity and enzyme-protein interactions. Analysis of literature examples.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The knowledge of the main catalytic mechanisms of enzymes and of the experimental methods used for their study.</li> <li>• The understanding of the data available in the scientific literature about the processes involved in enzyme catalysis.</li> </ul>			
<b>Propedeuticità Nessuna</b>			
<b>Modalità di verifica (3) Esame orale</b>			
<b>Obbligatorio/Facoltativo (4) Facoltativo</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5) 48 ore di lezioni frontali</b>			
<b>No. Moduli (6): 1</b>			

Attività Formativa	Caratt. Affini X Altre	SSD: Chim/02	CFU 6
<b>Denominazione in italiano Biocatalisi ambientale</b>			
<b>Course title Environmental Biocatalysis</b>			
<b>Anno di corso 2</b>			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre) 1</b>			
<b>Lingua di insegnamento Italiano</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>SCOPI Fornire agli studenti del corso di laurea specialistica una panoramica sulle alternative biologiche per quanto riguarda l'impiego di enzimi in biocatalisi ambientale.</p> <p>SYNOPSIS •Biocatalisi e "Biotecnologia bianca" concetti base, attualità e prospettive Industria europea dei coloranti. Classi di coloranti. Metodi di tintura. Metodi chimici, fisici e biologici per "Remediation". Fanghi attivati. Presentazione di un "case study". Ozono, elettroflocculazione, resine adsorbenti. Radicali dell'O<sub>2</sub>. Metodi aerobi ed anaerobi. Enzimi ligninolitici (Lignina perossidasi, Manganese perossidasi e Perossidasi Versatili, Laccasi) generalità. Le perossidasi e loro meccanismo catalitico. Le perossidasi Versatili (Dye Peroxidase): meccanismo catalitico ed intermedi radicalici. Applicazioni delle VP: degradazione di PAH, coloranti tessili, pesticidi Ossidasi con siti a Rame: le Laccasi, funzione biologica e mediatori. Metodi di immobilizzazione enzimatica (cellule intere, enzimi). Esempi di Bioreattori. Sintesi di nuovi composti (azo-coloranti, farmaci, etc.) utilizzando enzimi. Applicazioni industriali laccasi: decolorazione e defenolizzazione reflui provenienti dai frantoi, degradazione del carbone, Deni-lite (prodotto ind.), industria cartaria. Ossigenasi (mono e di). Meccanismo catalitico, impiego per sintesi e biotrasformazioni. Idrolasi. Metodi di produzione di bioetanolo di seconda generazione.</p> <p>Alla fine del corso gli studenti dovrebbero aver appreso quali sono le principali alternative ecocompatibili per quanto riguarda l'uso di sistemi enzimatici in ambito biotecnologico</p>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS The objectives of the course is to give a general insight on the use of enzymatic systems in environmental biocatalysis</p> <p>SYNOPSIS Biocatalysis and "White Biotechnology", basic concepts and prospectives. European industry of dyes. Dyes Classes. Conventional methods of remediation (Chemical, Physical). Biological methods (Activated sludges). Presentation of a case-study. Ozone, electroflocculation, absorbent resins. Oxygen radicals. Aerobic and anaerobic methods. Ligninolytic enzymes (LiP, MnP and VP, Laccases) general items. Peroxidases and their catalytic mechanism. Versatile peroxidase (Dye Peroxidase): catalytic mechanism and radical intermediates. VP applications: PAH degradation, pesticides, textile dyes. Oxidases with copper sites. Laccases, biological function and mediators. Methods for enzyme immobilization (whole cells, enzymes). Bioreactors. Synthesis of new compounds (azo-dyes, pharmaceuticals) using enzymes. Industrial applications of laccases. Oxygenasis (mono and di). Catalytic mechanism, synthesis and biotransformation. Hydrolysis. Methods for production of bioethanol of second generation.</p> <p>By the end of the course, students should have learned what are the uses of enzymatic systems in biotechnological frame.</p>			
<b>Propedeuticità Nessuna</b>			
<b>Modalità di verifica (3) Esame orale con voto in trentesimi</b>			
<b>Obbligatorio/Facoltativo (4) Facoltativo</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5) Lezioni frontali/48 ore</b>			
<b>No. Moduli (6):1</b>			



Attività Formativa	Caratt. Affini X Altre	SSD: Chim/03	CFU 5+1L
<b>Denominazione in italiano</b> <b>METALLI IN MEDICINA E NEGLI ALIMENTI</b>			
<b>Course title</b> <b>METALS IN MEDICINE AND IN FOOD</b>			
<b>Anno di corso SECONDO</b>			
<b>Periodo didattico (semestre) SECONDO</b>			
<b>Lingua di insegnamento ITALIAN AND ENGLISH</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>  <p>Scopi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● “Stato dell’arte” nell’uso dei metalli nella diagnosi e nella cura delle malattie dell’uomo e degli animali <ul style="list-style-type: none"> <li>● Metodologie di progettazione e realizzazione di nuovi diagnostici e farmaci a base di metalli</li> <li>● Metodologie atte al controllo dei metalli negli organismi viventi</li> <li>● Farmaco-cinetica di composti a base di metalli</li> <li>● I principali farmaci a base di metalli in uso corrente</li> <li>● Il contenuto dei metalli nelle bevande e negli alimenti</li> <li>● Elementi di tossicologia dei metalli</li> <li>● Tecniche sperimentali per la determinazione dei metalli nelle bevande, negli alimenti, nei liquidi fisiologici, nel suolo, nei vegetali e nelle carni</li> <li>● Quattro esperimenti di laboratorio su spettroscopia di assorbimento atomico attivazione elettrotermica e fiamma, cromatografia-massa, cromatografia in fase liquida ad alta prestazione, diffrattometria a raggi X</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Approfondimenti di termodinamica e cinetica in chimica inorganica e di coordinazione</li> <li>● Elementi di tossicità dei metalli</li> <li>● Cinetica del decadimento radioattivo</li> <li>● Elementi di farmacodinamica e chemioterapica a base di metalli</li> <li>● Radiodiagnostica e radioterapici a base di metalli</li> <li>● Farmaci e potenziali farmaci anticancro ed antimetastasi a base di metalli: platino, rutenio, titanio, gallio, stagno, lantanidi</li> <li>● Strategie per la progettazione, la sintesi e la caratterizzazione di farmaci anticancro ed anti-infiammatori a base di metalli</li> <li>● Strategie innovative per la somministrazione dei farmaci a base di metalli</li> <li>● I metalli nelle malattie neurologiche</li> <li>● Il ruolo dei metalli nell’insorgenza e nella cura delle malattie infiammatorie e reumatiche</li> <li>● I metalli nel metabolismo degli zuccheri</li> <li>● Composti metallo-NO in medicina <ul style="list-style-type: none"> <li>● Assunzione dei metalli attraverso la dieta e gli integratori</li> <li>● Il contenuto dei metalli nelle bevande, nei condimenti, nei semi, nei vegetali, nella carne, nel pesce.</li> <li>● Il ruolo della cottura dei cibi e della speciazione nell’assunzione dei metalli</li> <li>● Esperimenti di laboratorio rivolti alla determinazione quantitativa dei metalli negli alimenti, trattamento dei campioni tal quali prima della procedura analitica. Determinazioni in matrici liquide e solide. Spettroscopia di assorbimento atomico con attivazione elettrotermica in fornace di grafite e con fiamma di acetilene ed N<sub>2</sub>O. Metodi flash-cromatografici, HPLC, GC-MS. Determinazioni enologiche. Esperimenti di diffrazione da cristallo singolo e da polveri.</li> </ul> </li> </ul> <p>Alla fine del corso gli studenti devono aver acquisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● La comprensione del ruolo dei metalli nella cura di disordini e patologie</li> <li>● La capacità di programmare ed effettuare la ricerca nell’ambito dei composti metallici in medicina e negli alimenti</li> <li>● La capacità di effettuare le sintesi, le caratterizzazioni di composti metallici per la cura di uomini ed animali, e di determinare i metalli stessi in diverse matrici</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b>  <p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● State of art for the application of metal compounds in diagnosis and treatment of diseases in the humans and other animals</li> <li>● Design, preparation and characterization of new metal compounds aimed to reveal and treat humans and animals</li> <li>● Techniques aimed to check and control metal species in the body</li> <li>● Pharmaco-kinetics for metal based drugs</li> <li>● Prominent metal based drugs currently used in clinics</li> <li>● The content of metals in beverages and foods</li> <li>● Basic metal toxicology</li> <li>● Experimental methods for the determination of metals in beverages, foods, physiological liquids, soil, vegetables and meet</li> <li>● Four experiments on atomic absorption spectroscopy electrothermal activation and flame, chromatography-mass, high performance liquid chromatography, X-ray diffraction</li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Advanced concepts on thermodynamics and kinetics for inorganic and coordination compounds</li> <li>● Basic toxicology for metal species</li> <li>● Radioactive decay</li> <li>● Basic pharmaco-kinetics and chemotherapy for metal-based drugs</li> <li>● Metal based radiodiagnostics and radiotherapeutics</li> <li>● Pharmaceutical metal compounds and potential pharmaceutical metal compounds against cancer and metastases: platinum, ruthenium, titanium, gallium, tin and lanthanides</li> <li>● Main strategies for the design, the synthesis and characterization of anticancer and anti-inflammatory metal based agents</li> <li>● Innovative strategies for the administration of metal based drugs</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metals in neurological pathologies</li> <li>• The role of metal ions in inflammatory and rheumatic diseases</li> <li>• Metal ions as possible insuline modifiers</li> <li>• Metal-NO compounds in medicine</li> <li>• Uptake of metals through common diets and diet integrators</li> <li>• The content of metals in beverages, seeds, vegetables, meet</li> <li>• The role played by the ways to cook on the speciation of metals in foods and for their uptake</li> <li>• Lab experiments devoted to the quantitative determination of metals in foods and relevant pre-treatment methodologies of samples. Determinations in liquid and solid matrixes. Atomic absorption spectroscopy with electrothermal activation in graphite furnace with acetilene and N2O flame. Flash-chromatography, HPLC, GC-MS. Enological determination. X-ray diffraction experiments from single crystals and from powders.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprehension of the roles played by metal species in the insurgence and treatment of disorders and pathologies</li> <li>• The ability to design and carry out original and innovative advanced research in the field of metals in medicine and foods</li> <li>• The ability to carry out the syntheses and characterizations for metal compounds of significance in medicine, and to be able to analyse the metals in several matrixes</li> </ul>
<b>Propedeuticità Nessuna</b>
<b>Modalità di verifica (3)</b>
<b>DUE PROVE IN ITINERE 2X2ORE, UNA RELAZIONE DI LABORATORIO DI TRE CARTELLE, UN ESAME ORALE</b>
<b>Obbligatorio/Facoltativo (4)</b>
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5)</b>
<b>40 ORE DI LEZIONE FROMNTALE + SEDICI ORE DI LABORATORIO = 5 CFU + 1 CFU = 6 CFU</b>
<b>No. Moduli (6): 1</b>

Attività Formativa	Caratt. Affini X Altre	SSD: Chim/12	CFU 6
<b>Denominazione in italiano Bonifica di siti contaminati</b>			
<b>Course title Remediation of contaminated sites</b>			
<b>Anno di corso 2</b>			
<b>Periodo didattico (semestre) 1</b>			
<b>Lingua di insegnamento Italiano</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>Obiettivi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fornire agli studenti la competenze per operare nel settore delle bonifiche ambientali dove sono richieste per legge specifiche competenze chimiche.</li> <li>Essere in grado di produrre un progetto di bonifica nelle sue vari livelli di approfondimento.</li> <li>Essere in grado di valutare progetti di bonifica e suggerire correzioni e miglioramenti da un punto di vista tecnico/scientifico e in funzione delle norme vigenti.</li> </ul> <p>Programma</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduzione alla problematica dei siti contaminati.</li> <li>Cenni alla chimica e alla struttura dei suoli. Cenni di idrogeologia. Vulnerabilità dei suoli.</li> <li>Contaminazione dei suoli e delle acque di falda. Contaminanti organici e inorganici. Meccanismi di diffusione della contaminazione e passaggio in altre matrici ambientali.</li> <li>Recettori della contaminazione. Concetto di rischio e analisi di rischio.</li> <li>Tecnologie di bonifica.</li> <li>Legislazione sulle bonifiche ambientali.</li> </ul> <p>Alla fine del corso gli studenti dovrebbero essere in grado di: analizzare le caratteristiche geo-chimiche di un sito inquinato, di estendere un progetto di bonifica o di partecipare fattivamente alla sua stesura; analizzare progetti presentati da altri soggetti e di proporre miglioramenti e modifiche o di mettere in evidenze eventuali carenze.</p>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>To provide the expertise in the remediation of contaminated sites for which specific chemical skills are mandatory by law. <ul style="list-style-type: none"> <li>The student will be introduced to the compilation of a remediation project in the different steps required.</li> <li>Specific knowledge will be given about the evaluation of remediation projects with respect the scientific/technical and legislative aspects.</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction to the polluted sites topic.</li> <li>Basis of soil chemistry and soil structure. Basic hydrogeology. Soil vulnerability.</li> <li>Soil and groundwater pollution. Organic and inorganic contaminants. Mechanisms of pollution dispersion across the different environmental matrixes.</li> <li>Pollution receptors. Risk analysis.</li> <li>Remediation technologies.</li> <li>Legislation about polluted sites remediation.</li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The expertise in the management of polluted sites remediation from a scientific, technological and legislative point of view.</li> <li>The expertise in the evaluation and monitoring third part remediation projects.</li> </ul>			
<b>Propedeuticità Nessuna</b>			
<b>Modalità di verifica (3) Verifica finale orale</b>			
<b>Facoltativo</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5)</b>			
<b>Lezioni frontali (48 ore)</b>			
<b>No. Moduli (6):--1</b>			

Attività Formativa	Caratt. Affini X Altre	SSD: Chim/03	CFU 6
<b>Denominazione in italiano Metalloneurochimica</b>			
<b>Course title Metalloneurochemistry</b>			
<b>Anno di corso 2</b>			
<b>Periodo didattico (semestre/quadrimestre/trimestre) 1</b>			
<b>Lingua di insegnamento Italiano</b>			
<b>Obiettivi specifici di apprendimento (2)</b>			
<p>SCOPI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Illustrare l'importanza della omeostasi degli ioni metallici nel controllo dei processi di invecchiamento e neurodegenerazione. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornire una comprensione dei diversi fattori che regolano i meccanismi delle malattie neurodegenerative.</li> </ul> </li> </ul> <p>SINOSSI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principi di omeostasi del rame.</li> <li>• Principi di omeostasi del ferro.</li> <li>• Principi di omeostasi dello zinco.</li> <li>• Principi di omeostasi del manganese.</li> <li>• Meccanismi molecolari della produzione cellulare di radicali dell'ossigeno. Il ruolo dei mitocondri</li> <li>• Meccanismi molecolari collegati alla formazione dei sintomi patologici delle malattie di Alzheimer e di Parkinson, della sclerosi amiotrofica laterale e delle malattie prioniche.</li> <li>• Meccanismi molecolari che determinano la formazione di aggregate proteici. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relazioni tra perdita del controllo della omeostasi degli ioni metallici e neurodegenerazione.</li> </ul> </li> </ul> <p>Alla fine del corso, gli studenti Dovrebbero aver acquisito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensione dei meccanismi di reazione di rame, ferro, zinco e manganese rispetto al loro ruolo biologico nei processi neurodegenerativi.</li> <li>• Conoscenza dei meccanismi alla base del controllo delle concentrazioni di ioni metallici in biologia e dei fattori e delle conseguenze della perdita di regolazione.</li> </ul>			
<b>Learning outcomes (2)</b>			
<p>AIMS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To illustrate the importance of metal ion homeostasis in controlling ageing and neurodegenerative phenomena. <ul style="list-style-type: none"> <li>• To provide an understanding of the different factors that affect the pathways of neurodegenerative diseases.</li> </ul> </li> </ul> <p>SYNOPSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of copper homeostasis.</li> <li>• Principles of iron homeostasis</li> <li>• Principles of zinc homeostasis</li> <li>• Principles of manganese homeostasis</li> <li>• Molecular pathways involved in production of reactive oxygen species in cells. The role of mitochondria.</li> <li>• Molecular pathways involved in onset of pathological hallmarks of Alzheimer's and Parkinson's diseases, Amyotrophic Lateral Sclerosis and Prion diseases <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molecular pathways leading to formation of misfolded protein aggregates</li> <li>• Connections between de-regulation of metal ion homeostasis and neurodegenerations.</li> </ul> </li> </ul> <p>By the end of the course, students should have acquired</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprehension of the reaction mechanisms of copper, iron, zinc and manganese with appreciation of their biological role in neurodegeneration.</li> <li>• Knowledge of the mechanisms underlying the control of metal ion concentration in biology and of the factors and consequences of their de-regulation.</li> </ul>			
<b>Propedeuticità Nessuna</b>			
<b>Modalità di verifica (3) Esame orale su seminari preparati dagli studenti</b>			
<b>Obbligatorio/Facoltativo (4) Facoltativo</b>			
<b>Attività formativa/e e ore di didattica (5) 24 hr lezioni frontali + 36 ore attività seminariale</b>			
<b>No. Moduli (6): 1</b>			

## ALLEGATO 3

### Docenza del corso di studio

Insegnamento	SSD	Docente		Qualifica (3)	CFU	R-NM (4)	R-Ins (5)
		Nominativo (1)	SSD (2)				
Chimica delle proteine	BIO/10	Niccolai Neri	BIO/10	PO	6	X	X
Elettrochimica organo-bio-metallica	CHIM/03	Zanello Piero	CHIM/03	PO	6	X	X
Chimica dei Materiali	CHIM/03	Magnani Agnese	CHIM/03	PA	6		X
Chimica Bioinorganica I Mod	CHIM/03	Valensin Gianni	CHIM/03	PO	3		X
Chimica Bioinorganica II Mod	CHIM/03	Valensin Daniela	CHIM/03	RC	3	X	X
Spettroscopia EPR I Mod	CHIM/02	Basosi Riccardo	CHIM/02	PO	3	X	X
Spettroscopia EPR II Mod	CHIM/02	Baratto Maria Camilla	CHIM/02	RC	3	X	X
Chimica Fisica Superiore I Mod	CHIM/02	Basosi Riccardo	CHIM/02	PO	3		X
Chimica Fisica Superiore II Mod	CHIM/02	Petrongolo Carlo	CHIM/02	PA	3	X	X
Chimica Computazionale	CHIM/06	Olivucci Massimo	CHIM/06	PO	6	X	X
Biocristallografia	CHIM/03	Mangani Stefano	CHIM/03	PO	6		X
Chimica Fisica Biologica I Mod	CHIM/02	Donati Alessandro	CHIM/02	PA	6		X
Chimica Fisica Biologica II Mod	CHIM/02	Pogni Rebecca	CHIM/02	PA	3		X
Bonifica di siti contaminati	CHIM/12	Donati Alessandro	CHIM/02	PA	6		
Metalli in medicina e negli alimenti	CHIM/03	Cini Renzo	CHIM/03	PO	6		X
Metalloneurochimica	CHIM/03	Valensin/Gianni	CHIM/03	PO	6		X
Biocatalisi	CHIM/02	Pogni Rebecca	CHIM/02	PA	6		
	CHIM/03	Mangani Stefano	CHIM/03	PO	6		
Proprietà magnetiche, elettroniche e nucleari di materiali	CHIM/03	Laschi Franco	CHIM/03	PA	6		X
Chimica delle superfici e dei nanomateriali	CHIM/02	Atrei Andrea	CHIM/02	PA	6		X
Materiali ceramici avanzati	GEO/06	Gregorkiewitz Michael	GEO/06				
Metodi di caratterizzazione dei materiali e laboratorio I Mod	CHIM/03	Fabrizi De Biani Fabrizia	CHIM/03	RC	6		
Metodi di caratterizzazione dei materiali e laboratorio II Mod	CHIM/02	Bonechi Claudia	CHIM/02	RC	3	X	X
Numero totale dei docenti per R-NM (6)						8	
Numero totale CFU per R-Ins (7)						90	
Numero totale dei CFU per gli insegnamenti attivati nelle attività caratterizzanti e affini o integrative (8)						69	
Numero totale dei CFU per gli insegnamenti attivati nelle attività caratterizzanti e affini o integrative coperti docenti a contratto						0	

Percentuale dei CFU degli insegnamenti attivati nelle attività caratterizzanti e affini o integrative coperti con docenti a contratto (9)
---

0
---

## ALLEGATO 4

### Docenti garanti del corso di studio

Nominativo	Qualifica	SSD	Temi di ricerca (1)
BASOSI Riccardo	PO	CHIM/02	Spettroscopia EPR – Complessi del Rame – Biocatalisi – Metalloproteine
OLIVUCCI Massimo	PO	CHIM/06	Chimica computazionale – Meccanismi reazioni fotocatalizzate
VALENSIN Gianni	PO	CHIM/03	Metalloneurochimica – Spettroscopia NMR – Complessi rame e zinco con peptidi