

# Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche A.A. 2014/2015

## **Art. 1 – Oggetto e finalità del Regolamento**

1. Il presente regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche nel rispetto delle prescrizioni contenute nel Regolamento didattico di Ateneo.
2. Il Corso di Laurea rientra nella Classe delle Lauree n. LM-54 in Scienze Chimiche come definita dalla normativa vigente.

## **Art. 2 – Obiettivi formativi specifici**

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche si pone come obiettivo generale l'integrazione ed il rafforzamento delle competenze di base conseguite nel I ciclo nei vari settori della chimica e offre la possibilità di acquisire competenze specialistiche in uno specifico ambito della chimica o della scienza dei materiali. Il Corso di Laurea potrà quindi essere articolato in "curricula" funzionali a specifiche esigenze formative. Spazio significativo viene dedicato alle attività connesse con la tesi con la quale lo studente affronta un argomento di ricerca scientifica ed impara ad applicare le conoscenze teoriche acquisite. Il Corso di Laurea in Scienze Chimiche inoltre prevede un periodo di tirocinio formativo da svolgere all'interno dell'università o presso le aziende, pubbliche o private opportunamente convenzionate, quale parte integrante del percorso formativo. Una lista di competenze acquisite, basata sui descrittori di Dublino, è riportata di seguito.

### ***a. Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)***

Il laureato deve aver acquisito una approfondita conoscenza nei diversi settori della chimica inorganica, della chimica fisica, della chimica organica, della chimica analitica e della fisica della materia e dimestichezza con le principali metodologie e tecniche strumentali di analisi e sintesi per la caratterizzazione strutturale e la definizione di relazioni struttura-proprietà e per la comprensione di fenomeni a livello molecolare. Deve inoltre conoscere i fondamentali approcci computazionali alle problematiche inerenti alla chimica e alla scienza dei materiali. Il Corso di Laurea Magistrale prevede una intensa attività didattica laboratoriale finalizzata alla conoscenza delle moderne strumentazioni di misura delle proprietà dei composti chimici e/o dei materiali e delle tecniche di determinazione strutturale.

### ***b. Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)***

Il laureato deve essere in grado di applicare le proprie conoscenze nei diversi settori della chimica e/o della scienza dei materiali, mostrando di avere padronanza del metodo scientifico di indagine e competenze sia per ideare e sostenere argomentazioni che per risolvere problemi chimici anche in contesti interdisciplinari. Deve saper lavorare correttamente in laboratorio, con autonomia e capacità decisionale, affrontando e risolvendo problemi nei vari campi nelle scienze chimiche e dei materiali, assumendo decisioni motivate e traendo conclusioni sulla base dei dati e delle informazioni a disposizione.

### ***c. Autonomia di giudizio (making judgements)***

I laureati devono aver acquisito elevate capacità di ragionamento critico e devono essere in grado di svolgere attività di ricerca scientifica in modo autonomo nel settore prescelto, individuando i metodi più appropriati per affrontare problematiche nell'ambito della chimica e della scienza dei materiali. Devono essere capaci di progettare e condurre esperimenti, interpretarne i risultati e ideare lo sviluppo successivo della sperimentazione al fine di acquisire conoscenze e/o di ottimizzare metodiche o processi in un contesto di ricerca scientifica ed applicativo. Devono inoltre saper utilizzare in modo appropriato le fonti bibliografiche e gli archivi elettronici disponibili sul WEB.

### ***d. Abilità comunicative (communication skills)***

Il laureato in Scienze Chimiche deve essere in grado di comunicare, in modo chiaro e privo di ambiguità, informazioni, dati scientifici e conclusioni ad interlocutori specialisti e non specialisti, anche attraverso l'elaborazione di relazioni scritte, presentando i dati sperimentali in forma di schemi, tabelle

e grafici, utilizzando anche la lingua inglese e gli strumenti informatici necessari per la presentazione. Deve essere capace di lavorare in gruppo, di operare con ampi gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro. Tali obiettivi vengono raggiunti mediante attività formative di laboratorio e la preparazione della presentazione scritta e orale della prova finale.

#### ***e. Capacità di apprendimento (learning skills)***

I laureati devono aver sviluppato la capacità di apprendimento che li renda in grado di aggiornarsi con efficacia in tutti i settori della chimica, della scienza dei materiali e loro applicazioni. Devono essere quindi in grado di integrare in modo efficace le conoscenze acquisite individuando i libri di testo, la letteratura scientifica di riferimento e altri materiali utili agli approfondimenti. Devono infine avere la capacità di leggere e apprendere in lingua inglese. La capacità di apprendimento viene monitorata durante il corso di studio mediante verifiche di profitto e prove di esame che vertono sulle nozioni da acquisire attraverso lo studio autonomo.

#### **Art. 3 – Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

1. Il Corso prepara alla professione di Chimico Senior.
2. I contenuti del corso di laurea magistrale forniscono la preparazione necessaria per poter esercitare la professione di chimico in modo autonomo (libera professione con iscrizione all'Albo professionale dei Chimici - Sezione A, previo superamento dell'Esame di Stato) o per poter accedere ad enti di ricerca, pubbliche amministrazioni, società professionali e studi di consulenza nazionali o internazionali, aziende, industrie e laboratori di ricerca, di analisi, di controllo e certificazione qualità ed ambienti di lavoro che richiedano approfondite conoscenze nei settori della sintesi e caratterizzazione di nuovi prodotti e di nuovi materiali, della salute, dell'alimentazione, della cosmetica. Tra le attività che i laureati magistrali potranno svolgere si indicano in particolare: le attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie, e l'esercizio di funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione. La laurea magistrale in Scienze chimiche costituisce un titolo preferenziale per l'accesso al Dottorato di ricerca dell'area.
3. Il laureato Magistrale può svolgere attività professionale ad elevata specializzazione nei settori dell'industria, nei laboratori di ricerca pubblici e privati, nei settori della sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali, della salute, dell'ambiente, dell'energia, della sicurezza, dell'alimentazione, dei beni culturali. È in grado di lavorare con ampia autonomia, assumendo responsabilità di progetti e strutture, utilizzando le conoscenze acquisite nell'ambito delle scienze chimiche e dei materiali e applicando in autonomia le metodiche disciplinari di indagine acquisite. I laureati potranno svolgere attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, gestione e progettazione delle tecnologie. Il Corso di Laurea Magistrale consente l'accesso ai corsi di terzo livello, come Dottorati di Ricerca e Master di II livello in ambito chimico e nella scienza dei materiali e in altri settori scientifici o riguardanti tematiche interdisciplinari, nonché ai corsi di specializzazione per l'insegnamento alle scuole secondarie.
4. Lo sbocco occupazionale del laureato magistrale è offerto da:
  - Università, Enti di ricerca, Agenzie quali ARPA, ANPAT, Ministeri, Protezione civile;
  - Centri di ricerca industriale e applicata, produzione industriale, società di certificazione, controllo qualità;
  - Agenzie di divulgazione scientifica.

#### **Art. 4 – Quadro generale delle attività formative**

1. Il quadro generale delle attività formative (ordinamento didattico) risulta dalle tabelle di cui all'**allegato 1** che è parte integrante del presente Regolamento.
2. La programmazione dell'attività didattica è approvata annualmente dal Consiglio di Dipartimento di riferimento, sentiti i Dipartimenti associati e la Scuola competente, laddove istituita, e acquisito il parere favorevole della Commissione Didattica Paritetica competente.

### **Art. 5 – Ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche**

1. Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche devono essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.
2. Allo studente in possesso del titolo di laurea conseguito nelle classi 21 e L-27 sarà valutato il curriculum pregresso per identificare la presenza di attività formative, obbligatorie nel curriculum prescelto della Laurea Magistrale, per le quali ha già sostenuto l'esame nel Corso di Laurea triennale. In questo caso il corso dovrà essere sostituito da un insegnamento del medesimo ambito disciplinare o comunque di settore compatibile con gli intervalli delle Tabelle RAD.
3. L' ammissione è consentita anche a studenti in possesso di altre Lauree che consentono una buona conoscenza scientifica di base nelle discipline matematiche e fisiche e un'adeguata preparazione nelle diverse discipline chimiche, dalla chimica generale ed inorganica, alla chimica organica, chimica fisica e analitica, nonché nella biochimica e nella scienza dei materiali. Una valutazione del curriculum pregresso dello studente da parte della Commissione Didattica del Consiglio di Area Didattica (CAD), integrata da un eventuale colloquio, permetterà l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche con un percorso formativo personalizzato che permetta allo studente di colmare eventuali carenze, come previsto dalla normativa vigente.

### **Art. 6 - Crediti Formativi Universitari (CFU)**

1. Le attività formative previste nel Corso di Studio prevedono l'acquisizione da parte degli studenti di crediti formativi universitari (CFU), ai sensi della normativa vigente.
2. A ciascun CFU corrispondono 25 ore di impegno complessivo per studente.
3. La quantità media di impegno complessivo di apprendimento svolto in un anno da uno studente impegnato a tempo pieno negli studi universitari è fissata convenzionalmente in 60 crediti.
4. La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale non può essere inferiore al 50%, tranne nel caso in cui siano previste attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.
5. Nel carico standard di un CFU corrispondono:
  - a) didattica frontale: 8 ore/CFU
  - b) esercitazioni in aula: 12 ore/CFU
  - c) pratica individuale in laboratorio: 12 ore/CFU
  - d) tirocinio formativo: 25 ore/CFU
6. I crediti formativi corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente previo superamento dell'esame o a seguito di altra forma di verifica della preparazione o delle competenze conseguite.
7. I crediti acquisiti a seguito di esami sostenuti con esito positivo per insegnamenti aggiuntivi rispetto a quelli conteggiabili ai fini del completamento del percorso che porta al titolo di studio, rimangono registrati nella carriera dello studente e possono dare luogo a successivi riconoscimenti ai sensi della normativa in vigore.
8. L'iscrizione al successivo anno di corso è consentita agli studenti indipendentemente dal tipo di esami sostenuti e dal numero di crediti acquisiti, ferma restando la possibilità per lo studente di iscriversi come studente ripetente.

### **Art. 7 - Tipologia delle forme didattiche adottate**

1. L'attività didattica è articolata nelle seguenti forme:
  - a) lezioni frontali
  - b) esercitazioni pratiche a gruppi di studenti
  - c) attività tutoriale durante il tirocinio professionalizzante
  - d) attività tutoriale nella pratica in laboratorio

### **Art. 8 – Piano didattico ordinamentale**

1. Il piano di studi del Corso, con l'indicazione del percorso formativo e degli insegnamenti previsti, è riportato nell'**allegato 2**, che forma parte integrante del presente Regolamento.

2. Il piano di studi indica altresì il *settore scientifico-disciplinare* cui si riferiscono i singoli insegnamenti, l'eventuale suddivisione in moduli degli stessi, nonché il numero di CFU attribuito a ciascuna attività didattica.
3. Nell'**allegato 3** sono riportate le competenze, le abilità e i contenuti disciplinari degli insegnamenti previsti nel piano di studi.
4. L'Ordinamento Didattico (**allegato 1**) prevede 12 CFU per insegnamenti a scelta da prelevare da una lista che viene proposta prima dell'inizio di ogni Anno Accademico e 9 CFU per le attività formative autonomamente scelte dallo studente (ai sensi dell'Art. 10 comma 5 lettera a) del D.M. 2 ottobre 2004, n. 270), purché coerenti con il suo progetto formativo. Lo studente, all'atto dell'iscrizione di corso, deve dichiarare e presentare le proprie scelte in Segreteria Studenti entro la scadenza stabilita.
5. L'acquisizione dei crediti formativi relativi alle attività formative indicate nell'allegato 2 comporta il conseguimento della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche.
6. Per il conseguimento della Laurea Magistrale in Scienze Chimiche è in ogni caso necessario aver acquisito 120 CFU, negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari previsti dal regolamento didattico di Ateneo.
7. La Commissione Didattica Paritetica competente verifica la congruenza dell'estensione dei programmi rispetto al numero di crediti formativi assegnati a ciascuna attività formativa.
8. Su proposta del CAD, acquisito il parere favorevole della Commissione Didattica Paritetica competente, il piano di studi è approvato annualmente dal Consiglio di Dipartimento di riferimento sentiti gli eventuali Dipartimenti associati e la Scuola competente, ove istituita.

#### **Art. 9 - Piani di studio individuali**

1. Il piano di studio individuale, che prevede l'inserimento di attività diverse dagli insegnamenti indicati nel piano di studi di cui all'allegato 2 del presente Regolamento, deve essere approvato dal CAD.

#### **Art. 10 - Attività didattica opzionale**

1. L'Ordinamento Didattico (**allegato 1**) prevede l'acquisizione di 9 CFU per attività formative liberamente scelte (attività didattiche opzionali) tra tutti gli insegnamenti attivati nell'ateneo, consentendo anche l'acquisizione di ulteriori crediti formativi nelle discipline di base e caratterizzanti, purché coerenti con il progetto formativo definito dal piano di studi.
2. La coerenza deve essere valutata dal CAD con riferimento all'adeguatezza delle motivazioni eventualmente fornite dallo studente.

#### **Art. 11 - Altre attività formative**

1. L'Ordinamento Didattico (**allegato 1**) prevede l'acquisizione di 6 CFU denominati come "altre attività formative" (DM 270/2004 - Art. 10, comma 5).

##### *a. Tirocini formativi e di orientamento*

L'Ordinamento Didattico prevede 6 CFU per attività di tirocinio formativo che può essere svolto presso strutture interne all'Ateneo o in strutture esterne a questo. Il tirocinio presso strutture esterne all'Ateneo, convenzionate o preventivamente autorizzate dal CAD, deve essere approvato tramite delibera di quest'ultimo.

#### **Art. 12 - Semestri**

1. Il calendario degli insegnamenti impartiti nel Corso è articolato in semestri.
2. Il Senato Accademico definisce il Calendario Accademico non oltre il 31 Maggio.
3. Il calendario didattico viene approvato da ciascun Dipartimento di riferimento, su proposta del competente CAD, nel rispetto di parametri generali stabiliti dal Senato Accademico, per l'intero Ateneo.
4. Il calendario delle lezioni è emanato dal Direttore del Dipartimento di riferimento, dopo l'approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento.
5. Tale calendario prevede l'articolazione dell'anno accademico in semestri nonché la non sovrapposizione dei periodi dedicati alla didattica a quelli dedicati alle prove di esame e altre verifiche del profitto.

6. Nell'organizzazione dell'attività didattica, il piano di studi deve prevedere una ripartizione bilanciata degli insegnamenti e dei corrispondenti CFU tra il primo e il secondo semestre.

### **Art. 13 - Verifica dell'apprendimento e acquisizione dei CFU**

1. Nell'**allegato 2** del presente regolamento (piano di studi) sono indicati i corsi per i quali è previsto un accertamento finale che darà luogo a votazione (esami di profitto) o a un semplice giudizio idoneativo.
2. Il calendario degli esami di profitto, nel rispetto del Calendario Didattico annuale, è emanato dal Direttore del Dipartimento di riferimento, in conformità a quanto disposto dal Regolamento didattico di Dipartimento ed è reso pubblico all'inizio dell'anno accademico e, comunque, non oltre il 30 ottobre di ogni anno.
3. Gli appelli d'esame e di altre verifiche del profitto devono avere inizio alla data fissata, la quale deve essere pubblicata almeno trenta giorni prima dell'inizio della sessione. Eventuali spostamenti, per comprovati motivi, dovranno essere autorizzati dal Direttore del Dipartimento di riferimento, il quale provvede a darne tempestiva comunicazione agli studenti. In nessun caso la data di inizio di un esame può essere anticipata.
4. Le date degli appelli d'esame relativi a corsi appartenenti allo stesso semestre e allo stesso anno di corso non possono sovrapporsi.
5. Per ogni anno accademico, per ciascun insegnamento, deve essere previsto un numero minimo di 7 appelli e un ulteriore appello straordinario per gli studenti fuori corso. Là dove gli insegnamenti prevedano prove di esonero parziale, oltre a queste, per quel medesimo insegnamento, deve essere previsto un numero minimo di 6 appelli d'esame e un ulteriore appello straordinario per i fuori corso.
6. I docenti, anche mediante il sito internet, forniscono agli studenti tutte le informazioni relative al proprio insegnamento (programma, prova d'esame, materiale didattico, esercitazioni o attività assistite equivalenti ed eventuali prove d'esonero, ecc.).
7. Gli appelli d'esame, nell'ambito di una sessione, devono essere posti ad intervalli di almeno 2 settimane.
8. Lo studente in regola con la posizione amministrativa potrà sostenere, senza alcuna limitazione, le prove di esonero e gli esami in tutti gli appelli previsti, nel rispetto delle propedeuticità e delle eventuali attestazioni di frequenza previste dall'ordinamento degli studi.
9. Con il superamento dell'accertamento finale lo studente consegue i CFU attribuiti alla specifica attività formativa.
10. Non possono essere previsti in totale più di 12 esami o valutazioni finali di profitto.
11. L'esame può essere scritto, orale o scritto e orale. L'esame orale è pubblico. La valutazione degli studenti può essere fatta in parte in corso d'anno, ad esempio mediante la valutazione di relazioni o compiti fatti sia in aula sia a casa, e mediante una verifica finale consistente di norma in un compito scritto e in una prova orale. La verifica finale permette di evidenziare il superamento di possibili insufficienze nella preparazione dello studente, eventualmente manifestatesi durante le valutazioni in corso d'anno. Lo studente ha diritto di conoscere, fermo restando il giudizio della commissione, i criteri di valutazione che hanno portato all'esito della prova d'esame, nonché a prendere visione della propria prova, qualora scritta, e di apprendere le modalità di correzione.
12. Gli esami comportano una valutazione che deve essere espressa in trentesimi, riportata su apposito verbale. L'esame è superato se la valutazione è uguale o superiore a 18/30. In caso di votazione massima (30/30) la commissione può concedere la lode. La valutazione di insufficienza non è corredata da votazione.
13. Nel caso di prove scritte, è consentito allo studente per tutta la durata delle stesse di ritirarsi. Nel caso di prove orali, è consentito allo studente di ritirarsi fino al momento antecedente la verbalizzazione della valutazione finale di profitto.
14. Non è consentita la ripetizione di un esame già superato.
15. Le Commissioni giudicatrici degli esami e delle altre prove di verifica del profitto sono nominate dal dal Direttore del Dipartimento di riferimento, secondo quanto stabilito dal Regolamento Didattico di Ateneo e dal Regolamento Didattico di Dipartimento.

16. Il verbale digitale, debitamente compilato dal Presidente della Commissione, deve essere completato mediante apposizione di firma digitale da parte del Presidente medesimo entro tre giorni dalla data di chiusura dell'appello. La digitalizzazione della firma è per l'Ateneo obbligo di legge a garanzia di regolare funzionamento, anche ai fini del rilascio delle certificazioni agli studenti. L'adesione a questo obbligo da parte dei docenti costituisce dovere didattico. Nelle more della completa adozione della firma digitale, il verbale cartaceo, debitamente compilato e firmato dai membri della Commissione, deve essere trasmesso dal Presidente della Commissione alla Segreteria Studenti competente entro tre giorni dalla valutazione degli esiti.

#### **Art. 14 - Obbligo di frequenza**

1. I corsi sono costituiti da lezioni frontali ed esercitazioni numeriche in aula. Altri corsi prevedono attività di laboratorio, oltre alle lezioni ed esercitazioni in aula. La frequenza ai corsi è altamente consigliata. Gli studenti che non possono frequentare regolarmente potranno rendere nota tale situazione al Presidente del CAD e contattare i docenti dei corsi per trovare una forma alternativa di didattica.
2. La frequenza alle attività di laboratorio è obbligatoria e lo studente deve acquisire l'attestazione della presenza ad almeno il 75 % delle ore previste. La frequenza viene certificata dal docente titolare del corso alla fine del semestre di erogazione.

#### **Art. 15 - Prova finale e conseguimento del titolo di studio**

1. Per sostenere la prova finale lo studente dovrà aver conseguito tutti gli altri crediti formativi universitari previsti nel piano degli studi.
2. Alla prova finale sono attribuiti 30 CFU.
3. La prova finale consiste nella preparazione e discussione di una tesi sperimentale svolta sotto la supervisione di uno o più docenti afferenti al CAD di Chimica e Materiali. La tesi dovrà consistere in un elaborato originale, che può essere redatto in lingua inglese, e dovrà essere sviluppato in maniera autonoma dallo studente sulla base di un'attività sperimentale di laboratorio incentrata su problematiche proprie della ricerca scientifica. La tesi è finalizzata al conseguimento di capacità di lavoro sperimentale autonomo, acquisizione ed elaborazione dei dati, discussione e presentazione critica dei risultati e delle fonti bibliografiche internazionali. A partire dal I semestre del II anno, lo studente deve presentare al CAD domanda di laurea, controfirmata dal/i relatore/i, con l'argomento scelto per la prova finale, che potrà essere discussa dopo almeno 6 mesi dalla presentazione della domanda di assegnazione. Durante l'A.A. sono previste tre sessioni di laurea: estiva (luglio), autunnale (ottobre-dicembre) e primaverile (marzo). La domanda di Laurea, in via amministrativa, viene presentata nei termini stabiliti dalla segreteria studenti e la tesi viene consegnata alla segreteria 15 giorni prima dell'appello di Laurea.
4. La prova finale può svolgersi in lingua inglese.
5. La prova finale si svolge davanti a una Commissione d'esame nominata dal Direttore del Dipartimento di Riferimento e composta da almeno sette componenti.
6. La media finale dei voti, pesata sui relativi crediti, viene espressa in centodecimi e può essere aumentata al massimo di 11 punti, per formare il voto di laurea, sulla base della valutazione complessiva della carriera di studi dello studente e della prova finale.
7. Gli studenti hanno il diritto di concordare l'argomento della prova finale con il docente relatore, autonomamente scelto dallo studente.
8. La valutazione della prova finale e della carriera dello studente, in ogni caso, non deve essere vincolata ai tempi di completamento effettivo del percorso di studi.
9. Ai fini del superamento della prova finale è necessario conseguire il punteggio minimo di 66 punti. L'eventuale attribuzione della lode, in aggiunta al punteggio massimo di 110 punti, è subordinata alla accertata rilevanza dei risultati raggiunti dal candidato e alla valutazione unanime della Commissione. La Commissione, all'unanimità, può altresì proporre la dignità di stampa della tesi o la menzione d'onore.
10. Lo svolgimento della prova finale è pubblico e pubblico è l'atto della proclamazione del risultato finale.
11. Le modalità per il rilascio dei titoli congiunti sono regolate dalle relative convenzioni.

#### **Art. 16 - Valutazione dell'attività didattica**

1. Il CAD rileva periodicamente, mediante appositi questionari distribuiti agli studenti, i dati concernenti la valutazione, da parte degli studenti stessi, dell'attività didattica svolta dai docenti.
2. Il Consiglio Dipartimento di riferimento, avvalendosi della Commissione Didattica Paritetica competente, predispose una relazione annuale sull'attività e sui servizi didattici, utilizzando le valutazioni effettuate dal CAD. La relazione annuale è redatta tenendo conto della soddisfazione degli studenti sull'attività dei docenti e sui diversi aspetti della didattica e dell'organizzazione, e del regolare svolgimento delle carriere degli studenti, della dotazione di strutture e laboratori, della qualità dei servizi e dell'occupazione dei Laureati. La relazione, approvata dal Consiglio di Dipartimento di riferimento, viene presentata al Nucleo di Valutazione di Ateneo che formula proprie proposte ed osservazioni e successivamente le invia al Senato Accademico.
3. Il Consiglio di Dipartimento di riferimento valuta annualmente i risultati della attività didattica dei docenti tenendo conto dei dati sulle carriere degli studenti e delle relazioni sulla didattica offerta per attuare interventi tesi al miglioramento della qualità del percorso formativo.

#### **Art. 17 - Riconoscimento dei crediti, mobilità studentesca e riconoscimento di studi compiuti all'estero**

1. Il CAD può riconoscere come crediti le attività formative maturate in percorsi formativi universitari pregressi, anche non completati.
2. I crediti acquisiti in Corsi di Master Universitari possono essere riconosciuti solo previa verifica della corrispondenza dei SSD e dei relativi contenuti.
3. Il CAD disciplina le modalità di passaggio di uno studente da un curriculum ad un altro tenendo conto della carriera svolta e degli anni di iscrizione.
4. Relativamente al trasferimento degli studenti da altro corso di studio, dell'Università dell'Aquila o di altra università, è assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei crediti già maturati dallo studente, secondo criteri e modalità stabiliti dal CAD e approvati dalla Commissione Didattica Paritetica competente, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Il mancato riconoscimento di crediti deve essere adeguatamente motivato.
5. Esclusivamente nel caso in cui il trasferimento dello studente sia effettuato da un Corso di Studio appartenente alla medesima classe, il numero di crediti relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti non può essere inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% è riconosciuta solo se il corso di provenienza risulta accreditato ai sensi della normativa vigente.
6. Gli studi compiuti per conseguire i diplomi universitari in base ai pre-vigenti ordinamenti didattici sono valutati in crediti e vengono riconosciuti per il conseguimento della Laurea. La stessa norma si applica agli studi compiuti per conseguire i diplomi delle scuole dirette a fini speciali istituite presso le Università, qualunque ne sia la durata.
7. Il CAD può riconoscere come crediti formativi universitari, secondo criteri predeterminati e approvati dalla Commissione Didattica Paritetica competente, le conoscenze e abilità professionali, nonché quelle informatiche e linguistiche, certificate ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'Università abbia concorso. Il numero massimo di crediti riconoscibili per conoscenze e attività professionali pregresse è limitato a 12 CFU. Le attività già riconosciute ai fini dell'attribuzione di CFU nell'ambito di Corsi di Laurea non possono essere nuovamente riconosciute come crediti formativi.
8. In relazione alla quantità di crediti riconosciuti, ai sensi dei precedenti commi, il CAD, previa approvazione della Commissione Didattica Paritetica competente, può abbreviare la durata del corso di studio con la convalida di esami sostenuti e dei crediti acquisiti, e indica l'anno di Corso al quale lo studente viene iscritto e l'eventuale debito formativo da assolvere.
9. La delibera di convalida di frequenze, esami e periodi di tirocinio svolti all'estero deve esplicitamente indicare, ove possibile, le corrispondenze con le attività formative previste nel piano ufficiale degli studi o nel piano individuale dello studente.

10. Il CAD attribuisce agli esami convalidati la votazione in trentesimi sulla base di tabelle di conversione precedentemente fissate.
11. Ove il riconoscimento di crediti sia richiesto nell'ambito di un programma che ha adottato un sistema di trasferimento dei crediti (ECTS), il riconoscimento stesso tiene conto anche dei crediti attribuiti ai Corsi seguiti all'estero.
12. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero, della frequenza richiesta, del superamento degli esami e delle altre prove di verifica previste e del conseguimento dei relativi crediti formativi universitari da parte di studenti del Corso di Laurea Magistrale è disciplinato da apposito Regolamento.
13. Il riconoscimento dell'idoneità di titoli di studio conseguiti all'estero ai fini dell'ammissione al Corso, compresi i Corsi di Dottorato di Ricerca, è approvato, previo parere del CAD e della Commissione Didattica Paritetica competente, dal Senato Accademico.

#### **Art. 18 - Orientamento e tutorato**

1. Sono previste le seguenti attività di orientamento e tutorato svolte dai Docenti:
  - a) attività didattiche e formative propedeutiche, intensive, di supporto e di recupero, finalizzate a consentire l'assolvimento del debito formativo;
  - b) attività di orientamento rivolte sia agli studenti di Scuola superiore per guidarli nella scelta degli studi, sia agli studenti universitari per informarli sui percorsi formativi, sul funzionamento dei servizi e sui benefici per gli studenti, sia infine a coloro che hanno già conseguito titoli di studio universitari per avviarli verso l'inserimento nel mondo del lavoro e delle professioni;
  - c) attività di tutorato finalizzate all'accertamento e al miglioramento della preparazione dello studente, mediante un approfondimento personalizzato della didattica finalizzato al superamento di specifiche difficoltà di apprendimento.

#### **Art. 19 - Studenti impegnati a tempo pieno e a tempo parziale, studenti fuori corso e ripetenti, interruzione degli studi**

1. Sono definiti due tipi di curriculum corrispondenti a differenti durate del corso: a) curriculum con durata normale per gli studenti impegnati a tempo pieno negli studi universitari; b) curriculum con durata superiore alla normale ma comunque pari a non oltre il doppio di quella normale, per studenti che si autoqualificano "non impegnati a tempo pieno negli studi universitari". Per questi ultimi le disposizioni sono riportate nell'apposito regolamento.
2. Salvo diversa opzione all'atto dell'immatricolazione, lo studente è considerato come impegnato a tempo pieno.

#### **Art. 20 - Consiglio di Area Didattica (CAD)**

1. Il Corso è retto dal Consiglio di Area Didattica, costituito da tutti i docenti del Corso e da rappresentanti degli studenti secondo quanto stabilito nel Regolamento Didattico Del Dipartimento di riferimento.

#### **Art. 21 – Internazionalizzazione e percorsi di eccellenza.**

Con l'obiettivo di facilitare la mobilità in ingresso di studenti stranieri, anche in termini di immatricolazione al corso di studio, è previsto che più moduli didattici possano essere tenuti in lingua inglese.

Come attività aggiuntiva rispetto a quelle richieste per il conseguimento del titolo di studio, è prevista l'istituzione di percorsi di eccellenza, con attività aggiuntive orientate ad anticipare a livello pre-dottorale la formazione per la ricerca, secondo quanto stabilito da apposito Regolamento.

## ALLEGATO 1 - ORDINAMENTO DIDATTICO

<b>ATTIVITÀ FORMATIVE INDISPENSABILI</b>				
<b>Attività formative:</b>	<b>Ambiti disciplinari</b>	<b>Settori scientifico-disciplinari</b>	<b>CFU</b>	<b>Tot. CFU</b>
<b>Caratterizzanti</b>	<b>Discipline biochimiche</b>	BIO/10 - Biochimica BIO/11 - Biologia molecolare BIO/12 - Biochimica clinica e biologia molecolare clinica	<b>0</b>	<b>48</b>
	<b>Discipline chimiche analitiche e ambientali</b>	CHIM/01 - Chimica analitica CHIM/12 - Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	<b>6</b>	
	<b>Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche</b>	CHIM/02 - Chimica fisica CHIM/03 - Chimica generale e inorganica	<b>21</b>	
	<b>Discipline chimiche industriali</b>	CHIM/04 - Chimica industriale CHIM/05 - Scienza e tecnologia dei materiali polimerici	<b>0</b>	
	<b>Discipline chimiche organiche</b>	CHIM/06 - Chimica organica CHIM/10 - Chimica degli alimenti CHIM/11 - Chimica e biotecnologia delle fermentazioni	<b>21</b>	
<b>Affini o integrative</b>		FIS/03 - Fisica della materia ING-IND/22 - Scienza e tecnol. materiali	<b>0-27</b>	<b>27</b>
		CHIM/01 - Chimica analitica CHIM/02 - Chimica fisica CHIM/03 - Chimica generale e inorganica CHIM/06 - Chimica organica CHIM/08 - Chimica Farmaceutica CHIM/12 - Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	<b>0-27</b>	
<b>A scelta</b>			<b>9</b>	
<b>Tirocinio</b>			<b>6</b>	
<b>Prova finale</b>			<b>30</b>	

## ALLEGATO 2 - PIANO DIDATTICO

### PRIMO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA			SEM
			T	E	L	B	C	altre	
F0034	CHIMICA INORGANICA SUPERIORE	CHIM/03	9			9			1
F0986	METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA II	CHIM/06	9			9			2
F0047	CHIMICA BIOORGANICA	CHIM/06	6			6			1
F0049	CHIMICA BIOINORGANICA	CHIM/03	6			6			2
F0051	CHIMICA SUPRAMOLECOLARE	CHIM/06	6			6			1
F0052	METODOLOGIE ANALITICHE AVANZATE	CHIM/01	6			6			2
	ISEGNAMENTO A SCELTA (Gruppo 1)						9/6		
	INSEGNAMENTO A SCELTA (Gruppo 2)						6		
<b>TOTALE</b>						<b>42</b>	<b>15/12</b>		

### SECONDO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA			SEM
			T	E	L	B	C	altre	
F0107	CHIMICA TEORICA	CHIM/02	6			6			1
	ISEGNAMENTO A SCELTA (Gruppo 1)						6/9		
	INSEGNAMENTO A SCELTA (Gruppo 2)						6		
	INSEGNAMENTI LIBERI							9	
F0097	TIROCINIO FORMATIVO							6	
F0103	TESI							30	
<b>TOTALE</b>						<b>6</b>	<b>12/15</b>	<b>45</b>	

### INSEGNAMENTI A SCELTA (Gruppo 1) PERCORSO CHIMICA DELLE MOLECOLE ORGANICHE E BIOATTIVE

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA A			SEM	ANNO
			T	E	L	B	C	altre		
F0109	CHIMICA ORGANICA SUPERIORE	CHIM/06	9				9		1	1
F0110	SINTESI ORGANICA CON LABORATORIO	CHIM/06	4		2		6		1	2

### PERCORSO SCIENZA DEI MATERIALI

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA			SEM	ANNO
			T	E	L	B	C	altre		
F0111	MECCANICA QUANTISTICA PER LA FISICA DEI MATERIALI	FIS/03	6				6		1	1
F0112	TECNICHE DI ANALISI DEI MATERIALI CON LABORATORIO	FIS/03	7		2		9		1	2

### INSEGNAMENTI A SCELTA (Gruppo 2)\*

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	CFU	SSD
<b>Insegnamenti attivi nell'A.A. 2014/15</b>			
F0099	CHIMICA DEI BENI CULTURALI	6	CHIM/12
F0098	CHIMICA DEI COMPOSTI ORGANOMETALLICI	6	CHIM/06
F0101	CHIMICA DELL'ATMOSFERA	6	CHIM/12
F0115	CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI	6	CHIM/06
DF0021	CHIMICA DELLE SUPERFICI E DELLE INTERFASI	6	CHIM/02
F1140	COMPUTER MODELLING AND SIMULATIONS OF BIOMOLECULES	6	CHIM/03
F0233	FISICA DELLE NANOSTRUTTURE	6	FIS/03
<b>Insegnamenti attivi nell'A.A. 2015/16</b>			
F0099	CHIMICA DEI BENI CULTURALI	6	CHIM/12
F0114	CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROICICLICI	6	CHIM/06
DF0021	CHIMICA DELLE SUPERFICI E DELLE INTERFASI	6	CHIM/02
F1140	COMPUTER MODELLING AND SIMULATIONS OF BIOMOLECULES	6	CHIM/03
F0233	FISICA DELLE NANOSTRUTTURE	6	FIS/03
F1132	GREEN CHEMISTRY	6	CHIM/06

Legenda per i CFU: T = lezione teorica (1 CFU: 8 ore di lezione teorica e 17 ore di studio individuale)  
 E = esercitazione in aula (1 CFU: 12 ore di esercitazione in aula e 13 ore di studio individuale)  
 L = esercitazione in laboratorio (1 CFU: 12 ore di laboratorio e 13 ore di studio individuale)

# ALLEGATO 3 - COMPETENZE, ABILITÀ E CONTENUTI DISCIPLINARI

## COMPETENZE DISCIPLINARI

### CHIMICA BIOINORGANICA

- Conosce le nozioni fondamentali di chimica biologica e dei principali meccanismi che regolano i processi vitali nei sistemi viventi.
- Possiede le nozioni fondamentali sulle proprietà chimiche dei composti inorganici e sulla chimica di coordinazione dei metalli.

### CHIMICA BIOORGANICA

- Conosce gli aspetti peculiari della catalisi enzimatica e le relative interpretazioni.
- Conosce i meccanismi enzimatici e le strategie catalitiche: effetti di prossimità, catalisi covalente, catalisi generale acido-base, catalisi elettrostatica.
- Conosce l'importanza dei sistemi modello biomimetici che permettono la simulazione e la comprensione dei sistemi biologici.
- Conosce le metodologie utili per l'utilizzo degli enzimi per la sintesi organica.

### CHIMICA INORGANICA SUPERIORE

- Ha competenze sulla sintesi e proprietà dei principali composti degli elementi dei gruppi principali
- Ha competenze sulla sintesi e proprietà dei principali composti degli elementi di transizione
- Ha competenze di termodinamica delle soluzioni
- Ha competenze elementari di termodinamica statistica
- Ha competenze di dinamica molecolare

### CHIMICA ORGANICA SUPERIORE

- Conosce le relazioni esistenti tra reattività chimica e meccanismi di reazione.
- Conosce le metodologie di conversione dei principali gruppi funzionali.
- Conosce le metodologie di sintesi asimmetrica e del controllo stereochimico dell'andamento delle reazioni organiche.
- Conosce le principali metodologie di formazione di legami carbonio-carbonio.
- Conosce le metodologie di anellazione.

### CHIMICA SUPRAMOLECOLARE

- Possiede gli elementi fondamentali per la comprensione sia dei processi di formazione di sistemi aggregati ed organizzati mediante forze deboli che delle loro proprietà, con riferimento alle caratteristiche del riconoscimento molecolare e dell'autoorganizzazione.

### CHIMICA TEORICA

- Conosce le basi di meccanica quantistica per la descrizione di atomi e molecole
- Ha familiarità con i principali metodi di calcolo quantomeccanico
- E' consapevole del livello di approssimazione adottato nei diversi metodi computazionali
- E' in grado di proporre modelli teorici che simulano il sistema reale che si vuole descrivere
- Conosce alcuni algoritmi per il calcolo delle proprietà strutturali di molecole

### METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA

- Conosce nel dettaglio le tecniche spettroscopiche avanzate comunemente utilizzate in chimica organica.
- Possiede le conoscenze per leggere correttamente i dati che l'utilizzo di tali tecniche fornisce.
- Possiede le conoscenze per utilizzare i risultati dell'indagine spettroscopica per determinare la struttura delle più semplici molecole organiche e dei peptidi.
- Conosce gli elementi di base dell'NMR imaging.
- Conosce gli elementi di base della proteomica.
- E' a conoscenza dei fenomeni chimico-fisici che governano le tecniche spettroscopiche trattate nel corso.
- Possiede una non superficiale competenza sulla strumentazione impiegata.

### MECCANICA QUANTISTICA PER LA FISICA DEI MATERIALI

- Ha conoscenze di base di metodi matematici per la risoluzione di equazioni differenziali a più variabili
- Ha conoscenze di base della meccanica quantistica (funzioni d'onda, equazione di Schroedinger)
- Ha conoscenze di base della teoria delle perturbazioni
- Ha conoscenze di base per la descrizione dei fenomeni microscopici/quantistici degli stati aggregati

### METODOLOGIE ANALITICHE AVANZATE

- Ha le conoscenze di base della statistica univariata e dei test statistici applicate alla valutazione della qualità del dato analitico.
- E' consapevole dell'importanza del campionamento nell'ambito di metodologie analitiche.
- Conosce i principali metodi per l'esplorazione e la rappresentazione di problemi multivariati.
- Conosce le principali tecniche multivariate di ricerca di clusters, regressione e classificazione.

#### **SINTESI ORGANICA CON LABORATORIO**

- Dispone di una ampia conoscenza delle metodiche standard della sintesi organica.
- Possiede una conoscenza di base delle principali metodiche innovative di sintesi che sono tuttora oggetto di ricerca.
- E' in grado di svolgere una semplice indagine bibliografica per pianificare una sintesi organica, utilizzando le principali banche dati on line.
- Possiede una buona conoscenza teorico-pratica delle tecniche di analisi e purificazione di miscele di reazione, ed è in grado di interpretare gli spettri IR, NMR e MS delle sostanze preparate.

#### **TECNICHE DI ANALISI DI MATERIALI CON LABORATORIO**

- Conosce nel dettaglio le principali tecniche di analisi di materiali e di superfici.
- Possiede le conoscenze per interpretare correttamente i dati acquisiti da tali tecniche.
- Possiede le conoscenze per utilizzare i risultati dell'indagine spettroscopica per determinare le proprietà di superfici e materiali.
- Conosce le principali tecniche del vuoto

### **ABILITA' DISCIPLINARI**

#### **CHIMICA BIOINORGANICA**

- Comprende il ruolo svolto dai metalli nei principali processi biologici dei sistemi viventi.
- È in grado di analizzare criticamente le acquisizioni teoriche più recenti.

#### **CHIMICA BIOORGANICA**

- E' in grado di valutare i requisiti necessari ad un biomodello per riprodurre o amplificare alcune funzioni fondamentali di sistemi biologici: riconoscimento, trasformazione e trasporto.
- Sa proporre sistemi alternativi per migliorare le proprietà catalitiche di enzimi utili nella sintesi organica.

#### **CHIMICA INORGANICA SUPERIORE**

- Sa prevedere la struttura e alcune proprietà dei composti di coordinazione dei metalli più importanti
- Sa prevedere proprietà termodinamiche di soluzioni diluite
- Sa impostare ed analizzare un calcolo di dinamica molecolare su sistemi inorganici e bioinorganici

#### **CHIMICA ORGANICA SUPERIORE**

- Comprende i meccanismi delle reazioni organiche e dei loro aspetti chimico-fisici.
- Sa analizzare i parametri cinetici/termodinamici delle reazioni organiche e il loro decorso stereochimico.
- Acquisisce la metodologia per risolvere problematiche connesse con la ricerca.

#### **CHIMICA SUPRAMOLECOLARE**

- Sa analizzare i processi chimici che coinvolgono i complessi recettore-substrato.
- Comprende gli effetti derivanti dalle interazioni deboli.

#### **CHIMICA TEORICA**

- Sa utilizzare software di calcolo quantomeccanico in ambiente unix e windows
- Sa utilizzare software di grafica molecolare in ambiente unix e windows
- Sa analizzare i risultati di calcoli teorici
- Sa confrontare i risultati teorici con quelli sperimentali determinati con le più comuni tecniche chimico fisiche di indagine strutturale

#### **METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA**

- E' in grado di assistere con competenza l'operatore specializzato nella sua attività sulle strumentazioni comunemente impiegate in chimica organica per la determinazione strutturale.
- Sa valutare quali tecniche spettroscopiche di base ed avanzate occorrono per determinare la struttura di una molecola organica, nonché di una piccola biomolecola quale un peptide.
- E' in grado di interpretare con competenza i dati spettroscopici forniti dall'utilizzo delle apparecchiature spettroscopiche di base ed avanzate.

#### **MECCANICA QUANTISTICA PER LA FISICA DEI MATERIALI**

- Sa applicare i concetti ed il formalismo degli spazi vettoriali.
- Sa impostare e risolvere semplici problemi di fisica quantistica.
- Sa descrivere un fenomeno quantistico tipico della materia condensata con il formalismo appropriato.

#### **METODOLOGIE ANALITICHE AVANZATE**

- Sa valutare l'accuratezza e la precisione di metodiche analitiche sulla base di test statistici di significatività.
- E' in grado di utilizzare metodi di analisi esplorativa e costruire modelli predittivi.
- E' in grado di applicare i più comuni metodi di analisi statistica multivariata per ottimizzare procedure analitiche.
- Sa applicare i principali metodi multivariati per l'esplorazione dei dati, di regressione e classificazione per estrarre informazione chimica da un gran numero di dati chimici misurati.
- Sa interpretare le rappresentazioni più comunemente utilizzate per presentare dati multivariati.
- E' in grado di utilizzare softwares per l'analisi statistica multivariata.

#### **SINTESI ORGANICA CON LABORATORIO**

- Sa preparare, purificare e caratterizzare molecole abbastanza complesse, impiegando anche metodiche multistadio.
- E' in grado di condurre reazioni in ambiente anidro o sotto atmosfera controllata.
- Riesce a seguire sperimentalmente l'andamento delle reazioni con metodi semplici (t.l.c) e più complessi (GC, GC/MS, HPLC)
- Riesce a purificare i prodotti di reazione ed a determinarne la struttura con l'ausilio delle tecniche IR, NMR e MS.
- Possiede una buona conoscenza teorico-pratica delle norme di sicurezza in laboratorio e delle norme di smaltimento dei rifiuti.

#### **TECNICHE DI ANALISI DI MATERIALI CON LABORATORIO**

- È in grado di utilizzare le tecniche spettroscopiche per l'analisi delle superfici di solidi.
- Sa interpretare i dati acquisiti da tali tecniche.
- È in grado di misurare le caratteristiche strutturali ed elettroniche di superfici.
- È in grado di utilizzare impianti da vuoto

### **CONTENUTI DISCIPLINARI**

#### **CHIMICA BIOINORGANICA (6 CFU)**

- Cicli dei principali elementi implicati nel funzionamento degli organismi viventi.
- Descrizione generale dei principali metalloenzimi e metalloproteine di interesse biologico; proteine e acidi nucleici dal punto di vista strutturale.
- Ruolo delle metalloproteine nelle cellule. Controllo e utilizzo della concentrazione di ioni metallici nelle cellule. Biomineralizzazione.
- Influenza dei metalli sul folding ed il cross-linking nelle biomolecole.
- Chimica del trasferimento di atomi e di gruppi atomici.
- Modulazione delle proprietà dei metalli da parte delle proteine per ottenere funzioni specifiche.
- Analisi delle metalloproteine classificate secondo il metallo che contengono: Ferro, Rame, Molibdeno, Cobalto, Zinco ed altri metalli.
- Metalli: effetti benefici e tossici.

#### **CHIMICA BIOORGANICA (6 CFU)**

- **Sistemi modello biomimetici** per la comprensione dei meccanismi molecolari dei processi biologici.
- **Utilizzo di enzimi per la sintesi organica.** Immobilizzazione di enzimi su supporti e tecniche di immobilizzazione. Enzimi in solventi organici, in liquidi ionici ed in presenza di sistemi organizzati.
- **Chimica della complessazione host-guest:** Riconoscimento chirale. Catalisi. Trasporto stereoselettivo. Catalisi.
- **Modelli enzimatici.** Molecole organiche sintetiche come modelli enzimatici. Ciclodestrine.

#### **CHIMICA INORGANICA SUPERIORE (9 CFU)**

- **Chimica di coordinazione:** tipi di complessi, tipi di leganti. Numeri di coordinazione e relative stereochimiche. Isomeria strutturale e sterica. Natura del legame coordinativo: teorie C.F., V.B., M.O. Proprietà ottiche e magnetiche dei complessi. Stabilità degli stati di ossidazione del metallo in funzione del legante. Termodinamica di formazione dei complessi in soluzione
- **Elementi dei blocchi s e p:** caratteristiche generali, stato naturale, preparazione composti principali.

- **Elementi di transizione:** caratteristiche generali, stato naturale, preparazione composti principali.
- **Complementi di Termodinamica:** proprietà molari parziali, miscele reali, diagrammi di fase di miscele.
- **Cenni di Termodinamica Statistica:** spazio delle fasi, ipotesi ergodica, equivalenza media temporale/media di insieme, funzione di partizione, derivazione delle principali funzioni termodinamiche.
- **Dinamica Molecolare:** gradi di libertà classici e quantistici, finalità della dinamica molecolare classica, principi metodologici con semplici applicazioni pratiche.

#### CHIMICA ORGANICA SUPERIORE (9 CFU)

- Principali meccanismi di reazione ionici e radicalici in Chimica Organica. Equazione di Hammett. Funzioni di acidità. Cinetica e termodinamica di formazione di sistemi ciclici. Molecole chirali: enantiotopia, diastereotopia; tecniche di riconoscimento delle molecole chirali: NMR, CD, polarimetro; entropia di racemizzazione; metodi termodinamici e metodi cinetici di risoluzione di enantiomeri.
- Reazioni pericicliche e riarrangiamenti.
- Reattivi organometallici degli elementi principali e dei metalli di transizione.
- Reagenti di organosilicio, organofosforo, organozolfo e organo boro.
- Principi di Analisi Retrosintetica. Sintoni donatori ed accettori. Umpolung.

#### CHIMICA SUPRAMOLECOLARE (6 CFU)

- Dalla "chimica molecolare" alla "chimica supramolecolare".
- Riconoscimento molecolare: recettori molecolari.
- Interazioni host-guest: bipyridile, eteri corona, criptandi, podandi, sferandi.
- Supramolecole e aggregati supramolecolari: effetto idrofobo.
- Tensioattivi e loro aggregati. Cristalli liquidi.
- Reattività e catalisi nei sistemi supramolecolari.
- Correlazioni struttura-reattività.

#### CHIMICA TEORICA (6 CFU)

- Richiami ai principi di base della meccanica quantistica
- Il problema a molti elettroni nei sistemi atomici e molecolari: metodo Hartree-Fock
- Approssimazione Born-Oppenheimer
- Studio delle superfici di energia potenziale molecolare: determinazione di punti critici e loro caratterizzazione
- Cenni al problema della correlazione elettronica
- Esercitazioni al computer per il calcolo di proprietà elettroniche su molecole

#### METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA (9 CFU)

- **Spettroscopia UV-Visibile:** energia di eccitazione; leggi di assorbimento; misura dello spettro; scelta ed effetto del solvente; regole di selezione ed intensità; gruppi cromofori; esempi di spettri di varie molecole; tipi di strumenti comunemente disponibili.
- **Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR):** liquidi, solidi e gel; NMR e movimenti molecolari; aspetti chimici, chimico-fisici e medico biologici; spettri di ordine superiore; spettroscopia bidimensionale; NMR di sistemi dinamici (equilibri conformazionali, etc.); nuclei di spin maggiori di  $\frac{1}{2}$ ; probe multifrequenze (tripla-quadrupla risonanza).
- **Spettroscopia di Risonanza di Spin Elettronico (ESR):** strumentazione disponibile; principi della tecnica ed applicazioni; esempi di spettri.
- **Spettroscopia Infrarosso (IR):** lo spettrometro IR a onda continua; la spettroscopia IR a trasformata di Fourier; le frequenze di assorbimento dei gruppi funzionali; lo spettro IR; l'uso delle tabelle delle frequenze caratteristiche dei gruppi funzionali.
- **Dicroismo Circolare (CD):** la chiralità della luce polarizzata circolarmente; definizione e misura del potere ottico rotatorio specifico; spettri in dispersione ottica rotatoria (ORD); relazione tra purezza ottica e composizione enantiomerica; cromofori organici e momenti di dipolo; intorno chimico chirale; regole empiriche di correlazione tra spettri CD e struttura chimica; spettri CD di biopolimeri.
- **Spettrometria di Massa (MS):** analizzatori di ioni quadrupolari lineari, a trappola ionica (IT) ed a trasformata di Fourier (FT-MS o ICR); tecniche di spettrometria di massa avanzate per lo studio di molecole polari e di grandi dimensioni (biopolimeri); cenni sul Fast Atom Bombardment (FAB); la spettrometria di massa per elettrobulizzazione (ESI); tecniche di massa-massa (MS tandem) e scansioni legate; ioni multicarica; frammentazioni dei peptidi ed interpretazione degli spettri ESI; analizzatori di ioni a tempo di volo; spettrometria di massa MALDI; cenni di proteomica.

#### MECCANICA QUANTISTICA PER LA FISICA DEI MATERIALI (6 CFU)

- Spazi vettoriali lineari. Definizione e proprietà.
- Operatori lineari. Algebra degli operatori lineari. Operatori inverso, aggiunto, hermitiano, unitario, di proiezione. Indipendenza lineare tra vettori. Autovettori e autovalori.
- Ortogonalizzazione di vettori. Metodo di Gram-Schmidt. Sistemi ortonormali. Spazio complesso con N dimensioni
- Problema agli autovalori. Diagonalizzazione di matrici hermitiane e unitarie.
- Spazi funzionali. Definizione. Lo spazio delle funzioni continue.
- Prodotto scalare. Proprietà metriche dello spazio delle funzioni continue. Completezza. Le funzioni di modulo quadrato sommabile.
- Espansione in serie di funzioni ortogonali.
- Problemi di Sturm-Liouville e proprietà delle loro autofunzioni.
- Serie di Fourier. Oscillatore armonico: polinomi e funzioni di Hermite. Equazione di Laguerre: polinomi e funzioni di Laguerre.
- Successioni delta. La funzione delta di Dirac. Trasformate di Fourier e loro proprietà.
- Equazione di Schroedinger
- Semplici applicazioni a problemi di Meccanica quantistica.
- Particelle indistinguibili, principio di Pauli. Teoria delle perturbazioni
- Il caso di un sistema a molti elettroni: metodo di Hartree e di Hartree-Fock. La teoria del Funzionale di Densità.

#### **METODOLOGIE ANALITICHE AVANZATE (6 CFU)**

- **Controllo di qualità:** Criteri analitici di qualità e test di significatività. Validazione. Scelta e convalida di metodi analitici.
- **Trattamento del campione:** Variabilità preanalitica. Statistica del campionamento. Errore di campionamento.
- **Confronto di procedure analitiche:** Applicazione di test statistici per il confronto dell'accuratezza e della precisione di metodi analitici. Analisi della varianza.
- **Analisi multivariata dei dati sperimentali:** Rappresentazione e pre-trattamento dei dati. Analisi delle componenti principali. L'analisi dei clusters (metodi gerarchici e non gerarchici). Tecniche di classificazione. Metodi di regressione multivariata. Cenni di disegno sperimentale.

#### **SINTESI ORGANICA CON LABORATORIO (6 CFU)**

- Impiego di complessi organometallici nella sintesi organica, con particolare riferimento alla sintesi di composti eterociclici.
- Sintesi asimmetrica con l'impiego di catalizzatori chirali.
- Studio di condizioni di reazione a basso impatto ambientale (reazioni in solventi acquosi o in liquidi ionici, recupero e riciclo dei solventi e/o dei catalizzatori).
- Tecniche analitiche cromatografiche : principi di base, strumentazione, scelta e valutazione delle tecniche più opportune in relazione ai diversi casi sperimentali).
- Tecniche di indagine bibliografica e di impiego delle banche dati e delle riviste on line.

#### **TECNICHE DI ANALISI DI MATERIALI CON LABORATORIO (9 CFU)**

- **Diffrazione da raggi X.** Strutture cristalline, diffrazione dei cristalli e reticolo reciproco, metodi sperimentali per la diffrazione e descrizione della strumentazione.
- **Riflettometria da raggi X.** Indice di rifrazione; angolo critico; frange di interferenza; determinazione della densità, dello spessore e della rugosità di un film sottile.
- **Fotoemissione da raggi X.** Interazione fotone-materia; Effetto fotoelettrico; Elettroni Auger; Fluorescenza X; Chemical shift; Libero cammino medio degli elettroni; Funzione lavoro. Metodi sperimentali.
- **Tecniche da vuoto.** Introduzione all'ultra alto vuoto; Sistemi di pompaggio. Metodi per la misura del vuoto.
- **Microscopia elettronica a scansione e trasmissione.** Interazione elettrone-materia, tecniche sperimentali. Microanalisi a raggi X