

Regolamento didattico del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali A.A. 2014/2015

Art. 1 – Oggetto e finalità del Regolamento

1. Il presente regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali nel rispetto delle prescrizioni contenute nel Regolamento didattico di Ateneo e nel Regolamento Didattico del Dipartimento di riferimento.
2. Il Corso di Laurea rientra nella Classe delle Lauree n. L-27 in Scienze e Tecnologie Chimiche come definita dalla normativa vigente.

Art. 2 – Obiettivi formativi specifici

I laureati del Corso con percorso unitario devono conseguire i seguenti obiettivi formativi specifici: il Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali intende fornire solide conoscenze e competenze nei diversi settori della chimica e della scienza dei materiali nei loro aspetti teorici e sperimentali. Il percorso didattico prevede l'acquisizione di una buona preparazione scientifica di base ed una adeguata esperienza di laboratorio idonee sia al proseguimento degli studi nell'ambito dei percorsi di II livello (lauree magistrali) sia allo svolgimento di attività professionali nei laboratori di ricerca, di controllo e di analisi, nei settori dell'ambiente e della sanità, dell'energia, nella conservazione dei beni culturali. Il Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali prevede inoltre 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 essere in possesso di una adeguata cultura scientifica ad ampio spettro, di una solida preparazione nelle discipline matematiche e fisiche e nelle attività formative caratterizzanti, con particolare riferimento ai principi fondamentali della chimica generale ed inorganica, della chimica fisica, della chimica organica, della chimica analitica, della fisica della materia e della biochimica. L'attività pratica di laboratorio è finalizzata a sviluppare attitudine alla sperimentazione chimica, alla valutazione dei rischi connessi all'uso di sostanze chimiche e alla sperimentazione fisica, con particolare riferimento allo studio dei materiali. Il laureato deve conoscere i principali metodi sperimentali relativi alla preparazione di composti chimici o di materiali, alle indagini analitiche e strutturali ed acquisire le competenze necessarie per l'elaborazione dei dati raccolti. I laureati devono inoltre aver raggiunto uno standard di conoscenza e competenza che dia loro accesso al mondo del lavoro o ai corsi di laurea del secondo ciclo.

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

Il laureato deve essere in grado di dimostrare la conoscenza e la comprensione dei concetti, principi e teorie relativi agli aspetti principali della chimica e della scienza dei materiali, di raccogliere, interpretare ed elaborare i dati scientifici, di individuare ed applicare le metodologie più appropriate alla risoluzione di problemi, lavorando sia in autonomia che in gruppo. Deve conoscere le tecniche e le strumentazioni di indagine rivolte alla determinazione delle proprietà chimico-fisiche, le metodiche di sintesi e di caratterizzazione strutturale e le relazioni tra la struttura e le proprietà delle molecole e dei materiali.

c. Autonomia di giudizio (making judgements)

I laureati devono aver acquisito la capacità di ragionamento critico e devono essere in grado di interpretare i dati derivanti da osservazioni di laboratorio, proprie o di terzi, nei termini del loro significato e relazionarli ad una teoria appropriata. Devono essere in grado di intraprendere autonomamente indagini adeguate al proprio livello di conoscenza e di comprensione, utilizzando in

modo appropriato le fonti bibliografiche e/o attraverso la progettazione ed ottimizzazione di procedure sperimentali idonee per affrontare problematiche nell'ambito della chimica e della scienza dei materiali.

d. Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali deve essere in grado di esporre un argomento, con linguaggio e simbologia appropriati, di redigere una relazione scientifica, illustrando motivazioni e risultati del lavoro, presentando i dati sperimentali in forma di tabelle e grafici. Deve essere capace di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro. Tali obiettivi vengono raggiunti tramite attività formative di laboratorio svolte attraverso lavori di gruppo, la redazione di relazioni di laboratorio e mediante la preparazione della presentazione scritta e orale della prova finale.

e. Capacità di apprendimento (learning skills)

I laureati devono aver acquisito la capacità di studio di argomenti scientifici e saper applicare queste conoscenze anche in relazione a contesti differenti, per poter integrare in modo efficace le nozioni ricevute. Devono inoltre essere in grado di comprendere i limiti delle proprie conoscenze e avere abilità nell'individuare i libri di testo e il materiale necessario per gli approfondimenti. Devono infine avere la capacità di leggere e apprendere in lingua inglese.

A tal fine gli studenti vengono guidati nel miglioramento del metodo di studio sin dal primo anno da docenti e tutor e la capacità di apprendimento viene costantemente monitorata mediante verifiche di profitto e prove d'esame che vertono sulle nozioni da acquisire attraverso lo studio autonomo. L'inglese viene appreso in appositi corsi e attraverso la progressiva utilizzazione della lingua straniera nell'apprendimento.

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

1. Il Corso prepara alla professione di Chimico Junior.
2. I laureati della classe avranno acquisito conoscenze e capacità adeguate a svolgere attività professionali, a partecipare ad attività in ambito industriale, in laboratori di ricerca, di controllo e di analisi, nei settori della sintesi e della caratterizzazione di nuovi materiali, dell'ambiente e della sanità, dell'energia e nella conservazione dei beni culturali, nel campo dell'istruzione e della diffusione della cultura scientifica. In particolare avranno acquisito competenze tali da permettere il loro inserimento in tutte le attività di cui alla classificazione ISTAT nel gruppo di professioni 3.1.1.2.0 (Tecnici Chimici). Ulteriore prospettiva è quella dell'attività di consulenza (anche come libero professionista per le competenze previste per il laureato di I livello). Le possibilità offerte dalla libera professione sono attualmente in continua espansione, soprattutto nei settori riguardanti le attività di analisi e controllo, di salvaguardia dell'ambiente e della protezione civile. La Laurea triennale permette inoltre il proseguimento degli studi in una Laurea Magistrale ed in Master di I livello.
3. I laureati triennali sono preparati per svolgere le seguenti attività:
 - assistono gli specialisti nelle attività condotte nell'ambito della ricerca chimica o nelle attività che richiedono l'applicazione delle procedure e dei protocolli della chimica;
 - applicano protocolli definiti e predeterminati e conoscenze consolidate;
 - effettuano, nell'ambito di un programma prestabilito e sotto la direzione di un Chimico Senior, i test e le prove di laboratorio per lo sviluppo di nuovi prodotti. Eseguono la caratterizzazione di nuovi prodotti e collaborano nella sperimentazione di nuove tecnologie;
 - sulla base di specifiche di prodotti, svolgono analisi chimiche e controlli di qualità che richiedono la padronanza di tecniche chimiche e strumentali anche complesse. Elaborano relazioni relative ai risultati delle analisi;
 - utilizzano metodologie standardizzate quali: analisi chimiche di ogni specie; dirigono laboratori chimici, la cui attività consiste in analisi chimiche e di controllo qualità; svolgono attività di consulenza in materia di chimica pura e applicata, per l'implementazione o il miglioramento di

sistemi di qualità aziendali per gli aspetti chimici nonché il conseguimento di certificazioni o dichiarazioni di conformità; formulano giudizi sulla qualità di merci o prodotti e interventi allo scopo di migliorare la qualità o eliminarne i difetti.

4. Lo sbocco occupazionale per il laureato triennale è offerto da enti di ricerca pubblici e privati, da laboratori di analisi, controllo e certificazione qualità, da enti e aziende pubbliche e/o private, in qualità di dipendente o consulente libero professionista, da industrie e ambienti di lavoro che richiedono conoscenze di base nei settori della chimica e da tutte quelle industrie che richiedono l'uso della chimica come parte integrante delle loro attività, per la ricerca e sviluppo di processi e prodotti. Il laureato dovrà essere capace di interagire con le diverse componenti del mondo produttivo.

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 in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali

1. Gli studenti che intendono iscriversi al Corso devono essere in possesso di diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo estero riconosciuto idoneo dagli organi competenti dell'Università.
2. Per l'iscrizione al Corso sono, altresì, richiesti il possesso o l'acquisizione di un'adeguata preparazione iniziale, di norma ottenuta con un Diploma di Scuola media superiore, con il quale siano state acquisite sufficienti conoscenze in ambito scientifico. E' richiesta una cultura generale sufficientemente estesa con un forte interesse per la tecnologia e le applicazioni.

A seguito del coordinamento nazionale tra le Strutture Universitarie di Scienze e Tecnologie, è previsto un test nazionale di valutazione delle conoscenze di matematica di base che si svolgerà nella prima settimana di settembre e nel mese di ottobre. Lo studente interessato ad immatricolarsi al corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali ha l'opportunità di seguire dei precorsi di matematica, che si svolgeranno nel mese di settembre, e che consentono di precisare le conoscenze utili ad affrontare il corso di Laurea. Il superamento del test non è vincolante per l'immatricolazione al Corso di Laurea, ma gli studenti devono essere consapevoli che una carenza nella formazione di Matematica di base potrebbe pregiudicare la regolare fruizione del corso di studio.

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
 - e) 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 4** sono riportate le competenze, le abilità e i contenuti disciplinari degli insegnamenti previsti nel piano di studi.
4. Sono attivati due distinti percorsi formativi (o curricula), denominati *Chimica* e *Scienza dei Materiali*. Lo studente, all'atto dell'iscrizione al II anno di corso, opera la scelta del curriculum.
5. L'Ordinamento Didattico (**allegato 1**) prevede 12 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 al III anno di corso, deve dichiarare e presentare le proprie scelte in Segreteria Studenti entro la scadenza stabilita.
6. L'acquisizione dei crediti formativi relativi alle attività formative indicate nell'allegato 2 comporta il conseguimento della Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali.
7. Per il conseguimento della Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali è in ogni caso necessario aver acquisito 180 CFU, negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari previsti dal regolamento didattico di Ateneo.
8. La Commissione Didattica Paritetica competente verifica la congruenza dell'estensione dei programmi rispetto al numero di crediti formativi assegnati a ciascuna attività formativa.
9. Su proposta del Consiglio di Area Didattica (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 12 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 Consiglio di Area Didattica 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 9 CFU denominati come "altre attività formative" (DM 270/2004 - Art. 10, comma 5).

a. Conoscenza di almeno una lingua straniera

La conoscenza della Lingua Inglese è fondamentale per la formazione di un laureato in Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Materiali. Vengono organizzati corsi di Lingua Inglese al termine dei quali è previsto un esame di idoneità che consente l'acquisizione di 3 CFU di tipologia corrispondente.

b. 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 Consiglio di Area Didattica, 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 – Propedeuticità

Le propedeuticità tra gli insegnamenti sono indicate nell'**allegato 3**, che forma parte integrante del presente Regolamento.

Art. 14 - 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). Solo per la Lingua Inglese è previsto 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 assiste 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 20 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Non è consentita la ripetizione di un esame già superato.
16. Le Commissioni giudicatrici degli esami e delle altre prove di verifica del profitto sono nominate dal Direttore del Dipartimento di riferimento, secondo quanto stabilito dal Regolamento Didattico di Ateneo e dal Regolamento Didattico di Dipartimento.
17. 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. 15 - 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. 16 - 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 6 CFU.
3. La prova finale della laurea costituisce un'importante occasione formativa individuale a completamento del percorso. La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un elaborato scritto, che può essere redatto in lingua inglese, e viene svolto sotto la supervisione di uno o più docenti afferenti al Consiglio di Area Didattica di Chimica e Materiali. L'elaborato può riguardare l'approfondimento di uno specifico argomento attinente alla sua formazione o l'attività svolta durante il periodo del tirocinio formativo. Durante l'A.A. sono previste tre sessioni di laurea: estiva (luglio), autunnale (ottobre-dicembre) e primaverile (marzo). La domanda di Laurea 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, del tirocinio 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. 17 - 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, predispone 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. 18 - 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 comunque limitato a 12 CFU.
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 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. 19 - 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. 20 - 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. 21 - 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. 22 – Percorsi di eccellenza

1. 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 a valorizzare la formazione degli studenti iscritti, meritevoli e interessati ad attività di approfondimento e di integrazione culturale. Il percorso offre attività formative aggiuntive a quelle del corso di studio, secondo quanto stabilito da apposito Regolamento.

ALLEGATO 1 - ORDINAMENTO DIDATTICO

ATTIVITÀ FORMATIVE INDISPENSABILI						
Attività formative:	Ambiti disciplinari	Settori scientifico-disciplinari	Chimica	Tot. CFU	Scienza dei Materiali	Tot. CFU
Di base	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche	FIS/01 - FIS/08 INF/01 - Informatica ING-INF/05 - Sistemi di elab. informazioni MAT/01 - MAT/09	24	63	24	45
	Discipline Chimiche	CHIM/01 - Chimica analitica CHIM/02 - Chimica fisica CHIM/03 - Chimica generale e inorganica CHIM/06 - Chimica organica	39		21	
Caratterizzanti	Discipline chimiche analitiche e ambientali	CHIM/01 - Chimica analitica CHIM/12 - Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	9	60	9	63
	Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche	CHIM/02 - Chimica fisica CHIM/03 - Chimica generale e inorganica	18		18	
	Discipline chimiche industriali e tecnologiche	CHIM/05 - Scienza e tecnol. materiali polimerici ING-IND/21 - Metallurgia ING-IND/22 - Scienza e tecnol. materiali ING-IND/25 - Impianti chimici	12		15	
	Discipline chimiche organiche e biochimiche	BIO/10 - Biochimica BIO/11 - Biologia molecolare BIO/12 - Biochimica clinica e biologia molecolare clinica CHIM/06 - Chimica organica	21		21	
Affini o integrative		FIS/01 - Fisica sperimentale FIS/03 - Fisica della materia	12	30	33	45
		CHIM/01 - Chimica analitica CHIM/03 - Chimica generale e inorganica CHIM/08 - Chimica Farmaceutica	18		12	
A scelta			12		12	
Lingua Inglese			3		3	
Tirocinio			6		6	
Prova finale			6		6	
TOTALE			180		180	

ALLEGATO 2 - PIANO DIDATTICO

CURRICULUM CHIMICA

PRIMO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA				SEM
			T	E	L	A	B	C	altre	
F0036	CHIMICA GENERALE E INORGANICA	CHIM/03	12			12				1-2
F0042	FISICA GENERALE	FIS/01	8	4		12				1-2
F0182	ISTITUZIONI DI MATEMATICHE	MAT/03	6	6		12				1-2
F0056	ESERCITAZIONI DI PREPARAZIONI CHIMICHE	CHIM/03	1	6	2		9			1-2
F0043	LABORATORIO DI FISICA GENERALE	FIS/01	4		2			6		2
F0187	METODI COMPUTAZIONALI	CHIM/03	4	2				6		2
F0019	LINGUA INGLESE	L-LIN/12							3	
TOTALE						36	9	12	3	

SECONDO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA				SEM
			T	E	L	A	B	C	altre	
F0283	CHIMICA ANALITICA I CON LABORATORIO	CHIM/01	7		2	9				1
F0298	CHIMICA ANALITICA II CON LABORATORIO	CHIM/01	7		2		9			2
F0303	CHIMICA FISICA I CON LABORATORIO	CHIM/02	6	1	2	9				2
F0288	CHIMICA ORGANICA I CON LABORATORIO	CHIM/06	6	1	2	9				1
F0293	CHIMICA ORGANICA II CON LABORATORIO	CHIM/06	6	1	2		9			2
F0092	CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE	CHIM/05	6				6			2
F0078	SCIENZA DEI MATERIALI	ING-IND/22	6				6			1
F0091	FISICA DELLA MATERIA	FIS/03	6					6		1
TOTALE						27	30	6		

TERZO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA				SEM
			T	E	L	A	B	C	altre	
F0093	BIOCHIMICA	BIO/10	6				6			1
F0094	METODI DI INDAGINE STRUTTURALE	CHIM/06	6				6			1
F0308	CHIMICA FISICA II CON LABORATORIO	CHIM/02	6	1	2		9			1
F0096	CHIMICA FARMACEUTICA	CHIM/08	6					6		1
F0100	CHIMICA DELL'AMBIENTE	CHIM/01	6					6		1
	INSEGNAMENTI LIBERI								12	
F0097	TIROCINIO FORMATIVO								6	
F0103	ELABORAZIONE E PROVA FINALE								6	
TOTALE							21	12	24	

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)

CURRICULUM SCIENZA DEI MATERIALI

PRIMO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA				SEM
			T	E	L	A	B	C	altre	
F0036	CHIMICA GENERALE E INORGANICA	CHIM/03	12			12				1-2
F0042	FISICA GENERALE	FIS/01	8	4		12				1-2
F0182	ISTITUZIONI DI MATEMATICHE	MAT/03	6	6		12				1-2
F0056	ESERCITAZIONI DI PREPARAZIONI CHIMICHE	CHIM/03	1	6	2		9			1-2
F0043	LABORATORIO DI FISICA GENERALE	FIS/01	4		2			6		2
F0187	METODI COMPUTAZIONALI	CHIM/03	4	2				6		2
F0019	LINGUA INGLESE	L-LIN/12							3	
TOTALE						36	9	12	3	

SECONDO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA				SEM
			T	E	L	A	B	C	altre	
F0283	CHIMICA ANALITICA I CON LABORATORIO	CHIM/01	7		2		9			1
F0303	CHIMICA FISICA I CON LABORATORIO	CHIM/02	6	1	2		9			2
F0288	CHIMICA ORGANICA I CON LABORATORIO	CHIM/06	6	1	2	9				1
F0293	CHIMICA ORGANICA II CON LABORATORIO	CHIM/06	6	1	2		9			2
F0092	CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE	CHIM/05	6				6			2
F0078	SCIENZA DEI MATERIALI	ING-IND/22	9				9			1-2
F0091	FISICA DELLA MATERIA	FIS/03	7		2			9		1
TOTALE						9	42	9		

TERZO ANNO

CODICE	DENOMINAZIONE INSEGNAMENTI	S.S.D.	CFU			TIPOLOGIA				SEM
			T	E	L	A	B	C	altre	
F0093	BIOCHIMICA	BIO/10	6				6			1
F0094	METODI DI INDAGINE STRUTTURALE	CHIM/06	6				6			1
F0189	FISICA DELLO STATO SOLIDO CON LABORATORIO	FIS/03	7		2			9		1
F0188	FISICA DEI SEMICONDUTTORI E DISPOSITIVI CON LABORATORIO	FIS/03	7		2			9		2
F0100	CHIMICA DELL' AMBIENTE	CHIM/01	6					6		1
	INSEGNAMENTI LIBERI								12	
F0097	TIROCINIO FORMATIVO								6	
F0103	ELABORAZIONE E PROVA FINALE								6	
TOTALE							12	24	24	

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 - PROPEDEUTICITA'

Se non si è superato l'esame di:	Non si può sostenere l'esame di:
Fisica Generale	Fisica della Materia Fisica della Materia con laboratorio Fisica dello Stato Solido con Laboratorio Fisica dei Semiconduttori e Dispositivi con Laboratorio
Chimica Generale ed Inorganica	Chimica Analitica I con laboratorio Chimica Fisica I con laboratorio Chimica Organica I con laboratorio Chimica delle Macromolecole
Chimica Analitica I con laboratorio	Chimica Analitica II con laboratorio
Chimica Fisica I con laboratorio	Chimica Fisica II con laboratorio
Chimica Organica I con laboratorio	Chimica Organica II con laboratorio
Chimica Organica II con laboratorio	Biochimica
Chimica Organica II con laboratorio	Chimica Farmaceutica
Se non si è frequentato il corso di:	Non si può frequentare il corso di:
Esercitazioni di Preparazioni Chimiche (EPC)	Laboratorio di Chimica Analitica I Laboratorio di Chimica Fisica I Laboratorio di Chimica Organica I

ALLEGATO 4 - COMPETENZE, ABILITÀ E CONTENUTI DISCIPLINARI

COMPETENZE E ABILITÀ GENERALI

- Conosce e sa praticare le norme di sicurezza nei laboratori chimici
- Conosce e sa utilizzare la comune attrezzatura e la vetreria di laboratorio
- Conosce e sa utilizzare le schede di sicurezza dei diversi prodotti
- Conosce e sa utilizzare le procedure per lo smaltimento dei diversi prodotti

COMPETENZE DISCIPLINARI

MATEMATICA

- Sa manipolare formule algebriche, potenze e radici, equazioni e disequazioni algebriche, calcolo numerico esatto ed approssimato
- Sa manipolare coordinate e vettori, spazi vettoriali e matrici, numeri complessi, determinanti
- Sa manipolare funzioni e grafici elementari, funzioni trigonometriche, progressioni aritmetiche e geometriche, funzioni esponenziali e logaritmiche
- Ha competenze di calcolo differenziale ed integrale di base

FISICA

- Ha conoscenze di base sulla cinematica e la dinamica dei corpi materiali
- Conosce i concetti semplici della termodinamica classica
- Ha conoscenze fondamentali sul campo elettrico, sulle correnti elettriche e sui fenomeni magnetici
- Ha il concetto di errore nella misura di una grandezza fisica e del calcolo delle probabilità e degli errori
- Ha acquisito i concetti base dell'ottica geometrica.

CHIMICA ANALITICA

- Sa definire i concetti relativi ai parametri di qualità di un metodo analitico, quali l'accuratezza (esattezza e precisione), la linearità di risposta, la sensibilità, la selettività. Conosce i concetti di errore sistematico, di errore casuale e di limite di fiducia. Sa applicare i test di significatività. Sa rappresentare con chiarezza i dati sperimentali in tabelle e grafici.
- Conosce gli equilibri chimici e gli equilibri simultanei più complessi, e sa prevedere il loro andamento nelle situazioni analitiche reali.
- Conosce i principi, la strumentazione e le prestazioni delle tecniche elettroanalitiche e spettroscopiche per eseguire analisi qualitative e quantitative. Conosce i principi e la strumentazione della spettrometria di massa e di tecniche ad essa abbinate.
- Conosce le diverse tecniche separative (cromatografiche ed elettroforetiche) ed i diversi meccanismi cromatografici. Conosce la strumentazione per gascromatografia e per cromatografia liquida, e le prestazioni dei diversi sistemi di rivelazione ed i principali descrittori della qualità di una separazione.
- Conosce i metodi di analisi quantitativa (metodo dello standard esterno, metodo dello standard interno, metodo delle aggiunte).

CHIMICA FISICA

- Conosce i principi termodinamici che regolano gli scambi energetici tra sistemi chimici e la conversione tra differenti forme di energia (es. energia chimica in energia elettrica).
- Conosce il collegamento tra proprietà molecolari e comportamento macroscopico della materia.
- Conosce le leggi che regolano l'equilibrio chimico in sistemi a più componenti e a più fasi.
- Conosce i principi che determinano la reattività dei sistemi chimici e la velocità di reazione.
- Conosce i principi fisici che determinano la struttura elettronica degli atomi e delle molecole e la formazione dei legami chimici
- Conosce le basi fisiche dell'interazione tra radiazione e materia e le tecniche spettroscopiche fondamentali (spettroscopia rotazionale, vibrazionale ed elettronica di molecole semplici, risonanze magnetiche).

CHIMICA GENERALE ED INORGANICA

- Conosce la terminologia chimica, la nomenclatura, le reazioni chimiche e le loro maggiori caratteristiche.
- Conosce la struttura atomica e la classificazione delle diverse tipologie di legame chimico
- Ha familiarità con i concetti di mole, di concentrazione, di pH, di solubilità e, più in generale, conosce gli

aspetti qualitativi e quantitativi degli equilibri in soluzione.

- Conosce i principi generali che regolano l'equilibrio delle reazioni chimiche in sistemi omogenei ed eterogenei e le caratteristiche dei differenti stati della materia comprese le teorie usate per descriverli.
- Conosce le caratteristiche e le proprietà dei principali elementi e dei loro composti inorganici incluse le relazioni fra i gruppi e gli andamenti nella tavola periodica.
- Conosce la struttura, il legame, la reattività e le proprietà dei composti di coordinazione.

CHIMICA ORGANICA

- Dispone di un'ampia conoscenza di base sulla nomenclatura, rappresentazione, struttura tridimensionale inclusa la chiralità e proprietà chimiche e fisiche delle molecole organiche.
- È in grado di interpretare e razionalizzare le reazioni organiche in termini di meccanismo di reazione, sulla base delle fondamentali correlazioni struttura reattività e utilizzando un approccio metodologico scientifico.
- È in grado di prevedere il decorso di una reazione, razionalizzandone anche gli aspetti stereochimici, attraverso ragionamento e analogia utilizzando i meccanismi di reazione.
- È in grado di pianificare una breve sintesi multistadio.
- Ha le conoscenze spettroscopiche essenziali volte al riconoscimento strutturale di una molecola organica.

BIOCHIMICA

- Conosce e utilizza correttamente la terminologia biochimica
- Conosce le basi molecolari dei sistemi e dei processi biologici
- Sa definire i diversi livelli di struttura delle macromolecole e ne conosce gli elementi essenziali
- Sa definire i fattori di riconoscimento molecolare tra ligandi e macromolecole
- Sa descrivere gli elementi di base della catalisi enzimatica ed i diversi tipi di inibizione enzimatica
- Conosce le vie metaboliche principali e loro integrazioni

CHIMICA FARMACEUTICA

- Possiede un quadro generale delle metodologie di isolamento, caratterizzazione e sintesi dei farmaci.
- Conosce le correlazioni tra proprietà molecolari ed attività biologica.

CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE

- Ha conoscenze di base sulla sintesi e caratterizzazione di sistemi macromolecolari.
- Conosce i principali meccanismi di polimerizzazione.
- Conosce le proprietà chimico-fisiche dei materiali polimerici e la relazione con la loro struttura chimica.

FISICA DELLA MATERIA

- Conosce lo sviluppo storico della meccanica quantistica
- Conosce gli esperimenti fondamentali che hanno portato alla scoperta della struttura degli atomi
- Sa definire le proprietà fondamentali delle funzioni d'onda
- Sa descrivere le proprietà principali degli atomi

FISICA DELLO STATO SOLIDO, DEI SEMICONDUTTORI E DISPOSITIVI

- Conosce la struttura elettronica e cristallina dei solidi e sa classificarli in base alle loro proprietà
- Conosce le proprietà di trasporto dei solidi e in particolare dei semiconduttori
- È in grado di descrivere la risposta di un solido ad un'eccitazione elettromagnetica ed elastica
- Conosce le principali proprietà dei dispositivi elettronici di base.

METODI DI INDAGINE STRUTTURALE

- Conosce gli elementi di simmetria puntuali e spaziali.
- Conosce i fondamenti della teoria dei gruppi applicata alla simmetria molecolare.
- Conosce i diversi formalismi per la rappresentazione dello stato cristallino
- Conosce i principi fisici fondamentali della diffrazione di raggi X da parte di cristalli.
- Conosce i principi fondamentali dell'analisi strutturale dei cristalli.

METODI COMPUTAZIONALI

- Ha competenze informatiche elementari
- Ha competenze sulla architettura di base del sistema operativo linux
- Ha competenze di base sulla struttura logica di un codice
- Ha competenze di base sul linguaggio di programmazione Fortran77 e Fortran90

SCIENZA DEI MATERIALI (9 CFU, di cui 3 di laboratorio per il curriculum in *Scienza dei Materiali*)

- Conosce le proprietà meccaniche dei materiali compositi.
- Ha competenze sulle principali tecniche di crescita di materiali per microelettronica.
- Conosce le principali proprietà di materiali micro- e nanostrutturati

ABILITÀ DISCIPLINARI

MATEMATICA

- Sa calcolare determinanti e risolvere sistemi lineari
- Sa eseguire applicazioni del calcolo differenziale e integrale per funzioni di una o più variabili reali.
- Sa risolvere semplici problemi numerici legati allo studio delle proprietà chimiche fondamentali,
- Sa riportare su grafico le funzioni
- Sa usare comuni strumenti di calcolo, quali fogli elettronici

FISICA

- Sa effettuare analisi dimensionale di grandezze semplici
- Sa effettuare calcoli semplici sulle grandezze
- Sa usare correttamente gli strumenti di misura: accensione, taratura, esecuzione della misura, spegnimento
- Sa trasferire i dati delle misure e registrazione
- Sa trattare dati sperimentali

CHIMICA ANALITICA

- Sa formulare un problema analitico e sa proporre idee e soluzioni;
- Sa utilizzare le tecniche e metodologie analitiche più comuni ed è in grado di giustificare la scelta della tecnica ritenuta più appropriata per perseguire un determinato obiettivo;
- Sa proporre il metodo di separazione migliore per un dato problema analitico.
- È in grado di eseguire le titolazioni entro limiti di errore accettabili e sa utilizzare le tecniche spettroscopiche atomiche e molecolari, le tecniche cromatografiche (GC e HPLC) e le tecniche elettrochimiche (potenziometria e conduttimetria, voltammetria) per condurre analisi qualitative e quantitative.
- Sa documentare l'analisi eseguita, e sa calcolare e presentare il risultato dell'analisi con l'incertezza associata.

CHIMICA FISICA

- Sa raccogliere ed interpretare dati scientifici attraverso l'uso di tecniche e metodologie di tipo chimico-fisico.
- Sa utilizzare le tecniche calorimetriche, elettrochimiche e spettroscopiche di base.
- Sa eseguire calcoli elementari di bilancio energetico, determinare costanti di equilibrio, costanti cinetiche e ordini di reazione.
- Sa ricavare proprietà molecolari da dati calorimetrici, elettrochimici e spettroscopici.
- Ha la capacità di presentare dati sperimentali e di comunicare informazioni con l'ausilio di software grafici e di presentazione

CHIMICA GENERALE ED INORGANICA

- Sa usare la nomenclatura IUPAC, le unità SI, le espressioni di concentrazione e sa eseguire calcoli stechiometrici.
- Sa eseguire operazioni pratiche in relazione alla sintesi di composti inorganici e alla preparazione di soluzioni a concentrazione nota
- Sa eseguire misurazioni ed identificazioni con l'uso di tecniche strumentali.
- Sa utilizzare in sicurezza le sostanze inorganiche, incluso il loro corretto smaltimento
- Sa elaborare e presentare dati sperimentali anche con l'ausilio di sistemi multimediali, e sa descrivere e comunicare in termini semplici e critici argomenti di carattere generale.

CHIMICA ORGANICA

- Sa utilizzare in sicurezza le sostanze organiche, incluso il loro corretto smaltimento
- Sa eseguire separazioni e purificazioni standard (cromatografia su colonna, cristallizzazione, distillazione, estrazione liquido-liquido).
- Sa eseguire separazioni ed identificazioni con l'uso di tecniche strumentali moderne.
- Sa preparare, purificare e caratterizzare composti semplici utilizzando metodi noti, pratiche sicure di laboratorio e strumentazione standard di laboratorio.

BIOCHIMICA

- Sa analizzare dati di assorbimento ottico per dosaggi di proteine e acidi nucleici e misure di attività enzimatica
- Sa valutare la potenziale applicazione clinica dei saggi di attività enzimatica
- Sa valutare l'effetto di inibitori enzimatici sull'attività enzimatica
- Sa individuare le tecniche più appropriate per la separazione e purificazione di macromolecole biologiche

CHIMICA FARMACEUTICA

- E' in grado di effettuare le modifiche strutturali volte all'ottimizzazione dell'attività e della selettività di nuove sostanze attive con riduzione delle proprietà tossiche.
- Sa modulare le proprietà farmacocinetiche di sostanze biologicamente attive con lo scopo di renderle adatte all'impiego terapeutico.

CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE

- Comprende i meccanismi delle reazioni di polimerizzazione e dei loro aspetti chimico-fisici.
- Sa analizzare i parametri cinetici/termodinamici delle reazioni di polimerizzazione.
- È in grado di comprendere la relazione tra la struttura di un sistema macromolecolare e le sue proprietà.

FISICA DELLA MATERIA

- Sa descrivere i principali esperimenti che hanno portato alla scoperta della meccanica quantistica
- Sa descrivere l'evoluzione storica delle conoscenze sulla struttura atomica
- Sa utilizzare le proprietà dell'equazione di Schroedinger
- E' in grado di descrivere le principali proprietà degli atomi.

FISICA DELLO STATO SOLIDO, DEI SEMICONDUTTORI E DISPOSITIVI

- E' in grado di misurare le caratteristiche principali dei solidi
- Sa determinare le proprietà di trasporto ed ottiche di un solido
- Sa interpretare i grafici relativi a proprietà di base dei solidi
- E' in grado di misurare le proprietà dei principali dispositivi elettronici

METODI DI INDAGINE STRUTTURALE

- E' in grado di individuare gli elementi di simmetria in molecole isolate e solidi cristallini.
- E' in grado di individuare il gruppo di punto di una molecola.
- E' in grado di applicare la teoria della simmetria molecolare per l'assegnazione di spettri vibrazionali.
- Ha dimestichezza con la rappresentazione dello stato cristallino.
- E' in grado di leggere le Tabelle Internazionali di Cristallografia.
- E' in grado di interpretare i risultati di una determinazione strutturale mediante diffrazione di raggi X.
- E' in grado di identificare un solido cristallino dal suo spettro di polveri.
- E' in grado di consultare database cristallografici.

METODI COMPUTAZIONALI

- Sa scrivere semplici codici in Fortran
- Sa risolvere operazioni numeriche di base: differenziazione, integrazione e ricerca di radici.
- Sa applicare i suddetti metodi numerici a semplici problemi di natura fisica e chimica di base

SCIENZA DEI MATERIALI (9 CFU, di cui 3 di laboratorio per il curriculum in Scienza dei Materiali)

Sa determinare alcune proprietà meccaniche dei materiali.

È in grado di applicare le principali tecniche di crescita dei materiali per la microelettronica.

Sa crescere e caratterizzare materiali micro- e nanostrutturati.

CONTENUTI DISCIPLINARI

MATEMATICA (12 CFU, di cui 6 CFU di esercitazioni)

- **Algebra elementare:** I numeri: numeri razionali, numeri reali, numeri complessi.
- **Funzioni elementari:** polinomi, logaritmi, esponenziali, funzioni trigonometriche e loro inverse. Limiti e continuità. Derivate e loro applicazioni.
- **Teoremi fondamentali del calcolo differenziale:** di Rolle, Lagrange, De L'Hospital, Taylor. Massimi, minimi e grafico di una funzione. Funzioni primitive. Integrazione per sostituzione e per parti. Integrali definiti e calcolo di aree.

- **Algebra lineare:** vettori nel piano e nello spazio; spazi vettoriali; matrici e trasformazioni lineari, sistemi lineari, autovalori, autovettori.
- **Equazioni differenziali:** equazioni del primo ordine, equazioni lineari del primo ordine; equazioni lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Calcolo combinatorio.
- **Metodi numerici per la risoluzione di alcuni problemi matematici di base,** quali: equazioni non lineari, sistemi lineari algebrici, problemi di interpolazione e fitting di dati sperimentali, calcolo di integrali definiti, calcolo di autovalori e autovettori. Strumenti elettronici di calcolo, quali i fogli elettronici

FISICA (18 CFU, di cui 4 CFU di esercitazioni e 6 CFU di laboratorio)

- **Unità di misura e errore** - Grandezze fisiche fondamentali e derivate; unità di misura delle grandezze più comuni; principio di omogeneità. E' importante l'acquisizione del concetto di errore nella misura di una grandezza fisica e del calcolo delle probabilità e degli errori
- **Cinematica e Dinamica** - Definizione di velocità, di accelerazione, di forza, di lavoro e di energia. Leggi della dinamica. Moto di un punto materiale. Velocità e accelerazione. Concetto di forza, leggi della dinamica. Concetto di lavoro e di energia.
- **Statica dei fluidi** - Principio di Archimede e di Pascal.
- **Termologia** - Temperatura, pressione e volume, calore e lavoro. Loro misure. Conservazione dell'energia
- **Elettromagnetismo** - La carica elettrica. Legge di Coulomb; Corrente elettrica e magnetismo. Concetto di onda elettromagnetica, di frequenza (energia) e di lunghezza d'onda.
- **Ottica geometrica** - Riflessione e rifrazione.

CHIMICA ANALITICA (18 CFU, di cui 6 CFU di laboratorio)

- **Qualità del dato analitico:** elementi di calcolo dell'errore e parametri di qualità di un metodo analitico.
- Metodologie di campionamento.
- **Considerazioni generali sui metodi volumetrici e gravimetrici.** Aspetti analitici degli equilibri acido-base, ossido-riduttivi, di complessazione, di precipitazione, di scambio-ionico e di ripartizione; gli equilibri simultanei. Teoria e pratica dell'analisi volumetrica
- **Tecniche elettroanalitiche:** potenziometria, conduttimetria Tecniche a potenziale controllato (voltammetria classica, differenziale pulsata, ciclica e di stripping).
- **Tecniche spettroscopiche applicate a problemi analitici:** UV-visibile (in assorbimento e in fluorescenza), FT-IR. Assorbimento atomico ed emissione atomica. Elementi di spettrometria di massa
- **Tecniche separative.** Tecniche cromatografiche: Cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC): meccanismi separativi - Gascromatografia (GC). Gascromatografia-spettrometria di massa. Tecniche elettroforetiche

CHIMICA FISICA (18 CFU, di cui 6 CFU di laboratorio)

- **Energetica ed equilibrio chimico:** Principi della Termodinamica; Potenziali termodinamici: Energia interna, Entalpia, Entropia, Energia libera di Gibbs, Energia Libera di Helmholtz. Definizione statistica dell'entropia. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann. Potenziale chimico. Termodinamica di sistemi a più componenti. Transizioni di fase. Equilibrio Chimico e costante termodinamica. Soluzioni elettrolitiche. Potenziale elettrochimico. Potenziale elettrodico ed equazione di Nernst.
- **Reattività chimica:** Velocità e Ordine di Reazione. Meccanismi di reazione. Dipendenza dalla temperatura della velocità di reazione: Equazione di Arrhenius. Energia di attivazione. Catalisi
- **Struttura atomica e molecolare:** Principi di meccanica quantistica. Equazione di Schrödinger per stati stazionari. Soluzione dell'equazione di Schrödinger per sistemi modello. Particella nella scatola, oscillatore armonico, rotatore rigido. Atomo di idrogeno. Metodo variazionale. Metodo degli orbitali atomici e struttura elettronica degli atomi. Metodi del legame di valenza e dell'orbitale molecolare e struttura elettronica di molecole semplici.
- **Spettroscopia molecolare:** Interazione radiazione-materia. Spettroscopia rotazionale, vibrazionale, elettronica. Risonanze magnetiche

CHIMICA GENERALE ED INORGANICA (21 CFU, di cui 6 CFU di esercitazioni e 3 CFU di laboratorio)

- **Introduzione alla Chimica.** Atomi e massa atomica. Isotopi. Simboli degli elementi. Esempi di decadimento radioattivo e cenni di chimica nucleare. Aspetti quantitativi: la mole, le reazioni chimiche, bilanciamento e conservazione della massa. Reazioni di ossido riduzione. Analisi elementare. Formula minima, molecolare e di struttura. Isomeria.

- **Struttura atomica.** Numeri quantici, orbitali atomici e configurazioni elettroniche degli elementi. Tavola periodica e proprietà periodiche degli atomi. Tipologie di legame chimico. Strutture di Lewis. Orbitali ibridi. Forze intermolecolari. Proprietà degli elementi dei gruppi 1-2 e 13-18, e dei corrispondenti ossidi e idruri.
- **Stati di aggregazione della materia.** Stato gassoso e leggi dei gas. Stato solido e reticoli cristallini. Stato liquido. Passaggi di stato e diagrammi di stato. Soluzioni e colloidi.
- **Introduzione alla Termodinamica.** Primo principio della termodinamica. Calore di reazione ed entalpia. Energia di legame. Entropia, secondo e terzo principio. Energia libera e costante di equilibrio.
- **Equilibrio nei sistemi omogenei.** Grado di avanzamento, quoziente di reazione, legge di azione di massa. Reazioni omogenee in fase liquida e gassosa. Equilibri eterogenei. Cenni di cinetica: Velocità di reazione, ed energia di attivazione.
- **Acidi e basi.** Teorie di Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Acidi e Basi. Scala del pH e del pOH. Calcolo del pH di soluzioni di acidi (basi) forti e deboli. Idrolisi e Tamponi. Indicatori di pH e titolazioni acido-base. Equilibri di solubilità. Equilibri di complessazione.
- **Elementi di Elettrochimica.** Potenziale di riduzione. Celle galvaniche. Equazione di Nernst. Conduttori elettrolitici. Celle elettrolitiche e leggi di Faraday.
- **Esercitazioni di stechiometria.** Esperienze pratiche in laboratorio su equilibri in soluzione e di solubilità, reazioni di ossidoriduzione, sintesi e reattività di composti inorganici.
- **Elementi di transizione e loro complessi.** Proprietà magnetiche Tipi di leganti: acidità e basicità σ e π . Inerzia, labilità, stabilità e instabilità di un complesso. Acidi e basi hard e soft. Regola EAN. Composti di coordinazione, organometallici e metallocarbonili. Teoria del legame nei composti di coordinazione. Isomerie e stereoisomerie. Tipologie e meccanismi di reazione nei metalli di transizione. Lantanidi e attinidi.

CHIMICA ORGANICA (18 CFU, di cui 6 CFU di laboratorio)

- **Introduzione alle molecole organiche e ai gruppi funzionali:** Nomenclatura. Rappresentazioni grafiche. Forze intermolecolari. Correlazioni struttura-proprietà fisiche. Solventi, solubilità. Proprietà acido-base di molecole organiche (Brønsted e Lewis). Metodi di isolamento, analisi e purificazione.
- **Alcani e cicloalcani:** Presenza in natura. Proprietà. Analisi conformazionale. Combustione con relativa introduzione termodinamica. Alogenazione radicalica; introduzione cinetica e meccanismo di reazione. Radicali liberi come intermedi di reazione.
- **Stereochimica:** Molecole chirali e achirali. Centri stereogenici. Configurazioni assolute e regole CIP. Enantiomeri e diastereoisomeri. Cicloalcani disostituiti. Forme meso
- **Alogenuari alchilici:** Le sostituzioni nucleofile. Le reazioni di eliminazione. Carbocationi come intermedi di reazione.
- **Alcoli, eteri ed epossidi; Ammine alifatiche:** Proprietà. Preparazione. Proprietà
- **Idrocarburi insaturi monofunzionali:** Proprietà degli alcheni e degli alchini. Preparazione. Reazioni di addizione
- **Composti carbonilici e loro derivati azotati:** Proprietà. Preparazione. Reazioni di addizione nucleofila. Reazioni di sostituzione nucleofila. Reattivi organometallici di litio, magnesio e rame
- **Acidi carbossilici e loro derivati:** Proprietà. Preparazione. Interconversioni fra derivati carbossilici. Sostituzione nucleofila acilica
- **Composti carbonilici e carbossilici:** Sostituzioni al carbonio in alfa. Enoli ed enolati. Reazioni degli enolati con agenti elettrofili
- **Interconversioni di gruppi funzionali:** Processi redox. Processi idrolitici e processi che non comportano variazioni dello stato di ossidazione.
- **Composti bi e polifunzionali:** Dalle correlazioni struttura-reattività elaborate per i composti monofunzionali alle proprietà di molecole contenenti due o più carboni sostituiti con eteroatomi, in funzione della loro distanza. Correlazione fra distanza tra i carboni eterosostituiti e possibili vie di sintesi.
- **Coniugazione fra gruppi insaturi adiacenti** (1,3-dieni, alfa,beta-enoni, polieni, ecc.): Carbocationi allylici. Addizione elettrofila e nucleofila 1,2 ed 1,4. Cicloaddizione di Diels-Alder
- **Benzene:** aromaticità. Sostituzione elettrofila aromatica, meccanismo ed esempi. Effetto del sostituente in reazioni di sostituzione elettrofila aromatica. Sali di diazonio e reazioni di sostituzione nucleofila aromatica. Sintesi multistadio di benzeni polisostituiti. Idrocarburi policiclici aromatici. Composti eterociclici aromatici a cinque termini. Composti eterociclici aromatici a sei termini
- **Introduzione alla chimica delle sostanze organiche naturali:** amminoacidi, lipidi e zuccheri

BIOCHIMICA (6 CFU)

- **Proteine:** struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria, trasporto dell'ossigeno ed esempi di rapporti struttura-funzione.
- **Enzimi e catalisi enzimatica:** gruppi prostetici, cofattori, coenzimi e vitamine; concetto di sito attivo e di specificità; complesso enzima-substrato e l'equazione di Michaelis-Menten: inibizione enzimatica.
- **Metabolismo di glicidi, lipidi, proteine ed acidi nucleici:** glicolisi e fermentazione; ciclo dell'acido citrico e dei pentoso fosfati; gluconeogenesi; metabolismo degli acidi grassi saturi e insaturi; il ciclo dell'azoto; biosintesi e degradazione di aminoacidi; deaminazione; transaminazione; ciclo dell'urea.
- **Bioenergetica e fosforilazione ossidativa:** variazione di energia libera e reazioni accoppiate; la catena respiratoria e la fosforilazione ossidativa; la teoria chemio-osmotica.

CHIMICA FARMACEUTICA (6 CFU)

- **Cenni di Farmacocinetica:** assorbimento, distribuzione, metabolismo, escrezione.
- **Cenni di Farmacodinamica.** L'interazione farmaco-recettore. Aspetti quantitativi dell'azione di un farmaco. Definizione di agonista, agonista inverso, agonista parziale e antagonista.
- **I recettori:** struttura e funzionamento.
- **Progettazione e sintesi di nuovi farmaci:** farmaco 'lead'.
- **Manipolazione molecolare:** Isosteria, semplificazione e complicazione molecolare.
- **Effetto dei sostituenti sull'attività biologica;** aspetti qualitativi delle relazioni struttura-attività; brevi cenni di QSAR (relazioni quantitative struttura-attività).
- **Manipolazione molecolare in funzione del metabolismo.**
- **Stereochimica e attività biologica.**

CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE (6 CFU)

- **Concetti e definizione di base:** monomero, unità ripetitiva, omopolimero, copolimero, macromolecole lineari, ramificate, reticolate, etc.
- **Processi di polimerizzazione:** reazioni di polimerizzazione a stadi e a catena. Parametri cinetici e termodinamici.
- **Caratterizzazione chimico-fisica:** solubilità, distribuzione delle masse molecolari e del peso molecolare medio.
- **Relazioni struttura-proprietà e applicazioni dei materiali polimerici.**

FISICA DELLA MATERIA(9 CFU, di cui 3 di laboratorio per il curriculum in *Scienza dei Materiali*)

- **Proprietà corpuscolari della radiazione:** il corpo nero, l'effetto fotoelettrico, effetto Compton, il fotone
- **Proprietà ondulatorie delle particelle:** interpretazione di de Broglie, il principio di indeterminazione, le funzioni d'onda
- **Meccanica quantistica:** l'equazione di Schroedinger, l'oscillatore armonico, la barriera di potenziale
- **Modello dell'atomo:** modelli di Thomson e Rutherford, gli spettri atomici e il modello di Bohr
- **Gli atomi e la meccanica quantistica:** l'atomo d'idrogeno, i livelli energetici, lo spin, l'effetto Zeeman e la struttura fine, il principio di esclusione di Pauli, gli atomi a molti elettroni.
- **Le molecole:** modello di Thomas-Fermi, metodo di Hartree, approssimazione di Born Oppenheimer, spettri molecolari, spettri rotazionali e vibrazionali.

FISICA DEI SEMICONDUTTORI E DISPOSITIVI (9 CFU, di cui 3 di laboratorio)

- **Proprietà elettroniche:** struttura cristallina dei principali semiconduttori, bande di energia, gap diretta ed indiretta.
- **Portatori nei semiconduttori:** Elettroni e lacune, Massa efficace e dinamica dei portatori in un potenziale periodico, Difetti intrinseci ed estrinseci, Impurezze: donori ed accettori, Statistica degli elettroni e lacune: caso intrinseco ed estrinseco, Concentrazione dei portatori n e p
- **Fenomeni di trasporto:** campo elettrico, gradiente di concentrazione, gradiente termico, Mobilità, conducibilità e costante di tempo, Equazione di continuità, Relazione di Einstein, Modello di Drude, Modello di Boltzmann
- **Interazione luce-semiconduttori:** Transizioni ottiche, Costante dielettrica, Modello di Drude e cenni sul modello quantistico, Assorbimento e riflettività, Eccitoni
- **Dispositivi a semiconduttore:** Giunzione p-n, Diodo, effetti di superficie, stati di superficie, Contatti ohmici e non, Celle solari, FET e MOSFET, Dispositivi fotonici, Tecnologia del silicio
- **Laboratorio:** determinazione della concentrazione di portatori mediante Hall, caratteristica I-V di un diodo p-n, giunzione metallo-semiconduttore.

FISICA DELLO STATO SOLIDO (9 CFU, di cui 3 di laboratorio)

- **Solidi cristallini:** strutture cristalline dei solidi.
- **Proprietà elettroniche:** elettroni liberi e quasi liberi. Calore specifico elettronico. Conducibilità elettrica e termica.
- **Proprietà termiche e ottiche dei solidi:** onde reticolari; calori specifici; assorbimento e rifrazione in isolanti, metalli e semiconduttori, costante dielettrica; laser.
- **Proprietà magnetiche nei solidi:** richiami sulle grandezze fisiche magnetiche. Paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo. Isteresi magnetica e domini magnetici.
- **Laboratorio:** verranno eseguiti esperimenti per determinare alcune delle proprietà dei solidi.

METODI COMPUTAZIONALI (6 CFU, di cui 2 di esercitazioni)

- **Breve introduzione al sistema operativo linux:** Illustrazione dei comandi di base necessari (*editor* vi, organizzazione del *file system*, operazioni in remoto, *security shell*).
- **Breve introduzione al linguaggio di programmazione:** Comandi principali di Fortran77, struttura base di un semplice codice
- **Creazione di semplici algoritmi numerici:** derivazione ed integrazione, cenni a problemi di statistica
- **Applicazioni pratiche a semplici problemi di fisica e chimica di base:** cenni ed applicazione all'integrazione delle equazioni del moto, cenni ed applicazione del metodo Monte Carlo

METODI DI INDAGINE STRUTTURALE (6 CFU)

- **Struttura molecolare e simmetria:** Elementi ed operazioni di simmetria. Gruppi puntuali di simmetria. Identificazione del gruppo puntuale di simmetria delle molecole. Rappresentazione dei gruppi di punto. Rappresentazioni riducibili ed irriducibili. Operatori di proiezione. Prodotto diretto delle rappresentazioni. Applicazioni della teoria dei gruppi a tecniche spettroscopiche per l'indagine strutturale.
- **Cristallografia:** Lo stato cristallino. Reticoli. Simmetria puntuale nei cristalli e i gruppi spaziali. La diffrazione dei raggi X. Il reticolo reciproco. Diffratometri per l'analisi di monocristalli. Diffrazione di materiali policristallini: teoria ed applicazioni analitiche. Il fattore di struttura e la sintesi di Fourier della densità elettronica. Risoluzione ed affinamento di strutture cristalline da dati di diffrazione.

SCIENZA DEI MATERIALI (9 CFU, di cui 3 di laboratorio per il curriculum in *Scienza dei Materiali*)

- **Materiali compositi.** Materiali compositi a matrice polimerica e a base ceramica. Prove di resistenza. Tecnologie di fabbricazione e principali utilizzi.
- **Materiali per la microelettronica.** Ossido di silicio: proprietà e metodi di crescita o deposizione. Tecniche di fotolitografia. Deposizione di materiali mediante tecniche chimiche da vapori (CVD)
- **Materiali microstrutturati.** Teoria dell'ossidazione dei metalli. Equilibrio termodinamico all'interfaccia metallo-ossido e ossido-aria
- **Materiali nanostrutturati.** Proprietà strutturali ed elettroniche di nanotubi a base di carbonio e di semiconduttori inorganici. Microscopia a scansione di sonda.