



## Corso di studi: Chimica per l'Industria e l'Ambiente (Laurea)

**Denominazione:** Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Dipartimento :** CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE

**Classe di appartenenza:** L-27 SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**Interateneo:** No

**Interdipartimentale:** No

**Obiettivi formativi:** OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso di Laurea in Chimica per l'Industria e l'Ambiente ha, come obiettivo generale, la formazione di una figura di chimico munito di un solido bagaglio culturale e professionale, sia teorico che sperimentale e applicativo, specificatamente progettato in relazione alle moderne realtà industriali chimiche e alle loro implicazioni ambientali. Di conseguenza, il laureato del Corso possiederà una formazione tecnica e scientifica rispondente ai requisiti utili ad accedere ai livelli di studio universitario superiori al primo, nonché ad inserirsi immediatamente nel mondo del lavoro, pure con una preparazione di base che gli permetta l'avanzamento professionale verso ruoli di responsabilità.

In termini di risultati di apprendimento, il laureato del Corso:

- conoscerà i principi e i metodi della chimica e le loro applicazioni all'industria e all'ambiente;
- comprenderà le attuali esigenze delle attività produttive chimiche;
- conoscerà i fondamenti della chimica industriale, delle connessioni prodotto-processo e dello sviluppo chimico sostenibile e compatibile con l'ambiente;
- saprà individuare le evoluzioni delle tecnologie e dei materiali;
- potrà inserirsi nel mondo del lavoro, possedendo gli strumenti idonei a varie attività professionali chimiche.

### ATTIVITÀ FORMATIVE

Le attività formative offerte serviranno a realizzare gli obiettivi indicati assicurando al laureato:

- le adeguate conoscenze nei diversi settori delle scienze e tecnologie chimiche, oltre ad una buona preparazione di base di matematica e di fisica;
- l'acquisizione dei fondamenti delle attività professionalizzanti, incluso un eventuale tirocinio formativo presso aziende e strutture pubbliche o private;
- gli elementi di base della sicurezza industriale, del controllo della qualità, dei vincoli scientifico-economici e tecnologici fra processo chimico e relativo prodotto;
- la conoscenza delle problematiche dell'impatto ambientale dei processi chimici, compresi la gestione e il riciclo dei rifiuti;
- l'acquisizione di adeguate conoscenze chimiche e fisiche per correlare la struttura dei composti e dei materiali con le loro proprietà ed il loro comportamento quando sottoposti a processi vari;
- la capacità di utilizzare le metodiche chimico-fisiche, analitiche e strumentali d'indagine in relazione a problemi applicativi;
- il possesso di adeguate conoscenze per l'utilizzo dei mezzi informatici nell'ambito del proprio lavoro;
- la possibilità di utilizzare l'inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito di competenza del proprio lavoro;
- la capacità di operare in ambienti professionali diversi con un definito grado di autonomia e di integrarsi in attività lavorative di gruppo.

### ORGANIZZAZIONE DIDATTICA

Gli obiettivi formativi vengono raggiunti attraverso l'offerta delle attività in un unico percorso curricolare. L'insieme delle singole attività formative, con i rispettivi crediti formativi, garantisce il rispetto dei requisiti richiesti dal "Chemistry Eurobachelor" per assicurare al laureato della Classe la possibilità d'accesso ai programmi di formazione di chimica europei di livello superiore.

### SBOCCHI OCCUPAZIONALI E PROFESSIONALI

Il Corso si propone di fornire al laureato le competenze necessarie per l'ingresso come chimico, perito e tecnico:

- nel mondo della produzione con compiti nella gestione degli impianti industriali e dei processi chimici compatibili con l'ambiente e con incarichi di controllo qualità e di tutela dell'igiene e della sicurezza industriali;
- nelle strutture pubbliche e private preposte alla valutazione e gestione dell'impatto ambientale delle attività industriali e al controllo di qualità dei prodotti;
- nei laboratori chimici pubblici e privati operanti per la salvaguardia e la conservazione del patrimonio artistico e dei beni culturali;
- nelle strutture produttive e manifatturiere di materiali su micro e macroscale.

**Motivazioni numero programmato:** Si ritiene opportuno introdurre il numero programmato per le immatricolazioni nel corso di laurea in Chimica per l'Industria e l'Ambiente per i seguenti motivi:

- i) negli ultimi due anni accademici, in assenza di numero programmato, gli immatricolati hanno raggiunto quasi le 100 unità e questo numero potrebbe salire ulteriormente a valori non sostenibili in base alle risorse (docenti e tecnici) e soprattutto alle strutture a disposizione (aule e laboratori);
- ii) il numero di abbandoni tra il primo e il secondo anno, legati a cambiamenti di corso o ad abbandono degli studi universitari, è attualmente nell'ordine del 50%, con ovvie conseguenze negative sulla organizzazione dei corsi.

Il numero programmato proposto (60 immatricolati) permette così l'immatricolazione degli studenti effettivamente motivati ed in possesso delle qualità per affrontare il corso di studi proposto.

A tale numero si prevede di aggiungere comunque fino a 5 studenti extracomunitari residenti all'estero e gli studenti che supereranno l'esame di ammissione alla Scuola Normale Superiore.

**Numero stimato immatricolati:** 60

**Requisiti di ammissione e modalità di verifica:** Per l'ammissione al corso di Laurea è previsto un test di valutazione delle conoscenze in ingresso che non preclude in nessun caso l'immatricolazione. Sono però previsti obblighi per gli studenti che non superano il test d'ingresso. Sono inoltre organizzate attività formative propedeutiche per incrementare il livello di preparazione di base in matematica. Per approfondimenti consultare il sito della didattica del Dipartimento [www.dcci.unipi.it/didattica](http://www.dcci.unipi.it/didattica)

**Specifiche CFU:** Le attività formative sono costituite da corsi di lezioni teoriche, corsi di esercitazioni in aula, corsi di laboratorio.

Per i corsi costituiti solo da lezioni teoriche ogni CFU corrisponde a 8 ore di didattica frontale e 17 ore di studio individuale.

Per i corsi costituiti da esercitazioni in aula ogni CFU corrisponde a 10 ore di lezione e 15 ore di studio individuale.

Per le esercitazioni in laboratorio con lezioni di introduzione alle esercitazioni ogni CFU corrisponde a 14-15 ore di lezione (ripartite fra didattica frontale ed esercitazioni in laboratorio) e 11-10 ore di studio individuale.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** Il voto di laurea esprime una valutazione globale del curriculum dello studente e della preparazione e maturità scientifica da lui raggiunta al termine del corso di studi e del lavoro di tesi. Il voto di laurea è riportato in centodecimi, con eventuale lode, ed è calcolato dalla somma dei seguenti contributi:

- a) media dei voti in centodecimi, pesata secondo i crediti, conseguiti nelle attività formative la cui valutazione è espressa da una votazione;
- b) voto per la discussione dell'elaborato in sede di esame di laurea, fino ad un massimo di 8/110, su proposta del Presidente della Commissione di laurea;
- c) premio di regolarità negli studi, pari a 5/110 se il candidato si laurea entro 40 mesi dalla data di immatricolazione (che è fissata convenzionalmente al 1 settembre), 3/110 se si laurea oltre i 40 ma entro i 46 mesi, 2/110 se si laurea oltre i 46 ma entro i 52 mesi.

Il voto di laurea derivante dalla somma sarà arrotondato al numero intero più vicino per eccesso, se il voto ha una cifra decimale uguale o superiore a 5, o per difetto, se la cifra decimale è inferiore a 5.



AmMESSO che il candidato presenti una media pesata dei voti conseguiti nel triennio maggiore o uguale a 100/110, è facoltà del relatore (o del controrelatore nel caso in cui il tirocinio sia stato svolto presso un'azienda o un ente convenzionato) proporre l'assegnazione della lode, la cui attribuzione deve essere decisa all'unanimità.

**Attività di ricerca rilevante:** I docenti del Corso di Laurea in Chimica per l'Industria e l'Ambiente afferiscono in larga maggioranza al Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale. Si descrivono brevemente le aree di ricerca coltivate in quel Dipartimento.

### Settori CHIM/01:

Strumentazione e metodologie innovative per la separazione e caratterizzazione di miscele di interesse clinico, agro- alimentare e biotecnologico. Tecniche cromatografiche ed elettroforetiche in virologia clinica. Caratterizzazione dei materiali originali e studio dei relativi processi di degradazione in manufatti di interesse storico-artistico. Studio dei processi di diffusione di microinquinanti. Determinazione di coefficienti di attività in miscele di elettroliti. Membrane permeoselettive per misure di attività di ioni complessi. Aspetti cinetici e termodinamici delle reazioni degli acidi nucleici con metalli e intercalatori. Estrazione di metalli con metodi basati sulla catalisi micellare.

### Settore CHIM/02:

Termodinamica di miscele liquide: misura sperimentali e sviluppo di relazioni previsionali. Studio della micellizzazione in soluzione acquosa. Sistemi artificiali per il trasporto di ossigeno. Fotoreazioni organiche e in mezzi chirali con uso di luce polarizzata circolarmente. Spettroscopia di assorbimento, fluorescenza e diffusione da matrici solide. Nuove tecniche NMR, modellistica e simulazione della struttura e dinamica di cristalli liquidi. Teoria e simulazione di processi molecolari indotti da radiazione intensa. Teoria e simulazione di reazioni fotochimiche. Fotochimica supramolecolare e materiali fotomodulabili. Fotochimica dell'atmosfera. Modelli teorici delle proprietà di nanomateriali e di dimensioni molecolari.

### Settore CHIM/03:

Sintesi di composti inorganici e metallorganici (con particolare riferimento alla sintesi di composti di coordinazione degli elementi all'inizio e alla fine della serie di transizione e all'individuazione di andamenti periodici di reattività). Reattività di leganti metallo-coordinati e catalisi (con particolare riguardo alla determinazione dei principi fondamentali della reattività di leganti coordinati a metalli di transizione). Materiali nanostrutturati (con particolare riguardo alla preparazione di polimeri o di oligomeri, contenenti cluster tri- o esa-nucleari di metalli di transizione alternati a spaziatori organici coniugati).

### Settori CHIM/04, CHIM/05 e ING-IND/22:

Catalisi con catalizzatori a base di metalli di transizione, ottenimento di molecole per la chimica organica industriale con riferimento ai processi e i prodotti per la chimica fine; valorizzazione di biomasse e materie prime rinnovabili per la produzione di intermedi e biofuels; chimica delle macromolecole per la produzione di materiali sia strutturali che funzionali riguardanti compositi e nanocompositi e polimeri per usi speciali e biomateriali, lo sviluppo di processi e materiali ecocompatibili e biorinnovabili, materiali biodegradabili e riciclo delle materie plastiche.

### Settore CHIM/06:

Sintesi organica stereoselettiva per la preparazione di sostanze chirali, con applicazioni in campo biomedico/farmaceutico e agroalimentare. Sviluppo e studio di nuovi catalizzatori e di metodi di eterogeneizzazione per il loro recupero e riutilizzo. Stereochimica e determinazione quali-quantitativa di composti e addotti organici, organometallici e bioorganici con tecniche spettroscopiche. Impiego di vapori metallici e attivazione dei metalli per la catalisi omogenea ed eterogenea. Applicazioni delle microonde in reazioni organiche. Sintesi di composti naturali e di loro analoghi con attività antitumorale e di semiochimici per insetti. Sintesi di sostanze eteroaromatiche di potenziale interesse farmacologico mediante reazioni di arilazione catalizzate da composti di metalli di transizione.

**Rapporto con il mondo del lavoro:** Importanti studi e rilevazioni di istituti accreditati (ISTAT, Federchimica, Unioncamere-Ministero del lavoro), sottolineano l'interesse del settore produttivo e le buone prospettive professionali offerte dal settore chimico industriale, in particolare la richiesta di laureati. Al riguardo, vedi allegato cartaceo.

**Informazioni aggiuntive:** Gli obiettivi formativi, con le relative attività formative, del Corso di Laurea in Chimica per l'Industria e l'Ambiente sono stati identificati e formulati a seguito delle consultazioni e dei rapporti di cooperazione dei docenti con imprese industriali (Piaggio, Acta/Idealab, Deltatech, Idroplast, Argus Chemicals, ecc.) e consorzi imprenditoriali (es.: PO.TE.CO., Celsius, Tecnotessile) del territorio pisano e della regione, oltre che a livello nazionale (ENI, Pirelli, Ferrero, Lavazza, Granarolo, Ciba, NPT, KME, ecc.) e internazionale (BASF, Dow, Bayer, Arkema, AKZO-International Paint, Jotun, Ivoclar-Vivadent, EPI, KEMA, Wallenius, Zenon-GE, TEER Coatings, ecc.).



**Curriculum: INDUSTRIALE****Primo anno (57 CFU)****Chimica Generale ed Inorganica + Laboratorio (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Generale ed Inorganica	6	CHIM/03	Base	Discipline chimiche
Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	6	CHIM/03	Base	Discipline chimiche

**Chimica Organica I e Laboratorio (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Organica I e Laboratorio	6	CHIM/06	Base	Discipline chimiche
Laboratorio	3	CHIM/06	Base	Discipline chimiche

**Fisica Generale I e Laboratorio (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica Generale I e Laboratorio	9	FIS/01	Base	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche

**Istituzioni di Matematica I (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Istituzioni di Matematica I	12	MAT/05	Base	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche

**Chimica Inorganica e Laboratorio (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Inorganica e Laboratorio	6	CHIM/03	Caratterizzanti	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche
Laboratorio	3	CHIM/03	Caratterizzanti	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche

**Abilità informatiche (3 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Abilità informatiche	3	INF/01	Altre attività - Abilità informatiche e telematiche	Abilità Informatiche e Telematiche

**Scelta Studente 1 (3 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Scelta Studente 1	3	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	A scelta dello studente



## Curriculum: INDUSTRIALE

### Secondo anno (57 CFU)

#### Chimica Analitica e Laboratorio (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Analitica e Laboratorio	6	CHIM/01	Base	Discipline chimiche
Laboratorio	3	CHIM/01	Base	Discipline chimiche

#### Chimica Fisica e Laboratorio (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Fisica e Laboratorio	3	CHIM/02	Base	Discipline chimiche
Laboratorio	3	CHIM/02	Base	Discipline chimiche

#### Fisica Generale II e Esercitazioni (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica Generale II e Laboratorio	3	FIS/03	Base	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche
Laboratorio	3	FIS/03	Base	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche

#### Chimica Fisica Industriale e Laboratorio (12 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Fisica Industriale e Laboratorio	9	CHIM/02	Caratterizzanti	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche
Laboratorio	3	CHIM/02	Caratterizzanti	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche

#### Chimica Organica II e Laboratorio (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Organica II	6	CHIM/06	Caratterizzanti	Discipline chimiche organiche e biochimiche
Laboratorio	3	CHIM/06	Caratterizzanti	Discipline chimiche organiche e biochimiche

#### Fondamenti di Chimica per l'Industria e l'Ambiente (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fondamenti di Chimica per l'Industria e l'Ambiente	3	CHIM/04	Caratterizzanti	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

#### Scienza e Tecnologia per l'Ambiente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Scienza e Tecnologia per l'Ambiente	6	CHIM/04	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

### Scelta Studente 2 (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Scelta Studente 2	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	A scelta dello studente



## Curriculum: INDUSTRIALE

### Terzo anno (66 CFU)

#### Biochimica (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Biochimica	6	BIO/10	Caratterizzanti	Discipline chimiche organiche e biochimiche

#### Chimica Analitica Strumentale e Laboratorio (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Analitica Strumentale e Laboratorio	6	CHIM/01	Caratterizzanti	Discipline chimiche analitiche e ambientali
Laboratorio	3	CHIM/01	Caratterizzanti	Discipline chimiche analitiche e ambientali

#### Chimica Industriale A + B (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Industriale A + B	6	CHIM/04	Caratterizzanti	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

#### Principi di Chimica Industriale e Laboratorio (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Principi di Chimica Industriale e Laboratorio	6	CHIM/04	Caratterizzanti	Discipline chimiche industriali e tecnologiche
Laboratorio	3	CHIM/04	Caratterizzanti	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

#### Scienza delle Macromolecole A + B (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Scienza delle Macromolecole A + B	6	CHIM/04	Caratterizzanti	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

#### Processi e Impianti Industriali Chimici (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Processi e Impianti Industriali Chimici	6	ING-IND/26	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

#### Tecnologie Industriali (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Tecnologie Industriali (Carta)	3	SECS-P/13	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative
Tecnologie Industriali (Concia)	3	SECS-P/13	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative



**Scelta Studente 3 (3 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Scelta Studente 3	3	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	A scelta dello studente

**Prova finale (15 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Prova Finale	6	PROFIN_S	Prova finale	Per la prova finale
Lavoro teorico-sperimentale	9	PROFIN_S	Altre attività - prova finale	Per la prova finale





## Gruppi per attività a scelta nel CDS Chimica per l'Industria e l'Ambiente

### Gruppo Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 1 (3 CFU)

**Descrizione:** A SCELTA STUDENTE 1.

La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su tre gruppi viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle tre annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei tre gruppi saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 12 CFU.

**Note:**

A questo elenco di insegnamenti a scelta dello studente va aggiunto quello dei corsi offerti dal Corso di Laurea in Chimica nell'analogo gruppo di corsi a scelta per il primo anno.

#### Attività contenute nel gruppo

#### Certificazione e Controllo Qualità (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Certificazione e Controllo Qualità	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

#### Errori e Analisi dei Dati (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Errori e Analisi dei Dati	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Gruppo Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 2 (6 CFU)

**Descrizione:** A SCELTA STUDENTE 2.

La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su tre gruppi viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle tre annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 12 CFU.

**Note:**

A questo elenco di insegnamenti a scelta dello studente va aggiunto quello dei corsi offerti dal Corso di Laurea in Chimica nell'analogo gruppo di corsi a scelta per il secondo anno.

#### Attività contenute nel gruppo

#### Caratterizzazione di Materiali e Sostanze (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Caratterizzazione di Materiali e Sostanze	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

#### Chimica degli Elementi di Transizione (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica degli Elementi di Transizione	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

#### Chimica dei Composti di Coordinazione I (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Composti di Coordinazione I	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

#### Chimica dei Composti Organometallici (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Composti Organometallici I	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

#### Chimica dell'Ambiente (3 CFU)



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dell'Ambiente	3	CHIM/12 CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Fotochimica: Aspetti Fenomenologici (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fotochimica: Aspetti Fenomenologici	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Introduzione alla Professione di Chimico (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Introduzione alla Professione di Chimico	3	IUS/07 DIRITTO DEL LAVORO	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Introduzione alla Sintesi Organica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Introduzione alla Sintesi Organica	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Gruppo Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 3 (3 CFU)

#### Descrizione: A SCELTA STUDENTE 3.

La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su tre gruppi viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle tre annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 12 CFU.

#### Note:

A questo elenco di insegnamenti a scelta dello studente va aggiunto quello dei corsi offerti dal Corso di Laurea in Chimica nell'analogo gruppo di corsi a scelta per il terzo anno.

#### Attività contenute nel gruppo

##### Biopolimeri (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biopolimeri	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

##### Chimica Analitica Spettroscopica I (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica Spettroscopica	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

##### Chimica dei Beni Culturali A (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Beni Culturali A	3	CHIM/12 CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

##### Chimica dei Beni Culturali B (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Beni Culturali B	3	CHIM/12 CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

##### Chimica e Tecnologia dei Materiali (Principi) (3 CFU)



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica e Tecnologia Materiali (Principi)	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica e Tecnologia della Catalisi (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica e Tecnologia della Catalisi	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Elettrochimica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettrochimica	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Monitoraggio Ambientale (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Monitoraggio Ambientale	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Sensori e Biosensori (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sensori e Biosensori	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Spettrometria di Massa in Chimica Organica e Biorganica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Spettrometria di Massa in Chimica Organica e Biorganica	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Tecniche Strumentali Avanzate in Chimica Organica e Biorganica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecniche Strumentali Avanzate in Chimica Organica e Biorganica	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Tecnologia dei Materiali Polimerici (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologia dei Materiali Polimerici	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente



## Attività formative definite nel CDS Chimica per l'Industria e l'Ambiente

## Abilità informatiche (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computer Science

**Obiettivi formativi:** Il corso fornisce le conoscenze informatiche teorico/pratiche sui seguenti argomenti: videoscrittura, web, analisi dei dati. Si presuppone come prerequisito un livello conoscitivo di base del sistema operativo Windows e delle operazioni elementari di gestione dei file.

Nell'ambito della videoscrittura verranno analizzate la funzionalità di base e alcune delle funzionalità avanzate del programma Microsoft Word con l'obiettivo di fornire le competenze necessarie alla realizzazione di documentazione strutturata comprendente testo, immagini, tabelle, formule, indici e sommari e formattazione, anche in previsione della realizzazione di elaborati e della tesi di laurea.

Nell'ambito del web verranno affrontate varie tematiche: la struttura delle reti di computer, i protocolli di comunicazione nelle reti, gli strumenti per la visualizzazione e la navigazione degli ipertesti, la ricerca delle informazioni nel web, al fine di favorire l'utilizzo della rete come strumento di studio, di lavoro e di ricerca. Inoltre verranno fornite le basi del linguaggio HTML per la costruzione di pagine di ipertesto e l'utilizzo di strumenti open source per la realizzazione stessa delle pagine.

Nell'ambito dell'analisi dei dati verranno affrontate due tematiche principali: l'utilizzo di fogli di calcolo e quello dei data base per i quali si farà riferimento ai programmi Microsoft Excel e Microsoft Access. In particolare si utilizzeranno le funzioni avanzate di Excel, quali le tabelle pivot, per l'analisi multidimensionale dei dati. Dove sia possibile si farà riferimento ad esempi di risoluzione di problemi nell'ambito della chimica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course provides theoretical/practical computer science skills, especially on the wordprocessing, web, data analysis.

A basic knowledge on the Windows operating system and on elementary file management operation is required.

Concerning wordprocessing, the standard functionalities and some advanced functionalities of the Microsoft Word application will be analyzed, in order to provide the necessary skills for realizing structured documents including text, images, tables, formulas, indexes, tables of matters and layouts of documents.

Concerning the web, several aspects will be dealt with, including computer networks structure, communication protocols of the nets, instruments for hypertext visualization and navigation, information retrieval on the web. This part aims at using the net as a research, job and study instrument. Moreover, the bases of HTML language for hypertext page construction will be provided

along with some open source programs for web design and production.

Concerning data analysis, two main topics will be treated: use of spreadsheets and use of databases with some references to Microsoft Excel and Microsoft Access programs, and in particular Excel advanced functions, like pivot tables, for the multidimensional analysis of the data. Reference will be made to examples of problem solving in the domain of chemistry.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Verifica orale dell'idoneità.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Abilità informatiche	3	INF/01 INFORMATICA	Altre attività - Abilità informatiche e telematiche	e_learning	Abilità Informatiche e Telematiche

## Biochimica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biochemistry

**Obiettivi formativi:** Il corso ha lo scopo di fornire agli studenti le nozioni di base chimiche e fisico-chimiche che governano le funzioni biologiche, dai processi di trascrizione e traduzione dell'informazione genica al metabolismo cellulare.

Nel corso vengono descritte le caratteristiche distintive di cellule procariotiche ed eucariotiche fornendo elementi di base dei processi di duplicazione e trascrizione del DNA nonché del processo di biosintesi delle proteine; vengono inoltre affrontati argomenti relativi allo studio della struttura e della funzione delle proteine prendendo a modello molecole come l'emoglobina, la mioglobina e gli enzimi in generale. Come esempio di integrazione metabolica, vengono presi in considerazione il catabolismo e l'anabolismo degli zuccheri, e la loro regolazione, in relazione al fabbisogno energetico cellulare.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course provides students with a working knowledge of fundamental chemical and chemical-physical principles governing procariotic and eucariotic biological functions, from the processes of transcription and translation of genetic information to cellular metabolism.

The course is devoted to mastering: the structural organization of eucariotic and procariotic cells, with emphasis on the basic principles governing the processes of DNA duplication and transcription and protein synthesis; the structure and function of proteins, with haemoglobin, myoglobin and enzymes as models of proteins in action; the metabolism of carbohydrates, with emphasis on the reciprocal regulation of their anabolic and catabolic pathways in response to cellular energy requirement, as an example of metabolic integration.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** L'attività di Chimica Organica I è propedeutica.

La frequenza al corso non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto con eventuale orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biochimica	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline chimiche organiche e biochimiche



### Biopolimeri (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biopolymers

**Obiettivi formativi:** Scopo del corso è fornire le conoscenze di base relative a composizione, struttura, proprietà chimiche e chimico-fisiche ed alle principali funzioni delle macromolecole di origine biologica, ed in particolare delle tre classi principali: proteine, acidi nucleici e polisaccaridi. Vengono illustrate le metodologie chimiche e le tecniche analitiche impiegate per l'isolamento, la purificazione e la caratterizzazione strutturale del biopolimero, nonché le principali tecniche di sintesi non biologica. La capacità di auto-organizzazione delle macromolecole biologiche e le implicazioni derivanti dalla generazione di strutture tridimensionali definite (motivi strutturali, domini funzionali) e di complessi supramolecolari (fibre, geli associativi) vengono discusse ponendo l'accento sul ruolo biologico di tali strutture, nonché sulle potenziali applicazioni dei biopolimeri come materiali funzionali e/o strutturali. Vengono infine illustrati i principali aspetti relativi a struttura, sintesi e proprietà di interesse applicativo di polimeri ottenibili da precursori di origine biologica, polimerici e non, discutendone brevemente vantaggi e svantaggi in termini di sostenibilità economica ed ambientale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at providing the base knowledge on the composition, structure, and the main chemical and physico-chemical properties as well as the biological role of the three main classes of biopolymers: proteins, nucleic acids, and polysaccharides. The chemical and analytical techniques for their separation, purification and structural characterization, as well as the synthetic routes for their non-biochemical synthesis, are presented. The self-assembling behaviour of the biopolymers, the biological significance of their capability to build up well defined three-dimensional structures (fibers, associative gels) and supramolecular assemblies, and their potential applications as functional and/or structural materials are also reviewed. Finally, a brief survey on the structure, synthesis, and application properties of biorelated polymers obtained from renewable resources will be presented, and the key issues of environmental and economic sustainability discussed.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biopolimeri	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Caratterizzazione di Materiali e Sostanze (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Characterization of Materials and Compounds

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornirà le conoscenze di base circa le relazioni tra struttura e proprietà dei principali materiali.

Intende inoltre far acquisire i principi teorici delle metodologie di indagine che conducono all'ottenimento dei dati necessari per la caratterizzazione dei materiali e sostanze per il controllo della qualità di un prodotto.

Materie prime e prodotti intermedi fondamentali organici e inorganici che portano all'ottenimento dei materiali: metallici, non metallici e polimerici.

Grandezze intensive ed estensive che caratterizzano le sostanze ed i materiali.

Rappresentazione dei dati mediante tabelle, diagrammi e nomogrammi ed elaborazioni matematiche.

Principi teorici delle metodologie di indagine impiegate per la caratterizzazione dei gruppi funzionali, struttura e composizione dei materiali e delle sostanze.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course will provide the basic knowledges about the relationship between structure and properties of the main materials and will result in acquisition of the theoretical methods of investigation leading to obtain the necessary data for the characterization of materials and substances for the control of quality of a product

Raw materials and intermediate products basic organic and inorganic leading obtaining materials: metal and non-metallic and polymers.

Size intensive and extensive characterizing the substances and materials.

Representation of data through tables, diagrams and mathematical calculations and nonograms.

Principles of theoretical methods of investigation used for the characterization of functional groups, structure and composition the materials and substances.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Caratterizzazione di Materiali e Sostanze	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Certificazione e Controllo Qualità (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Certification and Quality Control

**Obiettivi formativi:** Il corso di ha lo scopo di portare lo studente alla comprensione degli aspetti economico-gestionali riguardanti la normazione e la certificazione dei sistemi di gestione e controllo qualità delle aziende, con specifica attenzione all'ambito chimico. Allo studente sono forniti gli strumenti per un capace inserimento in società di certificazione, per la gestione della qualità in ambito aziendale, permettendogli di identificare quelle che devono essere le capacità imprenditoriali, l'ottimizzazione dell'organizzazione, l'efficienza della gestione, l'idoneità delle strutture e la presenza di competenze adeguate all'interno delle realtà aziendali.



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Nei contenuti il corso descrive il processo di normazione e gli organi competenti sia riguardo alle norme nazionali che a quelle europee e internazionali, con riferimento alle Direttive comunitarie. Nel dettaglio sono descritte le norme riferite alla Gestione del Sistema Qualità della famiglia delle ISO 9000, con indicazioni su ambiente, sicurezza e salute. Si fa riferimento al programma Responsible Care e REACH.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is designed to bring the student to the understanding of the economics, management concerning the standardization and certification of management systems and quality control of companies, with specific attention to the chemical enterprises. Students are provided with the tools for a capable insertion in Certification Institution, for quality management of the companies. The course permits to identify those that need to be entrepreneurial skills, optimization of the organization, management efficiency, suitability structures and the presence of appropriate skills within the business realities.

The course describes the process of standardization and the relevant bodies whether in relation to national, European and international standards, with reference to the EU directives. The rules related to the management of the group of the Quality System (ISO 9000), with guidance on environment, safety and health are described in detail. The Responsible Care program and REACH are taken as references.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Certificazione e Controllo Qualità	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Certificazione e Controllo Qualità nell'Industria Cartaria (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Certification and Quality Control in the Paper Industry

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornisce gli elementi di base per analizzare, progettare, sviluppare, gestire e migliorare gli elementi di un sistema di gestione della qualità in un'organizzazione pubblica e privata per la produzione di carta e cartone. Lo studente conoscerà i modelli di garanzia o assicurazione della qualità, le regolamentazioni ISO, e le criticità dei processi di produzione della carta fine e i loro continui miglioramenti, pratica e applicazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course will provide the basic elements to analyze, plan, develop, handle and improve the elements of a quality management system in a public and private organization for the paper and cardboard production. The student will know the models of guarantee or assurance of the quality, the ISO regulations, and the critical items of the production process of fine papers, and their continuous improvement, practice and application.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Certificazione e Controllo Qualità nell'Industria Cartaria	3	SECS-P/13 SCIENZE MERCEOLOGICHE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chemiometria (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemometrics

**Obiettivi formativi:** Introduzione alla chemiometria: la chemiometria nel contesto scientifico, l'analisi di un "problema complesso".

La struttura multivariata dei dati: richiami di algebra matriciale, matrici varianza-covarianza, matrici di correlazione, distanza e similarità nello spazio multidimensionale.

Il pretrattamento dei dati: le trasformazioni delle variabili, le scalature dei dati.

Trasformazioni lineari.

Analisi delle componenti principali (PCA): loadings e scores in PCA, la correlazione nei dati, il numero di componenti significative.

Analisi dei cluster: matrice delle distanze e matrice delle similarità, esempi di metodi gerarchici e non gerarchici per l'analisi dei cluster.

Metodi di classificazione: esempi di metodi di classificazione, matrice di confusione, parametri di valutazione dei modelli di classificazione.

Metodi di regressione: il metodo dei minimi quadrati ordinari, parametri di valutazione dei modelli di regressione, il metodo partial least squares regression.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to chemometrics. Chemometry and science. The analysis of complex systems.

Multivariate data: linear algebra, variance/covariance matrixes, correlation matrixes, distance and similarity in multidimensional data sets.

Data pretreatment: variable transformation, data scaling.

Principal component analysis (PCA): loadings and scores, variable correlation, selection of significant components.

Cluster analysis: distance matrix, similarity matrix, hierarchical and non-hierarchical methods for cluster analysis.

Classification methods: examples of classification models, parameters for the evaluation of classification models.

Regression methods: ordinary least squares, partial least squares.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chemiometria	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica Analitica e Laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analytical Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Lo scopo del corso è quello di fornire agli studenti gli strumenti necessari per impostare correttamente problemi di tipo analitico e risolverli appropriatamente. Il corso si occupa dell'analisi di sistemi chimici in soluzione con particolare riguardo ai sistemi ionici.

Reazioni di trasferimento protonico. Acidi e basi coniugati. Sistemi di acidi e basi poliprotici. Caratteristiche delle curve di titolazione. Curve di distribuzione delle specie. Determinazioni delle concentrazioni delle specie in un sistema acido-base. Sistemi acido-base complementari: tamponi e indicatori. Reazioni di complessazione. Complessazione per stadi. Costanti di equilibrio individuali e complessive. Costanti di equilibrio apparenti (o condizionali). Reazioni accoppiate alle reazioni di complessazione e loro influenza sulle costanti apparenti (effetto della acidità e di complessanti ausiliari). Leganti polidentati. Effetto della chelazione.

Reazioni di precipitazione. Definizione di solubilità, solubilità degli elettroliti, prodotto di solubilità. Dipendenza della solubilità da pH, eccesso di ioni comuni, agenti complessanti, forza ionica, temperatura.

Reazioni di trasferimento elettronico. Sistemi redox. Variazione di energia libera e forza elettromotrice. Il potenziale di giunto liquido. Elettrodi indicatori ed elettrodi di riferimento. Il ponte potenziometrico. Misura del pH di una soluzione. Metodi di taratura dell'elettrodo a vetro. Titolazioni potenziometriche.

Valutazione degli errori. Valutazione dell'errore di titolazione attraverso la conoscenza della frazione titolata.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide the students with theoretical backgrounds and methodologies enabling them to correctly set and appropriately resolve basic problems of analytical chemistry. The course is devoted mainly to the qualitative and quantitative analysis of inorganic systems, in particular electrolytes. The following topics are treated: proton transfer, complex formation, precipitation, and electron transfer reactions.

Practical laboratory: Simple analytical problems are solved by using suitable experimental procedures. The issues discussed in the laboratory course include: safety, steps of the chemical analysis, qualitative analysis of cations and anions, volumetric analysis, ion exchange resins, potentiometric analysis.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** L'esame di Chimica Generale e Inorganica e Laboratorio è propedeutico.

La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica e Laboratorio	6	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Base	lezioni frontali	Discipline chimiche
Laboratorio	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Base	lezioni frontali+laboratorio	Discipline chimiche

### Chimica Analitica Spettroscopica I (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Spectroscopic Analytical Chemistry I

**Obiettivi formativi:** Il Corso intende far acquisire i concetti di base per l'interpretazione degli spettri IR di composti organici, inorganici e polimerici. Correlazioni dell'assorbimento di radiazione nelle varie regioni dello spettro con differenti tipi di livelli energetici delle vibrazioni molecolari e delle bande non dovute alle vibrazioni fondamentali. Criteri per la messa a punto di metodi di analisi qualitative, quantitative e strutturali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the Course is to cover the fundamental principles behind infrared spectroscopy and to enable the student to understand the origin of the features in an infrared spectrum, including the physical pictures of molecular vibrations, the factors which limit the number of absorption bands in a spectrum, and the features of infrared spectra which are not due fundamental vibrations. Basic concepts for IR spectra interpretation of solids, liquids, gaseous compounds and polymers will be given. Qualitative and quantitative chemical analysis aspects will be discussed.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica Spettroscopica	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente





### Chimica Analitica Spettroscopica II (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Spectroscopic Analytical Chemistry II

**Obiettivi formativi:** Il Corso svilupperà il concetto di simmetria nell'ambito della teoria dei gruppi per l'interpretazione dello spettro molecolare. Saranno inoltre esaminati importanti accessori che possono essere assemblati ad uno spettrofotometro FT-IR quali: il microscopio e vari altri accessori di riflessione. Infine si darà anche una introduzione alla spettroscopia fotoacustica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course aims to develop the geometric definition of symmetry in the group theory for the interpretation of molecular spectra. Applications of FT-IR Microspectroscopy, Attenuated Total Reflectance, Multiple Internal Reflection and introduction at the Photoacoustic Spectroscopy.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica Spettroscopica II	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica Analitica Strumentale e Laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Instrumental Analytical Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Obiettivi generali del corso di insegnamento: far acquisire allo studente le conoscenze relative ai principi teorici, strumentali ed applicativi delle principali tecniche strumentali utilizzate in chimica analitica.

Elementi di statistica: Errori casuali e sistematici. Distribuzione delle medie. Intervallo di confidenza. Limiti di confidenza. Test di significatività. Outliers. Esercitazioni sui test di significatività.

Tecniche voltammetriche e polarografiche: Generalità sulle tecniche polarografiche e voltammetriche. Polarografia d.c.. Equazione di Ilkovic. Corrente capacitiva. Tecniche ad impulsi. Voltammetria di stripping anodico. Confronto dei limiti di rivelabilità. Campi di applicabilità.

Tecniche Cromatografiche: Generalità sulle tecniche separative e loro classificazione. La teoria dei piatti: Fattore di capacità e fattore di risoluzione. Efficienza di una colonna cromatografica. Parametri caratteristici di un picco cromatografico. Forma gaussiana della curva di eluizione. Teoria delle velocità. Equazione di Van Deemter e sue implicazioni. Programmata di temperatura in GC. Gradiente di eluizione in HPLC. Sistemi di iniezione. Impiego della spettrometria di massa.

Controllo di qualità del dato analitico: Introduzione al controllo di qualità del dato analitico. Tracciabilità del campione.

Controllo analitico interno. Campioni di riferimento certificati. Campioni di riferimento "spiked". Esercizi di intercalibrazione. Standard interno ed esterno. Curve di calibrazione. Prove in "bianco". Carte di controllo.

Introduzione alla spettro(foto)metria. Spettri atomici e molecolari. Larghezza delle righe atomiche. Legge di Beer-Lambert. Spettrofotometria UV-vis: sorgenti, monocromatore, rivelatori. Rapporto segnale/rumore, modulazione dei segnali. Motivi di deviazione dalla legge di Beer-Lambert.

Spettrofotometria atomica: sorgenti, atomizzatore a fiamma, atomizzatore elettrotermico, torcia al plasma, correzione degli assorbimenti non specifici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** General aims: the student should learn the most important theoretical, instrumental and application aspects of the main instrumental techniques used in analytical chemistry.

Introduction to statistics: systematic and random errors. Mean distribution. Confidence interval. Confidence limits and confidence level. Outliers. Exercises and applications.

Voltammetry and polarography: Introduction to voltammetric and polarographic techniques. d.c. polarography. Ilkovic' equation. Capacitive current. Differential pulse polarography. Anodic stripping Voltammetry. Comparison of detection limits. Applications

Chromatography: Introduction to separative techniques and their classification. The plate theory. Capacity factor and resolution factor. Chromatographic efficiency. Parameters of a chromatographic peak. Gaussian shape of a chromatographic peak. Rate theory. Van Deemter's equation. Temperature programming in GC. Gradient elution in HPLC. Injectors. Detectors. Mass spectrometric detector.

Quality control of analytical data: Introduction to quality control in analytical chemistry. Sample traceability. Internal quality control. Certified reference materials. Spiked reference samples. Inter-laboratory exercise. External and internal standards. Calibration curves. Blanks. Control chart.

Introduction to spectrophotometry. Atomic and molecular spectra. Width of atomic lines. Beer-Lambert law.

UV-vis spectrophotometry: light sources, monochromator, light detectors. Signal to noise ratio, signal modulation. Deviation from Beer-Lambert law.

Atomic spectrophotometry: light sources, flame atomizer, electrothermal atomizer, inductively-coupled plasma, correction of non specific absorption.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** L'attività di Chimica Analitica e Laboratorio è propedeutica.

La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica Strumentale e Laboratorio	9	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline chimiche analitiche e ambientali





## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline chimiche analitiche e ambientali

### Chimica degli Elementi di Transizione (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemistry of Transition Elements

**Obiettivi formativi:** Nel corso sono trattate le tecniche per la separazione e la purificazione degli elementi dei Gruppi 8, 9, 10, 11, che in natura si trovano in miscela fra loro e vengono recuperati principalmente dai fanghi anodici del rame e del nichel. Se possibile, le tecniche vengono anche mostrate in laboratorio. Partendo da fanghi anodici del rame vengono recuperati rutenio, rodio, iridio, palladio, platino e oro con purezze che soddisfano i limiti commerciali. Viene anche mostrata la preparazione del dicarbonilacetilacetato di rodio(I), un catalizzatore omogeneo impiegato industrialmente nella idroformilazione di olefine.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The techniques will be illustrated for separating and refining transition metals of Groups 8,9,10,11, which in nature are found in mixture. They are recovered most of all from anodic slimes of copper and nickel. In the case of a limited number of participants, the techniques will be partially applied in the laboratory hands on. Starting from anodic slimes of copper, ruthenium, rhodium, iridium, palladium, platinum and gold are obtained in commercial grade purities.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica degli Elementi di Transizione	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica dei Beni Culturali A (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemistry of Cultural Heritage A

**Obiettivi formativi:** Obiettivi: Fornire gli strumenti di base per un approccio scientifico relativo ai criteri di intervento, ai prodotti ed alle tecniche per il recupero conservativo basato sulla conoscenza dei materiali costitutivi i manufatti di interesse culturale.

Programma: Introduzione storica sulla evoluzione e metodologia dell'intervento conservativo.

Vengono successivamente trattate quattro tipologie di materiali: lapidei, vetri, metalli e leghe, materiali tessili.

Per ogni tipologia vengono presentate le caratteristiche morfologiche e strutturali, l'evoluzione della tecnologia produttiva, le cause e meccanismi di alterazione e degrado con riferimento ai fattori naturali e ambientali, al ruolo del trasporto dei fluidi in matrici porose, bagnabilità, tensione superficiale e capillarità; cenni alle principali tecniche di caratterizzazione e di diagnosi del degrado, alle tecniche e prodotti per la pulitura, il consolidamento e la protezione, sia tradizionali che moderni (polimeri sintetici).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Objectives: Provide the basic tools for a scientific approach to the planning, selection of materials and techniques for the restoration and conservation of works of art. Provide the knowledge and understanding of the materials.

Programme: Historic introduction on the evolution and methodology of the conservation techniques.

Four types of materials are discussed: natural stones, glasses, metals and alloys, textiles.

For each type of material are presented: morphology and structure; evolution of the production technology; causes and mechanisms of alteration and decay with specific reference to natural and environmental factors; wettability, surface tension, capillarity and transport of fluids in porous materials; techniques for the characterization and diagnosis of the state of conservation; techniques and products for the cleaning, consolidation, and protection, both traditional and modern (synthetic polymers).

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** la frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Beni Culturali A	3	CHIM/12 CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica dei Beni Culturali B (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemistry for Cultural Heritage B

**Obiettivi formativi:** Il Corso serve ad introdurre lo studente alle problematiche chimiche nel settore dei beni culturali e renderlo edotto sui metodi e le strumentazioni più idonee al fine di:

- caratterizzare i materiali originali costitutivi di un'opera d'arte;
- studiare il degrado dei materiali in funzione dell'invecchiamento



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

naturale e dell'inquinamento ambientale.

Il concetto di bene culturale. Definizione del manufatto storicoartistico.

Degrado, restauro e conservazione.

La caratterizzazione chimica per la definizione delle procedure di restauro. Le tecniche non distruttive e le tecniche distruttive: principi fondamentali e applicazioni. Le tecniche spettroscopiche di superficie per le indagini della composizione inorganica.

L'impatto ambientale sulle opere d'arte: croste nere e pellicole ad ossalato. Origini, cause e determinazione.

Il campionamento di un'opera d'arte: rappresentatività di un campione.

I materiali pittorici. I materiali organici in oggetti archeologici. I materiali usati per il restauro.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course enables students to understand how chemistry is applied in the field of restoration and conservation. They acquire analytical techniques and instrumental methods in order to characterise original materials in artworks and to study degradation processes of materials in function of ageing and environmental pollution.

Particularly, the following topics are discussed:

-The concept of safeguard of Cultural heritage and the chemical characterisation to suggest a correct restoration approach.

-Non invasive and invasive techniques.

-Environmental impact on artworks: black crusts and oxalate films: origin, causes and characterisation.

-Sampling an artwork: sample representativity

-The painting materials. Classification of organic binders (proteins, lipids, resins, gums, waxes, bitumen) and pigments and their characterisation by chromatography and spectroscopic techniques. Degradation processes.

-Organic materials in archaeological objects. Chemical characterisation of balms, waterproofing materials, adhesives food.

-Materials used in the restoration practice.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Beni Culturali B	3	CHIM/12 CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica dei Composti di Coordinazione I (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Coordination Chemistry I

**Obiettivi formativi:** Gli studenti acquisiranno esperienza sui vari numeri di coordinazione e le geometrie ad essi associate.

Prenderanno dimestichezza con elementi e operazioni di simmetria ed impareranno ad individuare la simmetria molecolare.

Saranno trattati vari tipi di isomeria. Si applicheranno le varie teorie (VB, CFT, MO) al settore della chimica di coordinazione.

Si analizzerà la separazione degli orbitali d in campi di varia simmetria. Saranno analizzati gli spettri di assorbimento nel visibile ed il comportamento magnetico dei complessi ed alcuni andamenti interessanti (lungo le serie e lungo i gruppi di transizione) collegabili alla configurazione elettronica dello ione centrale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Students will be introduced to the coordination chemistry by an analysis of the different coordination numbers and the associated geometries. Point groups and molecular symmetry will be treated. Bonding, spectra, magnetism and some periodic trends inside the three transition series will be analysed with the use of the VB, CFT and MO theories.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Composti di Coordinazione I	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica dei Composti Organometallici (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemistry of Organometallic Compounds

**Obiettivi formativi:** Scopo del Corso è fornire agli studenti le prime conoscenze sulla relazione tra natura del legame

carbonio-metallo e reattività chimica necessarie per impiegare composti organometallici degli elementi del gruppo principale in sintesi organica. Lo studente conoscerà la struttura e la reattività dei composti organici degli elementi del gruppo principale del sistema periodico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course aims to provide the necessary background on the relationships between the nature of metal-carbon bonds and chemical reactivity to suggest strategies for use of the main group organometallic compounds in organic synthesis. The student will know the structure and reactivity of the organometallic compounds of the main group elements.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Composti Organometallici I	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica dell'Ambiente (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Environmental Chemistry

**Obiettivi formativi:** Introduzione ai concetti base della chimica e fisica dell'ambiente. Introduzione ai principali fenomeni che regolano i cicli geochimici, il clima e la chimica dell'atmosfera, comprese le modificazioni di origine antropica. Capacità di risolvere semplici problemi numerici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to the basic concepts of the environmental physical chemistry. Introduction to the main phenomena that occur in the geochemical cycles, the climate and the atmospheric chemistry, including the modifications of anthropic origin. Ability to solve simple numerical problems.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dell'Ambiente	3	CHIM/12 CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica e Tecnologia dei Materiali (Principi) (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of Materials Chemistry and Technology

**Obiettivi formativi:** Il corso fornisce i fondamenti della scienza e tecnologia dei materiali, incentrando l'attenzione sulla capacità di manipolare la chimica dei materiali e i processi di lavorazione per produrre sistemi con strutture e proprietà macroscopiche di interesse applicativo e tecnologico.

Lo studente saprà interpretare i diagrammi di stato a uno e a più componenti di varie classi di materiali (metalli, inorganici, organici e polimerici) e i principi di trasformazione allo scopo di ottenere materiali tecnologici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide the fundamentals of materials science and technology with the main focus being placed on the capability of manipulating the materials chemistry and their manufacture processes in order to produce systems with macroscopic structures of applied and technological relevance.

The student will be able to interpret the phase diagrams of pure and multicomponent systems in diverse classes of materials (metals, inorganics, organics, polymers) and the transformation and processing principles in order to produce technological materials.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza del corso non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica e Tecnologia Materiali (Principi)	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica e Tecnologia della Catalisi (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemistry and Technology of Catalysis

**Obiettivi formativi:** A partire da una breve introduzione storica e dalla definizione del fenomeno catalitico, il Corso si propone di fornire un sintetico ma definito panorama dei principi, della portata culturale e delle prospettive della catalisi metallica eterogenea ed omogenea. In particolare sarà approfondita la chimica dei processi di attivazione e trasferimento dell'idrogeno molecolare, del monossido di carbonio, dei processi di formazione di legami carbonio-carbonio, e dei processi di ossidazione. Infine saranno trattati dei cenni di catalisi enzimatica.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica e Tecnologia della Catalisi	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente



### Chimica Fisica Biologica I (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biophysical Chemistry I

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di illustrare l'applicazione dei metodi di indagine chimico-fisici allo studio della struttura, delle proprietà e del comportamento delle macromolecole biologiche. Saranno approfonditi in particolare gli aspetti termodinamici e cinetici dell'interazione tra specifici leganti e macromolecole biologiche, i meccanismi di controllo per la regolazione dell'attività biologica, gli equilibri conformazionali di polipeptidi e proteine.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course focuses on experimental and theoretical topics relevant to the understanding of the structure, properties and behaviour of biological macromolecules in terms of the principles and methods of physics and chemistry. Particular attention will be paid to the equilibrium and kinetic aspects of ligand interactions, including a discussion of control mechanisms that modulate biological activity. The conformational behaviour of biological polymers will be considered as well.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica Biologica	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica Fisica dei Materiali (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Materials Physical Chemistry

**Obiettivi formativi:** Il corso prevede la trattazione elementare di vari aspetti dello stato solido: legame chimico nei solidi, struttura cristallina, ordine e disordine nei solidi; proprietà termiche, elettriche, ottiche e magnetiche. Verranno presentate le caratteristiche chimico-fisiche di alcune classi di materiali di particolare interesse applicativo, scelti per esempio fra metalli, semiconduttori, superconduttori, polimeri, cristalli liquidi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide the student with an introduction to several aspects of the solid state: chemical bond in solids, crystalline structure, order and disorder in solids; thermal, electrical optical and magnetic properties. The student will know the physico-chemical characteristics of different classes of materials for special applications, including metals, semiconductors, superconductors, polymers, and liquid crystals.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica dei Materiali	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Chimica Fisica e Laboratorio (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physical Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Durante il corso verranno fornite le basi teoriche e sperimentali della spettroscopia e, in particolare, delle tecniche spettroscopiche più importanti. I principali argomenti includeranno: introduzione alla spettroscopia, caratteristiche generali degli spettri, cenni di struttura atomica e molecolare, spettroscopia UV-Visibile, cenni di spettroscopia fotoelettronica, spettroscopia di fluorescenza, spettroscopia IR, spettroscopia NMR. Esperienze con connotazione didattica verranno svolte durante il laboratorio per le spettroscopie NMR, UV-visibile, fluorescenza e IR.

Gli studenti acquisiranno le basi teoriche che consentano di comprendere i processi fondamentali alla base delle spettroscopie e delle loro applicazioni, anche in campo industriale. Conseguiranno inoltre una sufficiente abilità nell'interpretazione degli esperimenti più semplici realizzati mediante le varie tecniche spettroscopiche, per applicazioni che riguardano soprattutto determinazioni di strutture chimiche e, in parte, processi dinamici a livello molecolare.

**Obiettivi formativi in Inglese:** During the course the theoretical and experimental basis of spectroscopy will be given, particularly as far as the most important spectroscopic techniques are concerned. The main subjects will include: introduction to spectroscopy, general behaviour of spectra, rudiments of atomic and molecular structure, UV-Vis, photoelectronic, fluorescence, IR, NMR spectroscopies. Didactic experiments will be carried out in the laboratory about NMR, UV-Vis, fluorescence and IR spectroscopies.

The students will acquire the theoretical basis allowing them to understand the fundamental processes on which the spectroscopies and their applications (also in the industrial field) are based. Moreover, they will acquire a good ability in interpreting simple experiments performed by the various spectroscopic techniques, particularly for what concerns the determination of chemical structures and, in part, the characterization of dynamic processes at a molecular level.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Gli esami di Chimica Generale e Inorganica e Laboratorio, Istituzioni di Matematica I e Fisica Generale I e Laboratorio sono propedeutici.

La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica e Laboratorio	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Base	lezioni frontali	Discipline chimiche
Laboratorio	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Base	lezioni frontali+laboratorio	Discipline chimiche

**Chimica Fisica Industriale e Laboratorio (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Industrial Physical Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire un'adeguata conoscenza dei concetti fondamentali della termodinamica chimica in modo da consentire una loro applicazione ai processi chimico-fisici, stabilendone la direzione spontanea e le condizioni finali di equilibrio. L'applicazione di tali concetti ai sistemi reali consentirà di acquisire le conoscenze necessarie allo studio dei processi industriali, sia per quanto riguarda le trasformazioni fisiche che quelle chimiche, facendo anche uso di modelli empirici e semiempirici per la stima delle proprietà termodinamiche di sistemi complessi. Gli aspetti evolutivi dei sistemi saranno affrontati con un approccio cinetico di base in modo da comprendere i meccanismi delle trasformazioni chimiche.

Il corso si propone inoltre di far familiarizzare lo studente con le tematiche indicate attraverso esercitazioni numeriche e, a questo scopo, si integra con opportune esperienze di laboratorio.

In quest'ultimo ambito trova collocazione anche lo studio di talune proprietà meccaniche ed ottiche di interesse chimico-fisico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to provide a suitable knowledge of the fundamental topics of chemical thermodynamics. In this way the students will be able to apply these concepts to the physico-chemical phenomena, deducing the direction of the spontaneous changes and the final condition of equilibrium. When the thermodynamic laws are applied to real systems, it is possible to get the necessary background to investigate the industrial processes, as regards both the physical and the chemical changes, by also using empirical and semi-empirical models to estimate the thermodynamic properties of complex systems. The time evolution of the reacting systems will be approached by basic kinetic methods, so that the mechanisms of the chemical reactions can be understood. Moreover, the students will get used to the described topics by means of exercises and numerical problems, and by combining with suitable laboratory experiments. In the laboratory some mechanical and optical properties of physico-chemical interest will also be studied.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Gli esami di "Istituzioni di Matematica I" e "Chimica Generale ed Inorganica e Laboratorio" sono propedeutici. La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale; sono previste prove in itinere.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica Industriale e Laboratorio	9	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche
Laboratorio	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche

**Chimica Generale ed Inorganica + Laboratorio (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** General and Inorganic Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Il corso presenta i concetti fondamentali della stechiometria, del legame chimico, dell'equilibrio e, più in generale, delle proprietà e della reattività degli elementi e dei composti. Particolare enfasi viene data alla deduzione delle proprietà di una sostanza sulla base della posizione che gli elementi costituenti occupano all'interno del sistema periodico. Il corso di laboratorio si prefigge lo scopo di approfondire gli argomenti di studio del corso di Chimica Generale mediante esercitazioni scritte e pratiche. Inoltre, durante le esercitazioni di laboratorio, gli studenti avranno modo di acquisire le tecniche di base del lavoro sperimentale mediante la realizzazione di esperimenti che sono l'applicazione e la verifica di concetti affrontati durante le lezioni in aula.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The lectures introduce the student to the fundamental concepts of the stoichiometry, the chemical bond, the equilibrium and to the properties and reactivity of the elements and compounds. In particular, the prediction of the properties of substances as obtained from the position that the components occupy in the periodic table will be considered.

The aim of the course of Laboratory is to ensure that students gain a deeper knowledge of the General Chemistry concepts by means of theoretical and practical exercises. In particular, the students should become familiar with the basic experimental procedures typical of a chemical Laboratory, carrying out experiments which are the practical application of General Chemistry concepts.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale unico insieme con l'attività strettamente integrata di Laboratorio.

**Lingua ufficiale:** Italiano



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Generale ed Inorganica	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Base	lezioni frontali	Discipline chimiche
Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Base	laboratorio e/o esercitazioni	Discipline chimiche

### Chimica Industriale A + B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Industrial Chemistry A + B

**Obiettivi formativi:** Saranno presi in esame in maniera dettagliata alcuni dei principali processi della chimica industriale organica ed inorganica in maniera tale da costituire esempi qualificanti di applicazione pratica dei principi chimico-fisici che stanno alla base della chimica industriale. Altresì la scelta di questi processi sarà attuata anche in modo da correlarsi strettamente con i principi e le applicazioni della catalisi industriale. Inoltre, a partire da una breve introduzione storica e dalla definizione del fenomeno catalitico, il corso si propone di fornire un sintetico ma definito panorama dei principi, della portata culturale e delle prospettive della catalisi metallica eterogenea ed omogenea in stretta connessione con alcuni fra i più importanti processi industriali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course will deal in a detailed way some of the primary process of organic and inorganic industrial chemistry such as to provide qualifying cases of the basic physical-chemical principles of industrial chemistry. The examples will be chosen so that to establish close connection to catalysis in industrial chemistry. Moreover, the Course will provide the basic concepts and principles of homogeneous and heterogeneous transition metal-based catalysis connected with the most relevant industrial processes.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Industriale A + B	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

### Chimica Inorganica e Laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Inorganic Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Il corso discute in maniera sistematica i vari elementi, presentati per gruppi, seguendo il loro ordine nella tabella periodica. Saranno presentate le proprietà dei principali composti degli elementi dei blocchi s e p dando rilievo ai composti inorganici di interesse industriale e riallacciandosi ai principi fondamentali presentati nel corso di Chimica Generale. Saranno introdotti alcuni concetti relativi alla chimica dei composti di coordinazione con esempi nel campo della chimica degli elementi di transizione.

Il corso di Laboratorio ha lo scopo di avviare gli studenti alla sintesi, caratterizzazione e reattività di semplici composti inorganici e di coordinazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The student will be trained to understand the properties of the elements, systematically presented in groups, on the basis of their electronic configuration. The chemistry of the s and p block elements will be discussed with special attention to the inorganic compounds of industrial relevance. An introduction to the field of coordination compounds will be presented with examples concerning the chemistry of transition elements.

The aim of the Laboratory course is to initiate the students in the synthesis, characterization and reactivity of simple inorganic and coordination compounds.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Propedeuticità:** Chimica Generale ed Inorganica

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Inorganica e Laboratorio	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche
Laboratorio	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline Chimiche Inorganiche e Chimico-Fisiche

**Chimica Organica I e Laboratorio (9 CFU)****Denominazione in Inglese:** Organic Chemistry I and Practical Lab**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di far acquisire agli studenti le conoscenze di base della chimica organica, con particolare attenzione verso quelle essenziali per la comprensione dei processi organici industriali. Lo studio dei composti organici è affrontato esaminando la struttura e la reattività dei principali gruppi funzionali, evidenziando i meccanismi delle reazioni esaminate e gli eventuali problemi connessi con lo scale-up.

Gli argomenti affrontati comprendono: la nomenclatura, la struttura e le reazioni di alcani, alcheni, alchini, alogenuri alchilici, alcoli, eteri ed epossidi, aldeidi e chetoni, acidi carbossilici e loro derivati, ammine. Verranno inoltre trattati principi di stereochimica; acidità e basicità dei composti organici; aspetti termodinamici e cinetici delle reazioni organiche considerate e loro meccanismi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is aimed at introducing the students to the fundamentals of organic chemistry, with a particular emphasis on the concepts which are judged essential for a full comprehension of the organic industrial processes. The study of organic compounds is performed by examining the structure and the chemical reactivity of their functional groups and by putting well in evidence the reaction mechanisms and the problems eventually linked to the scale-up.

Topics include: structure and reactions of alkanes, alkenes, alkynes, alkyl halides, alcohols, ethers and epoxides, aldehydes, ketones, carboxylic acids and their derivatives, amines; nomenclature of organic compounds; stereochemistry; acidity and basicity of organic derivatives; thermodynamic and kinetic aspects of organic processes considered, along with their accepted mechanisms.

**CFU:** 9**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.**Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Organica I e Laboratorio	6	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Base	lezioni frontali	Discipline chimiche
Laboratorio	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Base	lezioni frontali+laboratorio	Discipline chimiche

**Chimica Organica II e Laboratorio (9 CFU)****Denominazione in Inglese:** Organic Chemistry II and Practical Lab**Obiettivi formativi:** Il Corso si propone di affrontare i seguenti argomenti:

Sintesi e reattività di composti aromatici ed eteroaromatici funzionalizzati e non, con opportuni riferimenti a derivati aromatici di interesse industriale.

Glicosidi: caratterizzazione, processi di sintesi, reattività (gruppi protettivi), stereochimica.

Disaccaridi e polisaccaridi: strutture, caratterizzazioni e interesse industriale (maltosio, cellobiosio, lattosio, saccarosio, ciclodestrine, amido, cellulosa e cotone)

Nel corso di Laboratorio verranno realizzati sperimentalmente alcuni processi sintetici descritti nel corso teorico e verranno inoltre purificati i prodotti sintetizzati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is aimed at teaching the synthesis and reactivity of arenes and heteroarenes compounds and some their functionalized derivatives; the characterization, synthesis, reactivity (protecting groups) and stereochemistry of glycosides as well as disaccharides and polysaccharides, with an emphasis on their involvement in industrial application.

Aim of the course of Laboratory of Organic Chemistry II is to teach the experimental aspects and applications of some of the processes described in the theoretical course alongside with isolation, purification of the products obtained.

**CFU:** 9**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** L'esame di Chimica Organica I e Laboratorio è propedeutico. L'esame di Chimica Generale ed Inorganica e Laboratorio è propedeutico.

La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.**Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Organica II	6	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline chimiche organiche e biochimiche
Laboratorio	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline chimiche organiche e biochimiche

**Chimica per l'Industria e l'Ambiente (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Chemistry for Industry and Environment





## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Obiettivi formativi:** Il corso fornirà gli elementi introduttivi alle problematiche della chimica e le sue implicazioni industriali e ambientali. Verranno presentate le norme ambientali e la loro evoluzione in materia del controllo dell'inquinamento e della soluzione dei problemi. Inoltre si introdurranno casi pratici in relazione agli ecosistemi aria, acque e rifiuti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main focus will be on the fundamental principles of practical chemistry and its industrial and environmental implications. It will introduce environmental laws and regulations concerned with air, waters, soil and wastes in terms of pollution control and problem solving. Example cases will be presented dealing with the air, water and waste ecosystems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica per l'Industria e l'Ambiente	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Affini o integrative	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### Elettrochimica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Electrochemistry

**Obiettivi formativi:** Basi termodinamiche dell'elettrochimica. Celle senza trasporto, a concentrazione, a membrane. Celle con trasporto. Numeri di trasporto. Determinazione dei coefficienti di attività. Potenziali di diffusione. Aspetti cinetici: un'introduzione allo studio delle cinetiche elettrodeiche e dei fenomeni di corrosione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Thermodynamic introduction to electrochemistry. Cells without transference, concentration cells, membrane cells. Cells with transference. Transference numbers. Activity coefficient determinations. Diffusion potentials. An introduction to kinetic aspects of the electrode reactions and electrochemical corrosion.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettrochimica	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Errori e Analisi dei Dati (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Errors and Data Analysis

**Obiettivi formativi:** Acquisizione di concetti di base dalla teoria degli errori ed esercitazione con l'uso di software. Le simulazioni di numeri casuali sono usate per favorire l'apprendimento dei concetti. Argomenti trattati: Errori e loro propagazione, standard deviation e standard error, classificazione dei dati e istogrammi, curve di distribuzione e valori medi, distribuzione dei valori medi, principio dei minimi quadrati e fitting, pesi e test statistici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic concepts of the statistical treatment of data and practical experience with the use of software. Simulations of random numbers are used in order to become acquainted with the concepts. Keywords: errors and their propagation, standard deviation e standard error, histograms, distributions and means, least square principle and fitting, weights and statistical tests.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Errori e Analisi dei Dati	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Fisica dei Materiali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Materials Physics

**Obiettivi formativi:** Il corso intende fornire le basi per la trattazione teorica e pratica dei principali fenomeni di natura quantistica che interessano i materiali, con particolare riguardo per: (i) le statistiche classiche e quantistiche; (ii) la struttura della materia nello stato condensato; (iii) l'interazione radiazione/materia; (iv) i fenomeni di tunneling e di trasporto elettronico in diversi materiali (conduttori, semiconduttori, superconduttori). Il corso prevede inoltre un'attività di laboratorio finalizzata a verificare sperimentalmente alcuni dei fenomeni considerati.





**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at providing the students with the basis of theoretical and practical treatment for the main quantum physics phenomena involved in materials science, including in particular: (i) classical and quantum statistics; (ii) the structure of the matter in the condensed phase; (iii) the radiation/matter interaction; (iv) tunnelling and electron transport processes in various materials (conductors, semiconductors, superconductors). Moreover, the course foresees practical activities aimed to the experimental verification of some of the considered phenomena.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica dei Materiali	6	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Affini o integrative	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

#### Fisica Generale I e Laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** General Physics I and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Obiettivi principali del corso sono: i) illustrare concetti e leggi fondamentali della meccanica del punto materiale, di sistemi di punti, del corpo rigido e dei sistemi materiali continui; ii) applicare estensivamente tali concetti alla soluzione di problemi di fisica attraverso lo sviluppo di opportuni modelli interpretativi; iii) fornire agli studenti le basi per ulteriori approfondimenti di carattere tecnico e scientifico che richiedano conoscenze di base di fisica classica (meccanica); iv) realizzare e studiare semplici esperimenti di fisica classica finalizzati a verificare nella pratica la misura di grandezze fisiche e le problematiche connesse.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Main goals of the course are: i) to discuss concepts and fundamental laws ruling mechanics of the material point, of systems of points, of the rigid body and of continuous matter systems; ii) to extensively apply those concepts to the solution of physical problems through the development of suitable models iii) to provide the students with basis for further technical and scientific studies requiring basic knowledge of classical physics (mechanics); iv) to realize and discuss simple experiments in classical physics aimed at measuring physical quantities and at practically verifying the associated problems.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica Generale I e Laboratorio	9	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche

#### Fisica Generale II e Esercitazioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** General Physics II and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Argomenti principali del corso:

- leggi fondamentali dell'elettromagnetismo classico nel vuoto;
- espressione di quelle leggi mediante relazioni (equazioni di Maxwell) tra sorgenti (cariche e correnti) ed osservabili (campi e potenziali);
- applicazione a semplici modelli per la descrizione di sistemi di interesse per la chimica (atomi, molecole);
- cenni alle proprietà elettriche e magnetiche dei mezzi materiali;
- deduzione dalle equazioni dei campi della natura ondulatoria della luce e delle leggi dell'ottica geometrica e fisica.

Obiettivi formativi:

- acquisizione delle conoscenze di base propedeutiche ai programmi di corsi di livello più avanzato;
- sviluppo della capacità di esprimere valutazioni numeriche delle grandezze fisiche rilevanti in un processo, anche mediante ricorso ad opportune approssimazioni;
- comprensione qualitativa e quantitativa dei fenomeni studiati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Main items:

- Basic laws of classical electromagnetic theory in vacuum;
- mathematical connection (Maxwell's equations) between sources (charges and currents) and observables (fields and potentials);
- application to simplified models to describe the behaviour of systems related to Chemistry (atoms, molecules);
- hint at electric and magnetic properties of media;
- inference from field equations of the wave nature of light as well as of the main laws of geometrical and physical optics

Educational aims:

- achievement of basic knowledge in electromagnetism being preparatory to higher-level courses;
- development of numerical computation skills of the most significant physical quantities, even resorting to suitable approximations;
- qualitative and quantitative understanding of related phenomena.

**CFU:** 6



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

### Reteirabilità: 1

**Propedeuticità:** Gli esami di Fisica Generale I e Laboratorio e di Chimica Generale ed Inorganica e Laboratorio sono propedeutici. La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica Generale II e Laboratorio	3	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Base	lezioni frontali+laboratorio	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche
Laboratorio	3	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Base	lezioni frontali+laboratorio	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche

### Fondamenti di Chimica per l'Industria e l'Ambiente (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Basic Chemistry for Industry and Environment

**Obiettivi formativi:** Il corso fornirà gli elementi introduttivi di un processo chimico industriale descrivendo i diversi stadi di processo nonché le problematiche economiche ed ambientali. Introdurrà lo studente alle problematiche connesse con il passaggio dalla scala di laboratorio ad un impianto industriale e alla rappresentazione tramite flow-sheet.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main focus will be on the introduction to an industrial chemical process and to its economic and environmental sustainability. It will explain the criticism of scale-up from lab- to the industrial-scale also with the preliminary discussion of a general flowsheet.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fondamenti di Chimica per l'Industria e l'Ambiente	3	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

### Fotochimica: Aspetti Fenomenologici (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Photochemistry: Phenomenological Aspects

**Obiettivi formativi:** Introduzione alla fotochimica. Concetti base sulle reazioni fotochimiche, i processi fotofisici, la dinamica degli stati eccitati, le principali tecniche. Alcuni esempi di fotochimica organica. Finalizzato ad integrare la fotochimica nella cultura generale e nel ventaglio di opzioni di un chimico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to photochemistry. Basic concepts about the photochemical reactions, the photophysical processes, the dynamics of the excited states and the most important techniques. Some examples of organic photochemistry. The aim is to integrate the photochemistry in the general culture and in the range of options of a chemist.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fotochimica: Aspetti Fenomenologici	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Igiene del Lavoro nell'Industria Chimica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Labour Safety in Chemical Industry

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornirà la conoscenza dei rapporti tra salute e lavoro nell'industria chimica, attraverso le normative vigenti sulla sicurezza del lavoro e la conoscenza dei principali fattori di rischio connessi all'attività lavorativa specifica. Nell'ambito del corso saranno forniti anche alcune informazioni relative alla valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai fattori di rischio ed alle misure di prevenzione e di protezione da adottare nei laboratori chimici e negli impianti industriali chimici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide the basic knowledge of the health-labour connections in the chemical industry, with regard to the existing regulations on safety and to the principal sources of hazards and risks. The student will



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

also learn how to estimate hazard exposure of workers, with specific example of how to prevent and protect from chemical risks in the chemical laboratories and chemical industrial plants.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza del corso non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Igiene del Lavoro nell'Industria Chimica	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Impiantistica Chimica in Cartiera (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemical Plants of Paper Industry

**Obiettivi formativi:** Il Corso esamina in dettaglio la conversione della carta in prodotti commerciali finiti di largo uso. Lo studente conoscerà le specifiche tecniche e commerciali dei prodotti. Possono essere organizzate visite agli impianti di produzione con esperienze pratiche per verificare l'apprendimento teorico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course fully covers the converting of tissue paper in commercial finished products for commodity applications. The student will know the complete technical and commercial specifications of the products. Visits will be organised to the production mills and specific experiments may be carried out to verify the theories learned during the classes.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Impiantistica Chimica in Cartiera	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Introduzione alla Chimica Sostenibile (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to Sustainable Chemistry

**Obiettivi formativi:** Il corso fornirà gli elementi introduttivi alle problematiche della chimica e le sue implicazioni industriali e ambientali. Verranno presentate le norme ambientali e la loro evoluzione in materia del controllo dell'inquinamento e della soluzione dei problemi. Inoltre si introdurranno casi pratici in relazione agli ecosistemi aria, acque e rifiuti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main focus will be on the fundamental principles of practical chemistry and its industrial and environmental implications. It will introduce environmental laws and regulations concerned with air, waters, soil and wastes in terms of pollution control and problem solving. Example cases will be presented dealing with the air, water and waste ecosystems.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Introduzione alla Chimica Sostenibile	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Introduzione alla Professione di Chimico (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to Chemistry as a Profession

**Obiettivi formativi:** Durante il corso verranno illustrati i campi che costituiscono oggetto dell'attività professionale dei chimici e l'applicazione delle conoscenze chimiche acquisite durante il percorso universitario in ambiti lavorativi diversi da quelli relativi all'industria chimica propriamente detta e dei laboratori di analisi.

Si affronteranno quindi i problemi relativi alla tutela della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro, all'antincendio, all'inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo, del sottosuolo ed agli interventi di bonifica e/o risanamento, alla produzione e lo smaltimento dei rifiuti, allo stoccaggio ed al trasporto delle sostanze ed i preparati pericolosi, evidenziando le competenze specifiche dei chimici ed il ruolo che i chimici possono svolgere nei confronti delle aziende, delle amministrazioni pubbliche e dell'autorità giudiziaria che affrontano questi argomenti.

Saranno inoltre affrontati gli argomenti relativi alla deontologia professionale, alla responsabilità civile e penale del professionista, agli aspetti fiscali e previdenziali connessi allo svolgimento dell'attività di chimico in forma di libero professionista.



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Obiettivi formativi in Inglese:** The object of this course is to introduce fields representative of the professional chemist where chemical knowledge learnt during the course of a normal university chemistry degree can be applied to areas quite different from university-based research, chemical industry or analytical laboratories.

The course will deal with topics related to health and safety in the workplace, fire hazards, air, water, ground and underground pollution, and how to go about intervention for remediation, waste production and disposal, as well as storage and transportation of dangerous goods. The emphasis will be on the skills of a chemist and the advisory role that chemists can play in private industry, public administration and legal authority, when confronted with these topics.

Moreover, the course will discuss the chemist's code of conduct and personal responsibility, as well as fiscal and welfare aspects related to the activity of a chemistry freelancer.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Introduzione alla Professione di Chimico	3	IUS/07 DIRITTO DEL LAVORO	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Introduzione alla Sintesi Organica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to Organic Synthesis

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di esaminare criticamente i diversi aspetti della sintesi organica moderna, prendendo spunto dagli argomenti oggetto dei corsi di Chimica Organica 1 e 2, con l'obiettivo di fornire agli studenti i mezzi per poter esaminare e comprendere anche i più complessi protocolli sintetici.

Argomenti affrontati: formazione del legame chimico; principali tipi di reazioni (addizioni, eliminazioni, pericicliche, di ossido-riduzione); richiami sulle reazioni acido-base, e sulla nozione hard-soft; l'analisi retrosintetica (con esempi); le reazioni di formazione di legami C-C mediate da metalli di transizione; l'analisi retrosintetica per molecole chirali: i chironi; la sintesi organica industriale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The primary aim of the course is to critically analyze the various aspects of the modern organic synthesis, starting from the topics already examined during the courses of Organic Chemistry 1 and 2.

Topics include: formation of the chemical bond; main classes of organic reactions (additions, eliminations, pericyclic, redox); acid-base reactions, and hard-soft theory; the retrosynthetic approach; C-C bond forming reactions mediated by transition metals; retrosynthesis for chiral molecules: the chiron approach; industrial organic synthesis.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Introduzione alla Sintesi Organica	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Istituzioni di Fisica Teorica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Basic Theoretical Physics

**Obiettivi formativi:** Scopo del corso è quello di fornire una introduzione ai principi fondamentali della meccanica quantistica e al loro utilizzo per lo studio di alcuni sistemi fisici della massima importanza, quali la buca di potenziale, l'oscillatore armonico, l'atomo di idrogeno, una molecola biatomica, etc.

Lo studente apprenderà:

I postulati della Meccanica Quantistica. Rappresentazioni degli stati ed evoluzione temporale. L'equazione di Schroedinger per sistemi unidimensionali. La buca di potenziale rettangolare. L'effetto tunnel. L'oscillatore armonico unidimensionale. Il momento angolare orbitale e le armoniche sferiche. Il momento angolare di "spin". La legge di composizione dei momenti angolari. L'equazione di Schroedinger per una particella in campo centrale. Sistemi di due particelle interagenti. Livelli energetici (vibrazionali e rotazionali) di una molecola biatomica. Livelli energetici degli atomi idrogenoidi. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo: caso non degenere e caso degenere. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo. Transizioni per effetto di una perturbazione agente per un tempo finito.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of this course is to provide an introduction to the fundamental principles of Quantum Mechanics and their use for studying some physical systems of the utmost importance, such as the potential well, the harmonic oscillator, the hydrogen atom, a diatomic molecule, and so on.

The crisis of Classical Mechanics and Electrodynamics.

An introduction to Wave Quantum Mechanics.

The postulates of Quantum Mechanics.

The representations of quantum states and their time evolution.

The Schroedinger equation for one-dimensional systems.

The rectangular potential well. The tunnel effect.

The one-dimensional harmonic oscillator.

The orbital angular momentum and the spherical harmonic functions.

The "spin" angular momentum. The addition rule of angular momenta.

The Schroedinger equation for a particle in a centrally symmetric field.

Systems with two interacting particles. The vibrational and rotational energy levels of a diatomic molecule. The energy levels



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

of hydrogen-like atoms.  
Time-independent perturbation theory (with or without degeneracy).  
Time-dependent perturbation theory. Quantum transitions due to a perturbation acting for a finite time.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Istituzioni di Matematica II è attività propedeutica.

La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Istituzioni di Fisica Teorica	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Istituzioni di Matematica I (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Calculus I

**Obiettivi formativi:** Acquisizione delle conoscenze e competenze di base riguardanti i fondamenti teorici e applicativi del calcolo differenziale e dell'algebra lineare.

Introduzione: Il linguaggio della Matematica. Cenni di teoria degli insiemi. Numeri naturali, interi, razionali. Assiomi dei numeri reali. Il concetto di funzione. Calcolo combinatorio. L'anello dei polinomi. Numeri complessi.

Geometria e algebra lineare: Cenni di geometria nel piano e nello spazio. Prodotto scalare, ortogonalità. Equazioni della retta. Luoghi geometrici, coniche. Sistemi lineari, metodo di eliminazione di Gauss. Spazi vettoriali, dipendenza lineare. Generatori e sottospazi. Applicazioni lineari e matrici. Determinanti. Autovalori e autovettori.

Calcolo differenziale: Funzioni di variabile reale. Limiti di funzioni e funzioni continue. Derivate e applicazioni. Funzioni monotone, concavità e flessi. Determinazione degli zeri di una funzione. Metodo di bisezione e di Newton.

Approssimazione polinomiale: polinomio di Taylor. Infinitesimi e infiniti. Studio di funzioni. L'integrale definito. Proprietà dell'integrale definito. Il teorema della media. Integrali indefiniti. La funzione integrale, il teorema fondamentale del calcolo integrale. Integrazione delle funzioni razionali. Integrazione per parti, cambiamento di variabili. Integrali impropri.

Equazioni differenziali: Equazioni differenziali del primo ordine: lineari, di Bernoulli, a variabili separabili. Problema di Cauchy, esistenza e unicità delle soluzioni. Sistemi differenziali lineari del primo ordine.

Equazioni differenziali lineari di ordine superiore al primo.

Cenni di calcolo in più variabili: funzioni di più variabili; continuità, differenziabilità. Integrali multipli; formula di Fubini; cambiamento di variabili.

Applicazioni geometriche: lunghezze, aree, volumi, baricentri.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Acquisition of the basic concepts of the theoretical and applied foundations of differential calculus and linear algebra.

Introduction: The language of Mathematics. Elements of Set Theory. Natural numbers, integers, rationals, real numbers and their axioms. The concept of function. Combinatorics. The polynomial ring. Complex numbers.

Geometry and linear algebra: Basic concepts of plane and spatial geometry. Scalar products and orthogonality.

Equations of the line. Conics. Linear systems. Gaussian elimination. Vector spaces, linear dependence. Generators and subspaces. Linear maps and matrices. Determinants. Eigenvalues and eigenvectors.

Differential calculus of a single variable: Functions of one real variable. Limits of functions and continuous functions. Derivatives and applications.

Monotonic functions, concavity and point of inflections. Determination of the zeros of a continuous function. Bisection method and Newton's method. Polynomial approximation: Taylor polynomial. Infinitesimals and order of infinity. Sketching the graphs of functions. The definite integral and its properties. The mean value theorem. Indefinite integrals: the integral function, the fundamental theorem of calculus. Integration methods: rational functions, integration by parts, change of variable. Improper integrals.

Differential equations: First order ordinary differential equations: linear, Bernoulli, separable. Initial value problem: existence and uniqueness of solutions. Second order linear ordinary differential equations First order linear systems.

Multivariate calculus: Functions of several variables. Continuity and differentiability. Multiple integrals, Fubini's formula, change of variable. Geometrical applications: lengths, areas, volumes and barycenters.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

Sono previste prove in itinere.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Istituzioni di Matematica I	12	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche

### Istituzioni di Matematica II (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Calculus II

**Obiettivi formativi:** Vettori, matrici, autovalori. Funzioni di più variabili. Estremi liberi e vincolati. Integrali multipli e integrali curvilinei. Serie di funzioni. Teoria elementare dello spazio di Hilbert. Serie di Fourier. Metodi variazionali.

Obiettivi: Fornire gli strumenti matematici più importanti per la cultura scientifica di un chimico.



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Obiettivi formativi in Inglese:** Vectors, matrices, eigenvalues. Functions of more variables. Extremum free and bounded. Double, triple and line integrals. Series of functions. Elementary theory of Hilbert spaces. Fourier series. Variational methods. Objectives: Provide the more important mathematical tools for the scientific culture of a student in Chemistry.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Istituzioni di Matematica I è attività propedeutica.

La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Istituzioni di Matematica II	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Macchine e Impianti per Conceria (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Tannery Machines and Plants

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornisce gli strumenti necessari a comprendere le necessità impiantistiche e di macchine di una azienda conciaria. Lo studente conoscerà: le macchine per la concia delle pelli, gli impianti industriali in conceria, gli impianti di abbattimento emissioni in atmosfera e gli schemi di impianti di trattamento acque reflue.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course will provide the tools needed to understand the requirements of machines and plants of a tanning industry. The student will know: the machines for the tannage of hides, the industrial plants in tannery, the plants for the pulling down of the emissions in the atmosphere, and the layout of a waste water treatment plant.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Macchine e Impianti per l'Industria Conciaria	3	SECS-P/13 SCIENZE MERCEOLOGICHE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Metodi di Chimica Fisica Biologica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Methods of Biological Physical Chemistry

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di analizzare aspetti relativi alle metodologie di studio di macromolecole e sistemi di interesse biologico. Saranno illustrate differenti tecniche chimico-fisiche di indagine. In particolare saranno descritti metodi termodinamici e calorimetrici per lo studio degli equilibri conformazionali e delle interazioni di macromolecole biologiche con un ligando; metodi cinetici per lo studio di reazioni veloci in biochimica; metodi spettroscopici per la caratterizzazione di macromolecole biologiche. Saranno inoltre introdotti cenni di modellistica molecolare.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza del corso non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Metodi di Chimica Fisica Biologica	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Monitoraggio Ambientale (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Environment Monitoring

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornisce competenze tecnico-professionali nelle moderne tecnologie di monitoraggio ambientale per la gestione del territorio: tecniche di campionamento e rilevamento e la mitigazione dei rischi ambientali relativamente all'atmosfera, alle acque superficiali, al suolo e agli alimenti. In tutti questi settori verranno fornite conoscenze avanzate che consentano di definire correttamente il problema, individuare i parametri da monitorare, progettare la rete di monitoraggio ed impostare eventuali studi per la conoscenza del reale stato ambientale ai fini conservativi, di riabilitazione e di intervento migliorativo.

In questo contesto si vuole arrivare a conoscere, nella specificità di ogni comparto ambientale, i punti critici e le principali metodologie per un corretto svolgimento delle attività di campionamento (puntuale o in continuo), stoccaggio e trattamento dei campioni, citando le principali tecniche analitiche per la determinazione dei contaminanti prioritari.

Il programma formativo è ispirato al criterio di fornire una preparazione di base ed una formazione metodologica adeguata ad affrontare il continuo processo di innovazione in campo scientifico e tecnico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at providing a knowledge of the main pollution monitoring methodologies, in the different environmental media (air, water, soil). In this framework, it is expected to gain the knowledge, in the specificity of



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

each environmental compartment, of the critical steps and the main methodologies for a correct execution of sampling activities (continuous or discrete), storage and sample treatment. The principle analytical techniques for the determination of priority pollutants will also be cited.

Course contents: Definition of environmental monitoring, characteristics and operating phases. Environmental control procedures. Environmental indicators: definition and features. Monitoring strategies for priority pollutants: sampling, pretreatment, analysis techniques and data elaboration. Water, air and soil monitoring. Sampling in continuous and discrete monitoring. Data quality and statistical representativeness of monitoring results; comparison with standard values and quality objectives. Quality indicators for water, air and soil. Waste monitoring and analysis: commodity, material and physico-chemical characteristics. Pollutant monitoring in gas flows. Outline of biomonitoring. Monitoring network: outline of planning and management at a territorial and national level.

Teaching tools: The course will be taught with the aid of computer support for the projection of text and images. The slides will be left available to the students.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Monitoraggio Ambientale	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

## Principi di Chimica Industriale e Laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of Industrial Chemistry and Practical Lab

**Obiettivi formativi:** Principi generali dei processi chimici industriali, scelta e controllo dei parametri operativi, bilanci di materia ed energia. Termodinamica dei processi. Processi catalitici. Scelta del reattore ottimale. Gestione della sicurezza di processo.

Conoscenza dei principi chimici e tecnologici alla base dei principali processi industriali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Main principles of industrial chemical processes, choice and control of process parameters, material and energy balance: Thermodynamics of chemical processes. Catalytic processes. Choice of the best reactor. Process safety management.

Knowledge of technical and chemical principles at the basis of the main industrial processes.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Gli esami di Chimica Fisica Industriale e Laboratorio e di Chimica Organica I e Laboratorio sono propedeutici. La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. La frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale unico.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Principi di Chimica Industriale e Laboratorio	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline chimiche industriali e tecnologiche
Laboratorio	3	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

## Processi Conciari Ecocompatibili (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Environmentally Compatible Tanning Processes

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornirà gli strumenti necessari per affrontare le problematiche ambientali del processo conciario in funzione di nuove tecnologie ad impatto ambientale più sostenibile. Lo studente saprà analizzare gli inquinanti più comuni le fasi critiche del processo conciario in funzione dell'impatto ambientale; conoscerà i nuovi prodotti conciati a basso impatto ambientale e i processi conciari ecocompatibili (processo inverso) e inoltre l'utilizzo di buone pratiche industriali e l'ottimizzazione dell'uso delle macchine per diminuire l'impatto ambientale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course will provide the tools needed to face up to the environmental problems of the tanning process with a view to new technologies with a more sustainable environmental impact. The student will be able to analyse the most common pollutants and the critical phase of the tanning process with a view to the environmental impact, and will know the new tanning products with a low environmental impact and the environmentally compatible tanning processes (reversed process). The student will also know the use of good industrial practices and optimisation of the machinery used to reduce the environmentally impact.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli





Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Processi conciar ecocompatibili	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Processi e Impianti Industriali Chimici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Industrial Chemical Processes and Plants

**Obiettivi formativi:** Il corso intende fornire un quadro delle problematiche che si presentano in sede di progettazione di un processo di separazione di fasi finalizzato al recupero di prodotti chimici da miscele: dall'acquisizione dei dati e valutazione della loro attendibilità, alla individuazione della strategia più idonea in termini di efficacia e costi, in funzione dello scopo del processo stesso e della composizione delle miscele di partenza. Il corso prende in esame le principali operazioni unitarie nei processi industriali chimici impiegate per separare o purificare i componenti di una miscela. Lo studente apprenderà: Principi di termodinamica applicata. Proprietà di soluzioni e miscele. Ruolo dei bilanci di materia sulle forze motrici che agiscono sui fenomeni di trasporto e trasferimento di materia in sistemi fuori dall'equilibrio termodinamico. Ruolo dei fattori di resistenza fisica sulla velocità del trasferimento di materia. Criteri di progettazione della separazione di miscele a due componenti utilizzando diverse proprietà discriminanti e relative apparecchiature (estrazione liquido-liquido, distillazione o rettifica, assorbimento, adsorbimento). Criteri di progettazione di apparecchiature a singolo stadio o multi-stadio o a contatto continuo (colonne a riempimento).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course provides an overview of the issues that arise in the design of an industrial phase-separation process designed to recover chemical products from mixtures: from data acquisition and assessment of their reliability, to the identification of the most appropriate strategy in terms of efficacy and costs, depending on the process goals and composition of the starting mixtures. The main unit operations in chemical industrial processes used to separate and purify the components of a mixture are discussed. The student will learn: Principles of applied thermodynamic. Properties of solutions and mixtures. Role of mass balances on the driving forces acting on transport and mass transfer phenomena in nonequilibrium systems. Role of physical resistance factors on the speed of mass transfer. Design criteria for the separation of two components mixtures using different discriminating properties and related equipments (liquid-liquid extraction, distillation or rectification, absorption, adsorption). Design criteria for equipments based on single- or multi-stage or continuous contact (packed columns).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** L'esame del corso Chimica Fisica Industriale e Laboratorio. La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale (solo per gli ammessi).

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Processi e Impianti Industriali Chimici	6	ING-IND/26 TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI	Affini o integrative	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### Prova finale (15 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Final Assessment

**Obiettivi formativi:** La prova finale consiste in un esame orale di fronte alla commissione di laurea in cui lo studente espone e discute l'argomento della tesi elaborata e scritta sotto la guida di un relatore a seguito dell'attività svolta in un laboratorio di ricerca universitario o di aziende e strutture pubbliche o private. Per il conseguimento di una maggiore professionalizzazione l'attività di tesi può essere svolta in un tirocinio presso imprese, enti pubblici o privati o ordini professionali.

Esprime la valutazione globale del curriculum dello studente e della preparazione e maturità scientifica da lui raggiunta al termine del corso di studio.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The final assessment will be an oral exam before a thesis committee in which the student will present and defend the research work carried out in a research laboratory, either at the University or in a private or public research institution, under the guidance of a supervisor. The students who want to achieve a greater professional experience can perform their thesis work during a training period at companies, public or private institutions, and professional orders.

It will provide an overall evaluation of the full curriculum and final level of scientific and cultural qualification of the student.

**CFU:** 15

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza del laboratorio è obbligatoria.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale di laurea su un lavoro teorico-sperimentale e relativo elaborato scritto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Prova Finale	6	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Prova finale	prova finale	Per la prova finale
Lavoro teorico-sperimentale	9	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Altre attività - prova finale	laboratorio e/o esercitazioni	Per la prova finale





### Scelta Studente 1 (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Student's Choice 1

**Obiettivi formativi:** La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su tre gruppi viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle tre annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 12 CFU, tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

Le attività consigliate al primo anno sono quelle del gruppo "Attività consigliate per la scelta libera: gruppo 1"

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide a complementary formation to the fundamental ones in teaching fields by free choice of the student. It may be any activity among those that are offered in the entire University system, provided it is compatible with the learning objectives of the student.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza al corso teorico non è obbligatoria, ma raccomandata. La frequenza è obbligatoria al corso di laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale con eventuale scritto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta Studente 1	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Scelta Studente 2 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Student's Choice 2

**Obiettivi formativi:** La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su tre gruppi viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle tre annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 12 CFU, tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

Le attività consigliate al primo anno sono quelle del gruppo "Attività consigliate per la scelta libera: gruppo 2"

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide a complementary formation to the fundamental ones in teaching fields by free choice of the student. It may be any activity among those that are offered in the entire University system, provided it is compatible with the learning objectives of the student.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza al corso teorico non è obbligatoria, ma raccomandata. La frequenza è obbligatoria al corso di laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale con eventuale scritto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta Studente 2	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Scelta Studente 3 (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Student's Choice 3

**Obiettivi formativi:** La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su tre gruppi viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle tre annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 12 CFU, tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

Le attività consigliate al primo anno sono quelle del gruppo "Attività consigliate per la scelta libera: gruppo 3"

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide a complementary formation to the fundamental ones in teaching fields by free choice of the student. It may be any activity among those that are offered in the entire University system, provided it is compatible with the learning objectives of the student.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza al corso teorico non è obbligatoria, ma raccomandata. La frequenza è obbligatoria al corso di laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale con eventuale scritto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta Studente 3	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Scienza delle Macromolecole A (3 CFU)****Denominazione in Inglese:** Macromolecular Science A**Obiettivi formativi:** Il corso fornirà agli studenti le conoscenze di base sulle principali caratteristiche dei sistemi macromolecolari, sulle metodiche di determinazione dei pesi molecolari, sulle diverse tecniche di polimerizzazione e sui principali parametri che influenzano le cinetiche di polimerizzazione. Pertanto lo studente acquisirà maggiormente gli aspetti della chimica delle macromolecole, delle loro caratteristiche chimico-fisiche e della loro sintesi in relazione alle loro proprietà.**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide the basic knowledge on the principal characteristics of the polymer systems, the methods of molecular weight determinations, the different polymerization techniques, and the main parameters affecting the polymerization kinetics. Therefore, the student will acquire the fundamental aspects of polymer chemistry, chemical-physical properties, and synthesis-structure relationships.**CFU:** 3**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.**Modalità di verifica finale:** Esame orale.**Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scienza delle Macromolecole A (Chimica)	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Scienza delle Macromolecole A + B (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Macromolecular Science A + B**Obiettivi formativi:** Il corso fornirà agli studenti le conoscenze di base sulle principali caratteristiche dei sistemi macromolecolari, sulle metodiche di determinazione dei pesi molecolari, sulle diverse tecniche di polimerizzazione e sui principali parametri che influenzano le cinetiche di polimerizzazione.

Il corso fornisce anche gli elementi principali della tecnologia dei materiali polimerici:

Proprietà dei polimeri sintetici per la formulazione ed il processamento di materiali semplici e compositi.

I polimeri amorfi e semicristallini. Relazioni struttura-proprietà: parametri molecolari che determinano il valore della Tg per un polimero. La cristallinità nei materiali polimerici: strutture ordinate, le celle cristalline, i cristalli lamellari, gli sferuliti.

Temperatura di fusione termodinamica: fattori entalpici e fattori entropici. Comportamento viscoelastico dei materiali polimerici.

Lavorazione dei materiali polimerici: termoplastici, termoindurenti, compositi.

Pertanto lo studente acquisirà gli aspetti della chimica delle macromolecole, delle loro caratteristiche chimico-fisiche e della loro sintesi in relazione alle loro proprietà e delle macromolecole come sistemi e materiali polimerici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide the basic knowledge on the principal characteristics of the polymer systems, the methods of molecular weight determinations, the different polymerization techniques, and the main parameters affecting the polymerization kinetics.

The course will also provide the principles of technology of polymeric materials:

Properties of synthetic polymers for formulation and processing of simple and composite materials.

Amorphous and semicrystalline polymers. Structure-property relationships: molecular parameters affecting the Tg of a polymer. The crystallinity of polymeric materials: ordered structure, crystalline cells, lamellar crystals, spherulites.

Thermodynamic melting temperature: enthalpic and entropic factors.

The viscoelastic behaviour of polymeric materials.

Processing of polymeric materials: thermoplastic, thermosetting and composite materials.

Therefore, the student will acquire the fundamental aspects of polymer chemistry, the chemical-physical properties, the synthesis-structure relationships, and the technological aspects of the macromolecules as polymeric systems and materials.

**CFU:** 6**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** L'esame di Chimica Organica I e Laboratorio è propedeutico. La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.**Modalità di verifica finale:** Esame orale.**Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scienza delle Macromolecole A + B	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline chimiche industriali e tecnologiche

**Scienza e Tecnologia del Packaging in Cartone (3 CFU)****Denominazione in Inglese:** Science and Technology of Corrugated Board Packaging**Obiettivi formativi:** Il corso esamina le problematiche connesse alla carta per ondulatori, gli esami di laboratorio, la chimica delle colle. Lo studente conoscerà la classificazione del cartone ondulato, le macchine per il taglio, la laminazione, i test di laboratorio. Inoltre approfondirà la conoscenza degli inchiostri e delle colle.**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is focused on the several aspects associated with the corrugated board, the laboratory tests, and the glue chemistry. The student will know the corrugator paper classification, the corrugator converting: casemakers, rotary die cutter, flat die cutter, printing units, folder gluer, laminator, standard layout, laboratory tests on paper, paperboard, boxes: RCT test, SCT test, ECT test, BCT McKee formula. Inks, starch glue, steam.**CFU:** 3



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scienza e Tecnologia del Packaging in Cartone	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Scienza e Tecnologia per l'Ambiente (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Science and Technology for the Environment

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire gli elementi metodologici attraverso cui il chimico può affrontare problematiche nella realtà che lo circonda. In questa ottica i temi ambientali sono emblematici, in quanto richiedono di mettere a frutto in forma integrata le conoscenze di base in ambiti diversi, quali quelli normativi, tecnologici, analitici e biologici. Gli argomenti trattati riguardano: le dinamiche dei cicli naturali, le norme ambientali e loro evoluzione, il controllo dell'inquinamento e soluzione dei problemi, metodologie di campionamento ed analisi in matrici ambientali (con particolare riferimento alle problematiche legate al valore informativo dei dati raccolti). Gli ambiti trattati riguardano gli ecosistemi aria (emissioni, immissioni e ambiente di lavoro) e acque (reflue, destinate al consumo umano, di balneazione). Nel caso delle acque reflue civili sarà presentato l'intero ciclo tecnologico della depurazione evidenziando gli aspetti concettuali e le risposte impiantistiche con la finalità di sottolineare l'importanza di una impostazione metodologica, applicabile come principio anche in ambiti molto diversi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide methodological elements through which the chemist may face problems in the world around him. In this perspective, environmental issues are emblematic, as they require to exploit sinergically basic knowledge in various areas, such as regulatory, technological, analytical and biological. Topics covered include: the dynamics of the natural cycles, environmental regulatory standards and their evolution, pollution control and problem solving, sampling methods and analysis in environmental matrices (with particular focus to issues related to the information value of the data collected). The areas covered include the ecosystem air (emissions, immissions and workplace) and water (wastewater, intended for human consumption, bathing). In the case of municipal wastewater it will be presented the whole technological cycle of purification with a peculiar focus to the conceptual aspects and plant responses with the aim of highlighting the importance of a methodological approach, which applies as a principle even in very different fields.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Scritto e orale (solo per gli ammessi).

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scienza e Tecnologia per l'Ambiente	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Affini o integrative	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### Sensori e Biosensori (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Sensors and Biosensors

**Obiettivi formativi:** I sensori chimici sono dispositivi analitici in grado di convertire uno stimolo di natura chimica in un segnale, generalmente elettrico. Essi consentono di ottenere informazioni velocemente e a basso costo, anche a distanza o in ambienti ostili, generalmente a prezzo (rispetto alla strumentazione analitica tradizionale) di una perdita di qualità dell'informazione ottenuta (in termini di accuratezza, precisione, completezza). Il corso fornisce le nozioni basilari per comprendere i principi di funzionamento delle principali tipologie di sensori e dà uno spaccato dello sviluppo della ricerca in questo settore. Per la natura dell'argomento trattato, esso ha carattere multidisciplinare. Caratteristiche generali dei sensori, elementi di teoria dei segnali, elementi di misure elettroniche, elementi di fisica dello stato solido ed elettronica, caratterizzazione e funzionalizzazione chimica delle superfici, biosensori, bilance microgravimetriche, sensori ottici, sensori ad ossido metallico, CHEM-FET, sistemi multisensore.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Chemical sensors are analytical devices capable of converting a chemical stimulus into a (often electrical) signal. They allow to quickly obtain information at low cost, even at distance or in hostile environments, generally of poorer quality than traditional analytical techniques (in terms of accuracy, precision, completeness). The course supplies the student with the fundamentals working principles of the main sensor types and gives him an insight of the research evolution in this field. Due to the argument, the course has a multidisciplinary character. The lessons concern: general sensor characteristics, fundamentals of signal processing, fundamentals of electronic measurements, fundamentals of solid state physics and electronics, characterization and chemical functionalization of surfaces, biosensors, quartz crystal microbalances, optical sensors, metal oxide sensors, CHEM-FET, multisensor systems.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sensori e Biosensori	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
					A scelta dello studente

### Sicurezza Industriale in Conceria (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Industrial Safety in Tannery

**Obiettivi formativi:** Il Corso fornisce gli elementi per dare risposta alle esigenze di miglioramento della sicurezza in azienda conciaria, intervenendo sia nell'ambito della produzione per il controllo del processo, sia nell'ambito della sicurezza nella manipolazione dei prodotti e nell'utilizzo delle macchine e degli impianti. Lo studente conoscerà i prodotti utilizzati in conceria, la compatibilità tra i diversi prodotti e la corretta gestione degli stoccaggi, le reazioni pericolose nel processo conciario, i sistemi di controllo per eliminare le eventuali cause di incidenti e i sistemi di protezione collettiva ed individuale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Course will provide the basic principles to give an answer to the needs of improvements of safety in tanning industry, intervening both in the production for the control of the process, in safety for the product manipulation and in the use of machinery and plants. The student will know the products used in tannery, the compatibility between different products and right conduct of the storage, the dangerous reactions in the tanning process, the control systems to exclude the probable cause of accident, and the general and individual protection systems.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sicurezza industriale in Concia	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Spettrometria di Massa in Chimica Organica e Biorganica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mass Spectrometry in Organic and Biorganic Chemistry

**Obiettivi formativi:** Introduzione alla spettrometria di massa con descrizione delle diverse tecniche strumentali. Illustrazione delle possibilità applicative nel settore della chimica organica e bioorganica, sia a livello di tecnica di identificazione e caratterizzazione strutturale, sia come tecnica per analisi quantitative ultra-sensibili ad elevata selettività.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to mass spectrometry with the description of the several instrumental techniques. Depiction of the applicative possibilities in the field of organic and bioorganic chemistry, both as a qualitative tool for the identification and structural characterization and an analytical tool for ultra-sensitive quantitative determinations with high selectivity.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Spettrometria di Massa in Chimica Organica e Biorganica	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Tecniche Strumentali Avanzate in Chimica Organica e Biorganica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Instrumental Techniques in Organic and Biorganic Chemistry

**Obiettivi formativi:** Fornire le conoscenze necessarie per effettuare in modo autonomo la completa caratterizzazione spettroscopica (prevalentemente NMR) di molecole di struttura complessa, di determinare i parametri stereochimici, dinamici e termodinamici di complessi o addotti supramolecolari che coinvolgono anche sistemi biomacromolecolari, di determinare la purezza enantiomerica e la configurazione assoluta di molecole chirali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Make the student able to perform, mainly by NMR spectroscopy; the complete spectroscopic characterization of molecules with complex structures, to determine stereochemical, dynamics and thermodynamics parameters of supramolecular complexes or adducts also involving biomacromolecules, to determine the enantiomeric purity and absolute configuration of chiral compounds.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
	3	NN No settore		lezioni frontali	



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecniche Strumentali Avanzate in Chimica Organica e Bioorganica			Altre attività - scelta libera dello studente		A scelta dello studente

### Tecnologia dei Materiali Polimerici (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Polymeric Materials Technology

**Obiettivi formativi:** Il principale obiettivo formativo del corso è quello di dare nozioni generali circa la trasformazione dei materiali polimerici con particolare riferimento alle proprietà connesse con la loro lavorabilità e alle correlazioni tra proprietà applicative, metodi e condizioni di trasformazione.

Argomenti principali del corso sono: la classificazione dei materiali polimerici secondo la loro lavorabilità e secondo i settori di impiego, fondamenti di reologia dei materiali polimerici, correlazione tra struttura macromolecolare e comportamento reologico, l'estrusore e i metodi di lavorazione dei termoplastici, filatura, stampaggio a iniezione, soffiaggio di corpi cavi, co-estrusione, miscelazione, termoformatura, le fibre e la loro produzione, lavorazione dei materiali da soluzione per la produzione di lastre e rivestimenti, resine termoindurenti e loro lavorazione, comportamento termico e temperature caratteristiche, effetto della struttura macromolecolare e dell'organizzazione delle fasi sul comportamento termico, comportamento meccanico e metodi di prova, influenza della temperatura sul comportamento meccanico, resistenza all'impatto e relativi metodi di prova, metodi per determinare il grado di cristallinità, permeazione ai gas, proprietà di superficie e loro effetto sulla produzione di manufatti, l'adesione, metodi di modifica di superfici, resistenza chimica e agli agenti atmosferici, infiammabilità, proprietà elettriche, proprietà ottiche e loro misura.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main educational objective of the course is to give general knowledge about the processing of polymeric materials with particular reference to related properties with their processability and the correlations between application properties, processing methods and conditions.

Main topics of the course are: the classification of polymers according to their processability and according to areas of application, fundamentals of polymer rheology, correlation between macromolecular structure and rheological behavior, the extruder and the processing of thermoplastics, injection molding, blow molding, co-extrusion, mixing, thermoforming, the fibers and their production, solution processing of materials for the production of slabs and tiles, thermosetting resins and their processing, thermal behavior and temperatures characteristics of thermosettings, effect of the macromolecular structure and phases organization on the thermal behavior, mechanical behavior and test methods, influence of temperature on the mechanical behavior, impact resistance and related test methods, methods to determine the degree of crystallinity, permeation to gases, properties of surface and their effect on items production, the adhesion, the surface modification methods, chemical resistance and weather resistance, flammability, electrical properties, optical properties and their measurement.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologia dei Materiali Polimerici	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Tecnologie Chimiche per l'Ambiente (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemical Technologies for the Environment

**Obiettivi formativi:** Il corso sarà incentrato sulle norme ambientali e loro evoluzione in materia d'aria, acque, suolo, rifiuti.

Controllo dell'inquinamento e soluzione dei problemi. Metodologie di campionamento ed analisi in matrici ambientali. Inoltre si studieranno casi pratici in relazione a: ecosistema aria (emissioni, immissioni e ambiente di lavoro); ecosistema acque (classificazione, problematiche di controllo e trattamento); rifiuti: definizioni, classificazione e gestione delle problematiche di recupero, trattamento e smaltimento).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main focus will be on environmental laws and regulations in the time concerning air, waters, soil and wastes. Pollution control and problem solving. Sampling and analysis in environment. Example cases will be in: Air (emissions, outdoor and workplace air quality); waters (classification, control and treatment problems); wastes (definitions, classification and management of recovery, treatment and disposal).

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologie Chimiche per l'Ambiente	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Tecnologie Industriali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Industrial Technologies



## Regolamento Chimica per l'Industria e l'Ambiente

**Obiettivi formativi:** Il corso ha l'obiettivo di fornire le basi per la conoscenza dei più comuni processi di produzione e trasformazione nell'industria della carta e del cartone e della concia. Si propone inoltre di introdurre alcuni elementi impiantistici della manifattura industriale.

Lo studente conoscerà le paste per carta, soffermandosi sullo studio della materia fibrosa, delle varie tipologie e dei vari processi di raffinazione delle paste. Inoltre apprenderà la morfologia e la classificazione della pelle e i suoi componenti chimici, lo schema sintetico di un processo conciario e le problematiche ambientali connesse.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at providing the basic principles to understand the more common production and transformation processes in the paper and board industry and the tanning industry. It will also deal with the main elements of chemical plants for the industrial manufactures.

The student will know the paper pulps, with emphasis on the fiber matter, its different types and refining processes. The student will also learn the morphology and classification of hides and skins and their chemical components, the synthetic layout of a tanning process and the environmental issues connected with it.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale unico per i due moduli strettamente integrati.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologie Industriali (Carta)	3	SECS-P/13 SCIENZE MERCEOLOGICHE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative
Tecnologie Industriali (Concia)	3	SECS-P/13 SCIENZE MERCEOLOGICHE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Tecnologie Industriali Conciarie (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Industrial Tanning Technologies

**Obiettivi formativi:** Il corso ha l'obiettivo di fornire solide basi per la conoscenza dei più comuni processi di produzione e trasformazione nell'industria della carta e del cartone e della concia. Si propone inoltre di introdurre alcuni elementi impiantistici della manifattura industriale.

Lo studente conoscerà le paste per carta, soffermandosi sullo studio della materia fibrosa, delle varie tipologie e dei vari processi di raffinazione delle paste. Inoltre apprenderà la morfologia e la classificazione della pelle e i suoi componenti chimici, lo schema sintetico di un processo conciario e le problematiche ambientali connesse.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at providing the solid fundamentals to understand the more common production and transformation processes in the paper and board industry and the tanning industry. It will also deal with the main elements of chemical plants for the industrial manufactures.

The student will know the paper pulps, with emphasis on the fiber matter, its different types and refining processes. The student will also learn the morphology and classification of hides and skins and their chemical components, the synthetic layout of a tanning process and the environmental issues connected with it.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza non è obbligatoria, ma raccomandata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologie Industriali Conciarie	6	SECS-P/13 SCIENZE MERCEOLOGICHE	Affini o integrative	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative