



Corso di studi: Chimica Industriale (Laurea magistrale)

Denominazione: Chimica Industriale

Dipartimento : CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE

Classe di appartenenza: LM-71 SCIENZE E TECNOLOGIE DELLA CHIMICA INDUSTRIALE

Interateneo: No

Interdipartimentale: No

Obiettivi formativi: Il Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale si propone di fornire allo studente una solida formazione a livello avanzato nelle varie discipline della chimica industriale. Sono privilegiati, in particolare, quegli aspetti scientifici e tecnologici inerenti alle connessioni prodotto-processo e alle relazioni materiale-prestazione che devono essere propri del bagaglio culturale di un operatore del mondo della ricerca e sviluppo e della produzione nei settori industriali più moderni e innovativi.

Il Laureato Magistrale in Chimica Industriale avrà acquisito un'approfondita preparazione scientifica ed operativa legata alla chimica e alla tecnologia dei processi industriali e alla produzione di composti e materiali, con speciale riferimento all'utilizzo delle risorse naturali e delle fonti rinnovabili nel pieno rispetto dell'ambiente e per uno sviluppo sostenibile. La sua preparazione gli consentirà di affrontare problemi di progettazione, sperimentazione, passaggio di scala e realizzazione di processi chimici industriali, comprese la scelta di apparecchiature e materiali e la relativa valutazione dei costi di produzione, nonché della gestione degli impianti stessi e del controllo e assicurazione della qualità dei prodotti. Inoltre, possiederà conoscenze delle nanotecnologie e delle biotecnologie industriali, realizzando una forte integrazione tra le culture scientifica e tecnologica per la ricerca e l'innovazione.

Il Laureato Magistrale del Corso si contraddistinguerà per le sue competenze multidisciplinari e sarà in grado di interagire efficacemente con le diverse competenze e professionalità delle aree scientifica e tecnica e di operare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di coordinamento e dirigenza di strutture e processi di produzione.

Egli sarà in condizione di affrontare con la necessaria formazione sia la prosecuzione degli studi ai gradi superiori in un Dottorato di Ricerca, sia l'ingresso nel mondo del lavoro nei vari comparti chimici industriali a livelli elevati.

Gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale saranno raggiunti offrendo agli studenti un adeguato spettro di attività curriculari specialistiche, oltre ad attività caratterizzanti di approfondimento e completamento culturale delle discipline chimiche. In particolare, il corso si articola in due percorsi formativi differenti: nel primo percorso 'Industriale' viene fornita una formazione prevalentemente nell'ambito dei prodotti, dei processi e degli impianti chimici, mentre il secondo percorso 'Materiali' è maggiormente dedicato alla formazione nel settore dei materiali, delle tecnologie chimiche e delle loro applicazioni.

Le lezioni frontali delle attività formative previste saranno integrate con esercitazioni in aula e in laboratorio, incluse quelle dedicate all'apprendimento di metodologie e tecniche sperimentali e di simulazione e modellizzazione per applicazioni industriali.

Sono inoltre possibili esperienze formative esterne, in relazione ad obiettivi specifici, quali tirocini presso aziende, strutture pubbliche e laboratori privati oltre a soggiorni di studio presso Università italiane e straniere, nel quadro degli accordi internazionali.

Il numero di crediti attribuito alla tesi di laurea e alla prova finale assicura lo svolgimento, nell'Università o nell'Industria, di un lavoro di ricerca sperimentale originale di ampio respiro, che permetta allo studente di applicare il bagaglio culturale acquisito durante tutto il Corso di Laurea Magistrale alla comprensione e risoluzione di problematiche differenti anche con buoni livelli di innovazione.

Numero stimato immatricolati: 12

Requisiti di ammissione e modalità di verifica: Il Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale della Classe LM-71 di Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale prosegue e approfondisce la formazione fornita nelle Lauree triennali della Classe L-27 e della Classe 21 (ex Ordinamento DM 509), con particolare riguardo agli ambiti delle discipline chimiche industriali, macromolecolari, tecniche e biotecnologiche. Possono accedere direttamente al Corso di Laurea Magistrale i laureati triennali in possesso di una laurea affine dell'area scientifica o di altro titolo di studio equivalente, anche conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. A questo proposito, lo studente dovrà avere acquisito nei Corsi di Studio precedenti almeno 60 crediti formativi complessivi nei settori scientifico-disciplinari CHIM/01-CHIM/12, FIS/01-FIS/08, MAT/01-MAT/09, BIO/10-BIO/15 e ING-IND/21-ING-IND/27, di cui almeno 30 nei settori scientifico-disciplinari CHIM/01-CHIM/07. La Commissione Didattica verificherà, caso per caso e in via preliminare, le attività formative presenti nel curriculum precedente, con i relativi crediti formativi, e valuterà l'adeguatezza della preparazione personale necessaria per poter seguire proficuamente il Corso di Laurea Magistrale. In mancanza dei requisiti curriculari richiesti, la Commissione Didattica valuterà se i requisiti curriculari mancanti siano stati comunque acquisiti quale contributo marginale di altre discipline o quale apporto extra-curriculare. Qualora la Commissione ritenga sufficiente il livello delle conoscenze e competenze dello studente, esprime un giudizio di idoneità, che consente l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale.

Specificità CFU: Le attività formative sono costituite da corsi di lezioni teoriche, corsi di esercitazioni in aula e 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: La prova finale consiste in un esame orale di fronte alla Commissione di Laurea Magistrale 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 su un progetto di ricerca originale in un laboratorio di ricerca universitario o di aziende e strutture pubbliche o private.

Il voto di Laurea Magistrale esprime una valutazione globale del curriculum complessivo degli studi del biennio dello studente e della preparazione e maturità scientifica da lui raggiunta al termine del corso di studi e del lavoro di tesi. Il voto è riportato in centodecimali, con eventuale lode. Nel caso che il candidato raggiunga una valutazione finale di 110/110, è facoltà del relatore interno proporre l'assegnazione della lode, la cui attribuzione deve essere decisa all'unanimità dalla Commissione di Laurea.

Il curriculum, il lavoro di tesi e l'esame di laurea saranno così valutati e contabilizzati per ottenere il voto finale:

- a) si ricava la base di partenza, espressa in centodecimali, dalla media pesata (sulla base dei CFU) dei voti ottenuti negli esami del Corso di Laurea Magistrale. La somma viene arrotondata all'intero superiore se i decimali sono maggiori o uguali a 0,50, all'intero inferiore se i decimali sono inferiori a 0,50;
- b) alla somma ottenuta al punto a) si aggiunge il voto dell'esame di laurea espresso con un punteggio da 6 a 12;
- c) alla somma ottenuta al punto b) è aggiunto un premio di regolarità negli studi pari a: 3 punti se il candidato si laurea entro 28 mesi dalla data di immatricolazione alla Laurea Magistrale (che è fissata convenzionalmente al 1 settembre), 2 punti se si laurea oltre 28 mesi ma entro 34 mesi dalla data di immatricolazione, 1 punto se si laurea oltre 34 mesi ma entro 40 mesi dalla data di immatricolazione.

Attività di ricerca rilevante: I docenti del Corso afferiscono al Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale. La qualità scientifica delle ricerche è risultata preminente a livello nazionale (vedi rapporto CIVR 2006). Le principali aree di ricerca coltivate (con esemplificazione dei docenti di riferimento) sono:

Settori CHIM/04-CHIM/05 e ING-IND/26

Chimica e scienza e dei materiali polimerici, compositi e nanocompositi, sia strutturali che funzionali, specialmente per applicazioni avanzate e per l'ambiente (Prof. Galli), biomateriali e sensoristica (Prof. Solaro), polimeri con proprietà ottiche e



Regolamento Chimica Industriale

elettroniche (Prof. Ruggeri). Sviluppo di biotecnologie e processi ecocompatibili per materiali biodegradabili (Dr. Chiellini). Catalisi industriale con catalizzatori a base di metalli di transizione per processi e prodotti della chimica organica fine (Prof. Raspolli-Galletti). Chimica sostenibile da fonti rinnovabili (Prof. Castelvetro). Riciclo e riuso delle materie plastiche. Impianti e sviluppo e controllo di processi industriali chimici (Prof. Scali).

Settore CHIM/01

Strumentazione e metodologie innovative per la separazione e caratterizzazione di miscele d'interesse clinico, agro-alimentare e biotecnologico (Prof. Fuoco). Tecniche cromatografiche e 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. 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 d'ossigeno. Fotoreazioni organiche e in mezzi chirali. Spettroscopia d'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 ai composti di coordinazione degli elementi all'inizio e alla fine della serie di. Struttura e reattività di leganti metallo-coordinati e catalisi, con riguardo alla determinazione dei principi fondamentali della reattività di leganti coordinati a metalli di transizione (Prof. Marchetti). Materiali nanostrutturati, con particolare riguardo alla preparazione di polimeri o di oligomeri contenenti cluster di metalli di transizione.

Settore CHIM/06

Sintesi stereoselettiva per la preparazione di sostanze chirali, con applicazioni in campo biomedico/farmaceutico e agro-alimentare. Enzimi come biocatalizzatori in trasformazioni chimiche di composti organici (Dr. Petri). Nuovi catalizzatori e metodi di eterogeneizzazione per il loro recupero e riutilizzo. Stereochimica e determinazione quali-quantitativa di composti organici, organometallici e bioorganici con tecniche spettroscopiche. Impiego di vapori metallici e attivazione dei metalli per la catalisi. Composti naturali e loro analoghi di interesse farmacologico e con attività antitumorale.

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 specialistici (magistrali) per l'industria chimica, chimico-farmaceutica, alimentare, manifatturiera, dei trattamenti superficiali innovativi, dei coloranti, degli adesivi, delle biotecnologie, della depurazione, dei materiali avanzati con specifico riferimento ad una chimica per uno sviluppo sostenibile e compatibile con l'ambiente. Sul territorio e in ambito regionale di speciale rilievo sono i settori produttivi e manifatturieri dell'industria conciararia, cartaria e tessile.

I laureati del settore chimico industriale sono anche richiesti dalla pubblica amministrazione (Aziende Sanitarie Locali, Agenzie Regionali e Nazionali coordinate dai singoli Ministeri).

Il laureato Magistrale in Chimica Industriale è una figura professionale dotata di una preparazione culturale e tecnica tale da permettere il suo immediato inserimento:

- nelle attività di sintesi di composti chimici,
- nelle attività di separazione, analisi, caratterizzazione e riconoscimento di composti chimici,
- in tutte le attività connesse ai laboratori chimici di ricerca e sviluppo,
- nelle attività di certificazione e controllo,
- nelle attività di monitoraggio dell'ambiente e della salute,
- nei settori dell'energia, inclusa quella da fonti rinnovabili,
- nei settori della conservazione dei beni culturali.

Tra le posizioni occupazionali ed i settori lavorativi cui il Laureato Magistrale può accedere si indicano in particolare: la promozione e lo sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché la gestione e progettazione delle tecnologie; le attività professionali e di progetto in ambiti correlati con le discipline chimiche nel settore industriale, con riferimento agli aspetti impiantistici, economici, aziendali, brevettuali, del controllo di qualità, della sicurezza e dell'igiene industriale, della salvaguardia ambientale.

Un altro sbocco professionale è nella ricerca a livello avanzato, soprattutto nella ricerca tecnologica. Il Laureato Magistrale possiede il rigore metodologico e la competenza tecnologica per svolgere autonomamente attività di ricerca e sviluppo di nuovi prodotti, processi e materiali. E', inoltre, in grado di svolgere mansioni di coordinamento nella gestione, conduzione e controllo di impianti chimici in regime di sicurezza e di igiene del lavoro. Può occuparsi dell'organizzazione e del coordinamento di laboratori di analisi, sintesi, controllo qualità, misure chimico-fisiche, caratterizzazione e prove materiali, anche come professionista autonomo.

Il Laureato Magistrale della Classe, inoltre, trova occupazione oltre che nei settori tradizionali dell'industria chimica di base, fine e secondaria, anche in settori affini riguardanti la tutela della salute, dell'ambiente e dei beni culturali, nel settore alimentare, nell'industria delle formulazioni, nella produzione di energia e in tutti i numerosi settori in cui la chimica svolge un ruolo applicativo fondamentale per lo sviluppo sostenibile e ecocompatibile.

La solida formazione scientifica consente al Laureato Magistrale di continuare nell'iter universitario accedendo ai corsi di Dottorato di Ricerca, ai Master di secondo livello e ad eventuali Scuole di Specializzazione attive nel settore. Può inoltre iscriversi all'albo dei Chimici, Sez. A, previo superamento dell'esame di stato, ed esercitare così la libera professione.

Informazioni aggiuntive: Gli obiettivi formativi, con le relative attività formative, del Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale sono stati ben 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 Fine per l'Industria (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Fine per l'Industria	6	CHIM/06	Caratterizzanti	

Chimica Industriale e Laboratorio II (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Industriale II	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Materiali Inorganici (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Materiali Inorganici	6	CHIM/03	Caratterizzanti	

Polimeri di Interesse Industriale e Laboratorio (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Polimeri di Interesse Industriale	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Processi e Impianti Industriali Chimici II (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Processi e Impianti Industriali Chimici II	9	ING-IND/26	Caratterizzanti	

Biotecnologie Industriali (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Biotecnologie Industriali	6	CHIM/11	Affini o integrative	

Chimica Macromolecolare Industriale (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Macromolecolare Industriale	6	CHIM/04	Affini o integrative	

Esame a libera scelta I (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Esame a libera scelta I	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	

**Curriculum: Industriale****Secondo anno (63 CFU)****Chimica per lo Sviluppo Sostenibile (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica per lo Sviluppo Sostenibile	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali	9	CHIM/04	Affini o integrative	

Esame a libera scelta II (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Esame a libera scelta II	3	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	

Tesi e Prova finale (42 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Tesi e Prova Finale	39	NN	Altre attività - prova finale	
Altre conoscenze	3	NN	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	

**Curriculum: Materiali****Primo anno (57 CFU)****Chimica Fine per l'Industria (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Fine per l'Industria	6	CHIM/06	Caratterizzanti	

Chimica Industriale e Laboratorio II (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Industriale II	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Materiali Inorganici (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Materiali Inorganici	6	CHIM/03	Caratterizzanti	

Materiali per Usi Speciali (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Materiali per Usi Speciali	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Polimeri di Interesse Industriale e Laboratorio (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Polimeri di Interesse Industriale	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Chimica dei Nanomateriali (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica dei Nanomateriali	6	CHIM/04	Affini o integrative	

Chimica Macromolecolare Industriale (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Macromolecolare Industriale	6	CHIM/04	Affini o integrative	

Esame a libera scelta I (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Esame a libera scelta I	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	

**Curriculum: Materiali****Secondo anno (63 CFU)****Chimica per lo Sviluppo Sostenibile (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica per lo Sviluppo Sostenibile	9	CHIM/04	Caratterizzanti	

Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali	9	CHIM/04	Affini o integrative	

Esame a libera scelta II (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Esame a libera scelta II	3	NN	Altre attività - scelta libera dello studente	

Tesi e Prova finale (42 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Tesi e Prova Finale	39	NN	Altre attività - prova finale	
Altre conoscenze	3	NN	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	



Gruppi per attività a scelta nel CDS Chimica Industriale

Gruppo Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 1 (6 CFU)

Descrizione: A scelta dello studente 1. I Corsi del Gruppo intendono dare una formazione complementare a quella fondamentale prevista nel piano di studio in ambiti disciplinari a scelta dello studente. Può essere scelta liberamente qualunque attività formativa tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

Attività contenute nel gruppo

Biochimica Industriale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biochimica Industriale	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Biomateriali e Biochip in Biologia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biomateriali e Biochip in Biologia	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Catalisi (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Catalisi	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Analitica dei Beni Culturali (3 CFU)

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

Chimica Analitica Industriale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica Industriale	6	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Analitica Spettroscopica II (3 CFU)

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

Chimica delle Nanotecnologie (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica delle Nanotecnologie	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Fisica dello Stato Solido e dei Materiali (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica dello Stato Solido e dei Materiali	6	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Industriale Inorganica e Metallurgia (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Industriale Inorganica e Metallurgia	3	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	



Regolamento Chimica Industriale

Chimica Metallorganica di Base (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Metallorganica di Base	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Complementi di Cristallografia (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Complementi di Cristallografia	3	GEO/06 MINERALOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Cristallografia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Cristallografia	6	GEO/06 MINERALOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Enzimologia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Enzimologia	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Polimeri per Usi Speciali I (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per Usi Speciali I	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Polimeri per Usi Speciali II (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per Usi Speciali II	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Scelta dello Studente 1 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta dello Studente 1	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	altro	

Sostanze Organiche di Interesse Agrochimico (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sostanze Organiche di Interesse Agrochimico	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Spettroscopia NMR allo Stato Solido I (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Spettroscopia NMR allo Stato Solido I	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Spettroscopia NMR allo Stato Solido II (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Spettroscopia NMR allo Stato Solido II	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Sviluppo di Processi Industriali Chimici I (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito



Regolamento Chimica Industriale

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sviluppo di Processi Industriali Chimici	3	ING-IND/26 TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Tecnologia dei Materiali Polimerici II (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologia dei Materiali Polimerici	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Gruppo Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 2 (3 CFU)

Descrizione: A scelta dello studente 2. I Corsi del Gruppo intendono dare una formazione complementare a quella fondamentale prevista nel piano di studio in ambiti disciplinari a scelta dello studente. Può essere scelta liberamente qualunque attività formativa tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

Attività contenute nel gruppo

Biotrasformazioni in Chimica Organica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biotrasformazioni in Chimica Organica	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Analitica Ambientale (3 CFU)

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

Chimica dei Composti Contenenti Legami Metallo-Metallo (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Composti Contenenti Legami Metallo-Metallo	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica dei Composti di Coordinazione II (3 CFU)

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

Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Organica Sostenibile (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Organica Sostenibile	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Polimeri per la Bioindustria (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per la Bioindustria	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

**Regolamento Chimica Industriale****Polimeri per Usi Biomedici e Farmaceutici (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per Usi Biomedici e Farmaceutici	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Scelta dello Studente 2 (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta dello Studente 2	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	altro	



Attività formative definite nel CDS Chimica Industriale

Biochimica Industriale (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Industrial Biochemistry

Obiettivi formativi: Il corso si propone di introdurre lo studente nel campo delle applicazioni a livello industriale di attuali conoscenze biochimiche. Argomenti di studio: strategie di alterazione dei meccanismi di controllo metabolico per la produzione di metaboliti primari e secondari; bioconversioni; utilizzo di biocatalizzatori nell'industria chimica e farmaceutica; immobilizzazione degli enzimi; utilizzazione di enzimi nella industria bioanalitica; sensori enzimatici; modificazione delle caratteristiche strutturali e funzionali di proteine mediante mutagenesi sito-specifica; progettazione di farmaci sulla base dei dati strutturali del bersaglio biologico; fondamenti biochimici del "drug delivery".

Obiettivi formativi in Inglese: Aim of the course is to introduce students to relevant biochemical applications in the industrial field. Topics: strategies for alteration of the metabolic control in the synthesis of primary and secondary metabolites; bioconversions; applications of biocatalysis in chemical and pharmaceutical industry; immobilized enzymes; enzymes in bio-analytical industry; enzymatic sensors; structural and functional modifications of proteins through site-directed mutagenesis; drug design based on the structural data of the biological target; biochemical basis of "drug delivery".

CFU: 6

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
Biochimica Industriale	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Biomateriali e Biochip in Biologia (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Biomaterials and Biochips in Biology

Obiettivi formativi: Scopo del corso è fornire conoscenze sulle interazioni di materiali polimerici con sistemi biologici e sul loro uso in farmacologia, medicina e nel campo dei biosensori. In primo luogo saranno trattati la biodegradazione, la biocompatibilità, biofunzionalità e risposta immunologica ai biomateriali, saggi in vivo per la determinazione della biocompatibilità e biofunzionalità e correlazione con i test in vitro ed interazioni tra biomateriali e cellule. Saranno anche illustrati metodi per la determinazione delle citochine. Successivamente saranno trattati farmaci polimerici, farmaci polimerizzati, trasportatori di farmaci e loro applicazioni in campo biomedico e farmaceutico, ingegneria tissutale, biosensori, biochips, Lab-On-a-Chip e Micro Total Analysis Systems.

Obiettivi formativi in Inglese: Purpose of the course is to provide knowledge on the interactions of polymeric materials with biological systems and on their use in pharmacology, medicine and in the field of the biosensors. The biodegradation, the biocompatibility, the biofunctionality and the immunological response to biomaterials will be treated in a first part of the course together with "in vivo" tests for the determination of the biocompatibility and biofunctionality and their correlation with in vitro tests. Interaction between biomaterials and cells and methods for cytokine assessment will also be described. A second part of the course will focus on polymeric and polymerized drugs, drug transporters and their applications in biomedical and pharmaceutical field as well on tissue engineering, biosensors, biochips, Lab-On-a-Chip and Micro Total Analysis Systems.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: Esame orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biomateriali e Biochip in Biologia	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Biotechnologie Industriali (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Industrial Biotechnologies

Obiettivi formativi: L'insegnamento si propone di fornire allo studente un'approfondita conoscenza degli strumenti biotecnologici industriali di base quali i processi di fermentazione industriale e bioconversione, mettendo in risalto le potenzialità applicative dei microorganismi nei processi volti alla produzione industriale di metaboliti e biomassa. Il programma sarà incentrato sulle modalità operative di conduzione dei bioprocessi, sui modelli cinetici e sulle basi metaboliche della formazione dei prodotti. Saranno quindi descritti alcuni processi fermentativi industriali e le applicazioni in ambito ambientale, biomedico ed alimentare dei prodotti.

L'ausilio delle ore di esercitazione fornirà allo studente gli strumenti necessari per determinare i principali parametri fermentativi di crescita microbica per la produzione su larga scala di metaboliti.

Obiettivi formativi in Inglese: Aim of the course is to provide a deep knowledge of the fundamental biotechnological tools such as industrial fermentation and bioconversion, highlighting the importance of applying micro-organisms for the industrial production of metabolites and biomass. The program will focus on the procedures for bioprocess development, the kinetic models and the metabolic basis for product formation. Industrial fermentation processes will be described together with the employments of the products for environmental, biomedical and food applications.

The combination with practical exercises will allow students to gain the necessary tools for the design and measurements of the fundamental fermentation parameters to achieve optimal microbial growth for the large scale production of metabolites.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale.



Regolamento Chimica Industriale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biotecnologie Industriali	6	CHIM/11 CHIMICA E BIOTECNOLOGIA DELLE FERMENTAZIONI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	

Biotrasformazioni in Chimica Organica (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Biotransformations in Organic Chemistry

Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è quello di presentare allo studente l'uso degli enzimi come biocatalizzatori in trasformazioni chimiche di composti organici. Saranno illustrate le biotrasformazioni ad opera delle principali classi di enzimi, richiamando i principi fondamentali e gli aspetti stereochimici della catalisi enzimatica. Verranno esaminate alcune importanti tecniche sperimentali quali l'utilizzo dei solventi organici e l'immobilizzazione degli enzimi. Infine, saranno descritte le principali applicazioni della biocatalisi in campo industriale.

Obiettivi formativi in Inglese: The course focuses on the use of natural catalysts -enzymes- for the transformation of organic compounds. Different types of biotransformations performed with the most useful enzymes are presented; fundamental principles of biocatalysis and stereochemical aspects are also mentioned. Special techniques such as the use of organic solvents and the immobilization of enzymes are illustrated. Finally, industrially relevant methods for the synthesis of optically active compounds are discussed.

CFU: 3**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** La frequenza del corso non è obbligatoria, ma raccomandata.**Modalità di verifica finale:** Esame orale finale.**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biotrasformazioni in Chimica Organica	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Catalisi (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Catalysis

Obiettivi formativi: Il Corso di Catalisi si propone di illustrare i concetti di base della catalisi eterogenea e omogenea. Saranno prese in esame le principali classi di catalizzatori evidenziandone le proprietà in funzione delle caratteristiche delle reazioni. Partendo dall'esame di alcuni processi industriali che utilizzano catalizzatori sia omogenei che eterogenei, questo Corso mostrerà i problemi coinvolti e come questi sono stati risolti.

Obiettivi formativi in Inglese: The Course is concerned with deepening of the basic principles for the understanding of the phenomenon of heterogeneous and homogeneous catalysis. It will illustrate the main classes of catalysts, showing the properties as a function of the main features of the reactions. The Course of Catalysis surveys the field of homogeneous and heterogeneous catalysis, and, by highlighting a number of industrial processes, shows how one should think about the problems involved, and how they have been answered.

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
Catalisi	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Analitica Ambientale (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Environmental Analytical Chemistry

Obiettivi formativi: Il principale obiettivo formativo del corso è fornire competenze tecnico-professionali nelle moderne tecnologie di monitoraggio ambientale per la gestione del territorio, quali: tecniche di campionamento, rilevamento e mitigazione dei rischi ambientali relativamente all'atmosfera, alle acque superficiali, al suolo e agli alimenti (ad es. tecniche di caratterizzazione chimica delle acque, loro composizione e qualità, mobilità e dispersione degli elementi, inquinamento da metalli legati ad attività antropiche e dispersione degli inquinanti nelle acque superficiali e profonde; tecniche di monitoraggio chimico delle acque superficiali e profonde, tecniche di trattamento delle acque ed impiego dei minerali nel recupero delle risorse idriche). 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 del campione, fino ad arrivare ad analizzare 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 adeguate ad affrontare il continuo processo di innovazione in campo scientifico e tecnico.



Regolamento Chimica Industriale

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 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.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

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

Chimica Analitica dei Beni Culturali (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Analytical Chemistry for Cultural Heritage

Obiettivi formativi: Il corso mira a fornire allo studente le conoscenze relative ai metodi indagine per lo studio e la caratterizzazione dei materiali originali, dei prodotti di degrado e dei materiali di restauro nel settore dei beni culturali. Inoltre si intende approfondire la conoscenza di tecniche analitiche spettroscopiche e spettrometriche, focalizzata all'applicazione a sistemi complessi. Introdurre l'uso di tecniche analitiche, prevalentemente spettroscopiche e spettrometriche, da impiegare in maniera non invasiva e non distruttiva su manufatti di interesse storico artistico. Infine, un altro obiettivo è quello di supportare lo sviluppo della capacità dello studente di operare una scelta ragionata della tecnica analitica appropriata in funzione della natura dell'oggetto di indagine, della tipologia di campione e al tipo di informazione richiesta.

Obiettivi formativi in Inglese: The course aims at providing the student with knowledge on analytical methodologies to study and characterise organic, degradation and restoration materials in the field of cultural heritage. Moreover it aims at discussing in detail spectroscopic and spectrometric analytical techniques for the characterisation of complex systems. Introduce the use of analytical techniques to be used non invasively and non destructively on works of art, with particular attention to spectrometric and spectroscopic analytical techniques. Finally, another objective is to assist the student to develop the ability of choosing the appropriate analytical technique to be used in dependence on the investigated object, the kind of samples, and the required information.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

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

Chimica Analitica Industriale (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Industrial Analytical Chemistry

Obiettivi formativi: Introduzione alle tecniche per l'analisi delle superfici. Principi strumentali della spettroscopia XPS, Auger, a raggi X e della microscopia elettronica. Sorgenti di luce di sincrotrone. Principi di funzionamento di uno spettrometro di massa: SIMS e GDMS. Applicazioni delle tecniche presentate alla caratterizzazione di campioni reali.

Introduzione alla Chimica Analitica di Processo (PAC - Process Analytical Chemistry). Tipologie di misure: off-line, at-line, on-line, in-line, metodi non invasivi. Campionamento. Tecnologie disponibili per PAC: elettrochimica, sensori chimici, spettroscopia, cromatografia, FIA (Flow Injection Analysis).

Aspetti applicativi della PAC: pianificazione di una misura, esempi pratici.

Obiettivi formativi in Inglese: Introduction to instrumental techniques for surface analysis. Instrumental principles of XPS, Auger X-ray spectroscopy and electronic microscopy. Synchrotron light sources. Fundamentals of mass spectrometry techniques: SIMS and GDMS. Applications of the various techniques to the characterization of real samples.

Introduction to Process Analytical Chemistry (PAC). Different ways of doing PAC measurements: off-line, at-line, on-line, in-line, non-invasive methods. Sampling. Different PAC technologies: Electrochemistry, Chemical sensors, Spectroscopy, Chromatography, FIA (Flow injection analysis). Practical aspects of PAC: Planning and working out an analyzer project, Examples from industry.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli



Regolamento Chimica Industriale

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Analitica Industriale	6	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

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 el corso 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 + esercitazioni	

Chimica dei Composti Contenenti Legami Metallo-Metallo (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Chemistry of Metal-Metal Bonded Compounds

Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è affrontare uno studio della chimica dei composti dei metalli di transizione che contengano almeno un legame metallo-metallo. Saranno descritte le strutture, i metodi di preparazione, la reattività e le proprietà di cluster di metalli di transizione in stato di ossidazione basso o medio, e la relazione tra la struttura del cluster e il numero di elettroni di valenza. Saranno inoltre presentate applicazioni tratte dalla letteratura recente della chimica di questi composti.

Obiettivi formativi in Inglese: The goal of this course is to examine the chemistry of transition metal derivatives with at least one metal-metal bond and to illustrate their main applications. Basic aspects of the bonding, structures, synthesis, characterization and reactivity of metal clusters of transition metals in low or medium oxidation states will be detailed, together with some relevant applications taken from the recent literature.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame finale orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica dei Composti Contenenti Legami Metallo-Metallo	3	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica dei Composti di Coordinazione II (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Chemistry of Coordination Compounds II

Obiettivi formativi: Le reazioni dei composti di coordinazione. Labilità ed inerzia dei complessi.

a) Reazioni di sostituzione. Possibili meccanismi. Substrati a NC=4 in geometria tetraedrica e quadrata planare. Substrati a NC=6 e geometria ottaedrica.

b) Reazioni di trasferimento elettronico: reazioni a sfera interna ed a sfera esterna.

c) Reazioni a stampo. Effetto chelato ed effetto macrociclo. Criptanti e loro utilizzazione.

d) Reazioni di attacco al legante coordinato: esempi di attacco ad ossido di carbonio, ad olefine e a nitrili coordinati.

e) Reazioni di addizione ossidativa e di eliminazione riduttiva.

f) Reazioni di inserzione.

Preparazioni, strutture e reattività di complessi contenenti come leganti: H₂, CO, N₂, NO, O₂.

Obiettivi formativi in Inglese: Reactions of coordination compounds. Stability, inertness and lability.

a) Substitution reactions. Rates and mechanisms. Coordination number 4. Tetrahedral complexes. Square-planar complexes. Coordination number 6. Octahedral complexes.

b) Electron transfer reactions: outer sphere red-ox reactions. Inner sphere red-ox reactions.

c) Template reactions. Chelate effect and macrocyclic effect. Cryptands and their use.

d) Attacks to coordinated ligands: nucleophilic attacks to carbon monoxide, alkenes, nitriles.

e) Oxidative-addition and reductive elimination reactions.

f) Insertion reactions.

Preparation, structure and reactivity of complexes containing the ligands: H₂, CO, N₂, NO, O₂.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.



Regolamento Chimica Industriale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

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

Chimica dei Nanomateriali (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Nanomaterials Chemistry**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di introdurre gli studenti nel campo della chimica dei nanomateriali fornendo le conoscenze di base sui metodi di fabbricazione dei differenti materiali nanostrutturati e sulle loro principali proprietà. Verranno infine illustrati esempi applicativi con particolare attenzione ai nanocompositi polimerici.

Lo studente apprenderà:

Introduzione alle nanos scienze e nanotecnologie. Principali definizioni e origini;

Metodi di preparazione chimici e fisici di nanoparticelle metalliche, semiconduttori e ossidi.

Principali proprietà e applicazioni;

Metodi di preparazione chimici di nanorods, nanofili e nanotubi metallici. Principali proprietà e applicazioni;

Metodi di preparazione chimici di nanotubi al carbonio. Principali metodi di purificazione chimica e fisica. Principali proprietà e applicazioni. Metodi di funzionalizzazione covalente e non.

Metodi di preparazione chimici e modifica di materiali mesoporosi, silice e silicati a strati. Principali proprietà e applicazioni;

Esempi di nanostrutture ottenute con metodi fisici: litografia e microfabbricazione;

Descrizione delle principali tecniche di caratterizzazione dei materiali nanostrutturati. Tecniche di indagine microscopica e spettroscopica;

Metodi di preparazione dei nanocompositi polimerici. Tecniche di dispersione.

Descrizione dettagliata delle principali proprietà e esempi applicativi.

Obiettivi formativi in Inglese: The course aims to provide an understanding of the chemistry of nanomaterials, their principal methods of preparation and peculiar properties. Case studies and application of polymer nanocomposites

The students will learn:

Introduction to nanoscience and nanotechnology. Basic definitions and origins;

Preparation of nanoparticles (metals, quantum dots, oxides) by chemical and physical methods. Characterisation and main applications.

Preparation of metal nanorods, nanowires and nanotubes. Properties and main applications;

Preparation of carbon nanotubes. Chemical and physical methods of purification. Main properties and applications.

Functionalisation of carbon nanotubes

Preparation of mesoporous materials and chemical modification of clays;

Examples of nanostructures obtained with physical methods: lithography and microfabrication

Description of the principal techniques for nanomaterials characterisation: microscopic and spectroscopic methods;

Methods for the preparation of polymer nanocomposites. Dispersion tools. Properties and applications.

CFU: 6**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 dei Nanomateriali	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Affini o integrative	lezioni frontali	

Chimica delle Nanotecnologie (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Chemistry of Nanotechnologies**Obiettivi formativi:** Il corso mira a far acquisire la conoscenza dei concetti fondamentali delle nanos scienze in maniera comparativa a quelle molecolari con particolare riferimento alla relazione tra nanostruttura e proprietà. Trasferimento di questi concetti in materiali innovativi attraverso la dispersione in matrici polimeriche (o biopolimeriche) a dare nanocompositi. Lo studente avrà appreso:

1) Introduzione alle nanotecnologie ed ai sistemi nanostrutturati in una, due o tre dimensioni (network 0D - 3D);

2) Tecniche di preparazione e proprietà dei sistemi nanostrutturati 0D - 3D;

3) Tecniche di caratterizzazione dei sistemi nanostrutturati;

4) Nanocompositi: preparazione mediante metodologie di dispersione di specie nanometriche in matrici polimeriche; esempi di nanocompositi: a) polimero/filosilicati a strati; b) polimero/nanotubi al carbonio; c) polimero/nanoparticelle metalliche;

5) Esempi di applicazione dei nanocompositi.

Obiettivi formativi in Inglese: The course will provide the fundamental principles of nanoscience and nanomaterials with respect to molecular science and materials, with special focus on the nanostructure-property relationships. The concepts with then be transferred to novel materials by means of dispersion in polymer or biopolymer matrices to create nanocomposite materials.

The student will learn:

i) Introduction to nanotechnologies and nanostructured systems in one, two or three dimensions (0D-3D network);

ii) Synthetic methods and properties of the 0D-3D nanostructured materials;

iii) Characterisation techniques of the nanostructured materials;

iv) Nanocomposites: preparation by dispersion techniques of nanosized fillers in polymeric matrices; illustrations of nanocomposites: a) polymer/layered silicates; b) polymer/carbon nanotubes; c) polymer/metal nanoparticles;

v) Case applications of nanocomposites.

CFU: 3**Reteirabilità:** 1



Regolamento Chimica Industriale

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 delle Nanotecnologie	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Fine per l'Industria (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Fine Chemistry for Industry

Obiettivi formativi: Il corso si propone di esaminare gli aspetti organici sintetici legati alla produzione industriale di "fine chemicals", cioè di singole sostanze chimiche pure prodotte in quantità limitate per applicazioni altamente specializzate. Tali sostanze annoverano farmaci e loro intermedi, biocidi, essenze, fragranze ed altre sostanze per applicazioni tecniche specifiche di cui inchiostri, coloranti, prodotti per la fotografia, additivi alimentari sono solo alcuni esempi. Particolare attenzione sarà prestata agli aspetti ambientali, economici e normativi che si affiancano all'efficienza del singolo processo sintetico, con riferimento prevalente alla produzione di sostanze farmaceutiche.

Obiettivi formativi in Inglese: The course will elucidate the organic synthetic protocols for the industrial production of fine chemicals, which are pure, single substances produced in limited quantities for highly specialized applications. Fine chemicals are, for example, active pharmaceutical ingredients and their intermediates, biocides, essences, fragrances and other derivatives for technical applications like inks, coloring agents, photographic chemicals, food additives. A particular attention will be devoted also to the environmental, legal and economic aspects of the synthetic process, which invariably are linked to its chemical efficiency, with examples mainly taken from the production of pharmaceuticals.

CFU: 6

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 Fine per l'Industria	6	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Physical Chemistry of Dispersed Systems and Interphases

Obiettivi formativi: Il corso si prefigge lo scopo di fornire i concetti chimico-fisici su cui si fonda il comportamento dei sistemi colloidali ed i principi necessari per comprendere la fenomenologia di sistemi di interesse industriale ed applicativo in cui la presenza di un'estesa interfase costituisce un aspetto caratterizzante.

Lo studente conoscerà la natura dei sistemi colloidali; le proprietà delle superfici e delle interfasi: tensione superficiale e interfacciale, capillarità; le macromolecole e i tensioattivi in soluzione; la termodinamica dell'adsorbimento secondo Gibbs; le interazioni tra particelle colloidali; la stabilità delle dispersioni; la bagnabilità delle superfici; emulsioni e microemulsioni: formazione e stabilità.

Obiettivi formativi in Inglese: The course is aimed to give the physico-chemical concepts grounding the behaviour of colloids and the principles necessary to the phenomenological comprehension of systems of industrial as well as applicative interest characterized by a large interface.

The student will learn about the nature of colloids; the properties of surfaces and interfaces: superficial and interfacial tension, capillarity; macromolecules and surfactants in solution; adsorption thermodynamics according to Gibbs; interactions between colloidal particles; the stability of dispersion; the wetting of surfaces by liquids; emulsions and microemulsions: formation and stability.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Fisica dello Stato Solido e dei Materiali (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Solid State and Materials Physical Chemistry

Obiettivi formativi: Il Corso si propone di portare alla comprensione delle proprietà chimico-fisiche dei solidi cristallini, anche ai fini delle loro utilizzazioni pratiche.

Lo studente conoscerà:

Struttura cristallina: fondamenti e metodi di indagine sperimentale (diffrazione). Forze di coesione. Dinamiche reticolari: vibrazioni elastiche e modelli di solidi. Proprietà termodinamiche e meccaniche dei solidi. Struttura elettronica: bande e densità degli stati. Metalli e gas di elettroni. Proprietà elettriche e magnetiche. Difetti reticolari. Superfici e effetti di interesse chimico.



Regolamento Chimica Industriale

Obiettivi formativi in Inglese: The Course aims to lead to the understanding of the physico-chemical properties of crystalline solids, also in view of their practical application.

The student will learn:

Crystal structure: basic concepts and experimental methods of investigation (diffraction). Cohesion. Lattice dynamics: elastic vibration and model of solids. Mechanical and thermodynamic properties. Electronic structure: energy bands and density of states. Metals and electron gas. Electric and magnetic properties. Lattice defects. Surfaces and chemistry.

CFU: 6

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 Fisica dello Stato Solido e dei Materiali	6	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Industriale e Laboratorio II (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Industrial Chemistry and Practical Lab II

Obiettivi formativi: Il corso prenderà in esame il processo chimico industriale nella sua totalità discutendo, sulla base di esemplificazioni basate sui processi correnti, in particolare nel settore delle commodities organiche, i criteri di scelta che portano all'adozione delle soluzioni attuali e le prospettive innovative. I principali aspetti del processo (resa nel prodotto, sicurezza, bilancio energetico, impatto ambientale ed economico) saranno discussi nell'ottica dell'ottimizzazione dei parametri di processo. Verranno inoltre esaminate, anche con esercitazioni pratiche e di laboratorio, la messa a punto e la gestione di processi innovativi, sia in chimica industriale di base che in chimica fine (metodologie di passaggio di scala, valutazione del rischio, sicurezza ed impatto ambientale, proprietà intellettuale, analisi economica).

Obiettivi formativi in Inglese: The whole chemical process will be studied in all its fundamental steps, analysing with many examples (in particular in the field of organic commodities) the different process solutions and the innovative perspectives. The main process aspects (yield, safety, energy recovery, environmental and economic impact) will be discussed for the optimisation of the process parameters. Novel processes, in the field of commodities and also of fine chemicals, will be discussed and integrated with problem solving activities and practical lab activities with focus on methodologies of scale-up, risk assessment, intellectual property and patents, safety and environment friendly processes, economic analysis.

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 orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Industriale II	9	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Chimica Industriale Inorganica e Metallurgia (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Inorganic Industrial Chemistry and Metallurgy

Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le principali conoscenze dei materiali inorganici e metalli e leghe metalliche impiegati nell'industria e in metallurgia, della loro produzione industriale e tecnologia, oltre che delle loro applicazioni pratiche.

Lo studente conoscerà il cloruro sodico come materia prima (soda, soda caustica, loro, acido cloridrico); la metallurgia del ferro, dell'alluminio, del rame, dello zinco, del piombo e dello stagno; la produzione industriale di silicio elementare.

Obiettivi formativi in Inglese: The course will provide the basic knowledge of inorganic materials and metals and their alloys that are primarily used in industry and metallurgy, their industrial production and technology, as well as their modern practical applications.

The student will learn sodium chloride as raw material (soda, caustic soda, chlorine, hydrochloric acid); the metallurgy of iron, aluminium, copper, zinc, lead, and tin; the industrial production of elemental silicon.

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 Industriale Inorganica e Metallurgia	3	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Macromolecolare Industriale (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Macromolecular Industrial Chemistry



Regolamento Chimica Industriale

Obiettivi formativi: L'attività formativa intende fornire un'ampia visione dell'industria dei polimeri attuale con l'obiettivo principale di far apprendere i fondamenti chimici alla base della progettazione, della preparazione e dell'applicazione su larga industriale dei polimeri.

Il corso richiamerà i principi generali della chimica industriale dei polimeri, soprattutto quelli di sintesi, ma anche quelli di origine naturale. Fornirà poi conoscenze più approfondite sulla progettazione molecolare, la sintesi e la caratterizzazione dei polimeri industriali a partire sia dai prodotti della petrolchimica che della chimica fine, che da fonti rinnovabili. Affronterà alcuni aspetti chimici catalitici e meccanicistici della preparazione e del ciclo di vita dei polimeri industriali; di questi esaminerà le principali proprietà chimico-fisiche, in vista dei possibili impieghi.

Lo studente apprenderà i criteri di scelta dei prodotti e dei processi più moderni e vantaggiosi e conoscerà le problematiche connesse con la produzione su scala industriale e il suo impatto socio-economico e ambientale. Saprà inoltre definire correlazioni struttura-reattività e struttura-proprietà dei polimeri industriali in riferimento alle loro prestazioni in particolari settori applicativi.

Obiettivi formativi in Inglese: The course aims at providing a wide understanding of modern polymer industrial chemistry with the principal objective of achieving a good knowledge of the chemical fundamentals of the design, preparation and application of polymers on a large scale.

At the beginning the basic principles will be recalled of the industrial chemistry of polymers, mainly synthetic polymers but natural polymers as well. Later on, special features will be studied in more detail dealing with the molecular design, preparation and characterization of industrial polymers starting from both petrochemicals, fine chemicals and chemicals from renewable resources. Interest will be placed on the catalytic and mechanistic aspects of the synthesis and life cycle of polymers. Attention will also be devoted to analyzing the main physical-chemical properties, in view of possible uses.

The student will learn criteria for selection of more actual and profitable products and processes and will know the current problems associated with large scale, industrial production and its social-economical and environmental impact. He/she will be able to define structure-reactivity and structure-property relationships for industrial polymers, in view of their practical performance in specific application areas.

CFU: 6

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 Macromolecolare Industriale	6	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Affini o integrative	lezioni frontali	

Chimica Metallorganica di Base (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Basic Metallorganic Chemistry

Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è affrontare uno studio sistematico della chimica dei composti dei metalli di transizione che contengano almeno un legame metallo-carbonio e illustrare le loro più importanti applicazioni. Dopo una prima parte in cui vengono discussi aspetti generali, andamenti periodici, effetti cinetici e termodinamici e reazioni di interesse comune nella chimica organometallica, sarà esaminata in dettaglio la chimica dei gruppi funzionali (alchili, arili, vinili, alchinili, carbonili, carbeni, carbini, vinilidene, complessi di olefine, dieni, alchini, allili, areni ed enili ciclici, idruri e altri leganti con donatori diversi dal carbonio).

Obiettivi formativi in Inglese: The goal of this course is to examine in detail the systematic chemistry of transition metal derivatives with at least one metal-carbon bond and to illustrate their main applications. After an introduction on general aspects, periodic trends, kinetic and thermodynamic effects and classical organometallic reactions, the chemistry of functional groups (alkyls, aryls, vinyls, alkynyls, carbonyls, carbenes, carbynes, vinylidenes, olefin, diene and alkyne complexes, allyls, arenes and cyclic enyls, hydrides and other important non-carbon ligands) will be illustrated in detail.

CFU: 6

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 Metallorganica di Base	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica Organica Sostenibile (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Sustainable Organic Chemistry

Obiettivi formativi: Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze di chimica organica rivolte soprattutto al mondo dell'industria chimica moderna. Saranno trattati temi che facciano comprendere l'impiego di metodi sintetico-industriale innovativi ed ecosostenibili. Il corso si propone di far fronte all'esigenza di formare un futuro chimico organico industriale sensibilizzato da un lato alle tematiche ambientali, senza trascurare dall'altro i moderni approcci alla sintesi di intermedi ad alto valore aggiunto, in particolare per la chimica della conceria e della manifattura in genere.

Inoltre verranno discussi i metodi non inquinanti che permettono a basso costo di ottenere efficacemente trasformazioni di gruppi funzionali operando su larga scala, ad esempio nell'industria chimica farmaceutica.

Obiettivi formativi in Inglese: The objective of the course is to provide knowledge in organic chemistry which is especially devoted to modern industrial chemistry. The topics to be dealt with are focused on synthetic methods on an industrial scale that are both innovative and environmentally sustainable. Approaches to the organic syntheses of high added value intermediates will be studied, in particular for chemistry in tannery and manufacturing at large.

CFU: 3

Reteirabilità: 1



Regolamento Chimica Industriale

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 Organica Sostenibile	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Chimica per lo Sviluppo Sostenibile (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Chemistry for Sustainable Development

Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire una panoramica approfondita sulle problematiche relative al consumo delle risorse ed alla contaminazione ambientale nel ciclo produttivo e di "vita utile" di prodotti chimici e materiali, e di presentare alcuni dei principali approcci per una chimica sostenibile, soprattutto a partire da risorse rinnovabili. Verranno illustrati, anche con esempi specifici, i criteri per la riprogettazione o realizzazione ex-novo sia di processi chimici che di materiali basati su risorse rinnovabili e/o su tecnologie in grado di influire sul miglioramento di prestazioni, rese e impatti ambientali. Inoltre verranno presentate alcune delle principali caratteristiche chimiche e fisiche dei sistemi colloidali, delle superfici, delle interfacce e delle membrane. Tali concetti verranno impiegati successivamente per la discussione di esempi sia delle caratteristiche di processi a basso impatto, sia delle proprietà dei materiali eterogenei (miscele da polimeri di riciclo, bioibridi, nanocompositi) e dei rivestimenti superficiali nanostrutturati ad alta prestazione. Inoltre, l'attenzione sarà incentrata sui moderni e innovativi materiali e dispositivi, e le relative tecnologie, per la generazione, l'immagazzinamento e la conversione di energia da fonti rinnovabili. Particolari esempi saranno trattati dai vari campi inorganico, organico e bioorganico, polimerico e degli ibridi.

Obiettivi formativi in Inglese: The objective of the course is to provide an in-depth overview of the concept of life cycle analysis for chemicals and materials, with an emphasis on the consumption of natural resources and hazards posed to the environment and health, and on the possible approaches to a sustainable chemistry. The main criteria for designing new processes and materials based on renewable resources and/or on new technologies capable of improving chemical yield, material performance and, as a result, environmental impact. Some of the main chemical and physical features of colloids, surfaces, interfaces and membranes will then be presented. These concepts will be implemented subsequently in the analysis and discussion of representative examples of low impact processes, as well as the main features of heterogeneous materials (polymer blends from recycled raw materials, biohybrids, nanocomposites) and high performance nanostructured coatings. Moreover, attention will be placed on some of the most innovative materials and devices, and the related technologies, for the generation, storage, and conversion of energy from renewable resources. Examples will be taken from inorganic, organic and bioorganic, polymer and hybrid realms.

CFU: 9

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 per lo Sviluppo Sostenibile	9	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Complementi di Cristallografia (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Complements of Crystallography

Obiettivi formativi: Il Corso approfondisce gli aspetti della cristallografia e delle tecniche di diffrazione e di diffusione.

Lo studente apprenderà:

metodi diretti. Fattori di struttura unitari, fattori di struttura normalizzati. Relazioni di disuguaglianza (Harker e Kasper). Relazioni tra triplette e procedure per la determinazione dei segni; diffrazione anomala e determinazione della configurazione assoluta; diffrazione di neutroni; diffusione di neutroni: diffusione di potenziale, diffusione di risonanza. Miscele isotopiche, stati di spin. Applicazioni: legami di idrogeno, ordine-disordine in leghe metalliche, strutture magnetiche; densità elettronica residua. Mappe X-N, mappe X-X; diffrazione elettronica e microscopia elettronica. Camera di diffrazione; microscopio elettronico. Diffusione di elettroni. Diffrazione di elettroni in studi strutturali; politipismo; luce di sincrotrone. Peculiarità dei raggi X prodotti da sorgenti di sincrotrone. Applicazioni strutturali; indagini in alta temperatura. Indagini diffrattometriche in alta temperatura. Studio di transizioni di fase; applicazioni del metodo delle polveri. Analisi qualitativa e quantitativa in diffrattometria di polveri, uso di banche dati per il riconoscimento di fasi. Simulazioni di diffrattogrammi. Studi strutturali con metodi di polveri. Raffinamento Rietveld.

Obiettivi formativi in Inglese: The Course will provide deepened understanding of crystallography and will extend focus on several different diffraction and diffusion methods.

The student will know:

direct methods. Unitary and normalized structure factors. Inequalities relations (Harker and Kasper). Triplet relationships (Sayre) and procedures for sign (or phase) determination; anomalous diffraction and determination of the absolute configuration; neutron diffraction. Neutron diffusion: potential and resonance diffusion. Isotopic mixtures, spin states. Applications: hydrogen bonding, order-disorder in alloys, magnetic structures; residual electron density. X-N maps, X-X maps. Applications; electron diffraction and electron microscopies. Diffraction chamber; electron microscope. Diffusion of electrons. The use of electron diffraction in structural studies. Polytypism; synchrotron radiation. Peculiarities of X-ray from synchrotron sources. Structural applications; high-temperature studies. X-ray diffraction investigations at high temperature. Phase transitions;



Regolamento Chimica Industriale

applications of the powder methods. Qualitative and quantitative analyses through powder diffraction. Use of data bases for phase identification. Structural studies through powder data. Rietveld refinement of structures.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Complementi di Cristallografia	3	GEO/06 MINERALOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Cristallografia (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Crystallography

Obiettivi formativi: Il Corso tratta gli elementi introduttivi della cristallografia, geometrica e strutturale, con l'obiettivo di fornire le conoscenze fondamentali delle tecniche e dei metodi d'analisi cristallografici.

Lo studente conoscerà:

cristallografia geometrica. Gruppi di simmetria: gruppi cristallografici del punto, reticoli bravaisiani, gruppi spaziali; cristallografia a raggi X. Diffrazione; equazioni di Laue, equazione di Bragg; reticolo reciproco. Metodi sperimentali per la raccolta dei raggi diffratti; cristallografia strutturale. Diffusione da parte di un elettrone; diffusione da parte di un atomo; il fattore di struttura. La funzione densità elettronica e la sua espansione in serie di Fourier; problema della fase; funzione di Patterson. Cenni sui metodi diretti. Raffinamento delle strutture cristalline. Risultati dell'analisi.

Inoltre il Corso approfondisce gli aspetti della cristallografia e delle tecniche di diffrazione e di diffusione.

Lo studente apprenderà:

metodi diretti. Fattori di struttura unitari, fattori di struttura normalizzati. Relazioni di disuguaglianza (Harker e Kasper). Relazioni tra triplette e procedure per la determinazione dei segni; diffusione anomala e determinazione della configurazione assoluta; diffrazione di neutroni; diffusione di neutroni: diffusione di potenziale, diffusione di risonanza. Miscele isotopiche, stati di spin. Applicazioni: legami di idrogeno, ordine-disordine in leghe metalliche, strutture magnetiche; densità elettronica residua. Mappe X-N, mappe X-X; diffrazione elettronica e microscopia elettronica. Camera di diffrazione; microscopio elettronico. Diffusione di elettroni. Diffrazione di elettroni in studi strutturali; politipismo; luce di sincrotrone. Peculiarità dei raggi X prodotti da sorgenti di sincrotrone. Applicazioni strutturali; indagini in alta temperatura. Indagini diffrattometriche in alta temperatura. Studio di transizioni di fase; applicazioni del metodo delle polveri. Analisi qualitativa e quantitativa in diffrattometria di polveri, uso di banche dati per il riconoscimento di fasi. Simulazioni di diffrattogrammi. Studi strutturali con metodi di polveri. Raffinamento Rietveld.

Obiettivi formativi in Inglese: The Course will deal with the introductory elements of crystallography, geometric and structural, with the main goal of providing the basic understanding of the crystallographic analytical techniques and methods.

The student will learn:

geometrical crystallography (theory of symmetry in crystals). Symmetry groups: crystallographic point groups (symmetry classes), Bravais lattices, space groups; X ray crystallography. Diffraction; Laue equations; Bragg law; reciprocal lattice. Experimental methods for collecting X-ray diffraction data; structural crystallography. Diffusion from a single electron, diffusion from a single atom; the structure factor. Electron density function and its expansion into a Fourier series. The phase problem. The Patterson function. Short notes on direct methods. Crystal structure refinement: difference Fourier, least-squares refinement. Results of the structural analysis.

Moreover, the Course will provide deepened understanding of crystallography and will extend focus on several different diffraction and diffusion methods.

The student will know:

direct methods. Unitary and normalized structure factors. Inequalities relations (Harker and Kasper). Triplet relationships (Sayre) and procedures for sign (or phase) determination; anomalous diffraction and determination of the absolute configuration; neutron diffraction. Neutron diffusion: potential and resonance diffusion. Isotopic mixtures, spin states. Applications: hydrogen bonding, order-disorder in alloys, magnetic structures; residual electron density. X-N maps, X-X maps. Applications; electron diffraction and electron microscopi. Diffraction chamber; electron microscope. Diffusion of electrons. The use of electron diffraction in structural studies. Polytypism; synchrotron radiation. Peculiarities of X-ray from synchrotron sources. Structural applications; high-temperature studies. X-ray diffraction investigations at high temperature. Phase transitions; applications of the powder methods. Qualitative and quantitative analyses through powder diffraction. Use of data bases for phase identification. Structural studies through powder data. Rietveld refinement of structures.

CFU: 6

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
Cristallografia	6	GEO/06 MINERALOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	



Regolamento Chimica Industriale

Enzimologia (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Enzymology

Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è quello di fornire una solida base di conoscenze della catalisi enzimatica. Allo studio delle caratteristiche generali degli enzimi e del loro meccanismo d'azione, si affianca l'analisi cinetica di reazioni enzimatiche a diverso grado di complessità, nonché lo studio di fattori influenti sulle proprietà catalitiche e quindi sul controllo dell'attività enzimatica.

Obiettivi formativi in Inglese: Aim of the course is to provide students with a solid background on enzyme catalysis. General features of enzymes and catalytic mechanisms will be considered. Kinetic analysis of enzymatic reactions with various grade of complexity will be performed. Factors affecting catalytic properties and modulating enzyme activities will be studied.

CFU: 6

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
Enzimologia	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Esame a libera scelta I (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Free choice I

Obiettivi formativi: La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su due esami viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle due annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi di attività consigliate, saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 9 CFU.

I corsi del gruppo "Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 1" sono consigliati a partire dal primo anno.

CFU: 6

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: esame scritto e/o orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Esame a libera scelta I	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Esame a libera scelta II (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Free choice II

Obiettivi formativi: La ripartizione dei crediti a scelta dello studente su due esami viene suggerita per un migliore bilanciamento dei CFU sulle due annualità. I piani di studio in cui i crediti a scelta dello studente vengono acquisiti attraverso le attività specifiche indicate nei due gruppi di attività consigliate, saranno approvati automaticamente. Potranno essere presentati piani di studio che prevedono ripartizioni diverse dei CFU a scelta, tra cui una sola attività da 9 CFU.

I corsi del gruppo "Attività consigliate per la libera scelta: gruppo 2" sono consigliati a partire dal secondo anno.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

Modalità di verifica finale: esame scritto e/o orale

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Esame a libera scelta II	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Laboratory of Industrial Chemical Preparations

Obiettivi formativi: Lo scopo del corso è quello di fornire allo studente gli elementi iniziali principali per lo svolgimento sperimentale di un progetto di ricerca innovativa di chimica industriale. Saranno presi in considerazione temi di interesse attuale e originale nei vari ambiti disciplinari, con particolare riferimento a quelli della chimica dei processi industriali catalitici, della chimica macromolecolare, dei materiali per applicazioni speciali, delle sintesi industriali da fonti rinnovabili e biotecnologiche.

Lo studente imparerà ad impostare autonomamente un progetto di ricerca su un argomento complesso e ben definito, a lavorare in sicurezza, a raccogliere con criterio e rigore i risultati sperimentali, a stabilire correlazioni e stendere un elaborato finale sul lavoro svolto nelle esercitazioni di laboratorio.

The objective of the course is to provide the student with the principal initial concepts to carry out an innovative research project in the realm of industrial chemistry. Topics of current and novel interest will be dealt with, with particular attention being devoted to the chemistry of industrial catalytic processes, macromolecular chemistry, materials for advanced applications, industrial syntheses from renewable resources and biotechnology.

The student will learn how to structure on his/her own initiative a research project on a well defined, complex subject, to work



Regolamento Chimica Industriale

in security, to gather experimental results using criticism and rigorous criteria, to establish correlations and write a final report on the work performed during the experiments in the practical lab.

Obiettivi formativi in Inglese: The objective of the course is to provide the student with the principal initial concepts to carry out an innovative research project in the realm of industrial chemistry. Topics of current and novel interest will be dealt with, with particular attention being devoted to the chemistry of industrial catalytic processes, macromolecular chemistry, materials for advanced applications, industrial syntheses from renewable resources and biotechnology.

The student will learn how to structure on his/her own initiative a research project on a well defined, complex subject, to work in security, to gather experimental results using criticism and rigorous criteria, to establish correlations and write a final report on the work performed during the experiments in the practical lab.

CFU: 9

Reteirabilità: 1

Propedeuticità: L'attività è propedeutica al lavoro finale di tesi.

La frequenza è obbligatoria.

Modalità di verifica finale: Relazione scritta.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali	9	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni	

Materiali Inorganici (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Inorganic Materials

Obiettivi formativi: Il corso presenta una rassegna dei metodi di produzione, delle relazioni tra struttura e proprietà e delle applicazioni di alcuni materiali inorganici sia di tipo tradizionale che di tipo avanzato che hanno raggiunto la soglia della produzione industriale. Gli argomenti trattati riguardano solidi cristallini e solidi amorfi; boro, alluminio, carbonio e silicio; conduttori, semiconduttori e giunzioni p-n; quarzo, silice, colloidali e sol, vetri; allumina, magnesite e mullite; argilla, cementi e materiali ceramici; ossidi metallici e pigmenti inorganici; zeoliti, solidi nanostrutturati. Ogni anno un esperto proveniente dal mondo industriale sostituirà il docente ufficiale nel presentare un argomento monografico tra quelli elencati sopra.

Obiettivi formativi in Inglese: The course presents an overview of the production methods and of the structure/property relationships of some traditional and advanced inorganic materials, which reached the level of industrial production. Their applications are discussed. The topics concern crystalline and amorphous solids; boron, aluminium, carbon and silicon; conductors, semiconductors and p-n junctions; quartz, silica, colloids and sols, glass; alumina, magnesite, mullite; clays, concretes and ceramic materials; metal oxides and inorganic pigments; zeolites; nanostructured solids. Each year an expert coming from industrial world will present a monographic topic among those listed above.

CFU: 6

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
Materiali Inorganici	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	

Materiali per Usi Speciali (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Materials for Special Uses

Obiettivi formativi: Misurazione delle proprietà meccaniche e tecnologie di lavorazione dei materiali polimerici. Principali materiali polimerici di interesse industriale ed interpretazione molecolare delle loro proprietà reologiche. Principali tipi di materiali polimerici per usi speciali. Materiali polimerici biodegradabili, meccanismi e test di biodegradazione, applicazioni ambientali. Usi di materiali polimerici in campo biomedico, farmaceutico e nell'ingegneria tissutale. Sistemi protesici e sistemi terapeutici. Protesi di più largo impiego in campo cardiovascolare ed ortopedico. Membrane, polimeri barriera, lenti a contatto. Principali classi di materiali fotoattivi e fotomodulazione delle loro proprietà.

Obiettivi formativi in Inglese: Measurement of mechanical properties and processing of polymeric materials. Main polymeric materials of industrial interest and molecular interpretation of their rheological properties. Main classes of specialty polymeric materials. Biodegradable polymeric materials, biodegradation mechanisms and biodegradability tests, environmental applications. Biomedical, pharmaceutical and tissue engineering applications of polymeric materials. Prosthetic and therapeutic systems. Most common cardiovascular and orthopaedic prostheses. Membranes, barrier polymers, contact lenses. Main classes of photoactive polymers and photomodulation of their properties.

CFU: 9

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
Materiali per Usi Speciali	9	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali	



Regolamento Chimica Industriale

Polimeri di Interesse Industriale e Laboratorio (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Industrial Polymers and Practical Lab

Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire conoscenze avanzate sulle maggiori classi strutturali di polimeri di interesse industriale, soprattutto i cosiddetti commodities. L'attenzione sarà rivolta allo studio dei metodi di preparazione industriale dei polimeri a partire dai loro precursori della petrolchimica, dei processi e degli impianti di produzione e processazione, delle loro proprietà chimico-fisiche finali e delle loro applicazioni pratiche su mercati di larga scala.

Lo studente apprenderà i criteri di scelta dei prodotti e dei processi più moderni e vantaggiosi e dei problemi connessi con la loro produzione industriale e il suo impatto socio-economico e ambientale. Sarà in grado di definire correlazioni tra la struttura chimica e le proprietà fisico-meccaniche e le prestazioni pratiche dei polimeri principali.

Le attività pratiche di laboratorio saranno incentrate sulla realizzazione su piccola scala di analoghi processi di polimeri di interesse industriale, comprese differenti architetture macromolecolari, della loro caratterizzazione e della valutazione di alcune delle loro proprietà di massa e di superficie.

Obiettivi formativi in Inglese: The course aims at providing an advanced knowledge on the major structural families of industrial polymers, mainly commodities. Focus will be placed on industrial preparations of polymers from their respective raw materials, namely petrochemicals, the production and processing processes and plants, ultimate physico-chemical properties and practical applications in large market areas.

The student will learn criteria to select the best suited modern and viable processes, and the problems associated with the industrial production and its socio-economical and environmental impact. He/she will be able to identify correlation between chemical structure and physico-mechanical properties and performances of the principal polymers in use.

The experimental activities in the practical lab course will deal with the lab-scale preparation of industrial polymers, including special macromolecular architectures, their characterization and assessment of some of their bulk and surface properties.

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 orale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri di Interesse Industriale	9	CHIM/04 CHIMICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Polimeri per la Bioindustria (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Polymers for Bioindustry

Obiettivi formativi: Il corso tende a far acquisire le conoscenze essenziali per valutare la struttura molecolare delle macromolecole in polimeri biorinnovabili di ampia diffusione ottenibili su scala industriale attraverso processi biotecnologici.

Un ulteriore obiettivo è far acquisire la comprensione delle proprietà caratterizzanti un materiale polimerico per uso come plastico ed interventi mirati alla modulazione di tali proprietà.

Lo studente conoscerà la struttura macromolecolare di biopolimeri; le relazioni tra struttura e comportamento plastico; le proprietà termiche e meccaniche per il comportamento plastico; i polimeri biorinnovabili e biodegradabili (poliesteri batterici, polisaccaridi, polimeri dell'acido lattico) e loro applicazioni come bioplastici; i metodi di produzione attraverso biosintesi o mediante polimerizzazione di monomeri di origine biologica e i processi di produzione a livello industriale.

Obiettivi formativi in Inglese: The course will provide the necessary knowledge to evaluate the molecular structure of macromolecules in wide-spread biorenewable polymers that can produced over an industrial scale via biotechnology processes. One further objective is to enable comprehension of the specific properties of a polymeric material to be used as a plastic and methods aiming at tuning such properties.

The student will learn the macromolecular structure of biopolymers; the structure-plastic behaviour relationships; biorenewable and biodegradable polymers (bacterial polyesters, polysaccharides, lactic acid based polymers) and their applications as bioplastics; the preparation methods by means of biosynthesis and polymerisation of monomers of synthetic origin and the production methods at an industrial scale.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per la Bioindustria	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Polimeri per Usi Biomedici e Farmaceutici (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Polymers for Biomedical and Pharmaceutical Uses

Obiettivi formativi: Il corso fornisce un'ampia introduzione ai polimeri e ai materiali polimerici che sono in uso o presentano potenzialità per l'uso nei campi biomedico e farmaceutico. I sistemi trattati sono quelli di origine naturale, sintetica e semi-sintetica, compreso i materiali le cui proprietà di massa e di superficie possono essere modulate attraverso modifiche chimiche, fisiche e biologiche.

Lo studente apprenderà i fondamenti nei seguenti principali argomenti: Materiali polimerici biodegradabili: principali tipi di materiali biodegradabili, meccanismi di biodegradazione, test di biodegradazione, applicazioni di polimeri biodegradabili.

Polimeri di origine batterica. Usi di materiali polimerici in campo biomedico. Reazione del corpo estraneo e biocompatibilità.

Farmaci polimerici, farmaci polimerizzati, trasportatori di farmaci e loro applicazioni in campo biomedico e farmaceutico.



Regolamento Chimica Industriale

Ingegneria tissutale. Influenza della topologia superficiale e tecniche litografiche per la modifica della morfologia delle superfici. Protesi di più largo impiego in campo cardiovascolare ed ortopedico. Le lenti a contatto ed i polimeri barriera.

Obiettivi formativi in Inglese: The course provides a broad overview of the polymers and polymeric materials that are used or have potential for use in biomedicine and pharmaceuticals. The systems dealt with are of natural, synthetic and semi-synthetic origin, including different materials in which tuning of bulk and surface properties is achieved by chemical, physical and biological methods.

The student will learn fundamental principles in the following main topics: Biodegradable polymeric materials: main types of biodegradable materials, biodegradation mechanisms, biodegradation tests, applications of biodegradable polymers.

Polymers of bacterial origin. Uses of polymeric materials in the biomedical field. Foreign body reaction and biocompatibility.

Polymeric drugs, polymerized drugs, drug carriers and their application in biomedical and pharmaceutical fields. Tissue engineering. Influence of surface topology and lithographic techniques for surface morphology modification. Most common prostheses used in cardiovascular and orthopedic fields. Contact lenses and barrier polymers.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per Usi Biomedici e Farmaceutici	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Polimeri per Usi Speciali I (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Polymers for Special Uses I

Obiettivi formativi: Il corso offre una panoramica introduttiva ai principali tipi di materiali polimerici per usi speciali.

Lo studente apprenderà i concetti fondamentali dei principali materiali polimerici di interesse industriale e un'interpretazione molecolare di alcune delle loro proprietà tecnologiche. Conoscerà i materiali polimerici biodegradabili, i meccanismi e i saggi di biodegradazione e le loro applicazioni; usi di materiali polimerici in campo biomedico, farmaceutico e nell'ingegneria tissutale; sistemi protesici e sistemi terapeutici.

Obiettivi formativi in Inglese: The course provides an introductory overview of the main types of polymeric materials for special uses and applications.

The student will learn the basic concepts of the principal polymeric materials of industrial relevance and shall be able to interpret some of their technological properties from a molecular standpoint. He/she will know biodegradable polymeric materials, their mechanisms and tests of biodegradation, and their applications; uses of polymeric materials in biomedical and pharmaceutical areas and in tissue engineering; prosthetic devices and therapeutic systems.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per Usi Speciali I	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Polimeri per Usi Speciali II (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Polymers for Special Uses II

Obiettivi formativi: Il corso offre una panoramica approfondita dei principali tipi di materiali polimerici per usi speciali in campo ottico e fotonico.

Lo studente apprenderà i concetti fondamentali delle principali classi di materiali fotoattivi e della fotomodulazione delle loro proprietà; polimeri push-pull e proprietà ottiche non lineari; film di Langmuir-Blodgett; polimeri elettroluminescenti; cenni sui polimeri liquido-cristallini e sulle loro applicazioni.

Obiettivi formativi in Inglese: The course provides a deepened insight into of main types of polymeric materials for special uses in optics and photonics.

The student will learn the fundamental concepts of the principal photoactive polymeric materials and photomodulation of their properties; push-pull polymers and nonlinear optical properties; Langmuir-Blodgett films; electroluminescent polymers; introduction to liquid crystalline polymers and their applications.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Polimeri per Usi Speciali II	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	



Regolamento Chimica Industriale

Processi e Impianti Industriali Chimici II (9 CFU)

Denominazione in Inglese: Industrial Chemical Plants and Processes II

Obiettivi formativi: Il corso ha lo scopo di presentare le problematiche relative alla progettazione degli impianti chimici, ovvero al passaggio dalle operazioni alle apparecchiature di taglia industriale. Il contenuto del corso riguarda gli aspetti di base, le tecniche di dimensionamento e i criteri di scelta relativi ad alcune operazioni unitarie di primaria importanza, come sintetizzato di seguito. Moto dei fluidi nelle tubazioni: coefficienti di attrito e perdite di carico; potenza delle macchine operatrici per liquidi e aeriformi; tubazioni e contenitori, scarichi di emergenza. Scambio di calore: meccanismi di trasmissione del calore, tipi di scambiatori e tecniche di dimensionamento; aspetti costruttivi relativi a condensatori, evaporatori e scambiatori di tipo particolare; tecniche di recupero energetico; fluidi ausiliari. Operazioni miscelatorie: separazioni di sistemi eterogenei, trasporto solidi, cristallizzazione, essiccamento. Verranno utilizzati programmi di calcolo per il calcolo di progetto delle apparecchiature e per la rappresentazione grafica di schemi di impianto, con cenni alle problematiche di misura e automazione dei processi chimici.

Obiettivi formativi in Inglese: Scope of the course is to present topics related to chemical plant design, that is the passage from lab operation to industrial scale equipments.

Course content in about basic aspects, design techniques and selection criteria for several unit operations of primary significance, as synthesized in the sequel.

Flow of fluids: friction coefficient and pressure drop; power of pumps and compressors; pipes and vessels; emergency releases. Heat exchange: heat transfer mechanisms, types of heat exchangers and design techniques; condensers, evaporators and special types of exchangers; arrangements for energy saving, auxiliary fluids. Miscellaneous operations: separation of heterogeneous systems, solid transportation, crystallization, drying.

In the lab course computer codes for equipment design and graphical representation of plant schemes are used; basic aspects of measurements and control of chemical processes are also presented.

CFU: 9

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
Processi e Impianti Industriali Chimici II	9	ING-IND/26 TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	

Scelta dello Studente 1 (6 CFU)

Denominazione in Inglese: Student's Choice 1

Obiettivi formativi: Il Corso intende dare una formazione complementare a quella fondamentale prevista nel piano di studio in ambiti disciplinari a scelta dello studente. Può essere scelta liberamente qualunque attività formativa tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

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 ai corsi di laboratorio.

Modalità di verifica finale: Esame orale con eventuale scritto.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta dello Studente 1	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	altro	

Scelta dello Studente 2 (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Student's Choice 2

Obiettivi formativi: Il Corso intende dare una formazione complementare a quella fondamentale prevista nel piano di studio in ambiti disciplinari a scelta dello studente. Può essere scelta liberamente qualunque attività formativa tra quelle offerte dall'Ateneo, purché compatibile con le finalità del percorso formativo dello studente.

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 ai corsi di laboratorio.

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

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito



Regolamento Chimica Industriale

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta dello Studente 2	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	altro	

Soft Matter (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Soft Matter

Obiettivi formativi: Il corso di propone di offrire una panoramica della chimica, le proprietà fisiche e le applicazioni degli stati aggregati soffici della materia, con riferimento alle tematiche fondamentali e tecnologiche moderne.

Lo studente conoscerà le caratteristiche salienti dei materiali amorfi e dei materiali con ordine non cristallino, inclusi i cristalli liquidi, le sostanze auto-assemblate, i colloidali e le micelle, i sistemi con microseparazione di fase e organizzati su diverse scale di lunghezza.

Obiettivi formativi in Inglese: The course aims at providing a general survey on the chemistry, physical properties and applications of soft condensed matter, with special emphasis being devoted to fundamental and technological implications of modern soft matter.

The student will know the principal features of amorphous materials and noncrystalline, ordered materials, including liquid crystals, self-assembling compounds, colloids and micelles, microphase separated materials and systems ordered over different length scales.

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
Soft Matter	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Sostanze Organiche di Interesse Agrochimico (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Organic Compounds for Agrochemical Application

Obiettivi formativi: L'intento principale del Corso è quello di delucidare l'importanza e le implicazioni della chimica organica nell'agricoltura nonché di introdurre gli studenti ai composti organici usati in agricoltura e delle problematiche (ad esempio, sintetiche, industriali, ambientali, tossicologiche, economiche, etiche) connesse con lo studio, la progettazione, la preparazione e l'uso di tali composti. Saranno presentate l'origine, l'evoluzione e le prospettive dei principali tipi di pesticidi (fungicidi, insetticidi ed erbicidi organici). Saranno esaminate le strutture, le proprietà e le caratteristiche delle più importanti classi di questi pesticidi e saranno discusse le principali questioni che riguardano la loro preparazione ed il loro uso nonché i loro possibili sviluppi futuri. Uno specifico capitolo sarà infine dedicato ai feromoni degli insetti utilizzabili come 'green agrochemicals'.

Al termine del corso lo studente, oltre ad aver acquisito conoscenze specifiche eventualmente utili in un futuro lavoro in ambito agrochimico, avrà familiarizzato con concetti e problematiche presenti anche in altri settori connessi con la chimica organica applicata e sarà più capace di applicare conoscenze e mentalità chimiche a discipline non strettamente chimiche.

Obiettivi formativi in Inglese: The main aim of the course is to explain the importance and the implications of organic chemistry in the agriculture, as well as to introduce students to the world of organic agrochemicals and of problems (for example, synthetic, industrial, environmental, toxicological, economic, ethical) connected with their study, planning, preparation and use. For this purpose, the origin, the evolution and the perspective of the major types of organic pesticides (insecticides, fungicides and herbicides) will be presented and the main questions concerning their preparation and use will be discussed (mainly, structural features and modifications, industrial synthesis, mechanisms of action, toxicity, environmental impact, resistance), as well as their possible future developments. A special chapter will be devoted to insect pheromones, a class of 'green' agrochemicals, and to their natural role and to their use in pest control.

At the end of the Course, the student, besides having acquired a specific knowledge useful in a future work in the field of agrochemicals, will have familiarized with concepts and problems typical also of other areas of applied organic chemistry. Furthermore he/she will be more trained to apply chemical knowledge and mentality to non-chemical disciplines.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sostanze Organiche di Interesse Agrochimico	3	CHIM/06 CHIMICA ORGANICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Spettroscopia NMR allo Stato Solido I (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Solid State NMR Spectroscopy I

Obiettivi formativi: Il corso fornisce i principi dell'NMR in generale e, specificatamente, dell'NMR allo stato solido. In particolare, saranno trattati i seguenti argomenti: le proprietà dei nuclei, il momento angolare e lo spin, nucleoni e isotopi, spin e magnetismo, effetto del campo magnetico statico e degli impulsi di radiofrequenza attraverso i modelli classico e quantistico, popolazioni e coerenze, la matrice densità; la strumentazione NMR; interazioni degli spin nucleari: gli Hamiltoniani di spin "interni", interazione di schermo chimico, interazione dipolare, interazione scalare, interazione quadrupolare, l'effetto dei moti molecolari, differenze tra solidi e liquidi; tecniche essenziali per l'NMR allo stato solido: Solid



Regolamento Chimica Industriale

Echo, Magic Angle Spinning (MAS), tecniche di disaccoppiamento eteronucleare, tecniche di disaccoppiamento omonucleare, Cross-Polarization (CP); tempi di rilassamento: T1, T2 e T1rho; il processo di spin diffusion.

Obiettivi formativi in Inglese: The course deals with NMR basics and principles, both in general and specifically for solid state. In particular, the following topics will be treated: nuclear properties, spin and angular momentum, nucleons and isotopes, spin and magnetism, the effects of static magnetic field and radiofrequency pulses through the classical and quantistic models, populations and coherences, density matrix; NMR instrumentation; interactions of nuclear spins: internal Hamiltonians, chemical shielding, dipolar, scalar, and quadrupolar interactions, the effect of molecular motions, differences between solids and liquids; essential solid state NMR techniques: Solid Echo, Magic Angle Spinning (MAS), heteronuclear and homonuclear dipolar decoupling techniques, Cross-Polarization (CP); relaxation times: T1, T2 and T1rho; the spin diffusion process.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Spettroscopia NMR allo Stato Solido I	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Spettroscopia NMR allo Stato Solido II (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Solid State NMR Spectroscopy II

Obiettivi formativi: Il corso tratta le applicazioni delle tecniche NMR a stato solido ad un'ampia varietà di materiali e sistemi: farmaci, materiali polimerici sintetici o di natura biologica, materiali di natura inorganica, sistemi ibridi organici-inorganici, cristalli liquidi, ecc. In particolare, verranno discusse le proprietà nucleari misurabili mediante NMR a stato solido e le corrispondenti tecniche sperimentali, nonché le proprietà fisiche di natura strutturale e dinamica da esse ottenibili. Le applicazioni a materiali di varia natura verranno trattate attraverso esempi in base alla tecnica NMR impiegata: spettri in alta risoluzione per vari nuclei, tecniche selettive, misura di anisotropia di chemical shift (tecniche 1D e 2D), interazioni scalari, interazioni dipolari etero- e omo-nucleari, interazioni quadrupolari (tecniche ad alta e bassa risoluzione), tempi di rilassamento, nonché tecniche basate sul processo di spin diffusion protonico.

Obiettivi formativi in Inglese: The course deals with the applications of solid state NMR techniques to a variety of materials and systems: drugs, synthetic and bio-polymers, inorganic materials, organic-inorganic hybrid materials, liquid crystals, etc. In particular, the nuclear properties measurable by solid state NMR and their corresponding experimental techniques will be discussed along with the structural and dynamic physical properties that can be derived from them. The applications to different materials will be treated through examples on the basis of the NMR techniques employed: high-resolution spectra of various nuclei, selective techniques, measurement of: chemical shift anisotropy (1D and 2D techniques), scalar interactions, homo- and hetero-nuclear dipolar interactions, quadrupolar interactions (high- and low-resolution techniques), relaxation times, as well as techniques based on the proton spin diffusion process.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Spettroscopia NMR allo Stato Solido II	3	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Sviluppo di Processi Industriali Chimici I (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Development of Chemical Industrial Processes I

Obiettivi formativi: Il corso ha lo scopo di presentare esempi di sviluppo di processi industriali chimici a partire dalle conoscenze di base fino ad arrivare a più soluzioni impiantistiche con una analisi critica dei risultati ottenuti e delle problematiche di tipo pratico connesse con la loro realizzazione.

Dal punto di vista teorico vengono ripresi aspetti di base della modellazione di processo a partire dalle equazioni fondamentali (di conservazione e di equilibrio), dal calcolo dei gradi di libertà di un sistema, con particolare riferimento a processi con integrazione termica e materiale.

Dal punto di vista più applicativo, sono presentate le caratteristiche di alcuni simulatori di processo e vengono svolte esercitazioni collettive relative ad alcuni processi di riferimento che saranno in parte sviluppati dagli studenti come lavoro di esame.

Obiettivi formativi in Inglese: Scope of the course is to present examples of development of chemical processes having industrial relevance, starting from basic knowledge to reach different possible solutions, with a critical analysis of results and proposed solutions in the light of their industrial realization.

As theoretical background, some basic aspects of process modelling are illustrated, starting from first principles equations, degree of freedom of a system, with particular emphasis on processes with heat and mass integration.

As applications, main features of process simulators are presented and some class exercises are performed referring to selected cases studies, which will be partly developed by students as examination work.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli



Regolamento Chimica Industriale

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sviluppo di Processi Industriali Chimici	3	ING-IND/26 TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	

Tecnologia dei Materiali Polimerici II (3 CFU)

Denominazione in Inglese: Technology of Polymeric Materials II

Obiettivi formativi: Il corso si prefigge di fornire agli studenti le conoscenze relative alle proprietà applicative e tecnologiche per le diverse classi dei materiali polimerici industrialmente utilizzati. Alla fine del corso, lo studente acquisirà conoscenze sulle tecnologie di trasformazione e le lavorazioni dei materiali polimerici in dipendenza dalla natura chimica dei componenti e del campo di applicazione in modo tale da permettergli di selezionare il materiale ed il processo più adeguato alla realizzazione di un manufatto in materiale polimerico.

Obiettivi formativi in Inglese: The course aims to give to the students the knowledge on the properties and technological applications for different classes of polymeric materials used industrially. At the end of the course, students will acquire knowledge on processing technologies and working of polymeric materials depending on the nature of the chemical components and scope so as to enable them to select the material and the process is appropriate to creation of a polymer manufact.

CFU: 3

Reteirabilità: 1

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

Modalità di verifica finale: Esame orale finale.

Lingua ufficiale: Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologia dei Materiali Polimerici	3	CHIM/05 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	

Tesi e Prova finale (42 CFU)

Denominazione in Inglese: Thesis and 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.

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 he/she carried out in a research laboratory, either at the University or in a private or public research institution, under the guidance of a supervisor.

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

CFU: 42

Reteirabilità: 1

Propedeuticità: L'attività di Laboratorio di Preparazioni Chimiche Industriali è propedeutica.

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
Tesi e Prova Finale	39	NN No settore	Altre attività - prova finale	laboratorio e/o esercitazioni	
Altre conoscenze	3	NN No settore	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	seminario	