

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE Classe delle Lauree Magistrali in Scienze Chimiche, Classe LM-54

In vigore dall'a.a. 2019-2020*

Art.1. Definizioni

Ai sensi del presente Regolamento si intendono:

- a) per Dipartimento, il Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
 - b) per Regolamento sull'Autonomia Didattica (RAD), il Regolamento recante norme concernenti l'Autonomia Didattica degli Atenei, di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n.509 come modificato e sostituito dal D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270;
 - c) per Regolamento Didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento approvato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II ai sensi dell'Art.11 del D.M del 23 ottobre 2004, n. 270;
 - d) per Decreto Ministeriale, di seguito denominato DCL, il D.M. del 16 marzo 2007 di determinazione delle classi delle lauree universitarie magistrali;
 - e) per Corso di Laurea Magistrale, il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, come individuato dall'Art.2 del presente regolamento;
 - f) per titolo di studio, la Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, come individuata dall'Art.2 del presente regolamento;
 - g) per Commissione la Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche
 - h) per Scuola, la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
- nonché tutte le altre definizioni di cui all'Art.1 del RDA.

Art.2. Titolo e Corso di Laurea Magistrale

Il presente Regolamento disciplina il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, appartenente alla Classe delle Lauree Magistrali in Scienze Chimiche, Classe LM-54, di cui alla tabella allegata al DCL e al relativo Ordinamento Didattico inserito nel RDA, incardinato nel Dipartimento.

Gli obiettivi formativi qualificanti del Corso di Laurea Magistrale sono quelli fissati nell'Ordinamento Didattico.

I requisiti di ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche sono quelli previsti dalle norme vigenti in materia. Altri requisiti formativi e culturali richiesti per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale sono regolati dal successivo Art.4.

La Laurea Magistrale si consegue al termine del Corso di Laurea Magistrale e comporta l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari.

Art.3. Struttura didattica

Il Corso di Laurea Magistrale è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico.

La Commissione è costituita come previsto dallo Statuto e dal RDA, ed ha le competenze previste dal RDA.

Art.4. Requisiti per l'ammissione

I requisiti di ammissione alla Laurea Magistrale in Scienze Chimiche e le attività formative propedeutiche ed integrative sono indicati nell'allegato A al presente Regolamento.

*Approvato dalla Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Studio nella seduta del 30 novembre 2018 (Verbale CCD N. 7 del 30/11/ 2018) e dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Chimiche nella seduta del 5 dicembre 2016 (Verbale CDD n. 6 del 05/12/2018)

Art. 5. Articolazione degli studi

5.1. Laurea Magistrale

Il credito formativo universitario è definito nel RDA e nel RAD.

L'Allegato B.1 che costituisce parte integrante del presente Regolamento riporta:

- a) gli eventuali *curricula*/indirizzi del Corso di Laurea Magistrale;
- b) l'elenco degli insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale, con l'eventuale articolazione in moduli e i crediti ad essi assegnati, con l'indicazione della tipologia di attività, della modalità di svolgimento, dei settori scientifico-disciplinari di riferimento e degli ambiti disciplinari;
- c) le attività a scelta dello studente e relativi CFU;
- d) le altre attività formative previste e relativi CFU;
- e) i CFU assegnati per la preparazione della prova finale.

L'Allegato B.1 al presente Regolamento è redatto nel rispetto di quanto previsto dal RDA. In particolare, esso può prevedere l'articolazione dell'offerta didattica in moduli di diversa durata, con attribuzione di diverso peso nell'assegnazione dei crediti formativi universitari corrispondenti.

Oltre ai corsi di insegnamento ufficiali, di varia durata, che terminano con il superamento dei relativi esami, l'Allegato B.1 al presente Regolamento può prevedere l'attivazione di corsi di sostegno, seminari, esercitazioni in laboratorio o in biblioteca, esercitazioni di pratica testuale, esercitazioni di pratica informatica e altre tipologie di insegnamento ritenute adeguate al conseguimento degli obiettivi formativi del Corso.

Nel caso di corsi d'insegnamento articolati in moduli, questi potranno essere affidati alla collaborazione di più Professori di ruolo e/o Ricercatori.

5.2. Attività formative e relative tipologie

L'allegato B.2 specifica, per ciascun insegnamento, i moduli da cui esso è costituito e, per ciascun insegnamento/modulo:

- a) il settore scientifico - disciplinare di riferimento,
- b) i Crediti Formativi Universitari (CFU),
- c) le tipologie didattiche previste (Lezioni, Esercitazioni, ecc.),
- d) gli obiettivi formativi specifici,
- e) i contenuti,
- f) la modalità di verifica dell'apprendimento.

I contenuti possono essere aggiornati annualmente dai docenti previa approvazione della Commissione.

Art.6. Organizzazione didattica

6.1. Tipo di organizzazione

Sono previsti due periodi didattici. Le attività formative si svolgono in tempi differenti da quelli dedicati agli esami.

6.2. Manifesto degli Studi

La Commissione predispone ogni anno, entro i termini previsti dall'Ateneo, il Manifesto degli Studi (Guida dello Studente) relativo all'Anno Accademico successivo, e ne propone l'approvazione al Consiglio di Dipartimento.

Il Manifesto specifica:

- a) l'elenco dei moduli e degli insegnamenti che vengono attivati e la loro collocazione nei periodi didattici previsti dal precedente comma 1;
- b) le modalità di copertura degli insegnamenti e di tutte le altre attività didattiche;
- c) il calendario delle attività formative, definite in accordo con la programmazione didattica annuale della Scuola;

- d) il calendario delle sessioni di esame ordinarie, da collocare alla fine di ciascun periodo didattico;
- e) le scadenze connesse alle procedure per le prove finali;
- f) le regole per la compilazione di Piani di Studio.

In occasione della predisposizione del Manifesto degli Studi, la Commissione deciderà quali *curricula* e/o indirizzi consigliati attivare per il successivo anno accademico tra quelli riportati nell'Allegato B.1.

6.3. Piani di studio

I Piani di Studio individuali, contenenti modifiche al percorso formativo statutario indicato nell'Allegato B.1 e presentati alla Segreteria Studenti entro i tempi fissati dal Senato Accademico, saranno vagliati, sulla base della congruità con gli obiettivi formativi specificati nell'Ordinamento Didattico, da un'apposita Commissione nominata dalla Commissione Didattica e approvati, respinti o modificati. Per gli studenti in corso il Piano di Studio prevede le attività formative indicate dal Regolamento per i vari anni di corso integrate dagli insegnamenti scelti in maniera autonoma. Gli studenti non sono obbligati ad indicare questi insegnamenti all'atto dell'iscrizione.

Gli studenti potranno anche scegliere altri insegnamenti tra tutti quelli attivati presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, fermo restando che in totale non verranno riconosciuti più di 12 CFU come previsto dal Regolamento.

6.4. Frequenza

In considerazione del tipo di organizzazione didattica prevista nel presente Regolamento può essere richiesta la frequenza obbligatoria a tutte le attività formative.

Art.7. Tutorato

Nell'ambito della programmazione didattica, la Commissione organizza le attività di orientamento e tutorato secondo quanto indicato nell'apposito Regolamento previsto dal RDA.

Art.8. Ulteriori iniziative didattiche

In conformità a quanto previsto dal RDA, la Commissione può proporre all'Ateneo l'istituzione di iniziative didattiche di perfezionamento, corsi di preparazione agli Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni e dei concorsi pubblici e per la formazione permanente, corsi per l'aggiornamento e la formazione degli insegnanti di Scuola Superiore, Master, ecc. Tali iniziative possono anche essere promosse attraverso convenzioni dell'Ateneo con Enti pubblici o privati che intendano commissionarle.

Art.9. Passaggi e trasferimenti

9.1. I trasferimenti e i passaggi sono regolamentati dal RDA.

9.2. Il riconoscimento dei crediti acquisiti è deliberato dalla Commissione. A questo fine, essa può istituire un'apposita Commissione Istruttoria, che, sentiti i docenti del settore scientifico-disciplinare cui l'insegnamento/modulo afferisce, formuli proposte per la Commissione. Quest'ultima decide anche in merito ai crediti acquisiti in settori scientifico-disciplinari che non compaiono nel Regolamento del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche.

Art.10. Esami e altre verifiche del profitto

10.1. Ammissione all'esame di profitto

L'ammissione all'esame di profitto è subordinata alla verifica del rispetto delle propedeuticità tra gli insegnamenti. In particolare, per essere ammesso a sostenere l'esame relativo a un insegnamento che preveda propedeuticità lo studente deve avere già superato gli esami degli insegnamenti a esso propedeutici.

10.2. Modalità dell'esame di profitto

L'esame di profitto ha luogo per ogni insegnamento, nel limite del numero massimo di esami previsto dal RDA. Esso deve tenere conto dei risultati conseguiti in eventuali prove di verifica sostenute durante lo svolgimento del corso (prove in itinere).

Le prove di verifica effettuate in itinere sono inserite nell'orario delle attività formative; le loro modalità sono stabilite dal docente e comunicate agli allievi all'inizio del corso.

L'esame e/o le prove effettuate in itinere possono consistere in:

- verifica mediante questionario/esercizio numerico;
- relazione scritta;
- relazione sulle attività svolte in laboratorio;
- colloqui programmati;
- verifiche di tipo automatico in aula informatica.

Alla fine di ogni periodo didattico, lo studente viene valutato sulla base dell'esito dell'esame e delle eventuali prove in itinere. In caso di valutazione negativa, lo studente avrà l'accesso a ulteriori prove di esame nei successivi periodi previsti.

In tutti i casi, il superamento dell'esame determina l'acquisizione dei corrispondenti CFU.

10.3. Calendario

La Commissione definisce all'inizio dell'anno accademico le date degli esami curando che:

- a) non vi siano sovrapposizioni di esami relativi ad insegnamenti inseriti nel medesimo anno di corso;
- b) sia previsto, ove necessario, un adeguato periodo di prenotazione;
- c) eventuali modifiche del calendario siano rese pubbliche tempestivamente e, in ogni caso, non prevedano anticipazioni.

Art.11. Tempi

11.1. Percorso normale

La durata normale del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche è di 2 anni.

11.2. Studenti a contratto

La Commissione determina, anno per anno, forme di contratto offerte agli studenti che chiedano di seguire gli studi in tempi più lunghi di quelli legali.

Art.12. Esame di Laurea Magistrale

12.1. Il titolo di studio è conferito a seguito di prova finale. L'Allegato C al presente Regolamento disciplina:

- a) le modalità della prova, comprensiva in ogni caso di un'esposizione dinanzi a una apposita Commissione giudicatrice;
- b) le modalità della valutazione conclusiva, che deve tenere conto dell'intera carriera dello studente all'interno del Corso di Laurea Magistrale, dei tempi e delle modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari, della prova finale, nonché di ogni altro elemento rilevante.

12.2. Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito il quantitativo di crediti universitari previsto dall'Allegato B.1 al presente Regolamento, meno quelli previsti per la prova stessa. La tesi di Laurea Magistrale può essere redatta in lingua inglese. Inoltre, è necessario che lo studente abbia adempiuto ai relativi obblighi amministrativi.

12.3. Lo svolgimento della prova finale è pubblico.

Art. 13. Opzioni dai preesistenti Ordinamenti all'Ordinamento ex D.M. 270/04

Gli studenti iscritti al Corso di Laurea Specialistica/Magistrale in Scienze Chimiche dell'Ordinamento preesistente possono optare per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche dell'Ordinamento ex D.M. 270/04 secondo quanto disposto dal RDA. Il riconoscimento degli studi compiuti sarà deliberato dalla Commissione, previa la valutazione in crediti degli insegnamenti dell'Ordinamento di provenienza e la definizione delle corrispondenze fra gli insegnamenti/moduli dell'Ordinamento ex D.M. 270/04 e di quello di provenienza.

Le transizioni di studenti iscritti a Corsi di Studio diversi dal Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche- Classe LM-54 sono considerate come richieste di passaggio, secondo quanto disposto dal RDA.

Allo studente possono essere riconosciuti anche CFU relativi ad insegnamenti/moduli collocati in anni successivi a quello a cui è stato iscritto.

Allegato A

Requisiti di ammissione e attività formative propedeutiche e integrative

Requisiti per l'accesso del corso

- 1) Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche occorre essere in possesso di laurea della classe L-27 (Scienze e Tecnologie Chimiche) o L-21.
- 2) Possono altresì iscriversi coloro che, ai sensi del punto 3 lettera e) dell'allegato 1 al D.M. 26 Luglio 2007, siano in possesso di altre Lauree che consentono l'acquisizione di almeno 20 CFU di insegnamenti nell'ambito delle discipline matematiche, fisiche ed informatiche, e di almeno 30 CFU di insegnamenti di discipline chimiche, con particolare, ma non esclusivo, riferimento ai settori CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06 e BIO/10.
- 3) Oltre ai requisiti di cui al punto 1) o 2) è richiesta conoscenza della lingua Inglese di livello B1.

Verifica della preparazione

Per coloro che sono in possesso del titolo di laurea di cui al punto 1), l'adeguatezza della preparazione si ritiene verificata con il conseguimento della laurea con una votazione pari o superiore a 93/110. In presenza di voto di laurea inferiore a 93/110 nelle classi di cui al punto 1) o nel caso di possesso di altro titolo di laurea e dei crediti indicati al punto 2), l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale è subordinata all'accertamento dell'adeguata preparazione personale che verrà effettuata attraverso l'analisi del curriculum seguito da un colloquio secondo le modalità, i criteri e le procedure fissate dalla Commissione e rese note tramite pubblicazione sulla pagina web del corso di laurea.

ALLEGATO B.1
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE INSCIENZE CHIMICHE
 PERCORSO FORMATIVO

INSEGNAMENTI	CFU	Moduli (se previsto)	CFU/ modulo	SSD	Attività (*)	Ambito disciplinare (**)
--------------	-----	----------------------	-------------	-----	--------------	--------------------------

I ANNO

Chimica Organica Avanzata	10	Modulo A	5	CHIM/06	2	2.3
		Modulo B	5	CHIM/06	2	2.3
Chimica dei Composti di Coordinazione	10	Modulo A	5	CHIM/03	2	2.2
		Modulo B	5	CHIM/03	2	2.2
Chimica Analitica Avanzata	10	Modulo A	5	CHIM/01	2	2.1
		Modulo B	5	CHIM/01	2	2.1
Complementi di Chimica Fisica	10	Modulo A	5	CHIM/02	2	2.2
		Modulo B	5	CHIM/02	2	2.2
Struttura e Funzione delle Proteine e degli Acidi Nucleici	10	Modulo A	5	BIO/10	2	2.4
		Modulo B	5	BIO/11	2	2.4
Insegnamentoaffine/integrativo (Tab. A-D)	6			BIO/10 BIO/11 CHIM/01 CHIM/02 CHIM/03 CHIM/06 CHIM/07 CHIM/11 CHIM/12 ING-IND/11 L-ANT/10	4	
Attività formativa a scelta autonoma (Tab. E)	6				3	
TOTALE I ANNO	62					

II ANNO

Insegnamento affine/integrativo (Tab. A-D)	6			BIO/10 BIO/11 CHIM/01 CHIM/02 CHIM/03 CHIM/06 CHIM/07 CHIM/11 CHIM/12 ING-IND/11 L-ANT/10	4	
Insegnamento affine/integrativo (Tab. A-D)	6			BIO/10 BIO/11 CHIM/01 CHIM/02 CHIM/03 CHIM/06 CHIM/07 CHIM/11 CHIM/12 ING-IND/11	4	

				L-ANT/10		
Attività formativa a scelta autonoma(Tab. E)	6				3	
Tirocinio e attività di orientamento	5				6	
Laboratorio di Lingua Inglese	4				6	
Attività per la preparazione dell'elaborato della Laurea Magistrale	30				5	
Esame di Laurea Magistrale	1				5	
TOTALE II ANNO	58					

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del D.M. 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
Rif. D.M. 270/04	Art.10 comma 1, a)	Art.10 comma 1, b)	Art.10 comma 5, a)	Art.10 comma 5, b)	Art.10 comma 5, c)	Art.10 comma 5, d)	Art.10 comma 5, e)
	Base	Caratterizzanti	A scelta	Affini o Integrativi	Prova Finale	Ulteriori Conoscenze	Stage o Tirocini

() Legenda degli ambiti disciplinari**

Ambiti disciplinari	2.1	2.2	2.3	2.4
rif. DCL	Discipline chimiche analitiche e ambientali	Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche	Discipline chimiche organiche	Discipline biochimiche

Le attività di tirocinio e orientamento sono svolte secondo modalità stabilite dalla Commissione e riportate nel Manifesto degli Studi.

Il corso di studio prevede l'esistenza di quattro indirizzi. I CFU individuabili dalla dizione “**insegnamento affine/integrativo**” potranno essere conseguiti attraverso il superamento di esami di profitto dei corsi riportati nelle Tabelle corrispondenti a ciascun indirizzo (Tab. A-D).

Tabella A. Indirizzo Chimica dell'ambiente e dei beni culturali

L'indirizzo tende ad approfondire le conoscenze e competenze nell'ambito della Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali. In particolare, l'indirizzo si prefigge di impadronirsi della Chimica dell'Ambiente (acqua, aria, suolo, flora e fauna); collegare le cause di degrado dell'Ambiente a eventi naturali e antropici; conoscere i componenti chimici costitutivi dei Beni storico-artistici, con specifico riferimento all'Archeologia delle Produzioni; collegare le cause di degrado dei Beni storico-artistici con l'ambiente di conservazione; impadronirsi degli aspetti teorici e sperimentali delle metodologie applicate alla diagnostica ambientale e dei Beni storico-artistici, con particolare riferimento a campionamenti *in situ* e non distruttivi, in accordo con la normativa e la legislazione vigente.

INSEGNAMENTO AFFINE/INTEGRATIVO Attività formativa 4 (*)	CFU	SSD
Archeologia della produzione	6	L-ANT/10
Chimica dell'ambiente	6	CHIM/01

Chimica dei beni culturali	6	CHIM/12
Chimica fisica ambientale	6	CHIM/02

Tabella B. Indirizzo Chimica per le Scienze della vita

Obiettivo del percorso formativo è quello di fornire allo studente le conoscenze, le capacità e le competenze necessarie per operare in maniera indipendente nel campo delle scienze della vita. In particolare, sarà fornita un'approfondita preparazione sugli aspetti strutturali e funzionali delle macromolecole biologiche, sul loro isolamento, produzione, purificazione ed applicazioni, sui meccanismi molecolari alla base dei processi cellulari, sulle metodologie di analisi e indagine strutturale per lo studio di sistemi molecolari di rilevanza biologica. Il percorso proposto ha l'obiettivo di formare chimici che, avvalendosi delle conoscenze di base, possano essere in grado di interfacciarsi con competenza con altre figure professionali operanti negli ambiti delle scienze della vita quali biologi, biotecnologi, biofisici, medici. Lo studente potrà acquisire padronanza delle metodologie per l'analisi, la produzione, la caratterizzazione e l'indagine strutturale delle macromolecole biologiche, come pure la capacità di utilizzarle in approcci innovativi tipici delle nuove scienze *omiche*.

Il percorso è caratterizzato dalla multidisciplinarietà dei contenuti, dalla consolidata e peculiare tradizione nello studio della Chimica delle molecole biologiche presente nel Dipartimento abbinata all'impiego di tecniche all'avanguardia nell'indagine strutturale.

INSEGNAMENTO AFFINE/INTEGRATIVO Attività formativa 4 (*)	CFU	SSD
Biocristallografia	6	CHIM/02
Metodologie per la produzione e caratterizzazione di biomolecole	6	CHIM/11
Proteomica strutturale e funzionale	6	BIO/10
Struttura e interazioni di proteine e peptidi bioattivi	6	CHIM/03

Tabella C. Indirizzo Metodologie Chimiche per la Sintesi e la Catalisi

Questo indirizzo si propone di fornire solide competenze nell'ambito della sintesi chimica e dei processi chimici mediati da catalizzatori. È contraddistinto da una spiccata visione molecolare e mirato espressamente alla formazione di figure professionali (ad esempio: ricercatori e tecnici laureati nell'università; ricercatori e tecnici laureati nelle scienze chimiche e farmaceutiche) in grado di progettare, eseguire e controllare reazioni in fase omogenea ed eterogenea con caratteristiche di elevata *atom economy*. L'offerta didattica include insegnamenti affini di sintesi organica e organometallica e di catalisi, con particolare attenzione allo studio della reattività chimica di sistemi complessi e delle relazioni struttura-proprietà di molecole di interesse biologico e/o industriale, nonché ai più recenti orientamenti nella sintesi e nello studio dei processi stereo- ed enantioselettivi. Il percorso prevede poi un completamento bilanciato con corsi a libera scelta mirati allo studio di metodi di caratterizzazione strutturale di composti organici, di metodi catalitici realizzati in fase omogenea, delle sostanze naturali, di prodotti e processi di interesse industriale nonché di progettazione razionale di molecole assistita da metodi computazionali. Tali corsi prevederanno un numero significativo di attività laboratoriali, volti a coinvolgere attivamente gli studenti nella pratica sperimentale delle tematiche affrontate dalle lezioni frontali.

INSEGNAMENTO AFFINE/INTEGRATIVO Attività formativa4 (*)	CFU	SSD
Chimica e tecnologia della Catalisi	6	CHIM/03
Materiali metallorganici: sintesi, applicazioni e impatto	6	CHIM/07
Metodologie speciali in sintesi Organica	6	CHIM/06
Sintesi asimmetrica	6	CHIM/06

Tabella D. Indirizzo Chimica per l'Energia e Sostenibilità

Il percorso “*Energia e Sostenibilità*” ha l’obiettivo di fornire conoscenze, competenze e abilità spendibili in contesti lavorativi all’avanguardia e in via di espansione orientati all’economia circolare, ai processi sostenibili, alle energie pulite e alle risorse rinnovabili. Le tematiche oggetto dei corsi affini e a scelta tengono conto del peso industriale di questi settori produttivi e ricoprono temi di crescente rilevanza scientifica, economica e produttiva.

I laureati con il percorso in *Energia e Sostenibilità* avranno la capacità di integrare competenze scientifiche di base e applicate, acquisite nelle discipline di base (chimica fisica, chimica organica, chimica inorganica), insieme alle tecniche rivolte all’analisi, alla sintesi, alla determinazione della struttura, delle proprietà e della reattività di sistemi chimici di grande interesse tecnologico. Le competenze specifiche saranno focalizzate in ambiti quali la conversione di energia in dispositivi a basso impatto ambientale, l’impiego intelligente di risorse rinnovabili, il recupero e la valorizzazione di prodotti naturali di scarto, l’impiego di materiali e sistemi biodisponibili, le energie pulite basate sulla luce solare e su combustibili rinnovabili alternativi ai combustibili fossili in esaurimento. Alla formazione strettamente pertinente alle tematiche dell’energia e della sostenibilità potranno essere uniti percorsi rivolti allo sviluppo economico-circolare e sostenibile. Durante il percorso di studi, i laureati magistrali approfondiranno processi e prodotti chimici sostenibili, sistemi funzionali bioispirati e biomimetici, le sostanze naturali di interesse applicativo tecnologico, la catalisi biomimetica, biomateriali di frontiera con proprietà fisico-chimiche di interesse per l’energia e la medicina, metodi avanzati di modellizzazione e progettazione computazionale.

INSEGNAMENTO AFFINE/INTEGRATIVO Attività formativa 4 (*)	CFU	SSD
Chimica fisica delle energie rinnovabili	6	CHIM/02
Chimica organica per le tecnologie sostenibili	6	CHIM/06
Gestione delle risorse energetiche del territorio	6	ING-IND/11
Sistemi naturali e artificiali per le tecnologie sostenibili	6	CHIM/03

ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA AUTONOMA DELLO STUDENTE

Lo studente può selezionare insegnamenti a libera scelta tra tutti i corsi attivati dall'Ateneo Federico II. La Commissione propone, nell'ambito del Manifesto degli Studi, annualmente una lista di corsi opzionali (da 6 CFU) suggeriti per ciascun indirizzo o di carattere generale.

Tabella E. Esempio di lista di possibili corsi opzionali

INSEGNAMENTO A SCELTA Attività formativa 3 (*)	CFU	SSD	Consigliato per l'indirizzo (Tabelle A-D)
Biodiritto	6	IUS/01	B
Bioprocessi e bioconversioni	6	CHIM/11	D
Chimica analitica forense	6	CHIM/01	A
Chimica bioinorganica e laboratorio	6	CHIM/03	B
Chimica biosintesi e bioattività delle sostanze naturali	6	CHIM/06	B,C
Chimica dei composti organici funzionali da fonti rinnovabili	6	CHIM/06	D
Chimica computazionale	6	CHIM/02	C
Chimica delle sostanze coloranti e pigmenti per l'arte	6	CHIM/06	A
Design of bioinspired catalysts	6	CHIM/03	D
Didattica della chimica	6	CHIM/03	
Didattica della scienza degli alimenti	6	CHIM/01- CHIM/06	
Economia e organizzazione aziendale	6	ING-IND/35	
Environmental geochemistry	6	GEO/08	A
Enzimologia ed ingegneria proteica	6	BIO/10	B
Glycomics	6	CHIM/06	B
Homogeneous catalysis for fine chemicals	6	CHIM/03	C
Metodi chimico fisici per lo studio delle biomolecole	6	CHIM/02	B
Metodi e modelli per processi fotoindotti	6	CHIM/02	D
Metodologie avanzate per la caratterizzazione dei composti organici	6	CHIM/06	A,C
Physical Chemistry of Formulations and laboratory	6	CHIM/02	A,C
Prodotti e processi della chimica industriale	6	CHIM/04	C

N.B. Non possono essere sostenuti esami opzionali consigliati come offerta formativa della Laurea Magistrale che siano già stati superati in altri corsi di studio.

ALLEGATO B.2

ATTIVITÀ FORMATIVE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE CHIMICHE

Insegnamento: Chimica analitica avanzata	
Modulo: A	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/01	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso si propone di approfondire le conoscenze di chimica analitica acquisite nei corsi di base a carattere strumentale. Trae giustificazione dal notevole sviluppo (in termini di strumentazione, software, tecniche ifenate.) registrato in tempi recenti in materia di metodiche strumentali di analisi.	
Contenuti o programma sintetico: Sviluppo delle moderne metodiche strumentali di analisi: Spettroscopia UV-Vis. Spettroscopia IR-Raman, Spettrometria per analisi elementare. Richiami della strumentazione e dei principi teorici di potenziometria e spettrofotometria atomica e molecolare di assorbimento. Spettrometria a plasma (ICP-OE, ICP-MS): applicazioni analitiche. Potenziometria. Metodi di studio di equilibri in soluzione mediante potenziometria e spettrofotometria. Introduzione alle tecniche di campionamento. Validazione dei metodi analitici. Qualità e Accreditamento dei laboratori. Conformità e non conformità dei risultati di un'analisi di un campione reale.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Il corso prevede un unico colloquio finale relativo ad entrambi i moduli A e B.	

Modulo: B	
Settore Scientifico Disciplinare: CHIM/01	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il modulo intende fornire una conoscenza operativa dell'hardware e software su cui è basato l'uso analitico della spettrometria di massa attraverso dimostrazioni pratiche relative all'uso di strumentazione e software specifici.	
Contenuti o programma sintetico: Metodi ifenati per l'identificazione dopo la separazione cromatografica: GC/MS e LC/MS. Hardware GC/MS e LC/MS. Tuning. Risoluzione di massa. Background, bleed della colonna e colonne low bleed. Cenni alla cromatografia liquida-spettrometria di massa con sorgente di ioni ESI e alla spettrometria di massa tandem con triplo quadrupolo. Discriminazione del background: acquisizione Scan vs. acquisizione SIM. Software di acquisizione dei dati GC/MS e LC/MS. Interpretazione degli spettri di massa EI. Librerie di spettri di massa e identificazione mediante ricerche basate sulla probabilità (PBS). Target Analysis. Introduzione all'analisi di metalli in sistemi reali: ICP/MS. Metodi alternativi per la determinazione di metalli: metodi polarografici e voltammetrici. Voltammetria di stripping anodico e catodico. Esempi di protocolli ufficiali di analisi.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità verifica apprendimento: vedi Modulo A	

Insegnamento: Chimica dei composti di coordinazione	
Modulo: A	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/03	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Caratterizzante

Obiettivi formativi, con riferimento ai descrittori di Dublino: Il corso intende approfondire gli aspetti del legame di coordinazione correlando tra loro i vari modelli proposti. Verranno esaminate le principali proprietà chimico-fisiche dei complessi e la loro reattività.	
Contenuti o programma sintetico: I composti di coordinazione: definizione, cenni storici, nomenclatura. Numeri di coordinazione e geometrie. Isomeria nei composti di coordinazione. Stabilità: costanti di stabilità, correlazioni di stabilità, relazioni hard-soft, effetto del chelato, effetti sterici. Il legame di coordinazione in complessi di metalli di transizione (teoria del legame di valenza e ibridazione, teoria dell'orbitale molecolare, teoria del campo cristallino, teoria del campo dei leganti). Interazioni di tipo σ e π . Proprietà ottiche e magnetiche dei complessi dei metalli di transizione: spettroscopia elettronica e vibrazionale, spettroscopia di dicroismo. Introduzione alla spettroscopia di spin elettronico. Reattività dei composti di coordinazione: reazioni di scambio di leganti e reazioni redox. Reazioni di leganti coordinati.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti: Principi di base di Chimica Inorganica	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Il corso di Chimica dei Composti di Coordinazione prevede un unico colloquio finale relativo ad entrambi i moduli A e B con discussione anche delle relazioni di laboratorio	

Modulo: B	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/03	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, con riferimento ai descrittori di Dublino: Il modulo si propone di fornire esempi sperimentali, illustrativi dei principi di base trattati nel modulo A. In particolare, obiettivo del modulo è offrire una rassegna dei principali metodi di sintesi dei composti di coordinazione, nonché delle principali tecniche adatte allo loro caratterizzazione. Attraverso lo svolgimento di esperienze di laboratorio, il modulo si prefigge di sviluppare competenze, capacità applicative ed abilità critiche nella trattazione dei risultati sperimentali.	
Contenuti o programma sintetico: Leganti e loro classificazione. Metodi generali di sintesi e caratterizzazione di composti di coordinazione. Stabilità e determinazione delle costanti di formazione. Applicazione delle tecniche spettroscopiche nella caratterizzazione dei composti di coordinazione: spettroscopia elettronica; spettroscopia vibrazionale IR e Raman; dispersione ottica rotatoria e dicroismo circolare. Esperienze di laboratorio: Sintesi di composti di coordinazione e loro caratterizzazione attraverso tecniche NMR, IR, UV-VIS, conducibilità, polarimetria. Sintesi e separazione di stereoisomeri in un complesso metallo-peptide. Analisi della stereoisomeria del centro metallico e della struttura secondaria del peptide mediante misure di dicroismo circolare.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Il corso di Chimica dei Composti di Coordinazione prevede un unico colloquio finale relativo ad entrambi i moduli A e B, con discussione anche delle relazioni inerenti le esperienze di laboratorio.	

Insegnamento: Complementi di chimica fisica	
Modulo: A	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/02	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del modulo è fornire la conoscenza di metodi per la soluzione del problema elettronico e vibrazionale di molecole polielettroniche e poliatomiche, e una introduzione alla termodinamica statistica.	

Contenuti o programma sintetico:
Richiami dei postulati della meccanica quantistica; Teoria del Funzionale della densità; Formulazione dipendente dal tempo della teoria del funzionale della densità e sue applicazioni nelle spettroscopie ottiche; Problema vibrazionale di molecole poliatomiche e sue applicazioni in spettroscopia IR e Raman; Basi di termodinamica statistica: insiemi microcanonico, canonico e grancanonico; proprietà microscopiche dei liquidi e funzioni di distribuzione strutturali; esperienze di laboratorio di modeling computazionale.
Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica dell'apprendimento: Il corso prevede un unico colloquio finale relativo ad entrambi i moduli A e B.

Modulo: B	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è di fornire una visione approfondita di alcuni degli strumenti e delle metodologie della Chimica Fisica, con particolare riguardo a cinetiche veloci, solidi e spettroscopie laser. Si introdurranno le proprietà elettriche ed ottiche di solidi. Si tratteranno fenomeni collegati a processi foto-indotti. Inoltre, si esaminerà come lo studio dei processi di trasporto possa portare alla conoscenza di proprietà molecolari di soluti in soluzione. Infine, si mostrerà come, tra le tecniche spettroscopiche, i laser permettano misure sugli spettri e sulla dinamica fotochimica delle molecole in alta risoluzione sia spettrale sia temporale.	
Contenuti o programma sintetico: Teoria dei laser continui e pulsati. Proprietà di trasporto d'equilibrio e di non equilibrio. Teorie di metalli e semiconduttori. Vibrazioni di molecole poliatomiche (esercitazione Raman) e in solidi cristallini. Uso dei laser pulsati nella dinamica di reazione, in relazione alla teoria dello stato di transizione. Esperienza di laboratorio	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: esame orale (vedi modulo A)	

Insegnamento: Chimica organica avanzata	
Modulo: A	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/06	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Questo modulo ha come obiettivo generale il completamento delle conoscenze acquisite nei corsi introduttivi di Chimica Organica con particolare riferimento agli aspetti della struttura, della reattività e dei meccanismi di reazione. Obiettivi formativi specifici del corso sono: la comprensione e discussione di relazioni tra struttura e reattività delle molecole organiche; la razionalizzazione della reattività in processi di tipo ionico, concertato, radicalico o fotochimico mediante la teoria perturbativa degli orbitali di frontiera; l'applicazione dei criteri hard-soft e di relazioni lineari di energia libera allo studio dei meccanismi di reazione.	
Contenuti o programma sintetico: Legame chimico e struttura molecolare. Stereochimica, analisi conformazionale e stereoselettività. Effetti strutturali sulla stabilità e sulla reattività. Meccanismi delle reazioni organiche: sostituzioni, addizioni, eliminazioni. Carbanioni ed altri nucleofili al carbonio. Aromaticità. Reazioni pericicliche. Introduzione alle reazioni radicaliche e fotochimiche.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Il corso prevede un unico colloquio finale relativo ad entrambi i moduli A e B.	

Modulo: B

Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/06	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso mira a fornire e/o integrare le conoscenze di chimica organica necessarie per la comprensione dei metodi sintetici più sofisticati della Chimica Organica.	
Contenuti o programma sintetico: Preparazione ed alchilazione di nucleofili al carbonio; Enoli ed enolati e loro analoghi azotati Reazioni dei nucleofili al carbonio con i gruppi carbonilici: Condensazione aldolica. Ilidi del fosforo e dello zolfo. Interconversione di gruppi funzionali: Introduzione di gruppi funzionali sul C sp ³ . Interconversione di derivati degli acidi carbossilici. Ossimercuriazione. Idrobrazione e reazioni degli organoborani. Idrogenazione catalitica. Chemo- e stereoselettività della riduzione con donatori di idruro. Donatori di atomi di idrogeno. Formazione del legame C-C via organoderivati di Li, Mg, Cu, Pd, B, Si. Reazioni stereoselettive. Elementi per l'interpretazione degli spettri NMR bidimensionali. Esperienze di laboratorio. Sintesi multi-step di flavoni e caratterizzazione degli intermedi via NMR mono- e bidimensionale.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: esame orale, vedi Modulo A	

Insegnamento: Struttura e funzione delle proteine e degli acidi nucleici	
Modulo: A	
Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/10	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso si propone di fornire e/o integrare le conoscenze di biochimica necessarie alla comprensione dei principi alla base dell'organizzazione strutturale ed alla relazione struttura-funzione delle proteine, con particolare riferimento alle loro principali classi funzionali.	
Contenuti o programma sintetico: Il corso intende fornire le principali nozioni sui livelli di struttura, sul processo del folding, e sulle modifiche post-traduzionali delle proteine. Saranno trattate alcune delle principali tecniche di analisi e caratterizzazione di proteine. Verrà esaminata l'emoglobina quale proteina modello e le relazioni struttura funzione di varie classi di proteine (proteine fibrose, enzimi, proteine di membrana, proteine che legano il DNA). Per ogni classe verranno esaminati esempi specifici. Denaturazione reversibile ed irreversibile, a freddo ed a caldo. Denaturanti, l'elettroforesi in SDS. Tecniche per l'analisi del folding, il dicroismo circolare. Esercitazioni di laboratorio: Verifica della presenza del gene codificante la proteina oggetto di studio, in colonie ricombinanti, tramite amplificazione (PCR). Denaturazione di una proteina; spettro CD della proteina nativa e denaturata.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Il corso prevede un unico colloquio finale relativo ad entrambi i moduli A e B.	
Modulo: B	
Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/11	CFU: 5
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Caratterizzante
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso si propone di fornire le principali conoscenze in merito alla struttura e chimica degli acidi nucleici ed alla loro funzione.	
Contenuti o programma sintetico: Saranno descritti e discussi i seguenti argomenti: - struttura e chimica degli acidi nucleici; - eventi molecolari alla base dei processi di conservazione, duplicazione ed espressione dell'informazione genica negli organismi procarioti ed eucarioti. Si forniranno inoltre cenni sui principali meccanismi di regolazione dell'espressione genica negli organismi procarioti ed in quelli eucarioti. Tecniche di base di Biologia molecolare e del DNA ricombinante. Gli Enzimi di restrizione, caratteristiche, tipi e modalità di funzionamento. I Vettori di clonaggio: caratteristiche e loro utilizzo. Vettori basati sul batteriofago λ, i cosmidi. Gel elettroforesi. Trasformazione genetica dei procarioti. Sequenziamento e Amplificazione del DNA (PCR).	

Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica dell'apprendimento: esame orale, vedi modulo A

CORSI AFFINI/INTEGRATIVI
INDIRIZZO CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI (TAB. A)

Insegnamento: Archeologia della produzione, Archaeology of production	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: L-ANT/10	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: Il percorso formativo intende offrire allo studente un quadro articolato delle problematiche relative alla produzione nel mondo antico, mirando ai seguenti obiettivi formativi: conoscere i processi che regolano la produzione; conoscere le metodologie di analisi delle produzioni a diverse scale di lettura: dai manufatti alle installazioni e ai siti produttivi produttive, ai siti produttivi; ricostruire i grandi cicli produttivi: dalla materia prima al manufatto; analizzare il ciclo di vita dei manufatti: uso, riuso, rifiuto, reperto; ricostruire i processi di produzione, scambio e consumo; ricostruire la formazione e la trasmissione del sapere nel lavoro preindustriale; interpretare correttamente i <i>records</i> archeologici.	
Contenuti o programma sintetico: 1. Archeologia della produzione: definizioni, temi, obiettivi. La base teorica: cultura materiale, archeologia marxista e approcci allo studio dei manufatti. 2. Altri approcci: l'antropologia del lavoro preindustriale, l'etnoarcheologia, l'archeologia cognitiva. 3. Saperi tecnici e tecnologie. I cantieri e le officine: i luoghi della formazione e della trasmissione della conoscenza. 4. Archeologia e produzione: dalla materia prima al manufatto, la ricostruzione di un percorso. Catene operative, ambienti tecnici, obiettivi tecnici. Le materie prime: caratteristiche, forme di approvvigionamento. I grandi cicli: pietra, argilla, legno, metalli, vetro. 5. L'organizzazione della produzione: i tempi, gli spazi, gli indicatori. Il macchinismo. 6. Il ciclo di vita di un manufatto: realizzazione, uso, rifiuto, reperto archeologico. La diagnosi d'uso dei manufatti. 7. Produzione, consumo, scambio. Siti produttivi e siti di consumo.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Chimica dell'ambiente, Environmental chemistry	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/01	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del modulo è fornire la conoscenza della chimica dell'ambiente e dei processi naturali e antropici che possono modificarlo; inoltre vengono dati cenni sulle metodologie applicate alla caratterizzazione delle varie matrici ambientali.	
Contenuti o programma sintetico: L'aria. Composizione chimica e stratificazione dell'atmosfera e della troposfera. Lo strato di ozono. Smog fotochimico. Le piogge acide. I particolati nell'inquinamento dell'aria. L'acqua. Origine delle acque sotterranee. Moti dell'acqua. Parametri chimici e chimico-fisici di un'acqua. Acque potabili, minerali, sotterranee e reflue. Inquinamento e purificazione delle acque. Disinfezione dell'acqua. Contaminazione chimica e depurazione delle acque reflue e dei liquami. Il suolo. Normative nazionali e comunitarie; classificazione, campionamento ed analisi dei vari tipi di suolo. Contaminazione e tecniche di decontaminazione dei suoli. Bonifiche. Rifiuti dei processi produttivi e del consumo. La normativa nazionale sulla gestione dei rifiuti. Il codice CER. Le discariche. Molecole organiche tossiche. Pesticidi. Inquinanti organici persistenti. PCB, PCT, PCDD e PCDF. Idrocarburi Policiclici Aromatici e loro derivati. Meccanismo di formazione, lipofilità, bioaccumulazione, biomagnificazione, fattori che determinano la tossicità. Gli IPA quali traccianti chimici nell'ambiente.	

I metalli pesanti dannosi per l'ambiente. La speciazione chimica. Banche di dati; <i>software</i> e siti Internet di interesse analitico. Analisi chimiche nelle scienze ambientali. Il campionamento. Preparazione del campione. Esercitazioni pratiche di laboratorio attinenti all'argomento del corso.
Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

Insegnamento: Chimica dei beni culturali	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/12	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del modulo è fornire la conoscenza materiali costitutivi dei beni storici artistici e le basi per le tecniche di analisi dei materiali stessi.	
Contenuti o programma sintetico: Introduzione alla chimica dei componenti chimici principali di reperti archeologici ed opere d'arte, inorganici ed organici. Campionamento di reperti di interesse storico ed artistico. Introduzione alle tecniche di analisi non distruttive, microdistruttive e distruttive. Le esercitazioni di laboratorio prevedono esempi di applicazioni di Spettroscopia Raman di GC-MS ed LC-MS-MS.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Chimica fisica ambientale	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire le basi teoriche per la comprensione della complessità dei sistemi ecologici e le conoscenze necessarie per affrontare problematiche relative agli aspetti di bioenergetica e di convertibilità dell'energia.	
Contenuti o programma sintetico: La complessità della biosfera. Termodinamica dei sistemi lontani dall'equilibrio. Evoluzione delle cinetiche non lineari. Attrattori mono e bidimensionali. Attrattore caotico. Instabilità, biforcazioni e rottura di simmetria. La biosfera come struttura dissipativa. Chimica della stratosfera. Conseguenze biologiche della riduzione dell'ozono. L'effetto serra e il riscaldamento planetario. Chimica ed inquinamento dell'aria a livello del suolo. Modelli di diffusione degli inquinanti nell'atmosfera. Metodi di rilevamento degli inquinanti dell'aria. Basi scientifiche dello Sviluppo Sostenibile.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti: conoscenza della termodinamica classica e della cinetica chimica	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

CORSI AFFINI/INTEGRATIVI INDIRIZZO CHIMICA PER LE SCIENZE DELLA VITA (TAB. B)

Insegnamento: Biocristallografia, Biocrystallography	
Modulo: unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire gli strumenti per la comprensione delle metodologie cristallografiche per la	

determinazione della struttura di macromolecole biologiche in modo da permettere agli studenti di valutarne le potenzialità ed i limiti per la comprensione delle relazioni struttura e funzione in molecole complesse.
Contenuti o programma sintetico: Illustrazione delle procedure di base, teoriche e sperimentali, che permettono alla cristallografia di fornire una descrizione puntuale della struttura tridimensionale delle macromolecole biologiche e della loro flessibilità e di seguire, in alcuni casi, modifiche strutturali in tempo reale. Saranno rivisitati i risultati più importanti ottenuti negli ultimi anni. Il corso illustrerà criticamente l'utilizzo delle strutture depositate nella banca dati PDB nella determinazione strutturale e nei metodi di predizione di struttura. Il corso sarà completato da esercitazioni di cristallografia, grafica computerizzata, e uso di banche dati di sequenze e strutture molecolari.
Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

Insegnamento: Metodologie per la produzione e caratterizzazione di biomolecole	
Modulo: unico	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/11	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: L'insegnamento si propone di applicare le principali metodologie necessarie per la realizzazione di processi che utilizzano microorganismi ed enzimi applicando metodologie biomolecolari (clonaggio di un gene, espressione, purificazione e caratterizzazione di una proteina ricombinante) per la realizzazione di prodotti di interesse biotecnologico, in uso nell'industria farmaceutica, chimica, alimentare e nel risanamento ambientale. Ogni fase teorica sarà completata da una esperienza di laboratorio per favorire la comprensione dell'argomento e stimolare una partecipazione attiva dello studente all'esperienza di laboratorio.	
Contenuti o programma sintetico: Clonaggio di DNA, Reazione polimerasica a catena (PCR). Scelta dei primers, specificità. Applicazioni. Mutazioni. Produzione di proteine ricombinanti. Sistemi di espressione in batteri e lieviti, proteine di fusione Lab: Trasformazione e crescita di cellule ricombinanti. Tecniche di Centrifugazione. Determinazione della concentrazione proteica, dell'attività enzimatica, dosaggi di acidi nucleici. Elettroforesi. Elettroforesi in agarosio per DNA e RNA. SDS-PAGE. Isoelettrofocalizzazione. Elettroforesi bidimensionale. Lab: Purificazione mediante tecniche cromatografiche ed elettroforetiche. Metodi di purificazione di proteine. Tecniche di precipitazione frazionata. Metodi cromatografici: a scambio ionico, ad interazione idrofobica, a setaccio molecolare, di affinità. Fast Protein Liquid Chromatography. Metodologie di caratterizzazione proteine. Lab: Idrolisi <i>in situ</i> di proteine da SDS PAGE e caratterizzazione della proteina purificata mediante metodologie di spettrometria di massa e strumenti bioinformatici.	
Propedeuticità: Struttura e funzione delle proteine e degli acidi nucleici	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: esame orale con relazione sulle attività svolte	

Insegnamento: Proteomica strutturale e funzionale	
Modulo: unico	Ambito disciplinare:
Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/10	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il presente insegnamento si propone di fornire allo studente nozioni sui moderni strumenti analitici e bioinformatici, sviluppati opportunamente per studiare le proteine nell'ambito dei sistemi cellulari di appartenenza. Lo studente acquisirà un nuovo modo di concepire lo studio proteine finalizzato a definire la funzione che la singola proteina svolge in vivo sia attraverso lo studio globale del profilo di espressione caratteristico di un determinato organismo in specifiche condizioni (proteomica strutturale e differenziale) sia attraverso la ricostruzione di complesse reti di interazioni proteina-proteina che si realizzano in vivo e che sono funzionali allo svolgimento di specifici processi cellulari (proteomica funzionale).	

Contenuti o programma sintetico:

Introduzione alla Proteomica e alle Scienze Omiche: la proteomica Strutturale, Differenziale e Funzionale. Frazionamento degli estratti proteici: tecniche elettroforetiche e cromatografiche applicate allo studio di un proteoma. La spettrometria di Massa: le sorgenti EI, ESI, MALDI e gli analizzatori quadrupolari, ion trap, TOF e Orbitrap. Approcci LC-MSMS (Neutral loss, precursor ion scan, MRM) per lo studio di modifiche post-traduzionali: la fosfo-proteomica. Identificazione delle Proteine: metodologie di spettrometria di massa integrate con l'impiego di specifici software per ricerche in banche dati. Approcci di Peptide Mass Fingerprinting e di LC-MSMS. Frammentazione di peptidi in CID. Proteomica Differenziale: aspetti qualitativi e quantitativi. Approcci DIGE, di marcatura con isotopi stabili, label free. Proteomica funzionale: uno strumento per lo studio delle interazioni proteina-proteina. Metodi per l'isolamento e l'identificazione di complessi proteici in vivo e in vitro: tecnica del doppio ibrido, purificazione per affinità (GST-pull down, DNA-pull down, etc), immunoprecipitazione e TAP tag purification. Ricostruzione dei complessi supramolecolari o pathways proteici a partire dall'impiego di approcci biochimici o di banche dati di interazione proteina-proteina. Il corso include un'esercitazione di laboratorio volta all'identificazione di proteine mediante impiego di tools bioinformatici e alla interpretazione di spettri di massa (MS) e di frammentazione (MSMS) per la caratterizzazione di proteine e assegnazione di modifiche post-traduzionali.

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di verifica dell'apprendimento: esame orale

Insegnamento: Struttura e interazioni di proteine e peptidi bioattivi, Structure and interactions of proteins and bioactive peptides

Modulo: Unico

Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/03

CFU: 6

Metodi didattici: lezioni frontali, esercitazioni

Tipologia attività formativa:
Affine

Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino

L'obiettivo del corso è fornire le conoscenze teoriche e pratiche delle moderne tecniche sperimentali, con particolare riferimento all'NMR multidimensionale, per la determinazione della struttura e delle proprietà dinamiche di proteine e peptidi e delle loro interazioni. Le lezioni teoriche saranno affiancate da esercitazioni di laboratorio riguardanti la produzione di proteine e peptidi idonei allo studio NMR e l'acquisizione e l'interpretazione di spettri NMR multidimensionali, fornendo una panoramica degli esperimenti esistenti e del loro utilizzo.

Contenuti o programma sintetico:

Il corso presenta un confronto tra le tecniche spettroscopiche più adatte allo studio delle proprietà strutturali e dinamiche di biomolecole per poi affrontare in dettaglio la spettroscopia di risonanza magnetica nucleare e le sue applicazioni alle proteine e ai peptidi. Dopo avere introdotto le basi teoriche dei principali esperimenti NMR multidimensionali omo- ed etero-nucleari, verranno poi presentate le tecniche per l'estrazione dei parametri sperimentali dagli spettri e il loro utilizzo per l'elaborazione di modelli strutturali di proteine e la caratterizzazione delle loro proprietà dinamiche a livello atomico. Verranno inoltre presentati i recenti sviluppi e le prospettive dell'NMR applicato a problemi complessi di rilievo biologico, quali studio delle relazioni struttura-attività di peptidi bioattivi, aggregazione di subunità proteiche, interazioni proteine-acidi nucleici, studio di proteine intrinsecamente disordinate, caratterizzazione di fibrille amiloidi, interazioni di proteine e peptidi con membrane biologiche, proprietà dinamiche di biomolecole.

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

**CORSI AFFINI/INTEGRATIVI
INDIRIZZO METODOLOGIE CHIMICHE PER LA SINTESI E LA CATALISI (TAB. C)**

Insegnamento: Chimica e tecnologia della catalisi, Chemistry and technology of catalysis

Modulo: Unico

Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/03

CFU: 6

Metodi didattici: lezioni frontali

Tipologia attività formativa:
Affine

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:	
L'insegnamento si propone di fornire agli studenti, in una prima parte di carattere generale, i principi alla base della catalisi di coordinazione, sia in fase omogenea che eterogenea, e di approfondirne quindi le applicazioni e gli aspetti tecnologici, in una seconda parte a carattere monografico, prendendo come "case history" la polimerizzazione stereoselettiva di olefine.	
Contenuti o programma sintetico:	
1. Considerazioni generali sulla catalisi di coordinazione. 2. Richiami ed approfondimenti di chimica organometallica. 3. Alcune importanti reazioni catalitiche in fase omogenea dei composti di coordinazione. 3.1. Idrogenazione ed isomerizzazione di olefine. – 3.2. Idroformilazione di alcheni. – 3.3. Polimerizzazione (poliinserzione) di alcheni. – 3.4. Metatesi di olefine. 4. Introduzione della catalisi eterogenea. Breve rassegna dei principali catalizzatori di coordinazione eterogenei di utilizzo industriale. – La struttura reticolare dei solidi metallici e dei solidi ionici. – Modelli strutturali delle superfici di cristalli metallici e ionici. – Principali supporti utilizzati in catalisi eterogenea. – Matrici porose – Interazione fra la specie attiva e il substrato: fisisorbimento e chemisorbimento. 5. Catalisi Fischer – Tropsch. 6. Catalisi Ziegler – Natta eterogenea. 7. Polimerizzazione stereoselettiva di 1-alcheni in fase omogenea. 8. Cenni sull'idrogenazione catalitica asimmetrica di olefine.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Materiali metallorganici: sintesi, applicazioni e impatto	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplina: CHIM/07	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:	
Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti conoscenze sui composti metallorganici, sia per quanto concerne la sintesi e la reattività che le applicazioni e il loro impatto. Tali conoscenze consentiranno agli studenti di comprendere le relazioni tra proprietà e struttura che ne determinano il comportamento e le possibili applicazioni.	
Contenuti o programma sintetico:	
Composti organometallici: metodologie generali di sintesi e tipologia di legame. Principali reazioni dei composti metallorganici. Green Chemistry in chimica organometallica: catalisi sostenibile per la funzionalizzazione, ossidazione e riduzione di composti insaturi, con riferimento a solventi innovativi e al rispetto del principio dell'atom economy. Materiali organometallici e loro impatto: derivati di silicio, piombo, mercurio, metalli nobili e altri metalli di transizione e MOF.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Metodologie speciali in sintesi organica / Special methodologies in organic synthesis	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplina: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:	
Il corso mira a fornire un quadro generale e integrato di alcune metodologie avanzate impiegate in sintesi organica, con particolare riferimento alla chimica combinatoriale, alla sintesi in fase solida di biomolecole e alla sintesi orientata alla diversità per l'ottenimento di nuovi prodotti farmacologicamente attivi. Stimola la capacità di progettare schemi sintetici anche complessi in una prospettiva applicativa.	
Contenuti o programma sintetico:	
Principi base della chimica combinatoriale. Metodologie di sintesi in fase solida e relative applicazioni per la preparazione delle più importanti classi di biomolecole, in particolare di peptidi, oligonucleotidi, oligosaccaridi. Tecniche efficaci di sintesi in soluzione e sintesi in fase liquida. Reazioni miniaturizzate: microarray; uso di microfluidica. Sintesi di librerie di piccole molecole organiche. Sintesi organica assistita dalle microonde. Liquidi Ionici. Deep Eutectic Solvents.	

Propedeuticità:
Prerequisiti: Buona conoscenza della Chimica Organica di base
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

Insegnamento: Sintesi asimmetrica / Asymmetric synthesis	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso si propone di fornire agli studenti i principi di base della stereochimica e quelli per affrontare la sintesi stereoselettiva di molecole complesse. Il corso, attraverso lo studio di modelli teorici, si propone di insegnare l'andamento della stereoselettività nelle reazioni organiche. Durante il corso verranno accuratamente esaminati alcuni esempi delle più note reazioni stereoselettive in modo tale che lo studente, alla fine del corso, sia in grado di applicare le nozioni fornite per la progettazione di sintesi di molecole chirali.	
Contenuti o programma sintetico: Significato di chiralità e discriminazione stereoisomerica - Condizioni per l'Asimmetria- Metodi di misura della composizione di una miscela scalemica – Metodi per la determinazione della configurazione assoluta di un composto (metodo di diffrazione ai raggi-X, metodi chiroptici, metodo di intercorrelazione chimica, metodo di Prelog, metodo di Horeau, NMR con ausiliari chirali)- Strategie generali per la sintesi asimmetrica - Predizione della stereochimica di una reazione con i diversi modelli – Induzione asimmetrica: addizioni ai carbonili. Evoluzione dei modelli di predizione dell'andamento stereochimico di una reazione (Cram, Felkin-Anh, Cornforth, etc.) Reazioni di alfa-alchilazione e alchilazione catalitica (con ausiliari chirali). Reazione di epossidazione. Apertura regioselettiva di epossidi. Reazione diossidrilazione. Reazione di diossidrilazione e di amminoossidrilazione di Sharpless. Reazione di idroborazione. Condensazione aldolica. Riduzione asimmetrica. Nuovi Concetti nella Sintesi Asimmetrica: Combinazioni di catalizzatori achirali e catalizzatori chirali – Desimmetrizzazione - Catalisi asimmetrica cooperativa - Avvelenamento chirale - Autocatalisi chirale. Organocatalisi. Biocatalisi: enzimi come alternativa <i>green</i> ai metodi classici di sintesi asimmetrica; la rivoluzione della <i>directed evolution</i> . Applicazioni della sintesi asimmetrica nell'industria farmaceutica ed alimentare.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti: Buona conoscenza della Chimica Organica di base	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

CORSI AFFINI/INTEGRATIVI
INDIRIZZO CHIMICA PER L'ENERGIA E LA SOSTENIBILITA' (TAB. D)

Insegnamento: Chimica fisica delle energie rinnovabili / Physical chemistry of renewable energies	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/02	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire la conoscenza dei principi chimico-fisici alla base del funzionamento di importanti tecnologie per ottenere energia da fonti rinnovabili e sostenibili, con particolare attenzione agli aspetti termodinamici, cinetici e quanto-meccanici alla base della conversione di energia: dall'energia solare alle biomasse, dall'idrogeno molecolare alla energia nucleare. Lo studente apprende anche quali specifiche caratteristiche devono possedere i materiali e i dispositivi in modo da ottimizzare l'efficienza di tali tecnologie per contrastare il riscaldamento globale.	
Contenuti o programma sintetico: Energia, tecnologia e sostenibilità; Consumo energetico globale, fonti rinnovabili, efficienza energetica; Principi chimico-fisici della conversione di energia; Materiali fotoattivi processi chimico-fisici in dispositivi fotovoltaici; Combustibili solari da celle fotoelettrochimiche; Dispositivi di generazione e accumulo di elettricità; Principi di cinetica applicati all'elettrocatalisi; Trasporto di carica e di massa all'interfaccia di materiali eterogenei; Tecnologie emergenti in celle a combustibile e in batterie; Proprietà chimico fisiche delle biomasse; Reattività e opzioni di conversione di biomasse; Energia nucleare e fondamenti di chimica nucleare; future delle centrali nucleari.	
Propedeuticità:	

Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	
Insegnamento: Chimica organica per le tecnologie Sostenibili / Organic chemistry for sustainable technologies	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire una panoramica delle principali tipologie di composti organici impiegate per lo sviluppo di tecnologie sostenibili. In particolare l'attenzione sarà focalizzata su: 1) composti organici per le tecnologie sostenibili con particolare riferimento al design e sintesi di materiali per la conversione di luce in energia elettrica (fotovoltaico organico) e vice versa (diodi organici ad emissione di luce); 2) materiali organici sostenibili, isolati da fonti naturali o sintetizzati ispirandosi alla Natura, e loro applicazioni per le nuove tecnologie. Saranno curati gli aspetti relativi alla sintesi / funzionalizzazione e alle proprietà strutturali e funzionali delle tipologie di composti organici trattati. Attraverso un approccio struttura-proprietà sarà discusso in che modo è possibile implementare le prestazioni dei dispositivi tecnologici. Saranno inoltre esplorate le principali tecniche di processing dei composti organici in relazione alle applicazioni nei dispositivi tecnologici. Il corso intende fornire allo studente le competenze per poter progettare e realizzare materiali organici che meglio interpretano le caratteristiche dei dispositivi tecnologici.	
Contenuti o programma sintetico: <u>ENERGIA E SOSTENIBILITÀ: CELLE SOLARI</u> Principi alla base del funzionamento delle celle solari; tipologie di celle solari: celle solari ibride, celle a colorante; sintesi, caratterizzazione strutturale, funzionalizzazione e proprietà opto-elettroniche di: poliacetilene, polianiline e politiofene, fullerene, grafene e nanotubi al carbonio; complessi di metalli di transizione. <u>ENERGIA E SOSTENIBILITÀ: DIODI ORGANICI AD EMISSIONE DI LUCE</u> Principi alla base del funzionamento dei diodi ad emissione di luce; LEC vs OLED; le celle elettrochimiche; i quantum dots; il fenomeno dell'elettroluminescenza; lo strato emettitore: sintesi di materiali che emettono per fluorescenza, per fosforescenza; sintesi di composti organici che danno la "thermalactivateddelayedfluorescence". <u>MATERIALI NATURALI E ISPIRATI A COMPOSTI NATURALI</u> Sintesi / isolamento, caratterizzazione strutturale, proprietà chimico-fisiche e applicazioni in dispositivi tecnologici di: melanine, polidopamina, fibroina della seta, biosiliceda diatomee, madreperla.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Modulo: Gestione delle risorse energetiche del territorio	
Settore Scientifico - Disciplinare: ING-IND/11	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il modulo fornisce all'allievo la conoscenza delle risorse energetiche, sia naturali che infrastrutturali, nonché delle metodologie e delle tecniche della loro gestione, con riguardo alla compatibilità ambientale e alla pianificazione territoriale.	
Contenuti o programma sintetico: Richiamo dei principi che regolano gli scambi di energia: energia di accumulo e di scambio; conservazione e degradazione. Energie rinnovabili nell'ambiente territoriale: eolica, geotermica, solare, idraulica, delle biomasse e dei reflui e rifiuti: impianti di utilizzazione. Accumuli. Energia di accumulo chimico. Reti di distribuzioni del gas metano e propano. Reti elettriche (cenni). Risparmio energetico. Teleriscaldamento. Cogenerazione. Cenni su impianti termoelettrici, cicli combinati. Piani e bilanci energetici territoriali. Legislazione europea, italiana e regionale. Normativa. Cenni sul mercato dell'energia. Impatto ambientale dei sistemi energetici.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Sistemi naturali e artificiali per le tecnologie sostenibili / Natural and artificial systems for sustainable technologies
Modulo: Unico

Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/03	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: Affine
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire conoscenze avanzate sui principali sistemi naturali e artificiali utilizzabili nello sviluppo di tecnologie sostenibili. Lo studente svilupperà le seguenti capacità e conoscenze: (a) comprendere i concetti fondamentali di economia circolare; (b) comprendere i processi biologici, le reazioni e i catalizzatori coinvolti nella produzione e stoccaggio di energia da fonti rinnovabili, fissaggio del carbonio/azoto, riconversione di biomasse, risanamento ambientale; (c) riconoscere le principali tecniche per lo sviluppo di catalizzatori bioispirati; (d) accedere a tecnologie e metodologie per l'immobilizzazione di molecole reporter per lo sviluppo di bioreattori e biosensori.	
Contenuti o programma sintetico: Concetti fondamentali di economia circolare e sviluppo sostenibile. Sistemi naturali per la produzione e stoccaggio di energia rinnovabile (fotosistema, idrogenasi, nitrogenasi). Sistemi naturali per il fissaggio del carbonio e dell'azoto (CO deidrogenasi, acetil-CoA sintasi, NO sintasi, nitrito/nitrato reductasi). Sistemi naturali per l'attivazione dell'ossigeno e la conversione di biomasse e/o inquinanti ambientali (citocromi e perossidasi, monossigenasi, laccasi). Concetto di "Biomimicry", sistemi sintetici ed artificiali bioispirati e design circolare. Cenni sulla progettazione di catalizzatori bioispirati. Catalizzatori bioispirati per reazioni abiotiche (legame C-Si, trasferimento di carbeni, Diels-Alder). Immobilizzazione di macromolecole per biosensori, celle fotoelettrochimiche e bioreattori. Metal-organic frameworks e loro applicazioni.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

**CORSI OPZIONALI
(TABELLA E)**

Insegnamento: Biodiritto	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: IUS/01	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso mira ad inquadrare il rapporto e le sempre più frequenti intersezioni tra diritto e scienza, fornendo una conoscenza di base sugli aspetti giuridici connessi alle applicazioni biotecnologiche. Lo studio della normativa e l'analisi della casistica giurisprudenziale vengono condotti considerando anche le implicazioni bioetiche insite nella materia, al fine di favorire un approccio più completo e sensibilizzato ai temi trattati. Il percorso formativo si prefigge, attraverso la conoscenza dei principi di diritto e delle principali normative di settore, di fornire strumenti che aiutino ad orientarsi in concreto nello svolgimento di attività professionali e di ricerca scientifica, anche applicata, e a risolvere le problematiche ad esse inerenti tenendo presente la normativa vigente di riferimento.	
Contenuti o programma sintetico: Nozioni di base su diritto, norma giuridica, sanzioni, fonti. Il biodiritto come nuovo settore di studio delle peculiari questioni connesse alle biotecnologie. La libertà di ricerca scientifica e tecnica. Innovazione tecnologica, sperimentazione, regolamentazione. Specifiche esigenze di tutela emergenti dalla manipolazione della materia vivente. I diritti della persona coinvolti nelle biotecnologiche: caratteristiche comuni e strumenti di tutela. Il diritto alla vita. Il diritto alla salute. Il diritto alla protezione dei dati personali, con particolare riguardo agli impieghi dei dati sanitari e genetici nel settore della ricerca scientifica. Profili di responsabilità nelle attività di laboratorio. La tutela dell'ambiente. La valutazione di impatto ambientale. Il danno ambientale. Particolari regolamentazioni normative a tutela dell'ambiente e della salute umana: la disciplina degli Ogm e dei Mogm. La proprietà sui beni immateriali: diritto di autore e diritto di inventore. Requisiti e procedimento per conseguire un brevetto per invenzione. Figure contrattuali per lo sfruttamento economico delle invenzioni. Disciplina delle invenzioni dei lavoratori dipendenti e dei ricercatori delle Università e degli Enti pubblici di ricerca.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Bioprocessi e bioconversioni / Bioprocesses and bioconversions	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: BIO/10 - CHIM/11	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: L'insegnamento si propone di analizzare le tecniche per il recupero e la valorizzazione di prodotti naturali di scarto a partire dai pretrattamenti delle biomasse per poi fornire le conoscenze di base necessarie per l'utilizzo e lo sviluppo di bioprocessi per la produzione di molecole di interesse biologico, farmaceutico ed industriale.	
Contenuti o programma sintetico: PROCESSI DI CONVERSIONE DELLE BIOMASSE. Principali materiali di scarto utilizzati. Processi di pretrattamento. Processi termochimici e processi biochimici. Processi biochimici: La digestione anaerobica o fermentazione; Digestione aerobica; Produzione di biocarburanti, fermentazione alcolica; Estrazione di olii e produzione di biodiesel. BIOTRASFORMAZIONI: utilizzo di enzimi e microorganismi per la sintesi di molecole ad alto valore aggiunto. Enzimi: valutazione della cinetica; microrganismi: determinazione delle cinetiche di crescita e di produzione. Specificità e selettività degli enzimi. Fattori chimico-fisici che influenzano l'attività enzimatica di enzimi isolati o cellule intere. Organismi estremofili come fonti naturali di enzimi più resistenti a condizioni operative estreme. Nuovi biocatalizzatori prodotti attraverso tecniche genetico-molecolari e di ingegneria proteica. Immobilizzazione enzimatica e immobilizzazioni di cellule e microrganismi. Esempi applicativi della biocatalisi: industria alimentare, industria farmaceutica, applicazioni medicali.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Chimica analitica forense / Forensic chemistry	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/01	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del modulo è fornire la conoscenza della chimica analitica forense, illustrare l'approccio scientifico alla scena del crimine, alla repertazione e una rassegna delle tecniche analitiche delle scienze forensi.	
Contenuti o programma sintetico: Introduzione alla chimica analitica forense. Casi civili e casi penali. Metodiche analitiche applicate alla chimica forense; campionamento ed analisi dei vari tipi di materiali. Metodiche distruttive e non-distruttive. Analisi in situ ed in laboratorio. Aspetti generali delle analisi non-manipolative, non-distruttive, non-invasive in campo merceologico. Prelievo del campione. Preparazione del campione per l'analisi. Diagramma di flusso in analisi forense. Statistica, campionamento e qualità dei dati. Statistica multivariata, chemiometria, calibrazione e controllo qualità. Banche di dati; software e siti Internet di interesse analitico. Tecniche ottiche, microscopiche e spettroscopiche. Tecniche di microanalisi. Tecniche di datazione. Tecniche immunochimiche ed enzimatiche. Le droghe; abuso, dipendenza, doping. Veleni e tossicologia. Alimenti e sofisticazioni alimentari. La chimica della combustione e gli incendi dolosi. Balistica ed esplosivi. Cenni di chimica del colore e dei coloranti; vernici e inchiostri. Polimeri naturali e sintetici, legno, carta, fibre e tessuti. Esercitazioni pratiche di laboratorio attinenti all'argomento del corso.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Chimica biosintesi e bioattività delle sostanze naturali	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso intende far acquisire conoscenze sulle più importanti classi di sostanze organiche naturali ed in particolare sulla loro biosintesi e correlazione struttura-attività biologica. Si intende inoltre fornire conoscenza sulla emisintesi di derivati e/o analoghi per la modulazione della loro attività e specificità finalizzata alla potenziale applicazione pratica in agricoltura, nell'industria agroalimentare, nell'industria vivaistica e del legno; industria cosmetica e farmaceutica e nella salvaguardia dell'ambiente e dei beni artistici e culturali.	
Contenuti o programma sintetico: Definizione di metaboliti primari e secondari. I mattoni biosintetici. I principali meccanismi di biosintetici: via dell'acetato, dello shikimato e del mevalonato: Lipidi e polichetidi: Acidi grassi; Saponi e formazioni micellari; Macrolidi; Amminoacidi aromatici e fenilpropanoidi: flavonoidi, isoflavonoidi e cumarine; metaboliti di origine vegetale: i coloranti e gli aromi naturali Terpeni: Emiterpeni, Monoterpeni, Sesquiterpeni, Diterpeni, Sesterterpeni; metaboliti bioattivi di origine microbica o vegetale; aromi naturali; metaboliti con attività erbicida, fungicida, batteriocida ed insetticida; Triterpeni e Steroidi: lo squalene. Teraterpeni: i carotenoidi; coloranti e vitamine; Terpenoidi superiori: gomme naturali; Alcaloidi: pirrolidinici, piridinici indolici e purinici; l'importanza alimentare e terapeutica di alcuni alcaloidi; Alcaloidi da Amaryllidaceae biosintesi, metodologie di estrazione degli alcaloidi, struttura e attività biologica. Modelli per: a) l'ottimizzazione della produzione, purificazione, caratterizzazione chimica e biologica ed analisi di prodotti naturali; b) per la semisintesi di derivati ed analoghi di prodotti naturali per studi di correlazione struttura-attività; c) per lo scale-up industriale per la produzione, purificazione e derivatizzazione di prodotti naturali; d) per la bioformulazione dei prodotti naturali: Utilizzazione industriali delle sostanze naturali quali metaboliti microbici o vegetali: a) in agricoltura come biopesticidi: erbicidi, fungicidi, batteriocidi e insetticidi di origine naturale per evitare l'uso dei "Chemical"; b) come erbicidi e fungicidi e insetticidi per la salvaguardia dell'ambiente e dei beni culturali (monumenti ed aree archeologiche) riducendo o evitando le gravi perdite del patrimonio forestale ed ornamentale dovuto a stress biotici ed i danni dovute ad operazioni meccaniche e l'uso di erbicidi chimici; Utilizzazioni analoghe per la salvaguardia di importanti infrastrutture: strade ferrate ed autostrade; c) quali fungicidi, batteriocidi e insetticidi nella industria vivaistica e del legno per ridurre o eliminare i danni provocati da stress biotici; d) quali nell'industria del packaging alimentare; e) quali principi attivi nell'industria cosmetica e farmaceutica.	

Testi consigliati:
Propedeuticità:
Prerequisiti: Principi di base di chimica organica
Modalità di verifica dell'apprendimento: Esame orale

Insegnamento: Chimica bioinorganica e laboratorio	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/03	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire conoscenze avanzate sui principali elementi inorganici presenti nei sistemi viventi. Lo studente svilupperà le seguenti conoscenze e capacità: (a) comprendere il ruolo svolto da ioni metallici in metalloproteine e metalloenzimi; (b) comprendere il ruolo svolto dagli ioni metallici nella regolazione dei processi vitali; (c) identificare e comprendere il ruolo di ioni metallici in composti e tecniche utilizzate in terapia e diagnostica; (d) discutere le principali proprietà spettroscopiche, strutturali e funzionali.	
Contenuti o programma sintetico: Introduzione alla Chimica Bioinorganica. Principali ioni metallici nei sistemi biologici. Accumulo e deficienza. Processi di omeostasi di metalli. Struttura e funzione di metalloproteine e metalloenzimi contenenti: Ferro, Rame, Cobalto, Zinco, Manganese. Metalli in medicina. Esercitazioni di laboratorio: preparazione e caratterizzazione spettroscopica e funzionale di emoproteine e sistemi modello.	
Testi consigliati:	
Propedeuticità:	
Prerequisiti: Principi di base di chimica della coordinazione.	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Esame orale e discussione delle relazioni di laboratorio	

Insegnamento: Chimica di composti organici funzionali da fonti rinnovabili / Chemistry of functional organic compounds from renewable sources	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso intende fornire una conoscenza avanzata dal punto di vista delle caratteristiche strutturali e di reattività delle principali classi di biomasse e materiali di scarto di origine vegetale o animale di larga accessibilità derivanti o meno da processi industriali. Verranno inoltre illustrati i processi correntemente utilizzati per la trasformazione di tali materiali, con particolare riferimento a metodologie innovative e sostenibili. Infine verrà fornita una panoramica delle applicazioni di tali materiali di rilevanza per la salute umana, preparazione di alimenti funzionali, additivi, ottenimento di bioattivi, sistemi biomedicali. Il corso intende inoltre fornire il razionale per lo sviluppo di metodi sostenibili per la lavorazione di biomasse e sviluppare la capacità di individuare le potenzialità di nuovi materiali sulla base di conoscenze delle caratteristiche strutturali e di reattività chimica.	
Contenuti o programma sintetico: PRINCIPALI CLASSI DI BIOMASSE E MATERIALI DI SCARTO (biomass and wastematerials). Panoramica delle fonti (scarti agricoli, masse algali, lavorazione carni, biomasse cellulosiche e lignocellulosiche, oli e grassi etc) e classificazione sulla base delle caratteristiche strutturali (polisaccaridi, proteine, polimeri fenolici, trigliceridi etc) METODI PER LA TRASFORMAZIONE ED ARRICCHIMENTO DEI MATERIALI DI INTERESSE: Trattamenti idrolitici. Metodi fermentativi. Impiego di solventi green. Uso di metodi fisici per estrazione e filtrazione. Metodologie per il monitoraggio dei processi. Esempi con particolare riferimento a cellulosa, emicellulosa, polisaccaridi da alghe, lignine, tannini, chitosani. ESEMPI DI APPLICAZIONI: Estrazione di bioattivi, panoramica principale attività associata con particolare riferimento a sistemi ossidanti, additivi e coloranti alimentari; prodotti ad alto	

valore aggiunto quali melanine vegetali, fungali; Biomateriali per il rilascio controllato di farmaci e bioattivi; materiali biocompatibili per il sostegno e crescita tissutale.
Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

Insegnamento: Chimica computazionale / Computational chemistry	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02	CFU: 4+2
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Alla fine del corso lo studente possiederà una conoscenza delle basi del modeling e della chimica computazionale moderna. In particolare il corso fornisce gli strumenti necessari per usufruire criticamente del supporto all'esperimento e dell'interpretazione grazie alla chimica computazionale e al modeling nell'ambito delle diverse discipline sperimentali (sintesi, caratterizzazione strutturale e spettroscopica).	
Contenuti o programma sintetico: I contenuti del corso includono i fondamenti delle diverse metodologie della chimica computazionale per la determinazione della struttura e delle proprietà dei sistemi molecolari: metodi di Dinamica Molecolare, Monte Carlo, metodi quantomeccanici, modelli ibridi classico-quantistici. I contenuti includono inoltre le procedure di analisi tramite il calcolo di proprietà e bande spettroscopiche (IR, UV, NMR) e proprietà termodinamiche delle molecole. Il corso prevede numerose esercitazioni, all'uso di diversi programmi di calcolo e grafica molecolare tra i più moderni ed utilizzati nell'ambito di diverse discipline.	
Propedeuticità: nessuna	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Chimica delle sostanze coloranti e pigmenti per l'arte/ Chemistry of dye substances and pigments for art	
Modulo:	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Fornire le conoscenze sulla teoria e percezione del colore, sui materiali, (coloranti organici naturali e di sintesi, pigmenti vernici, solventi e resine) sulle tecniche pittoriche impiegate nelle principali tradizioni artistiche (pittura parietale, su tavola, tela, stoffa, carta, legno, metallo). Fornire conoscenze sulla relazione struttura colore, sul degrado dei beni culturali, e sulle tecniche di puliture ed il rischio connesso con le operazioni di restauro.	
Contenuti o programma sintetico: Un breve percorso storico sui coloranti. Le basi chimico-fisiche del colore. Le classificazioni dei coloranti: i coloranti ed i pigmenti, la classificazione tecnica e chimica. Coloranti naturali e coloranti sintetici; le differenti classi di coloranti organici; Coloranti per fibre tessili, per fibre cellulosiche, fibre proteiche, fibre sintetiche. Pigmenti inorganici ed organici. Principali tecniche pittoriche utilizzate nel corso della storia dell'arte. I materiali pittorici utilizzati nella storia della civiltà. Struttura e materiali costitutivi delle opere policrome. Generalità sulle superfici dipinte. Descrizione delle tecniche pittoriche. Caratteristiche e composizione chimica dei materiali organici. Processi di degrado dei materiali pittorici. Leganti, vernici, solventi e resine: caratteristiche, classificazione. La "Pulitura" dei dipinti: Il "Rischio" di interazione con i Materiali dell'Opera.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti: Conoscenze di base di Principi di base di chimica organica e tecniche spettroscopiche	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Design of bioinspired catalysts/Progettazione di Catalizzatori Biocompatibili	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/03	CFU: 6
Metodi didattici: lectures, lab/lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: The course aims to provide practical skills in the design of bioinspired materials and catalysts. In particular, through	

examples of natural and artificial metalenzymes and bioinspired design projects, the student will understand the role of transition metals as active elements in the catalysis, and of the ligand (protein) as crucial for stability, product selectivity and modulation of the electronic properties of the cofactor (non-innocent ligand). The student will develop the following skills and knowledge: (a) understand and analyze the structure/function relationship of materials, catalysts and natural and artificial metal complexes at the atomic level; (b) use computational methods for the analysis and design of bioinspired catalysts and macromolecules reporter; (c) recognize the main structural and drawable reasons; (d) critically evaluate the literature and today's engineering procedures for bio-inspired metal sites. Obiettivo del corso è fornire competenze pratiche nel design di materiali e catalizzatori bioispirati. In particolare, attraverso esempi di metallo enzimi naturali e artificiali e progetti di design bioispirato, lo studente comprenderà il ruolo dei metalli di transizione, quali elementi attivi nella catalisi, e del ligando (proteina) come cruciale per la stabilità, la selettività dei prodotti e la modulazione delle proprietà elettroniche del cofattore (non-innocent ligand). Lo studente svilupperà le seguenti capacità e conoscenze: (a) comprendere e analizzare il rapporto struttura/funzione di materiali, catalizzatori e complessi metallici naturali e artificiali a livello atomico; (b) adoperare metodologie computazionali per l'analisi e il design di catalizzatori e macromolecole reporter bioispirati; (c) riconoscere i principali motivi strutturali e disegnabili; (d) valutare criticamente la letteratura e le odierne procedure di ingegnerizzazione di siti metallici bioispirati. Contenuti o programma sintetico: Application fields for bioinspired design and cases of interest in energy and biotechnology industry. Main methodologies for the design of bioinspired catalysts: de novo design, site-directed mutagenesis, directed evolution. Common domains and motifs in the engineering of bioinspired and biocompatible materials. Computational methods in design and structural prediction (DEE, Tertiary element search, All-atom search). Lab work experiences: Simulation of literature cases. Computational design of a biocatalyst. Aree di applicazione di design bioispirato e casi di interesse energetico e biotecnologico. Principali metodologie per la progettazione di catalizzatori bioispirati: de novo design, site-directed mutagenesis, directed evolution. Domini e motivi comuni nell'ingegnerizzazione di materiali bioispirati e biocompatibili. Metodi computazionali di design e predizione strutturale (DEE, Tertiary element search, All-atom search). Esperienze di laboratorio: Simulazione di casi di letteratura. Progettazione computazionale di un biocatalizzatore. Propedeuticità: Prerequisiti: Modalità di verifica di apprendimento: oralexam/esame orale
--

Insegnamento: Didattica della chimica	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/03	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso mira a fornire agli studenti una conoscenza approfondita dei risultati più recenti della ricerca in didattica della chimica con particolare enfasi sulle metodologie, strategie di progettazione e valutazione di interventi didattici nella scuola secondaria superiore e università. Al termine del corso, lo studente dovrà possedere le competenze necessarie per la progettazione di percorsi culturalmente significativi e didatticamente efficaci per l'insegnamento della disciplina. In particolare, dovrà essere in grado di: comprendere i tre livelli di rappresentazione della materia; contestualizzare alcuni argomenti di chimica nella loro prospettiva storica ed epistemologica; affrontare le principali difficoltà cognitive che gli allievi incontrano nell'apprendimento della chimica; elaborare sequenze didattiche per l'apprendimento di argomenti disciplinari previsti delle linee guida ministeriali.	
Contenuti o programma sintetico: Cenni alle teorie dell'apprendimento; Strategie e tecniche di insegnamento; Insegnamento della Chimica nella scuola secondaria e in ambito universitario; La Chimica e i suoi principi fondanti (nodi concettuali della disciplina; Esempi di percorsi didattici; La didattica laboratoriale nell'insegnamento della Chimica; Problemsolving e inquiry-based learning nell'insegnamento della Chimica; Il ruolo delle nuove tecnologie nell'insegnamento della Chimica; La verifica dell'apprendimento della Chimica; Didattica della Chimica in ambiti informali (musei, mostre, parchi tematici); Elementi di storia della chimica e valore didattico della storia della chimica; Elementi di epistemologia della chimica e valore didattico dell'epistemologia della chimica; Esempi di percorsi didattici utilizzando il metodo storico-epistemologico; Rapporto della Chimica con la società e l'etica.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Didattica delle scienze degli alimenti	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso è incentrato sulla progettazione di percorsi didattici e sulla presentazione di strategie educative sui concetti fondamentali di composizione e analisi degli alimenti, le caratteristiche nutrizionali e sensoriali degli alimenti e chimica delle trasformazioni e deterioramento degli alimenti. Vengono illustrati prerequisiti, gerarchie di conoscenza e interconnessioni tra gli argomenti attraverso una trattazione finalizzata all'insegnamento. L'attenzione è rivolta anche all'analisi delle potenzialità dell'uso delle nuove tecnologie per l'insegnamento e l'apprendimento delle scienze degli alimenti. Particolare enfasi è rivolta al ruolo della didattica laboratoriale come metodologia per l'apprendimento delle scienze degli alimenti, attraverso anche esempi operativi, pertanto il corso comprende anche attività di laboratorio finalizzate all'apprendimento e alla preparazione di esperienze didattiche. Saranno inoltre presentati metodi di didattica delle scienze degli alimenti con riferimento a metodologie interattive in classe e ad attività esterne presso aziende alimentari ed enti/istituti di ricerca operanti nel settore degli alimenti; saranno infine analizzati i percorsi curriculari di insegnamento delle scienze degli alimenti nella scuola italiana e per confronto nelle scuole europee e internazionali.	
Contenuti o programma sintetico: Percorsi didattici e strategie educative sui concetti fondamentali di composizione e analisi degli alimenti (carboidrati, lipidi, proteine, conservanti), caratteristiche nutrizionali e sensoriali degli alimenti, chimica delle trasformazioni e deterioramento degli alimenti. Le nuove tecnologie per l'insegnamento e l'apprendimento delle scienze degli alimenti. Ruolo della didattica in laboratorio e metodi di apprendimento delle scienze degli alimenti: esempi operativi. Metodi di didattica delle scienze degli alimenti: interazioni in classe e attività esterne presso aziende alimentari ed enti/istituti di ricerca operanti nel settore degli alimenti. Analisi di percorsi di insegnamento delle scienze degli alimenti nella scuola italiana e nelle scuole europee e internazionali.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Enzimologia ed ingegneria proteica	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/10	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso si propone di approfondire aspetti della cinetica enzimatica e di fornire competenze metodologiche per l'ottimizzazione di enzimi tramite le diverse strategie oggi disponibili per la modifica strutturale di una proteina sia attraverso interventi sul DNA codificante che sulla proteina stessa.	
Contenuti o programma sintetico: Struttura, meccanismo di azione, classificazione e ruolo biologico degli enzimi. Interazione enzima/substrato. Produzione e Purificazione di enzimi: principi teorici, calcolo della resa, criteri di purezza e tabelle di purificazione. Immobilizzazione degli enzimi: principi teorici, differenti procedure ed applicazioni. Modifica della struttura delle proteine per la costruzione e l'impiego di enzimi ingegnerizzati allo scopo di conferire nuove caratteristiche e per lo studio delle relazioni struttura funzione. Progettazione di nuove proteine. Inserimento di sequenze amminoacidiche utili per la purificazione e l'identificazione. Modifica chimica di specifici residui di una proteina. Mutagenesi. Modificazione della termostabilità e delle caratteristiche catalitiche di enzimi mediante evoluzione orientata.	
Testi consigliati:	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica dell'apprendimento: Esame orale	

Insegnamento: Economia e organizzazione aziendale
Modulo: Unico

Settore Scientifico-Disciplinare: ING-IND/35	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso ha l'obiettivo di introdurre gli studenti allo studio delle problematiche economiche ed organizzative delle imprese con riferimento al sistema economico nel quale operano ed alla loro dimensione e struttura organizzativa.	
Contenuti o programma sintetico: I) Verrà trattato il mercato ed i suoi protagonisti; i bisogni umani, le risorse economiche, le funzioni di domanda e di offerta, il prezzo di equilibrio, il modello di comportamento del consumatore, domanda di mercato, elasticità della domanda al prezzo; le funzioni di ricavo totale e ricavo marginale, l'impresa, i fattori produttivi, la funzione di produzione, le funzioni di prodotto medio e prodotto marginale, i costi di produzione, costi di breve e lungo periodo, le funzioni di costo nel breve periodo e lungo periodo, confronto tra le funzioni di prodotto medio e di prodotto marginale con le funzioni di costo medio variabile e costo marginale; le principali forme di mercato: concorrenza perfetta, monopolio, concorrenza monopolistica; oligopolio. II) le società con finalità di lucro, disciplina dei conferimenti: l'atto di costituzione delle società, il capitale sociale, il capitale sotto l'aspetto qualitativo e quantitativo, il bilancio di esercizio e le politiche di bilancio; l'inventario, il conto economico, lo stato patrimoniale e la nota integrativa; gli strumenti di rilevazione della contabilità generale; la metodologia della partita doppia; gli indici di bilancio, i costi fissi ed i costi variabili. Il leasing ed il global service. La valutazione degli investimenti. Le principali funzioni aziendali: 1) Finanza; 2) Ricerca e sviluppo; 3) Amministrazione e controllo; 4) Gestione del personale e organizzazione; 5) Qualità; 6) Acquisto e logistica; 7) Produzione; 8) Marketing e vendite. I modelli organizzativi delle imprese.	
Propedeuticità: NESSUNO	
Prerequisiti: NESSUNO	
Modalità di verifica di apprendimento: Colloquio orale sulle tematiche trattate durante il corso	

Insegnamento: Environmental geochemistry	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico - Disciplinare: GEO/08	CFU: 6
Metodi didattici: lectures, lab/lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Knowledge of geochemical methods for the analysis of concentrations of metals and potentially toxic compounds in the environment, with particular attention to the understanding of their origin. Applications of the principle of mobility of chemical elements in solid, liquid and gas media to study contaminants pathways and their impact on the ecosystems. Conoscenza delle metodologie geochimiche per indagini riguardanti le concentrazioni di metalli e composti potenzialmente tossici nell'ambiente e per la comprensione della loro origine. Applicazione dei principi sulla mobilità degli elementi chimici nel mezzo solido, liquido e gassoso per lo studio dei percorsi attraverso i quali i contaminanti si muovono ed il loro destino una volta che raggiungono un ecosistema.	
Programma sintetico: Resources of the Earth. Resources management and sustainable development. Geochemical cycles. Geochemical analysis of heavy-metal polluted ecosystems. Epidemiology and the role of environmental geochemistry. Source and origin of metals. Geochemical behavior of elements in the Earth's surface. Effect of toxic metals on human health. Mobility and transport of heavy metals in the environment. Cycles: bioaccumulation and impact on living ecosystems. Background concentrations and indicative concentrations for contamination. Ecosystem health indicators. Analysis of samples and protocols. Geochemical mapping by GIS, elaboration of interpolated geochemical maps and interpretation of data Risorse della Terra. La gestione delle risorse e lo sviluppo sostenibile. I cicli geochimici. La geochimica nell'analisi degli ecosistemi inquinati da metalli pesanti. Epidemiologia e ruolo della geochimica ambientale. Sorgente ed origine dei metalli. Comportamento geochimico degli elementi nell'ambiente superficiale. Comportamento tossicologico degli elementi chimici nell'uomo. Mobilità e immobilità dei metalli pesanti nell'ambiente. Cicli: bioaccumulo e impatto sugli ecosistemi viventi. Concentrazioni background e concentrazioni indicative di contaminazione. Campioni indicatori dello stato di salute di un ecosistema. Analisi di campioni e protocolli. Cartografia geochimica con l'utilizzo dei GIS, costruzione di carte geochimiche puntuali e interpolate e interpretazione dei dati.	
Propedeuticità: nessuna	
Prerequisiti:	
Modalità di accertamento del profitto: written and oral, prova finale scritta e orale	

Insegnamento: Glycomics	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lectures/lezioni frontali	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: The course aims to provide advanced knowledge on the structure and structure-activity relationship of polysaccharides, glycosaminoglycans and glycoproteins. L'insegnamento si propone di fornire conoscenze avanzate sulla struttura e sulla relazione struttura-attività di polisaccaridi, glicosamminoglicani e glicoproteine. Synthetic contents/ Programma sintetico: Monosaccharides, oligosaccharides and polysaccharides: classification and structure. Peptidoglycan and Lipopolysaccharides, Innate and acquired Immunity. Capsula polysaccharides and glycoconjugate vaccines N- and O-linked glycoproteins Proteoglycans, structure and biosynthesis: linker oligosaccharide and polysaccharide chain (hyaluronic acid, chondroitin, dermatan heparan and heparin sulfate) Proteoglycans in: cartilage, atherosclerosis, blood coagulation cascade. Glycoinformatic Monosaccaridi, oligosaccaridi e polisaccaridi: classificazione e struttura. Peptidoglicani e Lipopolisaccaridi: Immunità Innata e Acquisita. Polisaccaridi capsulari e vaccini glicoconiugati in commercio. Glicoproteine N- e O-linked. Proteoglicani struttura e biosintesi: giunzione proteina/polisaccaride e tipi di catena polisaccaridica (Acido ialuronico, condroitina, dermatano, eparina ed Eparano). Proteoglicani in: cartilagine, arteriosclerosi e cascata di coagulazione del sangue. Glicoinformatica.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti: Principi di base di chimica organica	
Modalità di accertamento del profitto: oral exam/esame orale	

Insegnamento: Homogeneous catalysis for fine chemicals	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/03	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali in inglese, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: In this laboratory-based course, students will acquire the skills needed to work with air- and moisture-sensitive compounds, to perform a diversity of selective catalytic conversions, and to evaluate the results. Students will demonstrate their mastery of the material by writing formal laboratory reports and by presenting their results to their peers. In particular, they are expected to show their understanding of the reaction mechanisms of organometallic catalysis, and to connect that understanding to results obtained in the laboratory. In questo corso di laboratorio, gli studenti acquisiranno le competenze necessarie per lavorare con composti sensibili all'aria e all'umidità, per realizzare una varietà di conversioni catalitiche selettive e per valutare i risultati. Gli studenti dimostreranno la loro padronanza dell'argomento scrivendo relazioni di laboratorio e presentando i loro risultati. In particolare, si prevede che mostrino la loro comprensione dei meccanismi di reazione della catalisi organometallica e colleghino tale comprensione ai risultati ottenuti in laboratorio.	
Contenuti o programma sintetico: The course starts with an introduction to Schlenk techniques and an exercise in manipulating a sensitive compound ($\text{Cp}_2\text{Ti}(\text{NCMe})_2^+$) under an inert atmosphere. This is followed by a selection of experiments mostly chosen from the following list: • Synthesis and use of an alkene isomerization catalyst • Pd-catalyzed P-C coupling in aqueous solution • TEMPO/Cu catalyzed oxidation of a primary alcohol by air	

•Au catalyzed addition to the triple bond of an alkyne •Polymerization of norbornene catalyzed by Ir •Polymerization of phenylacetylene by Rh Most experiments take two lab sessions, plus some time for product characterization. Il corso inizia con un'introduzione alle tecniche di Schlenk e un esercizio di manipolazione di un composto sensibile ($\text{Cp}_2\text{Ti}(\text{NCMe})_2^+$) in atmosfera inerte. Questa è seguita da una selezione di esperimenti per lo più scelti dalla seguente lista: • Sintesi e uso di un catalizzatore per l'isomerizzazione di alcheni • P-C coupling catalizzato da Pd in soluzione acquosa • Ossidazione con aria catalizzata da TEMPO/Cu di un alcol primario • Addizione al triplo legame di un alchino catalizzata da Au • Polimerizzazione di norbornene catalizzata da Ir • Polimerizzazione del fenilacetilene catalizzata da Rh La maggior parte degli esperimenti richiede due sessioni di laboratorio e ulteriore tempo per la caratterizzazione del prodotto.
Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

Insegnamento: Metodi chimico-fisici per lo studio delle biomolecole / Chemico-physical methods for the study of biomolecules	
Modulo: unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso mira ad integrare le conoscenze di base dei metodi spettroscopici e microscopici ed illustrare le loro applicazioni allo studio delle macromolecole biologiche. Gli studenti dovrebbero acquisire la capacità di valutare le informazioni su struttura, funzione, dinamica ed interazioni delle macromolecole biologiche che ciascuno dei metodi può fornire.	
Contenuti o programma sintetico: Scopo del corso è offrire allo studente le conoscenze necessarie per applicare i moderni metodi spettroscopici (IR, Raman, UV/VIS, Raggi-X, CD, MCD, fluorescenza) e microscopici (microscopia confocale, microscopia a forza atomica, microscopia elettronica), allo studio di sistemi biologici. Gli approfondimenti teorici delle diverse tecniche saranno affiancati da esempi pratici riguardanti specifiche applicazioni ai vari tipi di biomolecole tratti dalla più recente letteratura. Alcune applicazioni verranno, inoltre, illustrate con esperienze di laboratorio.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: Illustrazione di un articolo della letteratura recente ai colleghi del corso. Colloquio finale	

Insegnamento: Metodi e modelli per processi fotoindotti / Methods and modeling of photoinduced processes	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/02	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Obiettivo del corso è fornire la conoscenza dei concetti chimico-fisici dei processi molecolari fotoindotti alla base di importanti fenomeni naturali, delle tecnologie per ottenere energia che si ispirano ad essi, e della interazione dei biomolecole e materiali con la radiazione elettromagnetica. Particolare attenzione è dedicata alle più moderne tecniche spettroscopiche, risolte nel tempo, in grado di studiare tali processi a livello molecolare e su scale di tempi ultraveloci. Vengono inoltre introdotti i metodi teorici e il modeling computazionale che permette la comprensione meccanicistica e la necessaria interpretazione di tali esperimenti. Il corso comprende anche esercitazioni di laboratorio al termine del quale lo studente sarà in grado di applicare tali tecniche ad un caso studio concordato con il docente.	
Contenuti o programma sintetico: Concetti teorici e meccanismi di reazione fotoindotti: chimica degli stati elettronici eccitati, cinetiche fotochimiche; Le spettroscopie steady-state e risolte nel tempo: spettri di emissione, assorbimento, IR e Raman statici e risolti nel	

tempo; Modelli teorici delle reazioni fotochimiche: metodi ab-initio per gli stati eccitati e le intersezioni coniche, metodi del funzionale della densità per stati elettronici eccitati, modeling di meccanismi di reazione e dinamica in chimica organica e in fotobiologia; Modeling degli spettri elettronici e vibronici; La dinamica di solvatazione; Dinamiche molecolari ab-initio adiabatiche e non adiabatiche: traiettorie non adiabatiche semiclassiche in fotochimica, traiettorie di campo medio Ehrenfest, traiettorie di salto di superficie, traiettorie 'multiple spawning'.
Propedeuticità:
Prerequisiti:
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale

Insegnamento: Metodi avanzati per la caratterizzazione di composti organici / Advanced methods for the characterization of organic compounds	
Modulo: unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/06	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, esercitazioni	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Lo scopo del corso è di fornire agli studenti una visione moderna della teoria e delle metodologie spettroscopiche al fine di determinare la struttura dei composti organici.	
Contenuti o programma sintetico: Il corso intende fornire agli studenti una visione moderna della teoria e dell'utilizzo delle diverse tecniche spettroscopiche al fine di determinare la struttura dei composti organici (Spettroscopia Infrarossa (IR), Spettrometria di Massa (MS), Risonanza Magnetica Nucleare (NMR), assorbimento UV). L'insegnamento intende stimolare lo sviluppo dei criteri di scelta della metodologia di analisi più adatta in funzione della tipologia di composti e della complessità del campione da trattare.	
Propedeuticità:	
Prerequisiti:	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

Insegnamento: Physicalchemistry of formulations and laboratory / Chimica fisica delle formulazioni e laboratorio	
Modulo: unico	
Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, laboratorio	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino: The training course aims to make the student in a position to understand the theoretical principles of colloidal systems and the techniques that allow their characterization. Il percorso formativo intende mettere lo studente in condizione di comprendere i principi teorici dei sistemi colloidali e le tecniche che ne permettono la loro caratterizzazione.	
Contenuti o programma sintetico: Thermodynamic and Statistical Aspects of Intermolecular Forces, Repulsive Steric Forces, Total Intermolecular Pair Potentials and Liquid Structure, Hydrogen-Bonding and Hydrophobic and Hydrophilic Interactions, Force between particles and surfaces. Solvation, Structural, and Hydration Forces. Adhesion and Wetting Phenomena. Thermodynamic of Self-Assembly. Colloids, Emulsions, Microemulsions, Vesicles, Liposomes, and micro/nano gels, Pigments and Dyes, Soft and Biological Structures. Lab: Preparation and characterization of a micro/nano gel. Characterization of amphiphilic systems through fluorescence. Characterization of pigments through Electronic Paramagnetic Resonance (EPR)	
Aspetti termodinamici e statistici delle forze intermolecolari, forze repulsive steriche, potenziali intermolecolari, struttura liquida, legame idrogeno e interazioni idrofobiche e idrofile, forza tra particelle e superfici. Solvatazione, Struttura e forze di idratazione. Fenomeni di adesione e bagnatura. Termodinamica dell'autoaggregazione. Colloidi, emulsioni, microemulsioni, vescicole, liposomi e micro/nano gel, pigmenti e coloranti, strutture biologiche. Laboratorio: Preparazione e caratterizzazione di un micro / nano gel. Caratterizzazione di sistemi anfifilici mediante fluorescenza. Caratterizzazione dei pigmenti mediante risonanza paramagnetica elettronica (EPR).	

Propedeuticità: nessuno
Prerequisiti:
Modalità di verifica di apprendimento: oral exam/esame orale

Insegnamento: Prodotti e processi della chimica industriale	
Modulo: Unico	
Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/04	CFU: 6
Metodi didattici: lezioni frontali, esercitazioni	Tipologia attività formativa: A scelta
Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso vuole fornire allo studente la consapevolezza dell'interconnessione esistente tra prodotto e processo. Verrà fornita innanzitutto una panoramica sulla struttura dell'industria chimica, successivamente si porrà in evidenza il legame tra materie prime e produzioni industriali. Verranno poi fornite le informazioni di base relative alle tecnologie impiegate nei processi chimici industriali. Gli argomenti descritti nella prima parte del corso costituiranno un supporto propedeutico indispensabile per la descrizione dei principali prodotti e processi dell'industria chimica di base. Verranno trattati con particolare enfasi ed approfondimento gli aspetti etici e di sicurezza delle produzioni industriali per familiarizzare gli allievi con i principi della "Chimica Sostenibile".	
Contenuti o programma sintetico: Introduzione alla chimica industriale. Processi della raffinazione del petrolio e della petrolchimica. Produzione del gas di sintesi e prodotti da esso derivati. Bioraffineria. Prodotti inorganici dell'industria chimica. Catalisi omogenea ed esempi di processi industriali. Catalisi eterogenea ed esempi di processi industriali. Chimica fine. Intensificazione di processi.	
Propedeuticità: nessuna	
Prerequisiti: nessuno	
Modalità di verifica di apprendimento: esame orale	

ALLEGATO C (Prova Finale)

La Laurea Magistrale in Scienze Chimiche si consegue dopo aver superato tutti gli esami previsti dall'Ordinamento unitamente ad una prova finale, consistente nella discussione di una tesi su un argomento specifico preventivamente concordato con almeno un relatore che supervisiona l'attività nelle sue diverse fasi.

La tesi dovrà consistere in un elaborato originale sviluppato in maniera autonoma dallo studente sulla base di una attività sperimentale incentrata su problematiche e metodologie proprie della ricerca scientifica e finalizzata al conseguimento di capacità di lavoro sperimentale autonomo, acquisizione ed elaborazione dei dati, discussione e presentazione critica dei risultati e della letteratura chimica internazionale. L'elaborato può essere redatto in lingua inglese.

Il progetto di Tesi, concordato con il relatore, viene proposto ad apposita Commissione che individua due controrelatori con esperienza attinente alla tematica presentata. Lo studente descrive pubblicamente le linee essenziali del suo lavoro di ricerca durante il Seminario pre-Laurea. Dalla data del Seminario pre-laurea dovranno trascorrere almeno 6 mesi prima della discussione della Tesi. I due controrelatori seguiranno, attraverso colloqui periodici, il lavoro di Tesi ed esprimeranno il loro giudizio nella seduta finale.

La discussione della tesi è pubblica e avviene alla presenza di una Commissione Giudicatrice (Commissione di Laurea), nominata dalle strutture didattiche.

Il giudizio finale, espresso in centodecimi, dalla Commissione Giudicatrice terrà conto della carriera dello studente e dell'esito della prova finale.

Le attività formative relative al lavoro di tesi possono essere svolte sia nell'interno delle strutture universitarie sia presso centri di ricerca, aziende o enti esterni secondo modalità stabilite dalla Commissione Didattica.