



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE**

**REGOLAMENTO**

**CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE**  
**DELLA CHIMICA INDUSTRIALE**

*Classe delle Lauree Magistrali in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale, Classe*  
*LM-71*

**ANNO ACCADEMICO 2022/2023**

**Napoli, Aprile 2022**

## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*

### REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE DELLA CHIMICA INDUSTRIALE Classe delle Lauree Magistrali in

#### Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale, Classe LM-71

#### **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 e Tecnologie della Chimica Industriale, come individuato dall'Art.2 del presente regolamento;
  - f) per titolo di studio, la Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale, come individuata dall'Art.2 del presente regolamento;
  - g) per Commissione la Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale;
  - 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 e Tecnologie della Chimica Industriale, appartenente alla Classe delle lauree magistrali in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale , Classe LM-71, 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 a Corsi di Laurea magistrale sono quelli previsti dalle norme vigenti in materia. Altri requisiti formativi e culturali richiesti per l'accesso al Corso di Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale, sono regolati dal successivo Art.4.

La Laurea magistrale si consegue al termine del Corso di Laurea 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 e Tecnologie della Chimica Industriale e le attività formative propedeutiche ed integrative sono indicati nell'allegato A al presente regolamento.

## **Art.5. Articolazione degli studi**

### **5.1. Laurea magistrale**

1. Il credito formativo universitario è definito nel RDA e nel RAD.
2. L'Allegato B1 che costituisce parte integrante del presente Regolamento, riporta
  - a) gli eventuali curricula del Corso di Laurea Magistrale;
  - b) l'elenco degli insegnamenti del Corso di laurea, con l'eventuale articolazione in moduli e i crediti ad essi assegnati, e delle altre attività formative, con l'indicazione della tipologia di attività, della modalità di svolgimento e 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 tirocinio e preparazione della prova finale;
3. L'Allegato B1 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.
4. Oltre ai corsi di insegnamento ufficiali, di varia durata, che terminano con il superamento dei relativi esami, l'Allegato B1 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.
5. 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 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) le propedeuticità
- g) le modalità di accertamento del profitto

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

## **Art.6. Organizzazione didattica**

### **6.1. Tipo di organizzazione**

Le attività formative si articolano in periodi didattici fissati dal Manifesto degli studi.

### **6.2. Manifesto degli studi**

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

1- Il Manifesto specifica:

- a) il calendario e le modalità di svolgimento delle attività formative propedeutiche e integrative di cui all'allegato A;
- b) l'elenco dei moduli e degli insegnamenti che vengono attivati e la loro collocazione nei periodi didattici previsti dal precedente comma 1;

- 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) il calendario della sessione di esame di recupero, da tenersi nel mese di settembre, prima dell'inizio delle attività formative del successivo anno accademico;
- f) le norme che regolano la sostituzione di insegnamenti impartiti negli anni precedenti e che siano stati soppressi;
- g) le regole per la compilazione di Piani di studio.
- h) le regole e le modalità di svolgimento delle attività di tirocinio.

2. In occasione della predisposizione del Manifesto degli studi, il Consiglio deciderà quali *curricula* e/o percorsi formativi consigliati attivare per il successivo anno accademico tra quelli riportati nell'Allegato B1.

3. In occasione della predisposizione del Manifesto degli studi, il Consiglio indicherà quali degli insegnamenti sarà tenuto in inglese per un massimo di 18 crediti.

### **6.3. Piani di studio**

I piani di studio individuali, contenenti modifiche al percorso formativo statutario indicato nell'Allegato B1 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, dalla Commissione Pratiche Studenti e approvati, respinti o modificati dalla Commissione. 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.

Nel caso di attivazione di più curricula gli studenti, presentano il loro piano di studi entro il primo semestre del primo anno, con la scelta dell'indirizzo, e potranno anche scegliere altri insegnamenti rispetto a quelli che ogni anno verranno consigliati nel manifesto degli studi tra tutti quelli attivati presso l'Università di Napoli Federico II, fermo restando che per ogni esame sostenuto positivamente verranno riconosciuti non più di 6 CFU. **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.**

### **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'Università 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**

Il riconoscimento dei crediti acquisiti è deliberato dalla Commissione. La Commissione Pratiche Studenti, 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 e Tecnologie della Chimica Industriale.

## **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, come attestato dalla documentazione relativa alla sua carriera.

### **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.

## **Art.11. Tempi**

### **11.1. Percorso normale**

La durata normale del Corso di Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale 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**

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;
- b) le modalità della valutazione conclusiva, che deve tenere conto dell'intera carriera dello studente all'interno del Corso di Laurea, dei tempi e delle modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari, della prova finale, nonché di ogni altro elemento rilevante.

2. Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito il quantitativo di crediti universitari previsto dall'Allegato B1 al presente Regolamento, meno quelli previsti per la prova stessa. La tesi di Laurea Magistrale può essere redatta in lingua inglese. Lo studente interessato ne farà richiesta al Consiglio che delibererà in merito.

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 e Tecnologie della Chimica Industriale dell'ordinamento preesistente possono optare per l'iscrizione al Corso di Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale 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 in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale 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**

Si può essere ammessi alla Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale della Classe LM- 71 avendo conseguito una Laurea Triennale della Classe L-27 nel cui curriculum siano presenti un minimo di 6 CFU di Chimica Industriale (CHIM/04) e 6 CFU di Impianti Chimici (ING-IND/25). E' richiesta anche una sufficiente conoscenza della lingua inglese (aver conseguito almeno 4 CFU o possedere una certificazione B1). Nel caso in cui curriculum di studi non soddisfi i requisiti sopra indicati la Commissione Pratiche Studenti valuterà caso per caso in via preliminare il livello di preparazione dello studente e suggerirà le eventuali integrazioni curriculari da acquisire per ottenere l'ammissione e le modalità per farlo attraverso un piano di studi personalizzato (Piano di studi individuale) o l'acquisizione di crediti attraverso corsi singoli. La Commissione ammetterà lo studente solo dopo un'accurata verifica che i requisiti di ammissione siano stati effettivamente conseguiti.

Per tutti gli studenti con una media degli esami inferiore o uguale a 23,00 si procederà anche all'accertamento della preparazione attraverso modalità che verranno decise dalla commissione pratiche studenti.

## Calendario delle attività didattiche e dei periodi di esame

Corsi di Laurea Magistrale	1° periodo didattico	1° periodo esami (2 sedute)	Finestra esami marzo	2° periodo didattico	2° periodo esami (2 sedute)	3° periodo esami (1 seduta)	Finestra esami ottobre
Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale Scienze naturali	20/09/2022- 19/12/2022	20/12/2022- 28/02/2023	1/03/2023- 31/03/2023	6/03/2023- 9/06/2023	12/06/2023- 31/07/2023	1/09/2023- 29/09/2023	2/10/2023- 31/10/2023

**Vacanze 1° semestre** - San Gennaro: 19 settembre (lunedì); Ognissanti: 1 novembre (martedì); Immacolata: 8 dicembre (giovedì); Natale: dal 23 dicembre (venerdì) al 6 Gennaio (venerdì).

**Vacanze di Carnevale** - Lunedì 20 febbraio e martedì 22 febbraio

**Vacanze 2° semestre** - Pasqua: da giovedì 6 aprile a mercoledì 12 aprile; Festa della Liberazione: 25 aprile (martedì); Festa del Lavoro: 1 maggio (lunedì); Festa della Repubblica: 2 giugno (venerdì)



**Allegato B.1**  
**Elenco degli insegnamenti**  
**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN**  
**SCIENZE E TECNOLOGIE DELLA CHIMICA INDUSTRIALE**

INSEGNAMENTO	CFU	Moduli (se previsto)	CFU modulo	SSD	Attività (*)	Ambito disciplinare (**)
<b>I ANNO</b>						
Complementi di Chimica Inorganica	6		6	CHIM/03	2	2.1
Analisi e Sintesi Organica	6		6	CHIM/06	2	2.1
Impianti Chimici	8		8	ING-IND/25	2	2.2
Chimica Industriale I	10	Chimica Industriale I	5	CHIM/04	2	2.2
		Esercitazioni e Laboratorio di Chimica Industriale I	5	CHIM/04	2	2.2
Chimica Industriale II	10	Chimica Industriale II	5	CHIM/04	2	2.2
		Laboratorio di Chimica Industriale II	5	CHIM/04	2	2.2
Chimica Fisica Industriale	6		6	CHIM/02	2	2.2
Corso Curricolare I	6		6	CHIM/04	2	2.2
Ulteriori conoscenze Linguistiche (Inglese)	4		4		6	
<b>II ANNO</b>						
Corso Curricolare II	6		6	CHIM/04 ING-IND/25	2	2.2
Corso Curricolare III	6		6	CHIM/04	2	2.2
				CHIM/01 CHIM/02 CHIM/03 CHIM/06	4	
Corso a scelta	6		6		3	
Ulteriori conoscenze Tirocinio	4		4		7	
Corso a scelta	6		6		3	
Corso Curricolare IV	6		6	CHIM/04 ING-IND/25	2	2.2
				ING_IND/24	4	
Attività per la preparazione dell'elaborato della laurea magistrale	29		29		5	
Esame di laurea magistrale	1		1		5	

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

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
<b>Rif. D.M. 270/04</b>	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
<b>rif. DCL</b>	Discipline chimiche	Discipline chimiche Ambientali, biotecnologiche, industriali, tecniche ed economiche

## Attività formative a scelta autonoma dello studente

Per quanto riguarda le attività a scelta autonoma, la Commissione propone, nell'ambito del Manifesto degli Studi, annualmente una lista di insegnamenti che permettono di approfondire particolari aspetti della Chimica e della Chimica Industriale.

## Curricula Didattici del Corso di laurea specialistica in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale

Potranno essere istituiti diversi curricula didattici come ad esempio:

- 1) **Prodotti, processi e tutela ambientale**
- 2) **Scienza dei polimeri**
- 3) **Formulazioni Industriali**

La scelta di un particolare percorso didattico richiede l'inserimento obbligatorio nel proprio piano di studi di Corsi curriculari specifici per ogni indirizzo come:

### 1. Curriculum didattico "Prodotti, processi e tutela ambientale"

- |   |              |
|---|--------------|
| I) Sviluppo e Controllo dei Processi Chimici Industriali        | (CHIM/04)    |
| II) Processi e Impianti di trattamento reflui                   | (ING-IND/25) |
| III) Metodi analitici per il controllo di qualità e di processo | (CHIM/01)    |
| IV) Sicurezza nei Processi della Chimica Industriale            | (CHIM/04)    |

### 2. Curriculum didattico "Scienza dei polimeri"

- |  |            |
|--|------------|
| I) Chimica e Tecnologia dei Polimeri                     | (CHIM/04)  |
| II) Proprietà e struttura dei Polimeri                   | (CHIM/04)  |
| III) Chimica dei Materiali Avanzati                      | (CHIM/03)  |
| IV) Metodi di caratterizzazione dei materiali polimerici | (CHIM /04) |

### 3. Curriculum didattico "Formulazioni Industriali"

- |                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| I) Chimica Fisica delle Formulazioni | (CHIM/02)    |
| II) Industria delle Formulazioni     | (CHIM/04)    |
| III) Formulazioni Polimeriche        | (CHIM/04)    |
| IV) Reologia                         | (ING-IND/24) |

Per quanto riguarda i 2 corsi da 6 CFU a libera scelta, gli studenti saranno incoraggiati ad usufruire di insegnamenti che arricchiscano le competenze dell'indirizzo prescelto. A questo proposito il CCS organizzerà un'opportuna offerta didattica con corsi consigliati per ciascun indirizzo come, a titolo di esempio:

### Corsi consigliati per il Curriculum didattico "Prodotti, processi e tutela ambientale"

- 1) Laboratorio di Catalisi Industriale
- 2) Processi di termoconversione dei solidi finalizzati alla produzione di energia
- 3) Biopesticidi per l'agricoltura
- 4) Progettazione degli esperimenti per gli studi di laboratorio e lo sviluppo di formulazioni
- 5) Impianti Chimici per l'Uso Sostenibile delle Risorse

### Corsi consigliati per il Curriculum didattico "Scienza dei Polimeri"

- 1) Cristallografia dei polimeri
- 2) Polimeri per applicazioni biomediche

- 3) Catalisi di polimerizzazione
- 4) Dinamica e reologia dei polimeri
- 5) Chimica Fisica dei Materiali
- 6) Metodi computazionali per lo studio delle reazioni di interesse industriale
- 7) Introduzione alla Risonanza Magnetica Nucleare dei Solidi

**Corsi consigliati per il Curriculum didattico “ Formulazioni Industriale”**

- 1) Dinamica e reologia dei polimeri
- 2) Chimica Fisica dei Materiali
- 3) Metodi computazionali per lo studio delle reazioni di interesse industriale
- 4) Progettazione degli esperimenti per gli studi di laboratorio e lo sviluppo di formulazioni
- 5) Esercitazioni di Chimica Fisica delle Formulazioni

## **Allegato B.2**

**Attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale. Delle Schede gli obiettivi formativi e le eventuali propedeuticità fanno parte del regolamento. Il programma del corso, i testi consigliati e le modalità di accertamento del profitto saranno aggiornati annualmente dai docenti dei relativi corsi che provvederanno a pubblicare i dati sulla loro pagina docente.**

## **Insegnamenti Fondamentali**

## Insegnamento N.1: Complementi di Chimica Inorganica

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM/03</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: <b>Il corso intende illustrare criticamente gli aspetti di Chimica Inorganica rilevanti per la chimica dei materiali e la catalisi industriale nel campo della "chimica fine". In particolare saranno trattati il legame chimico, struttura e reattività dei composti organometallici e di coordinazione (con esempi di applicazioni in processi catalitici di interesse industriale), caratterizzazione (NMR, IR), e la simmetria molecolare.</b></p> <p><b>Programma del corso:</b></p> <p><b>Leganti e complessi.</b> Numeri di coordinazione, geometrie e fattori che li determinano. Principali classi di leganti. Teoria del campo legante e orbitali molecolari. Donatori <math>\sigma</math>. Donatori ed accettori <math>\pi</math>. Relazioni "hard-soft". Conto degli elettroni di valenza. Stato di ossidazione formale e regola dei 18 elettroni. (7.5 ore)</p> <p><b>Composti organometallici dei gruppi principali.</b> Sintesi e reattività di composti di Li, Mg e Si. (5 ore)</p> <p><b>Classi di reazioni e classi di composti in chimica organometallica.</b> Doppio scambio e trans-metallazione. Metallo alchili e Idruro-complessi.. Addizione ossidativa ed eliminazione riduttiva. Metallo carbonili, complessi olefinici: reazioni di inserzione e di attacco nucleofilo. Complessi allilici e ciclopentadienilici: struttura e legame chimico. Complessi carbenici. (5 ore)</p> <p><b>Composti di coordinazione nella catalisi omogenea.</b> Reazioni catalitiche di alcheni: Idrogenazione, isomerizzazione, oligomerizzazione e altri. Reazioni di coupling varie. Eossidazione. Ciclopropanazione. Meccanismi e varianti enantioselettive. (7.5 ore)</p> <p><b>Simmetria, struttura e legame chimico.</b> Geometria molecolare e simmetria. Elementi di simmetria e gruppi puntuali. Assegnazione dal gruppo puntuale a una molecola. Combinazioni di orbitali atomici adattate alla simmetria (SALC). Spettri NMR. (5 ore)</p> <p><b>Testi consigliati:</b> Shriver, Atkins: Inorganic Chemistry, 5° ed. inglese o italiana. R. L. Carter, Molecular symmetry and group theory, Wiley 1998. R. H. Crabtree, The organometallic chemistry of transition metals, Wiley 2005.</p>			
<b>Propedeuticità: Nessuna</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un esame scritto.</b>			

## Insegnamento N.2: Analisi e Sintesi Organica

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: Chim/06</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di lezione: 17</b>	<b>Lezione: 2 ore</b>	<b>Esercitazione: 2 ore</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare): 42 ore di lezione frontale, 6 ore di esercitazioni</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Il corso introduce gli studenti al riconoscimento di una sostanza organica attraverso metodi spettroscopici e spettrometrici. Allo stesso tempo, il corso propone agli studenti una panoramica sulle principali reazioni di trasformazione di gruppi funzionali di molecole organiche utili a livello industriale.                      Lo studente dovrà acquisire padronanza nella lettura di spettri sia NMR (mono- e bidimensionali) che di spettrometria di massa EI, ESI e MALDI. Lo studente dovrà inoltre acquisire capacità critica nella formulazione di ipotesi strutturali. Infine, lo studente dovrà acquisire maggiore dimestichezza con le principali trasformazioni dei gruppi funzionali in chimica organica.</p> <p><b>Programma del corso:</b>  <b>ANALISI ORGANICA</b>                      Spettrometria di Massa. La strumentazione. Tecniche di ionizzazione EI, ESI e MALDI. Analizzatori di ioni. Sensibilità, limite di rivelazione, risoluzione, picchi isotopici. Ioni molecolari, ioni addotto. Calcolo della composizione elementare. Regola dell'azoto. Meccanismi di frammentazione ed analisi dei frammenti dei principali composti organici. GC-MS e LC-MS.                      La Risonanza Magnetica Nucleare (NMR). Principi fisici: Il fenomeno della risonanza; lo spostamento chimico ("chemical shift") e correlazione con gli elementi strutturali; l'accoppiamento spin-spin (molteplicità); la costante di accoppiamento.                      Spettroscopia del protone (<math>^1\text{H}</math>): chemical shifts e correlazioni con gli elementi strutturali; accoppiamenti <math>^1\text{H}</math>, <math>^1\text{H}</math>; protoni omotopici, enantiotopici e diastereotopici. Effetto Nucleare Overhauser (NOE).                      Spettroscopia del <math>^{13}\text{C}</math>: chemical shifts del <math>^{13}\text{C}</math> e correlazione con gli elementi strutturali; accoppiamenti <math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math>.                      Spettrometri NMR e registrazione degli spettri: preparazione dei campioni; lo schema di uno spettrometro NMR; gli spettrometri ad alto campo; lo spettro ad impulso e la trasformata di Fourier; la registrazione degli spettri; monodimensionali del <math>^1\text{H}</math> e del <math>^{13}\text{C}</math>; tecniche bidimensionali; le sequenze più comuni: COSY, HETCOR, HSQC, HMBC, TOCSY e NOESY; interpretazione di spettri bidimensionali; utilizzazione della spettroscopia NMR per la determinazione della struttura di composti naturali e di sintesi.                      Esercitazioni: interpretazione di spettri mono e bidimensionali per la determinazione della struttura di composti organici semplici appartenenti a differenti classi. Preparazione di un campione per MALDI ed NMR. Acquisizione di spettri.</p> <p><b>SINTESI ORGANICA</b>                      Principali trasformazioni dei gruppi funzionali in chimica organica. Trasformazione di polisaccaridi da biomasse. Analisi di composti contenenti carboidrati.</p> <p><b>Testi consigliati:</b> R.M. Silverstein; F.X. Webster; D.J.Kiemle; D.L. Bryce                      Identificazione spettrometrica di composti organici Casa Editrice Ambrosiana</p> <p>Appunti delle lezioni.</p>			
<b>Propedeuticità: nessuna</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto: esame scritto e orale</b>			

### Insegnamento N.3: Impianti Chimici

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico-Disciplinare: ING-IND/25</b>			<b>CFU: 8</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
	<b>Altro (specificare):</b>		
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                  Lo Studente deve dimostrare di conoscere, saper comprendere e saper elaborare discussioni anche complesse concernenti le problematiche relative a sistemi di reattori chimici, operazioni non isoterme, condizioni di flusso non ideali e processi eterogenei. Ciò a partire dalle nozioni qui apprese e mediante il percorso formativo dell'Insegnamento che intende fornire al Discente le conoscenze e gli strumenti metodologici appropriati, anche mediante attività di esercitazione numerica. Lo Studente deve dimostrare di saper risolvere problemi concettuali e di progetto relativi a reattori chimici ideali e non ideali, anche in combinazione tra loro ed in presenza di reazioni chimiche multiple e/o non isoterme e/o eterogenee.</p>			
<p><b>Programma:</b>  <u>Reazioni singole in reattori isotermi.</u> Richiami di elementi di reattoristica ideale. Combinazione di reattori in serie/parallelo. Ruolo dei fenomeni di miscelazione/segregazione. Reattore con riciclo. Esercitazioni numeriche.   <u>Reti di reazioni.</u> Definizioni generali e schemi di reazioni. Progetto di reattori per reazioni in parallelo e serie. Estensioni per reti serie-parallelo, ed effetto della temperatura. Esercitazioni numeriche.   <u>Reattori non isotermi.</u> Definizioni generali e richiami termocinetici. Diagrammi cinetici conversione-temperatura per reazioni irreversibili e reversibili, endotermiche ed esotermiche. Profili ottimali di temperatura in reattori non isotermi. Bilanci combinati di materia e di energia. Reattori adiabatici e loro ottimizzazione. Reattori autotermici. Scelte reattoristiche. Molteplicità di stati stazionari. Esercitazioni numeriche.   <u>Reattori non ideali.</u> Concetti generali e situazioni di non idealità. Microfluidi e macrofluidi. Distribuzione dei tempi di residenza, età ed aspettativa di vita. Prove di tracciamento ad impulso e a scalino. Modelli a compartimenti. Massima segregazione e massima miscelazione. Scala minima di turbolenza secondo Kolmogorov. Reattore di Zwietering. Modello a dispersione assiale. Modello a flusso laminare. Modello shrinking core per reazioni solido-gas. Fattore di efficienza e modulo di Thiele per solidi porosi reagenti. Equazioni di progetto per reattori solido-gas.   <u>Elementi di analisi economica di processi chimici.</u> Definizioni generali e grandezze economiche di interesse. Strategia sinking fund per la determinazione del tasso di ammortamento. Venture profit. Costi specifici, profitto lordo e produttività critica per processi chimici.</p>			
<p><b>Fonti bibliografiche:</b> Appunti dalle lezioni e corso MOOC web-learning <a href="http://www.federica.unina.it">www.federica.unina.it</a>; O. Levenspiel, <i>Chemical Reaction Engineering</i>, Ed. Wiley.</p>			
<p><b>Propedeuticità:</b> Nessuna.</p>			
<p><b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale scritta (facoltativa) e orale.</p>			

## Insegnamento N.4: Chimica Industriale I

### Insegnamento N.4: Chimica Industriale I (2 Moduli)

<b>Modulo I: Chimica Industriale I</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04</b>			<b>CFU: 5</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
	<b>Altro (specificare): 40 ore di lezione</b>		
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze approfondite e gli strumenti metodologici di avanzati per analizzare gli aspetti fondamentali dei processi chimici industriali e le problematiche ad esse connesse di tipo scientifico e tecnologico.</p> <p>Contenuti del corso:                      1 Materie prime e fonti energetiche (0.25 CFU)                      2 Prodotti inorganici (0.25 CFU)                      3 Intermedi organici e prodotti finali (0.25 CFU)                      4. Aspetti ambientali della chimica industriale (1 CFU)                      5 Costi di produzione dei prodotti chimici (0.25 CFU)                      6 Tutela Brevettuale nell'industria Chimica (0.5 CFU)                      7 Esempi di processi industriali (2.5 CFU)</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova orale finale e valutazione lavoro di gruppo assegnato.			

<b>Modulo II : Esercitazioni e Laboratorio di Chimica Industriale I</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04</b>			<b>CFU: 5</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione: 2</b>	<b>Laboratorio:1</b>
	<b>Altro: 2CFU= 16 ore di lezione e 3CFU= 36 ore di Eserc./Lab</b>		
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità di proporre soluzioni ai problemi che si incontrano nella gestione e/o progettazione di un processo chimico, sulla base degli esempi illustrati e delle esercitazioni numeriche e di laboratorio.</p> <p>Contenuti del Corso  <u>Lezioni Frontali:</u>                      Catalisi Industriale: Sintesi e caratterizzazione dei catalizzatori eterogenei (0.5 CFU)                      Misura ed elaborazione dei dati cinetici (1.5 CFU)  <u>Esercitazioni/Laboratorio:</u>                      Esercitazioni numeriche di Catalisi e Cinetica (2 CFU)                      Laboratorio di Catalisi e Cinetica (1 CFU)</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova scritta e/o orale finale e valutazione delle relazioni relative alle esercitazioni di laboratorio.			

### Insegnamento N.5: Chimica Industriale II (2 Moduli)



<b>Modulo I: Chimica Industriale II</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04/05</b>			<b>CFU: 5</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
	<b>Altro (specificare): 40 ore di lezione</b>		
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Acquisizione delle nozioni fondamentali sulla struttura molecolare a cristallina e sulle proprietà fisiche e meccaniche di materiali inorganici metallici, ceramici e polimerici. Obiettivo è fornire i concetti alla base dell'approccio molecolare nello studio delle proprietà fisiche e meccaniche di materiali che permette di interpretare e correlare le proprietà d'uso di un materiale alla sua struttura molecolare e cristallina.</p> <p><b>Programma del corso:</b>                      Introduzione alla scienza dei materiali. Materiali metallici, ceramici e polimerici.  <u>Lo stato cristallino:</u> Generalità su reticoli cristallini, celle elementari, sistemi cristallini, reticoli. Strutture con impacchettamento compatto. Posizioni interstiziali. Strutture cubiche ed esagonali compatte. Piani reticolari e direzioni cristallografiche. Numero di coordinazione, fattore di impacchettamento e densità di impacchettamento di piani cristallini e di direzioni cristallografiche. Struttura di metalli, polimorfismo e allotropismo. Strutture cristalline tipo, NaCl, CsCl, fluorite, antilfluorite, ZnS, perovskiti, diamante e silice.                      Difetti nei cristalli: difetti di punto, di linea, di superficie; Dislocazioni. Grani e bordi di grani.  <u>Lo stato solido di polimeri:</u> lo stato amorfo, cristallino e semicristallino. Proprietà dello stato amorfo vetroso e gommoso. La transizione vetrosa e vetrificazione, i cinque stati della materia amorfa.                      Lo stato cristallino di polimeri. Strutture cristalline di polimeri. Principio di equivalenza e conformazioni di polimeri e simmetrie. Simmetrie cristallografiche e gruppi spaziali di simmetria.  <u>Mesofasi solide, cristalli liquidi e nanostrutture.</u> Ordine e disordine nelle mesofasi e nei cristalli liquidi.                      Nanostrutture in copolimeri a blocchi.  <u>Diffrazione dei raggi X e scattering.</u> Principi generali di diffrazione, legge di Bragg, reticolo reciproco e sfera di Ewald. Interpretazione di spettri di diffrazioni dei raggi X di cristalli singoli e di materiali in polvere e fibre di polimeri. Scattering al basso ed alto angolo. Intensità di scattering e funzione di autocorrelazione della densità elettronica e delle fluttuazioni di densità elettronica. Esempi di scattering di materiali: particelle isolate e in sistemi diluito e concentrato, proteine globulari e polimeri cristallini. Determinazione della forma e dimensione delle particelle e delle periodicità.                      Microscopia elettronica in trasmissione e a scansione e microscopia a forza atomica nello studio della struttura e della morfologia di materiali.  <u>Proprietà meccaniche di materiali metallici, ceramici e polimerici.</u> Curve sforzo-deformazione, prove di impatto, fatica e durezza. Viscoelasticità di polimeri. Creep e stress-relaxation. Master curve. Reologia di polimeri. Misure dinamico-meccaniche. Proprietà meccaniche di elastomeri. Meccanismi molecolari delle deformazioni di materiali. Ruolo dei difetti e delle dislocazioni. Meccanismo di deformazione di polimeri.  <u>Equilibri di fase.</u> Diagrammi di stato solido-liquido: leghe binarie, curve di raffreddamento, eutettico, trasformazioni eutettoidica, monotettica, peritettica e peritettoidica. Diagrammi di stato ternari.  <u>Materiali metallici.</u> Proprietà e lavorazione. Diagramma di fase ferro-carbonio. Acciai, Ghise, Martensite e acciai inossidabili austenitici e ferritici.  <u>Materiali ceramici tradizionali e avanzati.</u> Silicati, argille e feldspati. Materiali refrattari, ossidi, carburi e nitrucci. Calce, gesso e cemento. Cemento armato e calcestruzzo.</p> <p><b>Testi consigliati per i due moduli:</b>                      1) W. F. Smith "Scienza e tecnologia dei materiali" McGraw-Hill Libri Italia srl -1995                      2) W.D. Callister "Materials Science and Engineering. An introduction", Wiley, 2010                      3) Anthony R. West "Solid state Chemistry and its Applications" John Wiley &amp; Sons.                      4) C. De Rosa, F. Auriemma, <i>Crystals and crystallinity in polymers: diffraction analysis of ordered and disordered crystals</i>, Wiley, 2014                      Dispense del docente.</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova orale finale.			

<b>Modulo II : Laboratorio di Chimica Industriale II</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04/05</b>			<b>CFU: 5</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:1</b>
<b>Altro: 2CFU= 16 ore di lezione e 3CFU= 36 ore di laboratorio</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Acquisizione con esercitazioni di laboratorio delle principali tecniche sperimentali di caratterizzazione di materiali metallici, ceramici e polimerici. Esercitazioni numeriche e analisi dei dati per lo studio delle relazioni tra proprietà misurate in laboratorio e struttura molecolare e cristallina.</p>			
<p><b>Programma del corso</b>  <u>Descrizione dello stato cristallino.</u> Cella elementare e sistemi cristallini. Reticoli di Bravais. Coordinate frazionarie degli atomi nella cella elementare. Piani reticolari e indici di Miller hkl. Direzioni cristallografiche. Numero di coordinazione. Calcolo del fattore di impaccamento e della densità di impaccamento di piani cristallini e di direzioni cristallografiche. Calcolo della densità teorica dei cristalli. Le simmetrie cristallografiche e i gruppi spaziali di simmetria.  <u>Tecniche di caratterizzazione strutturale e morfologica di materiali:</u> diffrazione dei raggi X, scattering al basso angolo, calorimetria differenziale a scansione, microscopia elettronica in trasmissione (TEM), microscopia elettronica a scansione (SEM), microscopia a forza atomica.                      Proprietà meccaniche di materiali. Curve sforzo-deformazione. Metodi di analisi delle proprietà meccaniche e viscoelastiche dei materiali. Creep e stress-relaxation. Misure dinamico-meccaniche e reologia di polimeri.  <u>Esercitazioni numeriche:</u>                      Riconoscimento di reticoli cristallini, piani e direzioni cristallografiche. Rappresentazione delle proiezioni di cristalli in piani cristallografici e utilizzo delle coordinate frazionarie degli atomi nella cella elementare. Calcoli di distanze ed angoli di legame dalle coordinate frazionarie.                      Determinazione degli elementi di simmetria e delle posizioni equivalenti in gruppi spaziali di simmetria.                      Analisi di dati di diffrazione dei raggi X ad alto angolo: lettura di uno spettro di polvere e di uno spettro di fibra di polimeri. Indicizzazione dei riflessi. Determinazione degli assi della cella elementare di metalli e del raggio degli atomi da uno spettro di polvere.                      Analisi di dati SAXS e utilizzo dei modelli di Guinier e Porod. Determinazione del raggio di girazione e della dimensione e forma di oggetti scatteranti. Determinazione dell' area specifica all' interfaccia in sistemi bifasici e porosi.                      Esercizi su diagrammi di fase solido-liquido. Identificazione delle trasformazioni invariati. Diagramma di stato ferro-carbonio.</p>			
<p><u>Esercitazioni di laboratorio su relazioni proprietà-struttura di materiali.</u>                      1) Prove meccaniche su materiali: Curve sforzo-deformazione di differenti materiali, determinazione dell'isteresi meccanica di elastomeri, stress-relaxation e creep.                      2) Calorimetria differenziale a scansione (DSC).                      3) Diffrazione dei raggi X ad alto angolo di polvere e fibre: Determinazione di parametri strutturali di metalli e polimeri. Determinazione della dimensione dei cristalli e del grado di orientamento in fibre di polimeri.                      4) Diffrazione dei raggi X al basso angolo (SAXS):Scattering di polimeri semicristallini e determinazione delle periodicità lamellari. Analisi di sistemi porosi e di nanoparticelle in sospensioni colloidali diluite. Studio della morfologia di nanostrutturate formate in copolimeri a blocchi.                      5) Microscopia a forza atomica AFM</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova orale finale e valutazione delle relazioni relative alle esercitazioni di laboratorio.			

## Insegnamento N.6: Chimica Fisica Industriale

<b>Modulo:</b> unico			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> CHIM/02			<b>CFU:</b> 6
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b> 2	<b>Esercitazione:</b> 1	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> Il corso si propone di sviluppare negli studenti la capacità di analizzare il comportamento dei sistemi reali, chiusi e/o aperti, nei termini delle loro proprietà termodinamiche. Il corso comprende un ampio numero di esercitazioni numeriche, molte delle quali riguardano problematiche comuni della chimica industriale, che consentono agli studenti di verificare le capacità acquisite mediante lo studio degli argomenti teorici esposti.</p> <p><b>Programma del corso:</b>                  La termodinamica dei sistemi reali.                  Le proprietà delle sostanze pure. Comportamento PVT di una sostanza pura. Trasformazioni di fase delle sostanze pure. Equazione di Clapeyron. Tensioni di vapore e calori latenti. Proprietà dei sistemi bifase. Dilatazione volumetrica. Capacità termiche dei solidi e dei liquidi. Capacità termiche dei gas. Valutazione delle proprietà termodinamiche per i sistemi PVT. Diagrammi termodinamici e tabelle per sistemi PVT. Il fattore di compressibilità. Equazione del viriale. Equazioni di stato empiriche. Principio degli stati corrispondenti.</p> <p>Termodinamica dei sistemi aperti.                  Equazioni di conservazione dell'energia per sistemi chiusi. Equazioni dell'energia per sistemi aperti in regime stazionario. Formulazione generale dell'equazione dell'energia. Applicazione del secondo principio ai sistemi aperti. Equazioni di bilancio dell'energia meccanica. L'ugello adiabatico. Le turbine ad azione ed a reazione.</p> <p>I gas reali.                  Energia interna, entalpia, entropia ed energia di Gibbs di un gas reale. Il problema della divergenza e definizione di fugacità. Metodi sperimentali per la valutazione della fugacità. Relazione tra le capacità termiche di un gas reale. Miscele di gas reali.</p> <p>Le soluzioni reali.                  Relazioni fondamentali delle funzioni eccesso. Attività e coefficienti di attività. Applicazioni dell'equazione di Gibbs-Duhem. Le soluzioni regolari. I metodi interpolativi dei coefficienti di attività: equazioni di Margules e di van Laar. L'espansione di Wohl per l'energia di Gibbs eccesso. L'equazioni di Wilson. I metodi NRTL ed UNIQUAC. Descrizione di sistemi con separazione di fase. I metodi predittivi dei coefficienti di attività: il metodo UNIFAC.</p> <p>Testi consigliati:                  M. M. Abbott, H. C. van Ness. Termodinamica. ETAS                   J. G. Kirkwood, I. Oppenheim. Chemical Thermodynamics. McGraw-Hill                   J. M. Prausnitz, R. N. Lichtenthaler, E. Gomes de Azevedo. Molecular thermodynamics of fluid-phase equilibria, Prentice-Hall</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale scritta ed orale.			

## **Curriculum Didattico: Prodotti, Processi e Tutela Ambientale**

## Insegnamento Curricolare N.1-PPTA: Sviluppo e Controllo dei Processi Chimici Industriali

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM04</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Lo studente deve dimostrare di saper approcciare alla simulazione di reattori chimici, ricavando le equazioni di bilancio di massa ed energia di reattori. Il corso permette agli studenti di acquisire le conoscenze e gli strumenti per poter simulare il funzionamento di unità di separazione e di acquisire segnali analogici da apparecchiature di laboratorio.</p> <p><b>Programma del corso:</b>  <b>Parte I</b> – Simulazione di reattori chimici da laboratorio e scala pilota (Totale 3 CFU)                      - Introduzione ai software di simulazione. (0.2 CFU)                      - Reattori batch monofasici e multifasici. (0.5 CFU)                      - Reattori batch fluido-solido. (0.5 CFU)                      - Reattori tubolari: modello a dispersione assiale, tini in serie e flusso laminare. (0.5 CFU)                      - Reattori tubolari impaccati e fenomeni diffusivi. (0.5 CFU)                      - Reattori continui a completo mescolamento: instabilità nelle reazioni autocatalitiche. (0.5 CFU)                      - Stima di parametri. (0.3 CFU)  <b>Parte II</b> – Simulatori di processo (Totale 1.6 CFU)                      - Simulatori di processo. (0.2 CFU)                      - Colonne di distillazione e mixer. (0.5 CFU)                      - Scambiatori di calore e compressori. (0.2 CFU)                      - Estrattori liquido-liquido. (0.2 CFU)                      - Reattori chimici. (0.5 CFU)  <b>Parte III</b> – Controllo di processo (Totale 1.4 CFU)                      - Introduzione ai software per il controllo di processo. (0.4 CFU)                      - Design di strutture logiche. (0.5 CFU)                      - Teoria e costruzione di controllori P.I.D. (0.5 CFU)</p> <p><b>Lecture consigliate</b>                      Presentazione in Power Point di ogni lezione. Esempi svolti di simulazione di reattori chimici e unità di separazione. Esempi svolti di programmi per il controllo di processo.                      Y.K. Yeo. Chemical Engineering Computation with Matlab. CRC Press 2018.</p>			
<b>Propedeuticità: Nessuna</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto: Prova Finale Orale</b>			

## Insegnamento Curricolare N.2-PPTA: Processi e Impianti di Trattamento Reflui

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico-Disciplinare: ING-IND/25</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Lo Studente deve dimostrare di conoscere, saper comprendere e saper elaborare discussioni anche complesse concernenti le problematiche relative a depolverazione di correnti gassose e rimozione di inquinanti gassosi. Ciò a partire dalle nozioni qui apprese e mediante il percorso formativo dell'Insegnamento che intende fornire al Discente le conoscenze e gli strumenti metodologici appropriati. Lo Studente deve dimostrare di saper risolvere problemi concettuali e di progetto relativi a processi di trattamento di reflui gassosi per la rimozione di inquinanti solidi e gassosi.</p>			
<p><b>Programma:</b>  <u>Particolato in reflui gassosi.</u> Considerazioni generali. Caratterizzazione granulometrica di solidi granulari (tecniche, distribuzioni e diametri equivalenti). Coefficiente di drag e bilanci di forze. Individuazione della velocità terminale di caduta al variare dei regimi operativi (Stokes, intermedio, Newton). Efficienze di depolverazione. Casi-studio.  <u>Separatori a gravità.</u> Considerazioni generali ed equazioni di progetto. Tempi caratteristici per le fasi solida e gassosa. Calcolo dell'efficienza di depolverazione. Calcolo del diametro critico. Casi-studio.  <u>Cycloni.</u> Considerazioni generali ed equazioni di progetto. Fluidodinamica del sistema. Equazione di Rosin et al. per il calcolo del diametro di cut. Calcolo dell'efficienza di depolverazione. Casi-studio.  <u>Depolveratori ad umido.</u> Considerazioni generali ed equazioni di progetto. Cattura per meccanismi inerziali e Browniani. Torri a pioggia. Depolveratori Venturi. Equazione di Nukiyama-Tanasawa per il calcolo del diametro delle gocce. Equazione di Johnstone et al. per il calcolo dell'efficienza di depolverazione. Casi-studio.  <u>Precipitatori elettrostatici.</u> Considerazioni generali ed equazioni di progetto. Effetto Corona. Resistività particellare. Equazione per il calcolo della velocità di migrazione elettrostatica. Equazione di Deutsch-Anderson per il calcolo dell'efficienza di depolverazione. Casi-studio.  <u>Filtri a manica.</u> Considerazioni generali e di progetto. Rapporto aria-tessuto. Scelta del materiale filtrante.  <u>Assorbimento con reazione chimica.</u> Considerazioni generali e richiami all'assorbimento fisico. Sistemi di interesse. Tempi caratteristici di reazione e diffusione, numero di Hatta, regimi operativi cinetico e diffusivo. Fattore di esaltazione. Reazioni estremamente veloci. Reazioni veloci. Equazioni di progetto per torri in controcorrente e sistemi agitati. Casi-studio.  <u>Adsorbimento fisico e chimico.</u> Criteri di distinzione. Energetica dell'adsorbimento. Isotherme di adsorbimento. Richiami su caratterizzazione dei solidi porosi e distribuzione porosimetrica. Metodo BET per la determinazione dell'area superficiale specifica. Stadi elementari e cinetica dei processi di adsorbimento. Impianti di adsorbimento a letto fisso. Considerazioni generali. Profili spazio-temporali di concentrazione. Curve di breakthrough. Equazioni di bilancio, di trasporto e di progetto. Metodologie di progetto di una torre di adsorbimento. Casi-studio e criteri di scale-up.  <u>Conversione termo-catalitica.</u> Considerazioni generali. Post-combustione di composti organici volatili. Processi in presenza di letti catalitici.  <u>Riduzione delle emissioni di ossidi di azoto da effluenti gassosi.</u> Riduzione selettiva catalitica (SCR) e non catalitica (SNCR). Assorbimento chimico. Plasma non termico.</p>			
<p><b>Fonti bibliografiche:</b> Appunti dalle lezioni e da corso web-learning <a href="http://www.federica.unina.it">www.federica.unina.it</a>; L. Theodore, <i>Air Pollution Control Equipment Calculations</i>, Ed. Wiley; O. Levenspiel, <i>Chemical Reaction Engineering</i>, Ed. Wiley; W.L. McCabe et al., <i>Unit Operations of Chemical Engineering</i>, Ed. McGraw-Hill.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna.			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.			

### Insegnamento Curricolare N.3-PPTA: Sicurezza nei Processi della Chimica Industriale

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM/04</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione: -</b>	<b>Laboratorio: -</b>
<b>Altro (specificare): 48 ore di lezione</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Obiettivo del corso è di fornire una panoramica delle problematiche legate alla sicurezza negli impianti industriali e all'analisi e valutazione dei rischi di impianto.</p> <p><b>Programma del corso:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 La sicurezza nell'industria chimica                          Valutazione del rischio nell'industria di processo</li> <li>2 Tossicologia e igiene industriale                          Concetto di dose e risposta                          Valutazione dell'esposizione ad agenti chimici</li> <li>3 Modelli di efflusso per liquidi e gas</li> <li>4 Modelli di dispersione</li> <li>5 Incendi ed esplosioni</li> <li>6 Reazioni Runaway</li> <li>7 Dispositivi di rilascio</li> <li>8 Analisi di casi studio</li> <li>9 Analisi degli incidenti industriali rilevanti</li> </ol> <p><b>Testi consigliati e materiale didattico:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Crowl D.A., Louvar J.F., Chemical Process Safety. Fundamental with applications, Prentice. Hall, New Jersey, 1990.</li> <li>2) Lees F.P., Loss prevention in the process industries, Butterworth-Heinemann, London, 1996.</li> <li>3) Jorg Steinbach, Safety Assessment for Chemical Processes, John Wiley &amp; Sons, 2008</li> <li>4) Dispense delle lezioni, slides del docente. Tutto il materiale è disponibile sul sito del docente in formato pdf.</li> </ol>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale			

## Insegnamento Curricolare N.4-PPTA: Metodi Analitici per il Controllo di Qualità e di Processo

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM/01</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione: -</b>	<b>Laboratorio: -</b>
<b>Altro (specificare): 44 ore di lezione, 4 ore di esercitazioni</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative ai metodi di analisi delle specie presenti in processi chimici. Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici avanzati necessari per lo sviluppo e validazione di un metodo analitico per la caratterizzazione di analiti e/o inquinanti presenti in matrici differenti. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di definire un processo analitico per risolvere problemi concernenti la caratterizzazione a livello molecolare di una matrice industriale e/o di estendere le metodologie apprese anche ad ambiti differenti da quello industriale. Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità operative necessarie ad applicare concretamente le conoscenze e favorire la capacità di utilizzare appieno gli strumenti metodologici forniti durante il corso</p>			
<p><b>Programma del corso:</b>                      Tecniche di campionamento                      Rifiuti e tecniche di smaltimento                      Validazione di un metodo analitico                      Parametri analitici                      Tecniche di estrazione                      Tecniche separative                      Trattamento di matrici complesse                      Cenni di Light scattering                      Cenni di EPR                      Tecniche di Spettrometria di massa avanzata                      ICPMS, GCMS, GCMSMS, LCMSMS                      Spettrometria di massa quantitativa (Tripli quadrupoli e Orbitrap)</p>			
<p><b>Testi consigliati e materiale didattico:</b>                      Chimica analitica strumentale HOLLER SKOOG Ed. EDISES                      Dispense delle lezioni, slides</p>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale			



## **Curriculum Didattico: Scienza dei Polimeri**

## Insegnamento Curricolare N.1-SP: Chimica e Tecnologia dei Polimeri

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
	<b>Altro (specificare): Presentazione degli studenti di materiali a scelta</b>		
<p>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:                      In questo corso saranno esaminati i principali polimeri di interesse industriale e nuove classi di materiali polimerici “ad alto valore aggiunto”, illustrando per ognuno di essi le tecnologie di produzione, le proprietà chimiche e fisiche, le tecnologie di trasformazione e le applicazioni. Oltre l’elenco dei polimeri riportati di seguito, saranno brevemente trattati anche i materiali compositi e i problemi ambientali legati alla produzione, al riciclo e allo smaltimento dei rifiuti di materiali polimerici. Per ogni classe di polimeri vengono fornite informazioni sui processi di produzione, sulle metodiche sintetiche utilizzate e sugli aspetti economici (costi e quantità prodotte).                      Programma del corso:</p> <p><b>POLIETILENE:</b> cenni storici. Vari tipi di polietilene: LDPE, HDPE, LLDPE. Cenni ai diversi meccanismi di ottenimento e ai processi di produzione industriale. Polietilene. Struttura molecolare e morfologia. Proprietà generali e relazione proprietà-struttura per i vari tipi di polietilene. Impieghi dei vari tipi di polietilene e tecnologie di preparazione dei manufatti. Film. Extrusion Coating. Blow molding. Injection molding. Pipe. Wire and cable insulation. Ultra High modulus PE fibers. Copolimeri dell’etilene: tipi, modi di preparazione, proprietà e impieghi. Polietilene chimicamente modificati: cross-linked PE. Aspetti ambientali relativi alla produzione, allo smaltimento e al riciclo.</p> <p><b>POLIPROPILENE:</b> cenni storici. Cenni ai processi industriali di produzione. Ragioni per l’eccezionale crescita della produzione di PP. Struttura del polipropilene: catalizzatori e stereoregolarità della catena, cristallizzazione, polimorfismo e morfologia. Proprietà dell’omopolimero. Copolimerizzazione: copolimeri random e copolimeri ad alto impatto. Proprietà dei copolimeri. Rifinitura del prodotto: additivi, compounding. Impieghi dei vari tipi di polipropilene e tecnologie di preparazione dei manufatti: Injection molding. Structural foamed moldings. Blow molding. Film. Fibre e Flat Yarns. Fogli e lastre. Tubi estrusi. Aspetti ambientali. Riciclo. Pirolisi. Combustione.</p> <p><b>POLI(1-BUTENE):</b> produzione. Cenni ai processi industriali di produzione. Struttura, proprietà fisiche e applicazioni. Polimorfismo e problemi connessi. Proprietà e relazioni proprietà-struttura. Tipi di lavorazione e applicazioni (tubi, film).</p> <p><b>POLIISOBUTENE:</b> cenni ai processi industriali di produzione. Vari tipi di polimero prodotti con diverso peso molecolare. Struttura, proprietà fisiche e applicazioni dei vari tipi di poliisobutene. Gomma isobutene.</p> <p><b>POLI(4-METIL-1-PENTENE):</b> produzione. Cenni ai processi industriali di produzione. Struttura, proprietà fisiche e applicazioni: Proprietà ottiche. Stabilità e resistenza chimica. Proprietà meccaniche. Tecniche di lavorazione. Impieghi.</p> <p><b>POLISTIRENE e COPOLIMERI dello STIRENE:</b> cenni storici. Vari tipi di polistirene: polistirene puro (PS), polistirene ad alto impatto (HIPS), copolimeri dello stirene. PS e HIPS: cenni ai processi di produzione industriale. Proprietà. Relazioni proprietà-struttura. Ragioni della loro affermazione come polimeri di massa. Schiume di polistirene: ottenimento e proprietà. Impieghi dei vari tipi di polistirene e tecnologie di preparazione dei manufatti: Injection molding, estrusione e termoformatura. Riciclo e aspetti ambientali. Copolimeri termoplastici dello stirene (SAN e ABS): trattati a parte. Copolimeri elastomerici dello stirene: gomma SBR. Copolimeri a blocco stirene-butadiene come termoelastomeri. Cenni sulla preparazione. Proprietà e impieghi.</p> <p><b>COPOLIMERI STIRENE-ACRILONITRILE (SAN):</b> produzione. Composizione. Proprietà. Impieghi. Relazione proprietà struttura. Effetti della presenza dell’acrilonitrile.</p> <p><b>POLIMERI ACRILONITRILE-BUTADIENE-STIRENE (ABS):</b> definizione e struttura. Preparazione. Reticolazione della fase gommosa. Additivi. Morfologia del materiale finale. Impieghi e tecnologie di preparazione dei manufatti. Caratterizzazione. dei manufatti. Relazioni proprietà struttura. Riciclo. Miscela con ABS.</p> <p><b>POLIVINILCLORURO (PVC):</b> cenni storici. Ragioni per l’eccezionale crescita della produzione del PVC. Richiami sui vari processi per la polimerizzazione a catena. Processo in sospensione. Processo in emulsione. Processo in massa. Resistenza chimica del PVC. Morfologia. Versatilità. Tipi di PVC prodotti e loro caratteristiche. Additivi. Plasticizzanti. Impieghi dei vari tipi di PVC e loro tecnologie di lavorazione. Relazioni proprietà-struttura. Tossicologia e problemi di salute ambientale relativi alla produzione e allo smaltimento del PVC.</p> <p><b>LEZIONE</b> introduttiva su reazioni di policondensazione, cinetica e termodinamica.</p> <p><b>DISTRIBUZIONE</b> delle masse molecolari.</p> <p><b>POLIMETILMETACRILATO (PMMA):</b> produzione. Proprietà. Relazioni proprietà struttura. Impieghi e tecnologie di lavorazione del PMMA.</p> <p><b>POLIAMMIDI (PA):</b> caratteristiche generali delle poliammidi. Nylons. Cenni storici. Monomeri, sintesi e nomenclatura. Masse molecolari. Problemi relativi. PA 66 (NYLON 66). Cenni ai processi industriali di produzione. PA 6 (NYLON 6). Cenni ai processi industriali di produzione. Proprietà chimiche e fisiche dei Nylon 66 e 6. Assorbimento di acqua. Relazioni proprietà-struttura. Additivi e modifiche. Impieghi e tecnologie di lavorazione.</p> <p><b>POLIESTERI:</b> caratteristiche generali dei poliesteri. Polietilentereftalato (PET) e polibutilentereftalato (PBT). Sintesi di PET e PBT. Cenni ai processi industriali di produzione del PET. Processo da DMT e processo da AT. Analisi del prodotto ottenuto. Co-componenti e additivi. Proprietà chimiche e fisiche di PET e PBT e loro confronto. Relazione fra proprietà e struttura. Impieghi e tecnologie di lavorazione del PET e del PBT. Riciclo del PET.</p> <p><b>POLICARBONATI:</b> Caratteristiche generali dei policarbonati. Policarbonato del BisFenolo A (BFA-PC). Produzione e proprietà chimiche e fisiche del BFA-PC. Additivi. Eccezionali proprietà di questo termoplastico. Relazioni proprietà-struttura. Impieghi e tecnologie di lavorazione del BFA-PC. Riciclo.</p> <p><b>POLIMERI TERMOINDURENTI:</b> resine fenoliche, resine amminiche, PU (poliuretani), UP (poliesteri insaturi), EP (resine epossidiche).</p> <p><b>POLIMERI CONDUTTORI</b></p> <p><b>POLIMERI PER ALTE TEMPERATURE</b></p> <p><i>I 18 argomenti presentati saranno di due ore ognuno con due lezioni introduttive di 2 ore. Le restanti 6 ore saranno impiegate per le presentazioni degli studenti di materiali selezionati non svolti durante il corso (presentazione in power-point della durata variabile di 15-30 minuti dipendente dal numero di studenti frequentanti).</i></p> <p>Testi di riferimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Dispense delle lezioni</li> <li>2) Enciclopedia of Polymer Science and Technology vol. 1, 10, 11.</li> <li>3) Macromolecole “Scienza e Tecnologia”, AIM, Pacini Editore - Pisa vol. 1.</li> <li>4) Edward S. Wilks “Industrial polymers handbook” Wiley-VCH (2001) – Vol. 1-3</li> </ol>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto: Prova finale scritta e/o orale</b>			

## Insegnamento Curricolare N.2-SP: Proprietà e Struttura dei Polimeri

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                  Si intende fornire agli studenti gli strumenti teorici e metodologici per lo studio delle relazioni tra proprietà e struttura dei materiali polimeri in fase condensata (principalmente per sistemi semicristallini) prendendo in esame sia l'influenza della struttura delle catene polimeriche (costituzione e configurazione) sia quella della morfologia risultante dalla storia termomeccanica a cui il materiale viene sottoposto.</p> <p><b>Programma del corso:</b>  <b>Aspetti generali delle Proprietà dei polimeri:</b> Proprietà che dipendono dalla catena singola e proprietà che dipendono dalle interazioni tra catene. Stato cristallino e stato amorfo o fuso polimerico. Catena singola: funzione di correlazione tra distanze di segmenti della catena e lunghezza di persistenza. Catena Ideale e Funzione di Debye. vs. Catena espansa. Esponenti critici e dimensioni frattali della catena ideale e quella espansa. Catena ideale e fuso polimerico. Modello RIS ed entropia di fusione dei polimeri. Catena espansa. Blob termico e cross over: da rigid rod -a- Catena ideale - a - coil espanso.</p> <p><b>Soluzioni diluite e semidiluite:</b> Ruolo delle interazioni. Pressione osmotica e secondo coefficiente del viriale (interazioni a due corpi). Zimm Plot: determinazione del raggio di girazione, della massa molecolare media pesata e del secondo coefficiente del viriale. Sistemi concentrati e distanza di correlazione caratteristica per lo schermo delle interazioni di volume escluso tra segmenti di catena per effetto della presenza di altre catene in sistemi entangled. Concetto di screening length secondo Sam Edwards. Variazione della screening length con la concentrazione e cross-over dalla catena espansa alla catena ideale all' aumentare della concentrazione.</p> <p>Aspetti cinetici della separazione di fase in soluzioni blends polimeriche. Stadi iniziali della decomposizione spinodale. Fluttuazione termiche vs. fluttuazioni della concentrazione. La decomposizione spinodale come transizione di fase del secondo ordine termodinamico. Cenni sulla teoria di Cahn, Hilliard, e Cook Random Phase Approximation. Ultimi stadi della separazione di fase e self similarità morfologica su diverse scale di lunghezza nell' approccio dello stato di equilibrio con separazione macroscopica delle fasi.</p> <p><b>Lo stato cristallino.</b> Differenza fra molecole piccole e polimeri. Stato semicristallino e grado di cristallinità di un materiale polimerico. Differenze e limiti nei metodi per la valutazione del grado di cristallinità di un polimero. Trattamenti termici e temperature di fusione. - Fenomeni di ricottura. Comportamento termico di un materiale polimerico semicristallino. Analisi DSC di un campione polimerico al variare della velocità di riscaldamento: discussione dei possibili comportamenti. Aspetti termodinamici e aspetti cinetici della cristallizzazione. Fusione: estrapolazione Gibbs-Thomson. Velocità di cristallizzazione e sua dipendenza dalla temperatura. Nucleazione primaria omogenea ed eterogenea. Cristallizzazione primaria e cristallizzazione secondaria. Nucleazione secondaria ed accrescimento di cristalli singoli di polimero in regime I. Teoria di Hoffman e Lauritzen, miti e fatti e approcci alternativi. Metodo di Hoffmann-Weeks per l' estropolazione della temperatura termodinamica di fusione. Equazione di Avrami e suoi limiti . Temperatura di fusione termodinamica di un cristallo perfetto di polimero e sua determinazione. Cristallizzazione secondaria. Aspetti morfologici e cinetici relativi alla cristallizzazione dal fuso in stato quiescente e per effetto dell'applicazione di sforzi di taglio. Cenni su tecniche di ottenimento di cristalli singoli e morfologia dei cristalli singoli. "Chain folding" e modelli ipotizzati.</p>			
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>			
1) Strobl, G. <i>The Physics of Polymers</i> Springer; 2007; AIM - "Macromolecole, Scienza e Tecnologia" - Pacini Editore - Pisa Vol. I e Vol. II (1983) con particolare riferimento ai seguenti capitoli: Vol. I - Cap. I-1.3. Analisi conformazionale - I-2.2. Diffrazione dei raggi X. Vol. II - Cap. V-1. Lo stato cristallino (Lo stesso argomento è trattato anche nel capitolo 8 di una più recente versione in un unico volume del testo dell'AIM dal titolo "Fondamenti di Scienza dei Polimeri" uscito alla fine del 1998, sempre a cura della Pacini Editore). 2) "Polymers, Liquid Crystals, and Low-Dimensional Solids" Edited by N.March and M.Tosi - Plenum Press – 1984 A.Keller : Capitoli 1-5 (morfologia e cristallizzazione) 3) Per la parte "Morfologia" D. C. Bassett, <i>Principles of Polymer Morphology</i> , Cambridge University Press, Cambridge, 1981.			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Eventuali prove scritte e/o orali in itinere. Prova finale scritta e/o orale.			

## Insegnamento Curricolare N.3-SP: Chimica dei Materiali Avanzati

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM 03</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> Verranno illustrati gli aspetti sintetici, strutturali, chimico-fisici e le potenziali applicazioni di alcune classi di materiali avanzati con particolare riguardo a quelli per applicazioni in elettronica e fotonica.</p> <p><b>Richiami di Meccanica Quantistica.</b> Equazione di Schroedinger dipendente e indipendente dal tempo; particella libera; numero d'onda; particella nella scatola: caso unidimensionale con dimostrazione; scatola cubica (s.d.); effetto tunnel; statistica di Boltzmann e di Fermi-Dirac. Simmetria dei cristalli. Reticoli di Bravais. Reticolo diretto. Serie di Fourier. Reticolo reciproco.</p> <p><b>Teoria dei metalli.</b> Modello di Sommerfeld dell'elettrone libero; livello di Fermi; elettrone in un potenziale periodico; teorema di Bloch; modello di Kronig e Penney; bande di energia; approssimazione del legame forte e del legame debole; zone di Brillouin; massa effettiva; densità degli stati; superconduttività.</p> <p><b>Semiconduttori inorganici.</b> Modello a bande dei semiconduttori; conduzione con elettroni e buche; semiconduttori intrinseci ed estrinseci; legge di azione di massa; semiconduttori estrinseci; drogaggio; livello di Fermi nei semiconduttori; dipendenza della conduttività dalla temperatura: regime estrinseco, regime di esaurimento, regime intrinseco; mobilità dei portatori di carica: scattering da fononi e da impurezze; generazione e ricombinazione dei portatori di carica, vita media e lunghezza di diffusione; elementi del IV gruppo; composti intermetallici III-V; altri composti inorganici semiconduttori; metodi per la preparazione dei cristalli. Dispositivi a semiconduttore: teoria della giunzione <i>p-n</i>. Rettificatori, fotocellule, celle fotovoltaiche, transistor.</p> <p><b>Conducibilità elettrica in materiali organici.</b> Il meccanismo di hopping. Effetti intracatena e intercatena. Meccanismo di generazione dei portatori di carica.</p> <p><b>Polimeri conduttori.</b> Generalità; classi principali; drogaggio dei polimeri conduttori; conducibilità; spettri di assorbimento; solubilità; proprietà elettrochimiche; preparazione elettrochimica dei polimeri conduttori; preparazione elettrochimica di polipirrolo, polianilina e politiofene; poliacetilene e derivati; proprietà di base dei polimeri coniugati; livelli elettronici; proprietà ottiche; effetto delle catene laterali.</p> <p><b>Derivati solubili del poli(tiofene).</b> Sintesi di poli(3-alciltiofeni); regioregolarità dei poli(3-alciltiofeni); sintesi col metodo della ossidazione chimica; sintesi col metodo di metatesi di Grignard e McCullough; sintesi col metodo di Rieke; sintesi con reazioni di accoppiamento di Suzuki e Stille; sintesi di politiofeni con catene laterali coniugate; sintesi di poli(3-alcossitiofeni).</p> <p><b>Poli(fenilene-vinilene) e derivati.</b> Sintesi col metodo precursore di Wessling; sintesi col metodo di Gilch; sintesi con reazione di accoppiamento di Heck; sintesi con metodo di Wittig; sintesi per condensazione di Knoevenagel; sintesi di poli(fenilenevinilene); metodo catalitico Pd(0); metatesi di alchini.</p> <p><b>Semiconduttori organici.</b> Transistor organici a effetto di campo (OFET); dispositivi e caratteristiche; requisiti molecolari; struttura cristallina; morfologia dei film; aceni e oligofenilene; molecole basate sul tiofene; sistemi aromatici bidimensionali.</p> <p><b>Materiali con proprietà ottiche nonlineari del secondo ordine.</b> Generalità; nonlinearietà nei materiali e nelle molecole; metodi sperimentali per la misura delle nonlinearietà molecolari; ottimizzazione delle nonlinearietà molecolari; materiali con proprietà nonlineari quadratiche; polimeri con attività NLO quadratica; sistemi guest-host; polimeri side-chain; polimeri main-chain; sistemi cross-linked e vetri organici; sistemi dendrimerici.</p> <p><b>Cristalli Liquidi.</b> Ordine orientazionale e posizionale nei cristalli liquidi; fase nematica; parametro d'ordine; fasi smettiche A e C; cristalli liquidi chinali; fasi colesteriche e smettiche C*; caratteristiche chimico-strutturali dei cristalli liquidi; molecole rod-loke; metodi sperimentali per il riconoscimento di fasi liquido cristalline: calorimetria differenziale a scansione, microscopia in luce polarizzata, diffrazione dei raggi X; caratteristiche ottiche dei cristalli liquidi: birifrangenza; orientamento dei cristalli liquidi per effetto elettrico, magnetico, meccanico; cella a cristallo liquido in configurazione twisted; display a cristalli liquidi.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova orale			

## Insegnamento Curricolare N.4-SP: Metodi di Caratterizzazione dei Materiali Polimerici

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM 04-05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio: 1</b>
<b>Altro (specificare): 32 ore di lezione + 24 ore di laboratorio</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> acquisizione dei principali metodi per la caratterizzazione strutturale e delle proprietà chimico-fisiche dei polimeri.</p> <p><b>Programma analitico del corso (4 CFU)</b></p> <p><u>Spettroscopia NMR</u> (1 CFU): richiamo di alcuni principi generali. Spettroscopia <math>^{13}\text{C}</math> NMR di polimeri, effetto <math>\gamma</math>-gauche, regole di Grant e Paul. Informazioni ottenibili dagli spettri <math>^{13}\text{C}</math> NMR di polimeri. Spettroscopia <math>^{13}\text{C}</math> NMR allo stato solido: effetti di impacchettamento, interpretazione di spettri <math>^{13}\text{C}</math> NMR di polimeri allo stato solido. Tecniche sperimentali: disaccoppiamento dipolare, magic angle spinning (MAS) e cross polarization (CP).</p> <p><u>Diffrazione dei raggi X</u> (1 CFU): breve richiamo di alcuni principi generali. Orientazioni preferenziali nei polimeri: nomenclatura dei vari tipi di orientazione molecolare della fase cristallina e riconoscimento di esse attraverso la diffrazione dei raggi X.</p> <p>Figure polari: ottenimento e interpretazione delle figure polari, esempi di figure polari di fibre e film di polimeri con diverso grado e tipo di orientazione.</p> <p>Grado di orientazione della fase cristallina e determinazione del parametro d'ordine di Hermans.</p> <p><u>Spettroscopia FTIR e RAMAN</u> (0.75 CFU): breve richiamo di alcuni principi generali. Spettri vibrazionali di polimeri. Informazioni deducibili dagli spettri vibrazionali di polimeri, esempi di spettri FTIR e RAMAN di alcuni polimeri. Tecniche sperimentali per l'acquisizione degli spettri vibrazionali.</p> <p>Analisi delle orientazioni preferenziali di fibre e film di polimeri mediante dicroismo infrarosso.</p> <p><u>Microscopia ottica</u> (0.25 CFU): principi generali. Microscopia ottica in luce polarizzata. Determinazione del grado di orientazione della fase amorfa mediante misure di birifrangenza.</p> <p><u>Masse molecolari di polimeri</u> (0.3 CFU): definizioni delle masse molecolari medie e funzioni di distribuzione delle masse molecolari. Funzione di distribuzione di Flory e funzione di distribuzione di Poisson.</p> <p><u>Tecniche di determinazione di massa, dimensioni e forma di macromolecole</u> (0.7 CFU): Metodi basati sulle proprietà colligative: osmometria. Analisi dei gruppi terminali. Volumi idrodinamici: viscosimetria. Metodi basati sulla diffusione di radiazione: light scattering, Zimm plot, cenni sulla diffusione dinamica di macromolecole in soluzione. Tecniche di determinazione delle curve di distribuzione dei pesi molecolari di polimeri: cromatografia per permeazione su gel (GPC).</p> <p><b>Esercitazioni (2 CFU):</b> esercitazioni numeriche e di laboratorio sulle tecniche affrontate durante il corso.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Spettroscopia NMR allo stato solido: acquisizione e interpretazione di spettri di polimeri</li> <li>2. Diffrazione dei raggi X: acquisizione di immagini through-edge-end di film polimerici</li> <li>3. Diffrazione dei raggi X: interpretazione delle immagini acquisite e determinazione del fattore di orientazione mediante i profili azimutali</li> <li>4. Spettroscopia FTIR: acquisizione e interpretazione di spettri IR di polimeri</li> <li>5. Microscopia Ottica: determinazione della birifrangenza di fibre e/o film polimerici</li> <li>6. Viscosimetria: determinazione della massa molecolare medio viscosimetrica di polimeri.</li> </ol> <p><b>Testi consigliati:</b>  Dispense disponibili online sul sito web del docente.  E.A. Tonelli and J.L. White "NMR Spectroscopy of Polymers" Physical Properties of Polymers Handbook Springer Ed. 2007 Chapter 20, p. 359.  B. Blümich "Essential NMR" Springer Ed. 2005.  L.E. Alexander "X-Ray Diffraction Methods in Polymer Science" R.E. Krieger Publishing Co., Huntington, N.Y.  R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle "Spectrometric Identification of Organic Compound" John Wiley &amp; Sons Ed. 2005.  AIM "Fondamenti di Scienza dei Polimeri" Pacini Editore.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna.			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.			

## **Curriculum Didattico: Formulazioni Industriali**

## Insegnamento Curricolare N.1-FI: Chimica fisica delle formulazioni

<i>Modulo: Unico</i>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> CHIM/02			<b>CFU:</b> 6
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b> 2	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Il corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente competenze nella progettazione, preparazione e caratterizzazione termodinamica, dinamica e spettroscopica di formulati colloidali di interesse industriale. Inizialmente si ricapitolano ed approfondiscono le competenze termodinamiche di base; vengono quindi introdotti i principi della termodinamica dei colloidi e delle interfasi. Nell'ultima parte del corso si presentano alcune formulazioni industriali scelte come esempio. Parallelamente, vengono illustrati i principali metodi di caratterizzazione chimico-fisica di sistemi colloidali, con particolare riguardo a quelli basati sullo <i>scattering</i> di radiazioni e sulla spettroscopia di risonanza magnetica</p> <p><b>Programma del corso:</b>                      Richiami dei concetti di termodinamica: funzioni termodinamiche ausiliari, grandezze parziali molari, potenziale chimico. Soluzioni ideali, atermiche, regolari e non ideali. Stabilità termodinamica dei sistemi. Fenomeni interfasali, la tensione superficiale. Natura delle forze intermolecolari: volume escluso, interazioni elettrostatiche, forze disperdenti.                      Sistemi anfifilici: tipologia, proprietà chimico-fisiche e strutturali. <i>Self-assembly</i>. Isoterma di Gibbs. Termodinamica della micellizzazione. La concentrazione critica micellare (CMC), metodi di misura, effetti della temperatura e degli elettroliti sulla CMC. Parametro di impacchettamento. Krafft point e cloud point. Mesofasi liquido-cristalline. Diagrammi di fase di sistemi anfifilici. Emulsioni e microemulsioni. Bilancio idrofilico-idrofobico (HLB). Stabilità dei sistemi colloidali: teoria DLVO. Temperatura di inversione di fase (PIT). Curvatura e rigidità delle superfici. Comportamento di fase. Colloidi liofili, liofobi e di associazione. Principali agenti disperdenti. Preparazione e proprietà cinetiche, reologiche, ottiche, elettriche. Proprietà di trasporto nei sistemi polifasici.                      Progettazione, preparazione e caratterizzazione di formulazioni colloidali di interesse industriale ed individuazione dei parametri chimico-fisici che ne determinano le prestazioni.                      Tecniche di <i>scattering</i>: <i>light scattering</i> statico e dinamico, <i>small angle neutron scattering</i>.                      Tecniche spettroscopiche impiegate nella caratterizzazione strutturale di sistemi aggregati; risonanza magnetica nucleare, risonanza di spin elettronico e loro applicazioni.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale			

## Insegnamento Curricolare N.2-FI: Industria delle Formulazioni

<b>Modulo Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:4</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio: 2</b>
<b>Altro: 4CFU =Lezioni: 32 ore. 2CFU=24 ore Lab.</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Il Corso si pone come obiettivo iniziale quello di inquadrare nel panorama nazionale ed internazionale i diversi settori dell'industria delle formulazioni. Saranno affrontati i temi generali legati alla formulazione (Progettazione dei formulati e tecniche di R&amp;D, processi industriali per la formulazione) che verranno successivamente applicati a casi specifici scelti come esempio.</p> <p>Contenuti del Corso:  <u>Lezioni Frontali (4 CFU)</u>                      L'Industria delle Formulazioni: settori, mercati, aziende.                      Progettazione della Formulazione                      Ingredienti funzionali per la formulazione.                      Processi industriali per la formulazione                      Esempi di Formulazioni Industriali.</p> <p><u>Laboratorio di Formulazioni Industriali (2 CFU)</u>                      Verranno preparati/provati i prodotti descritti negli Esempi di Formulazioni Industriali</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> : Prova orale finale e valutazione delle relazioni relative alle esercitazioni di laboratorio.			



### Insegnamento Curricolare N.3-FI: Formulazioni Polimeriche

<b>Modulo:</b> Unico			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> CHIM/04			<b>CFU:</b> 6
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b> 2	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> Il corso si propone di fornire allo studente le competenze necessarie ad affrontare problematiche industriali connesse alla formulazione di polimeri e loro miscele, per l'ottenimento di manufatti con proprietà mirate, secondo diverse tecnologie di produzione. In particolare, saranno illustrati i recenti progressi raggiunti nella tecnologia della miscelazione di polimeri e sulla tipologia e ruolo degli additivi in formulazioni a base polimerica, in applicazioni che riguardano materiali con elevata resistenza all'impatto, all'abrasione, alla frattura, coating di superfici e materiali per usi speciali etc.</p> <p><b>Programma</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Blend Polimerici: sistemi amorfi e semicristallini; concetti di miscibilità, compatibilità, design e criteri per la progettazione di miscele polimeriche; morfologia e proprietà; compatibilizzanti di fase, preparazione di blends; concetti di "economy of blending"; Blends commerciali: Commodity Resin Blends, Engineering Resin Blends, Specialty resin blends. Miscelazioni polimeriche per l'ottenimento di materiali ad elevate resistenza meccanica e alla frattura. Formulazioni a base polimerica con rinforzo gommoso (concetti di Toughening, Crazing, etc.)</li> <li>-Tecnologie di trasformazione dei materiali polimerici: principi di funzionamento di un estrusore, mixing distributivo e dispersivo, miscelazione in un estrusore monovite e bivate, zone operative dell'estrusore, concetti di efficienza, portata e rapporto di compressione, design della vita e della filiera, scelta delle condizioni operative e del design dell'estrusore. Cenni di estrusione in bolla. Concetti di MFI, spiral flow, melt-fracture, melt-strenght, relazioni tra distribuzione del peso molecolare e proprietà reologiche</li> <li>-Evoluzione della morfologia durante processi di estrusione di miscele polimeriche (sistemi amorfi e semicristallini, effetto dei compatibilizzanti di fase sul processo di estrusione)</li> <li>- Principali additivi utilizzati nelle formulazioni polimeriche (classificazione e principi di azione e miscelazione nella matrice polimerica): plasticizzanti, fillers inorganici, carbon black, coloranti, chiarificanti ottici, ritardanti di fiamma, additivi antimicrobici, additivi antifogging, agenti nucleanti, lubrificanti, agenti di Slip e antiblocking, additivi antistatici, etc.</li> <li>- Masterbatches: mercato dei masterbatches, casatteristiche del carrier, problematiche di mixing tra target-polymer e carrier</li> <li>- Espansi polimerici e agenti espandenti: classificazione, morfologia, proprietà e tecniche di preparazione</li> <li>- Rubber Compounding: formulazioni a base di gomma naturale, nomenclatura, processi di lavorazione della gomma naturale, tecniche di compounding, sistemi gomma naturale-carbonblack, vulcanizzazione della gomma naturale e di altri sistemi polimerici, tecnologie utilizzate nei processi di vulcanizzazione</li> <li>- Formulazioni a base di lattice ed altri sistemi polimerici: principali tecniche di lavorazione del lattice (latex compounding)</li> <li>-Formulazioni utilizzate nell'industria degli pneumatici: concetto di PHR, additivi utilizzati nell'industria degli pneumatici ruolo della matrice polimerica e dei fillers su resistenza al rotolamento, usura e trazione.</li> </ul> <p><b>Cenni di :</b> materiali compositi a matrice polimerica: proprietà, ruolo dei fillers processi di lavorazione; Coatings a base polimerica; Formulazioni a base di biopolimeri: bioplastiche commerciali (Materbi, PLA, PHA, etc) vantaggi e principali problematiche; cenni sul riciclo dei materiali polimerici; Analisi delle schede tecniche di alcuni materiali utilizzati nell'industria delle formulazioni polimeriche; Criteri di selezione dei materiali: in base al processo, requisiti di tipo estetico, etc.,</p> <p><b>Testi consigliati:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Dispense fornite dal docente</li> <li>-Donald R. Paul, Clive B. Bucknall: Polymer Blends: Formulation and Performance, TwoVolume Set; ISBN: 978-0-471-24825-5. Wiley: 2000 Johannes Karl Fink A Concise Introduction to Additives for Thermoplastic Polymers. ISBN: 978-0-470-60955-2 Wiley: 2010N. March and M. Tosi "Polymers, Liquid Crystals, and Low-Dimensional Solids" Plenum Press, N.Y.</li> </ul>			
<b>Propedeuticità consigliate:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.			

## Insegnamento Curricolare N.4-FI: Reologia

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: ING/IND24</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di: 2</b>	<b>Lezione: 30</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio: 25</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Obiettivi formativi: Il corso si propone di: 1) illustrare la fenomenologia relativa al comportamento reologico di fluidi a carattere newtoniano e non, 2) fornire strumenti utili per la caratterizzazione reologica di tali fluidi, 3) fornire strumenti per la trattazione quantitativa di problemi di flusso di interesse processistico</p> <p><b>Programma del corso:</b>                      Fluidi newtoniani e richiami dell'equazione di Navier-Stokes. Il caso dei moti viscosi e la teoria della lubrificazione. Fluidi non-newtoniani. Fenomenologia. Fluidi con viscosità variabile. Shear thinning. Moto in tubi. Viscoelasticità e numero di Deborah. Die swell. Reometria "viscosa". Reometri rotazionali. Reometri a capillare. Viscosimetro a caduta di sfera. Melt Flow Index. La misura della risposta elongazionale. Reometria "viscoelastica". Viscoelasticità lineare. Risposta in frequenza. Step strain. Differenze di sforzi normali. Start-up. Equazioni costitutive per la reologia di fluidi viscoelastici. Equazioni costitutive di tipo integrale e di tipo differenziale. Soluzione per flussi spazialmente omogenei (flussi semplici). Comportamento reologico dei materiali polimerici. Blend polimerici. Polimeri caricati e nano strutturati. La processazione di polimeri termoplastici. L'estrusore. La sezione di trasporto del solido, la sezione di fusione e la sezione di pompaggio. Il "punto di lavoro" dell'estrusore. Cenni sull'effetto della reologia sul punto di lavoro.</p> <p><b>Testi consigliati:</b>                      Lezioni ed esercitazioni Materiale didattico: M. M. Denn, "Process Fluid Mechanics", Prentice-Hall (1980) C. W. Macosko, "Rheology - Principles, Measurements and Applications", Wiley (1994). Appunti delle lezioni</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame Orale			

## **Insegnamenti Opzionali consigliati**

**Insegnamento: Impianti Chimici per l'Uso Sostenibile delle Risorse**

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico-Disciplinare: ING-IND/25</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                  Lo Studente deve dimostrare di conoscere, saper comprendere e saper elaborare discussioni concernenti le problematiche relative a processi di distillazione, impianti chimici basati su fenomeni di trasporto di energia e materia con relativi aspetti ambientali, uso dell'energia solare in impianti chimici, valorizzazione energetica di residui civili e industriali. Ciò a partire dalle nozioni qui apprese e mediante il percorso formativo dell'Insegnamento che intende fornire al Discente le conoscenze e gli strumenti metodologici appropriati, anche mediante applicazioni a casi-studio. Lo Studente deve dimostrare di saper risolvere problemi concettuali e di progetto relativi ad impianti chimici per l'uso sostenibile delle risorse.</p>			
<p><b>Programma:</b>  <u>Distillazione.</u> Progettazione dettagliata del piatto di distillazione. Operazioni di rettifica e stripping. Distillazione binaria con il metodo di Ponchon-Savarit per flussi molari non costanti. Distillazione multicomponente (metodi short-cut). Applicazioni a casi-studio (sistemi acqua-NH<sub>3</sub>, acqua-etanolo, miscele di idrocarburi; minimizzazione delle emissioni di gas serra e degli oneri energetici di processo anche mediante integrazione di fonti energetiche rinnovabili).</p> <p><u>Impianti chimici basati su fenomeni di trasporto di energia e materia.</u> Scambiatori di calore a tubi e mantello. Evaporatori/concentratori. Umidificatori e torri di raffreddamento. Applicazioni a casi-studio (soluzioni contenenti NaOH, NaCl o colloidali organici; correnti di interesse nell'industria alimentare; gas effluenti da processi industriali; sistemi aria-acqua, aria-acetone, aria-benzene; ottimizzazione del consumo di energia e di acqua, e minimizzazione dell'impatto ambientale).</p> <p><u>Uso dell'energia solare in impianti chimici.</u> Trasporto di energia per irraggiamento. Sistemi a concentrazione della radiazione solare: principi e tecnologie impiantistiche. Tecnologie di accumulo termico per via sensibile, latente e termochimica. Immagazzinamento dell'energia solare per via termochimica mediante l'impiego di reazioni chimiche reversibili (materiale "batteria solare") a carico di idruri, idrossidi, ossidi e carbonati. Sintesi di materiali combustibili mediante l'impiego di energia solare in processi di ossi-pirolisi, torrefazione e gassificazione. Ottenimento di correnti a base di H<sub>2</sub> mediante cicli termochimici con ossidi metallici. Reattore a letto fluidizzato come ricevitore solare termico. Impiego di energia solare per la conduzione di processi endotermici nel campo ambientale e produttivo (cattura di CO<sub>2</sub>; calcinazione di calcare per la sintesi di clinker).</p> <p><u>Valorizzazione energetica di residui civili e industriali.</u> Rifiuti inquinanti delle attività produttive. Principali categorie di rifiuti, e loro provenienza. Principi e obiettivi di "Green Chemistry". Combustione, ossi-pirolisi, gassificazione e liquefazione idrotermale di residui: tecnologie impiantistiche, prodotti ottenuti, emissioni. Applicazioni al caso di fanghi biogenici e industriali, e residui organici dalla rottamazione di autovetture.</p>			
<p><b>Fonti bibliografiche:</b> Appunti dalle lezioni e corso MOOC su web-learning <a href="http://www.federica.unina.it">www.federica.unina.it</a>; W.L. McCabe et al., <i>Unit Operations of Chemical Engineering</i>, Ed. McGraw-Hill; R.B. Bird et al., <i>Transport Phenomena</i>, Ed. Wiley; <i>Perry's Chemical Engineers' Handbook</i>, Ed. McGraw-Hill. R.E. Treybal, <i>Mass-Transfer Operations</i>, Ed. McGraw-Hill.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna.			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale consistente in una relazione su un elaborato progettuale assegnato.			

**Insegnamento: Processi di Termoconversione dei Solidi Finalizzati alla Produzione di Energia**

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico-Disciplinare: ING-IND/25</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                  Lo Studente deve dimostrare di conoscere, saper comprendere e saper elaborare discussioni anche complesse concernenti le problematiche relative a uso di combustibili solidi alternativi e tradizionali, processi di combustione e gassificazione con rimozione di inquinanti gassosi (es.: SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>), reimpiego delle ceneri e utilizzo di tecnologie innovative per la riduzione dell'impatto ambientale di processi chimici anche in ottica di economia circolare. Ciò a partire dalle nozioni qui apprese e mediante il percorso formativo dell'Insegnamento che intende fornire al Discente le conoscenze e gli strumenti metodologici appropriati. Lo Studente deve dimostrare di saper risolvere problemi concettuali e di progetto relativi a processi di combustione e gassificazione di combustibili solidi con relativa attenzione ad inquinanti gassosi e solidi prodotti.</p>			
<p><b>Programma:</b>  <u>Combustibili solidi tradizionali e biomasse.</u> Considerazioni generali e socio-politico-economiche. Aspetti ambientali. Analisi elementali e tecniche, e modalità di caratterizzazione. Analisi termogravimetriche. Potere calorifico, sua misura, e reattività. Classificazioni. Diagramma di van Krevelen. Deumidificazione e devolatizzazione, comportamento dei tar e della particella solida al riscaldamento.   <u>Processi reattivi del char: aspetti cinetici, diffusivi e reattoristici.</u> Considerazioni generali. Grado di conversione. Modello Shrinking Core. Regime diffusivo esterno. Regime diffusivo interno. Regime cinetico. Modello Shrinking Particle. Regime cinetico. Regime diffusivo esterno. Combinazione di resistenze. Equazioni di progetto per sistemi reattoristici di interesse con date distribuzioni dei tempi di residenza.   <u>Combustione.</u> Cinetiche di combustione. Aria teorica e fumi di combustione. Effetti dell'eccesso d'aria.   <u>Desolfurazione in situ in combustori a letto fluidizzato.</u> Reattori CFBC. Processi di desolfurazione in situ. Modello a grani ed equazioni fondamentali. Fenomeni di comminazione delle particelle di sorbente: frammentazione primaria e secondaria, attrition.   <u>Metodi innovativi per la mitigazione dell'impatto da CO<sub>2</sub>.</u> Generalità e approfondimenti sui mutamenti climatici e sul "CO<sub>2</sub> capture and storage/utilisation". Assorbimento con reazione chimica. Combustione oxyfuel. Combustione chemical looping con l'ausilio di carrier di ossigeno a base di metalli. Processo calcium looping con l'ausilio di sorbenti calcarei.   <u>Gassificazione.</u> Usi del syn-gas. Reazioni chimiche. Condizioni operative. Gassificatori a flusso trascinato slagging. Cicli integrati. Applicazione dei processi oxyfuel e di looping ad impianti di gassificazione.   <u>Reimpiego di ceneri e residui solidi industriali.</u> Caratteristiche delle ceneri. Caratterizzazioni porosimetriche. Riutilizzo come materiale adsorbente: generalità, aspetti termodinamici e cinetico-diffusivi, approccio canonico e frattale, processi di attivazione. Riutilizzo nell'industria del cemento: processo di produzione di cemento e calcestruzzo Portland, cementi a ridotto impatto ambientale (pozzolanico, solfoalluminatico), campi di riutilizzo di ceneri e residui solidi da calcium looping in qualità di aggiunta pozzolanica o materia prima.</p>			
<p><b>Fonti bibliografiche:</b> Appunti dalle lezioni e da corso web-learning <a href="http://www.federica.unina.it">www.federica.unina.it</a>; O. Levenspiel, <i>Chemical Reaction Engineering</i>, Ed. Wiley. Selezione di articoli scientifici.</p>			
<p><b>Propedeuticità:</b> Nessuna.</p>			
<p><b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.</p>			

## Insegnamento: Biopesticidi per l'agricoltura

<b>Modulo: Unico</b>	
<b>Settore Scientifico-Disciplinare: CHIM/06</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Metodi didattici:</b> lezioni frontali	<b>Tipologia attività formativa:</b> Affini o Integrative
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende far acquisire conoscenze sulle sostanze organiche naturali che possono essere utilizzate per l'incremento della produzione, per la difesa e la conservazione del patrimonio agricolo e l'impatto che esse possono avere sull'ambiente. Inoltre, si intende fornire allo studente conoscenze sulla correlazione struttura-attività biologica delle sostanze organiche naturali bioattive prodotte da microrganismi e da piante finalizzate alla modulazione della loro attività e specificità. Lo scale-up di promettenti erbicidi, fungicidi, insetticidi e battericidi, sarà illustrato per il trasferimento della loro produzione e formulazione a livello industriale.	
<b>Programma sintetico</b> Il corso tratterà brevemente delle più importanti classi di composti naturali (polichetidi, terpeni e steroidi, fenilpropanoidi) studiandone la chimica e la correlazione struttura-attività. Lo studio riguarderà i metaboliti microbici (prodotti da funghi e batteri fitopatogeni e non), come le fitotossine, i fungicidi, i battericidi, gli insetticidi e gli erbicidi ed i metaboliti secondari prodotti da piante allelopatiche con potenziale applicazione come biopesticidi. Saranno valutate le loro applicazioni: a) per la difesa delle colture agrarie dalle malattie microbiche (fitoalessine, induttori di resistenza agli stress biotici); b) per lo sviluppo di nuovi fungicidi e battericidi; c) per lo sviluppo di erbicidi da utilizzare nei metodi di lotta biologica e integrata alle piante infestanti e parassite di colture agrarie. d) per lo sviluppo di insetticidi per la lotta agli afidi e ai nematodi. Quando possibile saranno organizzate visite presso industrie internazionali specializzate nel settore con le quali sono in corso collaborazioni e accordi ufficiali.	
<b>Testi Consigliati</b> Paul M. Dewick. Chimica, Biosintesi e Bioattività delle Sostanze Naturali. Piccin Nuova Libreria, Padova, 2009. Appunti e Reviews forniti alle lezioni.	
<b>Propedeuticità:</b> nessuna	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> esame orale	

## Insegnamento: Laboratorio di Catalisi Industriale

<b>Modulo Unico</b>		
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04</b>		<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:4</b>	<b>Laboratorio: 2</b>
	<b>Altro: 4CFU= 32ore di lezione e 2CFU=24 ore Lab</b>	
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità di proporre soluzioni ai problemi che si incontrano nella preparazione, caratterizzazione e utilizzo di catalizzatori eterogenei di interesse dell'Industria Chimica.</p> <p>Contenti del Corso  <u>Lezioni Frontali (4 CFU):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Sintesi e proprietà di catalizzatori industriali</b></li> <li><b>2. Caratterizzazione di catalizzatori eterogenei</b></li> <li><b>3. Forma, dimensione e porosità dei catalizzatori eterogenei</b></li> <li><b>4. Disattivazione dei catalizzatori</b></li> </ol> <p><u>Laboratorio di Catalisi Industriale (2 CFU):</u>                      Preparazione di un catalizzatore, caratterizzazione chimico-fisica, test catalitici.</p>		
<b>Propedeuticità:</b> nessuna		
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova orale finale e valutazione delle relazioni relative alle esercitazioni di laboratorio.		

**Insegnamento: Progettazione degli esperimenti per gli studi di laboratorio e per lo sviluppo di formulazioni**

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM/04</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione: -</b>	<b>Laboratorio: -</b>
<b>Altro (specificare): 48 ore di lezione</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                  Lo studente deve dimostrare di conoscere le problematiche relative alla progettazione degli esperimenti, sia di tipo generale che quelli dedicati, in particolare, alla realizzazione di formulazioni industriali individuando i parametri essenziali che concorrono a conferire determinate caratteristiche finali. Deve dimostrare di padroneggiare le tecniche matematico-statistiche di base per l'elaborazione ed interpretazione dei dati raccolti. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di analizzare casi reali di progettazione degli esperimenti per studi di laboratorio e per formulazioni. Deve inoltre essere in grado di progettare una sperimentazione specifica per la realizzazione di formulazioni industriali oppure relativa ad uno studio di laboratorio (ad esempio uno studio cinetico).</p> <p><b>Programma del corso:</b>                  Il corso è focalizzato sull'applicazione delle tecniche matematico-statistiche del DOE (design of experiments) alla progettazione di esperimenti dedicati a studi di laboratorio o allo sviluppo di formulazioni industriali. Gli argomenti trattati nel corso sono organizzati secondo una sequenza che normalmente si incontra nell'attività pratica della progettazione degli esperimenti: 1 – ipotesi del modello, 2- progettazione di esperimenti per la validazione del modello, 3 – raccolta dati, 4 – fitting del modello per la descrizione dei dati sperimentali.                  Il corso si articola in tre sezioni:                  1 – Attività preliminari per la progettazione di esperimenti; descrizione dello spazio della miscela, analisi dei modelli più comuni per formulazioni di miscele.                  2 – Progettazione di esperimenti, valutazione ed eventuale modifica del design.                  3 – Analisi attraverso fitting, validazione dei modelli sviluppati. Introduzione del concetto di “effetto”. Metodi elementari di ottimizzazione applicati ai processi industriali.                  Alcuni casi-studio relativi a formulazioni industriali saranno presentati e discussi. Verranno forniti allo studente anche i fondamenti della statistica industriale (es. carte di controllo).</p> <p><b>Testi consigliati e materiale didattico:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) DOE simplified: practical tools for effective experimentation. M.J. Anderson, P.J. Whitcomb. Productivity Publisher, Oregon 2000.</li> <li>2) An introduction to design of experiments: a simplified approach. L.B. Barrentine. ASQ Quality Press, Wisconsin. 1999</li> <li>3) Experimental design for formulation. W.F. Smith. Pittsford NY 2005</li> <li>4) Dispense delle lezioni, slides del docente. Tutto il materiale è disponibile sul sito del docente in formato pdf.</li> </ol>			
<b>Propedeuticità:</b> Nessuna.			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova orale.			



## Insegnamento : Catalisi di Polimerizzazione

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04/05			CFU: 6
Ore di studio per ogni ora di:	Lezione:2	Esercitazione:	Laboratorio:1
Altro (specificare): 36 ore di lezione e 12 ore di laboratorio			
<b>Obiettivi formativi:</b>			
<p>Studio dei processi di polimerizzazione di alfa-olefine promossi da catalizzatori Ziegler-Natta eterogenei ed omogenei. Meccanismi delle reazioni enantioselettive di polimerizzazione e studio delle relazioni tra struttura dei catalizzatori, microstruttura delle catene polimeriche e proprietà fisiche dei polimeri. Metatesi di olefine. Polimerizzazioni ad apertura di anello.</p>			
<b>PROGRAMMA ANALITICO</b>			
<p>Questo corso si propone di fornire agli studenti della laurea specialistica una conoscenza dettagliata dei principali processi di polimerizzazione di alfa-olefine promossa da catalizzatori eterogenei di interesse industriale e dai nuovi catalizzatori omogenei basati su metalli dei Gruppi 4-10. Ad ognuno dei punti sotto elencati corrisponderanno 2 ore di lezione integrate con laboratorio.</p>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Le reazioni di polimerizzazione mediante catalisi di coordinazione.</li> <li>2) Aspetti teorici e sperimentali.</li> <li>3) Polimerizzazione Ziegler-Natta. Storia della scoperta. Meccanismo della polimerizzazione del propene con tricloruro di titanio.</li> <li>4) Catalizzatori Ziegler-Natta ad alta resa di ultima generazione e di utilizzo industriale. Polimerizzazione del propene con catalizzatori eterogenei e ruolo dei donori interni ed esterni.</li> <li>5) Studio dell'enantioselettività nella polimerizzazione del propene promossa da catalizzatori Ziegler-Natta eterogenei.</li> <li>6) Relazione tra microtassia dei polimeri e meccanismo di reazione.</li> <li>7) Introduzione alla catalisi di polimerizzazione promossa da catalizzatori omogenei a struttura definita.</li> <li>8) Tecniche di polimerizzazione con catalizzatori metallocenici e confronto con processi Ziegler-Natta eterogenei.</li> <li>9) Relazioni tra struttura del precursore catalitico e microstruttura dei polimeri ottenuti.</li> <li>10) Catalisi di polimerizzazione promossa da metalli del Gruppo 8-10.</li> <li>11) Nuove frontiere della catalisi di coordinazione.</li> <li>12) Insegnamento delle tecniche in atmosfera controllata utilizzate nella sintesi di polimeri.</li> <li>13) Caratterizzazione dei polimeri ottenuti in laboratorio da processi eterogenei ed omogenei: frazionamento di polimeri per estrazione con solventi al punto di ebollizione;</li> <li>14) Caratterizzazione microstrutturale dei polimeri mediante <sup>13</sup>C NMR.</li> <li>15) Esempi di polimeri ottenuti da catalisi combinata (catalisi di coordinazione e catalisi radicalica).</li> <li>16) Metatesi di olefine e definizione</li> <li>17) Catalisi di polimerizzazione ad apertura di anello (Ring opening polymerization, ROP);</li> <li>18) Polimerizzazione di lattidi e cenni alla copolimerizzazione di CO<sub>2</sub> ed epossidi.</li> </ol> <p>Ad ognuno dei 18 punti elencati corrisponderanno due ore di lezione frontale.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale scritta e/o orale e valutazione delle relazioni di laboratorio.			

## Insegnamento: Chimica-Fisica dei Materiali

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> <b>CHIM/02</b>	<b>CFU: 6</b>		
<b>Ore di studio per ogni ora di Lezione:</b>	<b>2</b>	<b>Esercitazioni:</b>	<b>Laboratorio:1</b>
	<b>Altro (specificare):</b>		
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Obiettivo del corso e' di fornire agli studenti una panoramica completa dei metodi sperimentali e teorici per la descrizione delle proprietà chimico-fisiche della materia condensata, con particolare attenzione all'applicazione delle spettroscopie e dei modelli computazionali.</p> <p><b>Programma sintetico del corso:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introduzione ai materiali solidi</li> <li>2) I materiali cristallini come paradigma nella scienza dei materiali</li> <li>3) La descrizione del legame chimico e della struttura elettronica nei cristalli</li> <li>4) Proprietà magnetiche di materiali solidi</li> <li>5) Spettroscopia vibrazionale dello stato solido</li> <li>6) Difetti puntuali nei solidi</li> <li>7) Proprietà chimico-fisiche e processi reattivi delle superfici solide</li> </ol> <p>Sono previste esercitazioni con l'utilizzo di strumenti computazionali per la visualizzazione ed il calcolo di proprietà strutturali ed elettroniche di solidi cristallini.</p> <p><b>Testi di riferimento</b>                      R.H. Hoffman, Solids and surfaces, VCH Publisher, 1988                      N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College Publishing, 1972</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.			

## Insegnamento: Cristallografia dei polimeri

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04/05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare): 48 ore di lezione</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Acquisizione dei metodi per la determinazione della struttura cristallina di polimeri mediante diffrazione dei raggi X e degli elettroni e calcoli di meccanica molecolare per la determinazione della conformazione e dell'impacchettamento delle macromolecole nei cristalli di polimeri.</p> <p><b>Programma del corso:</b>  <u>Elementi di diffrazione dei raggi X</u> - Natura e generazione dei raggi X. Diffusione dei raggi X ad opera di elettroni. Fenomeni dell'interferenza e della diffrazione. Diffusione dei raggi X ad opera di atomi. Diffrazione da parte di un liquido o di un solido amorfo. Diffrazione dei raggi X da parte di cristalli. La legge di Bragg. La condizione di riflessione di Bragg ad opera dei piani reticolari. Spazio reciproco e reticolo reciproco. Sfera di riflessione di Ewald. Diffrazione da cristallo singolo e da cristallo rotante. Diffrazione di fibre di polimeri e di polvere. Effetto delle dimensioni finite dei cristalli sulla diffrazione.  <u>Intensità della diffrazione.</u> Il fattore di struttura. Trasformata di Fourier di atomi, molecole e cristalli. Calcolo del fattore di struttura di cristalli e calcolo dell'intensità di diffrazione. Fattori di correzione per il calcolo dell'intensità: fattore di Lorentz e polarizzazione, assorbimento e molteplicità dei riflessi equivalenti.  <u>Determinazione della struttura cristallina di un polimero semicristallino</u> - Ottenimento di campioni semicristallini di polimeri: cristalli singoli, polveri, fibre. Diffrazione elettronica di cristalli singoli. Diffrazione dei raggi X di sistemi policristallini: polveri e fibre. Interpretazione degli spettri di diffrazione. Determinazione della periodicità (asse c) lungo l'asse di catena dallo spettro di fibra. Utilizzo dell'analisi conformazionale per individuare le possibili conformazioni della catene nel cristallo: principio di equivalenza e principio di minima energia interna. Meccanica molecolare e campi di forza. Lettura dello spettro di fibra e formulazione della cella elementare. Scelta del gruppo spaziale. Utilizzo della meccanica molecolare per trovare condizioni di buon impacchettamento. Calcolo dei fattori di struttura di modelli di struttura e confronto fra dati calcolati e intensità sperimentali. Indice di disaccordo. Cenni ai fenomeni di disordine presenti nei cristalli di polimeri. Sintesi di Fourier e funzione di Patterson e cenni ai metodi diretti.</p> <p><b>Testi di riferimento:</b>                      1) C. De Rosa, F. Auriemma, "Crystals and crystallinity in polymers: diffraction analysis of ordered and disordered crystals", Wiley, 2014.                      2) P. Corradini - "X ray diffraction" Encyclopedia of Polymer Science and Technology - Edizione 1971 - Vol.15 - pp.79-97.                      3) M. Kakudo, N. Kasai "X-ray diffraction by polymers" (1972), Elsevier</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.			

## Insegnamento : Dinamica e reologia dei polimeri

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:1</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> Studio della dinamica di macromolecole in massa e in soluzione: Viscoelasticità, Modello di Rouse, Modello della catena reptante e tempi di rilassamento. Modello della catena nel tubo. Leggi di scala del tempo di rilassamento più lungo in dipendenza dalla lunghezza delle catene. Tests meccanici sulla teoria della reptation. Tecniche spettroscopiche di analisi della struttura e della dinamica di macromolecole in soluzione e in massa: NMR e tecniche di scattering.</p>			
<p><b>Programma del corso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concetto di viscoelasticità lineare. Equazioni costitutive di base. Long time vs. short time behavior in esperimenti di stress-relaxation in seguito a step-strain; scorrimento viscoso nello stato stazionario; creep e recupero del creep; scorrimento oscillatorio. Relazione tra i parametri viscoelastici determinabili attraverso i diversi esperimenti, tramite l' utilizzo del principio di sovrapposizione e causalità. Equazioni di base per l' approccio mesoscopico e quindi molecolare allo studio della dinamica dei polimeri.</li> <li>• Teorema di fluttuazione e dissipazione. Dinamica di sistemi polimerici nello stato unentangled: Modello di Rouse; modello di Zimm; Viscosità intrinseca. Modi di rilassamento: Modi di Rouse; Modi di Zimm. Dipendenza dalla temperatura della dinamica di polimeri e principio di sovrapposizione. Scattering dinamico di sistemi in bulk e in soluzione. Determinazione della dinamica dei polimeri su scala locale tramite tecniche NMR.</li> <li>• Dinamica di sistemi polimerici nello stato entangled: Entanglements nei fusi polimerici. Reptation nei fusi polimerici: tempi di rilassamento e diffusione. Reptation in soluzioni diluite. Dinamica di una singola catena entangled. Effetto della presenza di molte catene: constraint release.</li> <li>• Non Newtonian melt flow: Funzioni reologiche del materiale; liquido di Lodge.</li> </ul>			
<p><b>Testi consigliati.</b> oltre alle dispense fornite dal docente, i testi consigliati sono:  M. Rubinstein, R. H. Colby, Polymer Physics, Oxford University Press.  G. Strobl, The Physics of Polymers, Springer.</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Eventuali prove scritte in itinere. Prova finale scritta e/o orale. Esercitazione al calcolatore.			

## Insegnamento: Introduzione alla Risonanza Magnetica Nucleare dei Solidi

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione:2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:0</b>
<b>Altro (specificare):</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> Il corso intende fornire le basi necessarie per coloro che intendono utilizzare la spettroscopia NMR per lo stato solido per risolvere problemi di Chimica e Scienza dei Materiali, dal punto di vista strutturale, ma soprattutto per quanto riguarda aspetti della dinamica delle molecole.</p> <p><b>Programma del corso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi di base della spettroscopia NMR. Nuclei in campi magnetici uniformi, ed effetto degli impulsi in radio frequenza. Notazione e formalismo per rappresentare gli operatori e gli spin e gli stati di spin nucleare. Matrice degli stati densità e concetto di coerenza.</li> <li>• Interazioni di spin. NMR multidimensionale nello stato solido. Aspetti pratici associati alla generazione, rilevazione e trattamento dei segnali NMR.</li> <li>• Tecniche principali di NMR per lo stato solido. Angolo Magico; Disaccoppiamento eteronucleare e omonucleare; Cross polarizzazione; Spin Echo; Determinazione dei tempi di rilassamento e significato.</li> <li>• Anisotropia del chemical shift. Cenni teorici ed esempi sull'uso dell'accoppiamento dipolare. Spettri di polvere e loro interpretazione. Tecniche NMR per la studio della struttura e dinamica delle molecole nello stato solido.</li> </ul> <p><b>Testi consigliati.</b> oltre alle dispense fornite dal docente, i testi consigliati sono: Melinds J. Duer Introduction to Solid-State NMR Sptrosocopy. Blackwell Science, 2004</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Eventuali prove scritte e/o orali in itinere. Prova finale scritta e/o orale. Esercitazione al calcolatore.			

## Insegnamento: Polimeri per applicazioni biomediche

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico Disciplinare: CHIM 03-04-05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione:</b>	<b>Laboratorio:</b>
	<b>Altro (specificare): 48 ore di lezione</b>		
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b> Obiettivo del corso è fornire agli studenti una panoramica sui materiali polimerici, sintetici e naturali, maggiormente utilizzati per la fabbricazione di sistemi di interesse biomedico. L'obiettivo principale è lo studio delle relazioni tra composizione chimica, struttura e proprietà dei diversi polimeri ed applicazione biomedica finale degli stessi.</p> <p><b>Programma del corso:</b>  <u>Introduzione:</u> Definizione e classificazione dei biomateriali. Caratteristiche generali dei polimeri usati in ambito biomedico. Biocompatibilità - definizione e valutazione, accenni alla norma ISO 10993.  <u>Degradazione polimerica in ambiente biologico:</u> Degradazione chimica - degradazione idrolitica, idrolisi passiva ed enzimatica, fattori che influenzano la cinetica di idrolisi. Degradazione ossidativa – ossidazione diretta da parte dell'organismo ospite ed ossidazione mediata dal dispositivo o da fattori ambientali. Degradazione meccanica. Bioerosione.  <u>Polimeri biodegradabili e biorisorbibili:</u> Definizione e caratteristiche generali. Poli (<math>\alpha</math>-esteri) - acido poliglicolico (PGA), acido polilattico (PLA), poli <math>\epsilon</math>-caprolattone, copolimeri PGA/PLA. Poliortoesteri. Polianidridi. Poliammidi sintetiche.  <u>Applicazioni biomediche dei polimeri biorisorbibili:</u> Supporti e barriere temporanee, <i>drug delivery systems</i> (DDS), dispositivi multifunzionali.  <u>Polimeri per l'ingegneria dei tessuti:</u> Introduzione all'ingegneria dei tessuti - definizione di tessuto e matrice extracellulare (ECM). Supporti polimerici naturali e sintetici. Tipi di supporti polimerici (spugne, schiume, idrogeli, microsfele, fibre). Esempi di applicazioni. Tecniche di preparazione di supporti polimerici - <i>solvent casting/particulate leaching</i>, separazione di fase, <i>electrospinning</i>, <i>fused deposition modeling</i> (FDM).  <u>Polimeri naturali - Proteine e poliamminoacidi naturali:</u> Collagene - proprietà generali, struttura, spugne, idrogeli, film e membrane, fabbricazione di materiali porosi, modifiche chimiche. Applicazioni biomediche del collagene - agenti emostatici, <i>drug delivery</i>, ingegneria dei tessuti, fabbricazione di medicazioni. Elastina.  <u>Polimeri naturali - Polisaccaridi:</u> Acido ialuronico e condroitina solfato - struttura, biodegradazione, funzione biologica, derivati, applicazioni biomediche. Chitina e chitosano - proprietà generali, struttura, ottenimento, modifiche chimiche, biodegradazione, applicazioni biomediche.  <u>Poliuretani (PU):</u> Definizione - PU lineari, reticolati ed in forma espansa. Sintesi. PU biodegradabili. Applicazioni in ambito biomedico - supporti per la rigenerazione del tessuto osseo e cardiovascolare, PU biostabili per applicazioni cardiovascolari, emocompatibilità.  <u>Polieteri:</u> Sintesi. Polietilenglicole (PEG) - proprietà generali, reazioni di PEGilazione. Copolimeri triblocco Pluronic® - proprietà generali, nomenclatura, micellizzazione, applicazioni per il trasporto ed il rilascio controllato di farmaci.  <u>Idrogeli:</u> Proprietà generali - definizione, idrogeli fisici e chimici, gelificazione. Metodi di preparazione idrogeli fisici e chimici. Applicazioni biomediche - rilascio controllato di farmaci, ingegneria dei tessuti.</p> <p><b>Testi consigliati:</b>  Dispense fornite dal docente.  <i>Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine</i>, edited by B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen, J. E. Lemons, Academic Press.  L. S. Naira, C. T. Laurencina, <i>Biodegradable polymers as biomaterials</i>, Prog. Polym. Sci. 2007, 32, 762-798.</p>			
<b>Propedeuticità:</b> nessuna			
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova finale orale.			

**Insegnamento: Metodi computazionali per lo studio delle reazioni di interesse industriale**

<b>Modulo: Unico</b>			
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04/05</b>			<b>CFU: 6</b>
<b>Ore di studio per ogni ora di:</b>	<b>Lezione: 2</b>	<b>Esercitazione:1</b>	<b>Laboratorio:</b>
<b>Altro (specificare): 48 ore di lezione</b>			
<p><b>Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:</b>                      Analisi dei metodi computazionali applicati a reazioni di interesse industriale. Reazioni di trasformazioni di aldeidi e chetoni. Reattività dei metalli di transizione nella formazione di legami C-C e C-H. Modellistica computazionale delle reazioni di polimerizzazione, epossidazione e idroformilazione. Analisi delle reazioni di metatesi. Reazioni di riduzione Meerwein-Pondorf-Verley.</p>			
<p><b>PROGRAMMA ANALITICO</b></p>			
<p>Questo corso si propone di fornire agli studenti della laurea specialistica le tecniche di base dei metodi computazionali per la comprensione dei meccanismi di reazione di interesse industriale. Più dettagliatamente verranno sviluppati i seguenti argomenti:</p>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tecniche computazionali, efficacia e limiti. Analisi di meccanismi di reazione mediante tecniche DFT. Analisi dei funzionali utilizzati e metodi di valutazione degli orbitali molecolari.</li> <li>2) Descrittori utilizzati per analisi QSAR in reazioni di interesse industriale.</li> <li>3) Cenni di applicazioni di "machine learning".</li> <li>4) Le reazioni di polimerizzazione mediante catalisi di coordinazione, aspetti teorici. Formazione dei legami C-C e termodinamica dei processi di polimerizzazione.</li> <li>5) Studio dell'enantioselettività nella catalisi industriale di olefine.</li> <li>6) Formazione di legami C-C con metalli del Gruppo 8-10.</li> <li>7) Formazione di legami C-H per metalli del Gruppo 4-10.</li> <li>8) Reazioni di riduzione Meerwein-Pondorf-Verley ed esempi di catalisi enantioselettiva in chimica organica.</li> <li>9) Reazioni di epossidazione e idroformilazione. Principi di funzionamento e tecniche di analisi computazionale.</li> <li>10) Reazioni di monomeri polari (e.g. metilmetacrilato) catalizzata da metalli di transizione. Principi e difficoltà sperimentali e teoriche.</li> </ol>			
<p>I 10 argomenti selezionati necessitano ognuno di 4 ore di lezione frontale. Le rimanenti 6 ore saranno impiegate per le presentazioni da parte degli studenti di un proprio elaborato autonomo su uno dei 10 argomenti del corso.</p>			
<b>Propedeuticità:</b>			
<b>Modalità di accertamento del profitto: Prova finale scritta e/o orale e valutazione delle relazioni di laboratorio.</b>			

<b>Insegnamento: Esercitazioni di Chimica Fisica delle Formulazioni</b>	
<b>Modulo: A</b>	
<b>Settore Scientifico – Disciplinare: CHIM/02</b>	<b>CFU: 2 frontali + 4 laboratorio</b>
<b>Metodi didattici:</b> lezioni frontali e laboratorio	<b>Tipologia attività formativa:</b> Esame a scelta
<p><b>Obiettivi formative, riferiti ai descrittori di Dublino</b>                      Il percorso formativo si propone di acquisire competenze specialistiche di settore, spendibili nel mondo del lavoro.                      Lo studente attraverso la trattazione di principi teorici riguardanti i sistemi colloidali e a seguito della relativa modellizzazione, progettazione, preparazione e caratterizzazione acquisisce conoscenze e competenze atte ad un proficuo inserimento nell'industria delle formulazioni.</p>	
<p><b>Contenuti o programma sintetico:</b>                      Aspetti termodinamici e statistici delle forze intermolecolari, forze repulsive steriche, potenziali intermolecolari, struttura liquida, legame idrogeno e interazioni idrofobiche, forza tra particelle e superfici. Colloidi, emulsioni, microemulsioni, vescicole, liposomi e micro gel.</p> <p>Laboratorio:                      Cinetica di formazione e caratterizzazione strutturale di microgel.                      Preparazione e caratterizzazione di sistemi anfifilici mediante fluorescenza.                      Preparazione e caratterizzazione micro e macro emulsioni.                      Funzionalizzazione e caratterizzazione di nanoparticelle</p>	
<b>Propedeuticità:</b> nessuno	
<b>Prerequisiti: Chimica Fisica I</b>	
<b>Modalità di verifica di apprendimento:</b> esame orale	



## **Allegato C**

### **Prova Finale**

Dopo il Tirocinio, gli Studenti possono chiedere ai componenti dei gruppi di ricerca afferenti al Corso di Laurea l'assegnazione di un argomento di Tesi di Laurea. La Tesi può essere svolta anche presso gruppi o strutture di ricerca i cui componenti siano esterni al Corso di Laurea, previa approvazione della Commissione Assegnazione Tesi di Laurea e la designazione di un Relatore che faccia parte della struttura da affiancare ad un correlatore della struttura esterna.

Il progetto di Tesi verrà formalmente approvato, dopo il Seminario pre-laurea, dalla Commissione, sentito il Collegio dei Docenti. Durante questo Seminario, lo Studente descriverà pubblicamente le linee essenziali del suo lavoro di ricerca. Contestualmente, la Commissione assegnerà due controrelatori che seguiranno, attraverso colloqui periodici, il lavoro di Tesi. Dalla data del Seminario pre-laurea dovranno passare minimo 6 mesi prima della discussione della Tesi.

Il lavoro del Candidato sarà giudicato da una Commissione di Laurea costituita da 7 membri nominati dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Chimiche. Il voto di Laurea, espresso in centodecimi, verrà stabilito sulla base della media ponderata dei punteggi conseguiti dallo Studente negli esami di profitto sostenuti (espressa in centodecimi), e sulla base del risultato della Prova Finale. Alla Prova Finale vengono attribuiti al massimo punti 11/110, tenendo conto delle caratteristiche della relazione finale, dell'esposizione e del tempo impiegato a conseguire la Laurea. Se la valutazione complessiva supera punti 110/110, la Commissione può procedere all'attribuzione della Lode.