

**FACOLTA' DI INGEGNERIA – A.A. 2011/12 – 2012/13  
CLASSE LM-22 – INGEGNERIA CHIMICA**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CHIMICA**

**ELENCO SCHEDE DI TRASPARENZA DEGLI INSEGNAMENTI.**

**SCHEDE DI TRASPARENZA DEGLI INSEGNAMENTI DI PRIMO ANNO:**

CHIMICA FISICA DEI MATERIALI SOLIDI  
CHIMICA INDUSTRIALE  
ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLE MACCHINE  
ELETTROCHIMICA APPLICATA  
OPERAZIONI UNITARIE E SICUREZZA DELL'INGEGNERIA CHIMICA  
REATTORI CHIMICI  
TECNOLOGIA DEI POLIMERI

**SCHEDE DI TRASPARENZA DEGLI INSEGNAMENTI DI SECONDO ANNO:**

CONTROLLO DI PROCESSO 1  
SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI  
TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-12
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Chimica Fisica dei Materiali Solidi
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	01886
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/23
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Salvatore Piazza Professore ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	I
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Giorni e orari di ricevimento: martedì e giovedì 15 - 16

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> Conoscenza della struttura dei materiali solidi, e delle proprietà chimico-fisiche dei metalli, a partire dalla struttura cristallinae dall'energia degli elettroni. Conoscenza delle proprietà dei semiconduttori e del loro comportamento nelle giunzioni allo stato solido..</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b> Capacità di scelta del tipo di materiale per le diverse applicazioni. Capacità di intervenire nei processi di fabbricazione dei dispositivi usati per l'elettronica e per la conversione dell'energia luminosa in elettrica.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b> Essere in grado di stabilire le procedure idonee alla scelta ed al tailoring di materiali metallici, isolanti o semiconduttori, per applicazioni tecnologiche.</p> <p><b>Abilità comunicative</b> Capacità di comunicare con altre figure tecniche e con esperti nel ramo della fabbricazione di dispositivi per l'elettronica.</p> <p><b>Capacità d'apprendimento</b> Capacità di aggiornamento con la consultazione delle pubblicazioni scientifiche proprie dei settori</p>
---

della metallurgia e della chimica fisica dei materiali.

**OBIETTIVI FORMATIVI**  
 Fornire una conoscenza di base sulla composizione e sulle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali metallici, isolanti e semiconduttori, nonché sul funzionamento dei dispositivi elettronici e sui processi di fabbricazione.

<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
2	Presentazione del corso. Struttura dei solidi: atomi, elettroni, conducibilità. Work Function di un metallo.
2	Meccanica quantistica: scoperte e principi fondamentali. Comportamento ondulatorio dell'elettrone.
2	Proprietà delle onde. Onde reticolari, radianti e di materia.
2	Equazione di Schroedinger per gli stati non stazionari e stazionari. Autofunzioni e autovalori.
2	L'elettrone in una buca di potenziale infinita e finita. Degenerazione dei livelli energetici. Effetto tunneling.
2	La teoria dell'elettrone libero nei metalli. Lo spazio k, funzione densità degli stati, funzione di occupazione.
5	Le proprietà dei metalli. Conducibilità: fenomeni di scattering. Superconduttività. Contributo elettronico al calore specifico. Fenomeni di emissione.
4	Struttura dei solidi. Reticoli diretti e reciproci. Tipi di legame. Trattazione quantomeccanica del legame metallico.
3	Le proprietà meccaniche dei materiali: regione elastica, costanti elastiche. Propagazione di onde elastiche nei solidi. Fononi. Contributo reticolare al calore specifico dei solidi.
5	Difetti nei solidi: difetti puntiformi. Dislocazioni, deformazione plastica. Difetti di superficie. Solidi policristallini; bordi di grano.
4	La teoria delle Bande nei solidi: modello di Kronig-Penney. Zone di Brillouin. Metalli, isolanti, semiconduttori. Conduzione nelle Bande.
5	Fisica dei semiconduttori. Semiconduttori intrinseci ed estrinseci. Drogaggio. Livello di Fermi e densità dei portatori. Transizioni ottiche.C
5	Giunzioni M-M, MIS, M-SC. Studio delle Barriere Schottky. Giunzione SC-elettrolita. Semiconduttori amorfi. Giunzione p-n.
4	Produzione di EGS e di di monocristalli di silicio. Stadi di fabbricazione di microgiunzioni p-n. Microlitografia, etching, doping. Micro-transistors, tecnologia VLSI.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Chimica Industriale
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	01914
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/27
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Alessandro Galia Professore associato Università degli Studi di Palermo
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	135
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	76
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	I e II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Martedì, giovedì ore 15.30-17.30

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione (*knowledge and understanding*):**

- Problematiche connesse con le produzioni industriali finalizzate alla preparazione di beni ed al mercato dell'energia.
- Classificazione dei greggi e trattamenti di conversione fisica e chimica, aspetti tecnologici, economici ed ambientali connessi alla realizzazione dei processi di raffinazione.
- Analisi critica di esempi selezionati di processi industriali organici impostata in modo da sottolineare la relazione che esiste tra le conoscenze fondamentali del processo (meccanismo di reazione, termodinamica del processo, approvvigionamento delle materia prime e procedure di isolamento dei prodotti) e la sua realizzazione industriale.

##### **Conoscenza e capacità di comprensione applicate (*applying knowledge and understanding*):**

- Gestire in modo critico le problematiche connesse alla produzione nel rispetto della sicurezza e dell'impatto ambientale dei processi.
- Essere in grado di valutare comparativamente processi, o segmenti di processi produttivi in funzione dei criteri di sostenibilità (ottimizzazione dei rendimenti energetici e di materia).
- Individuare quantità e portate di materia ed energia attinenti alle fasi di un processo chimico.

### Autonomia di giudizio (*making judgements*)

- Viene stimolata riflettendo assieme agli studenti sulle modalità con cui l'insieme delle conoscenze proprie della termodinamica e cinetica chimica, dei fenomeni di trasporto, della chimica generale ed organica e delle operazioni unitarie dell'ingegneria chimica cospirano per rendere possibile la realizzazione industriale di processi produttivi dell'industria chimica e della raffineria.

### Abilità comunicative (*communication skills*)

- Si cura la costruzione di una appropriata terminologia per la descrizione dei diversi processi sottolineando, ove possibile, le implicazioni delle differenze fra dizioni scientifiche e gergo industriale.

### Capacità di apprendere (*learning skills*)

L'approccio didattico utilizzato mira a sottolineare come l'apprendimento delle problematiche sia semplificato da una buona padronanza dei contenuti di base e caratterizzanti dell'ingegneria chimica. Si privilegia un approccio critico all'apprendimento caratterizzato dalla definizione del problema e dei vincoli da rispettare nella sua soluzione (scientifici, tecnologici, economici, normativi) e una costruzione meditata della migliore strategia di risoluzione.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Accrescere il livello di consapevolezza dell'allievo nell'utilizzazione delle sue conoscenze di termodinamica, cinetica chimica e fenomeni di trasporto per realizzare e gestire processi industriali per la produzione di composti chimici a basso peso molecolare, macromolecole e tagli per la produzione di energia. Gli ambiti produttivi spaziano in un ampio ambito coprendo problematiche tipiche del settore petrolchimico, della chimica fine e macromolecolare e della raffineria.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
2	Introduzione ai processi produttivi dell'industria chimica
2	Considerazioni tecnico-economiche per la scelta dei processi e figure di merito di rendimento materiale
2	Confronto critico fra catalisi omogenea ed eterogenea
2	Modellazione di un processo che evolve con catalisi eterogenea
8	Analisi quantitativa degli stadi cineticamente determinanti
3	Considerazioni sui reattori industriali
8	Processi industriali organici catalizzati in modo eterogeneo: produzione di ossido di etilene e cloruro di vinile
6	Processi con catalisi omogenea: idroformilazione delle olefine
3	Processi con catalisi omogenea: sintesi di acetaldeide
8	Processi potenzialmente realizzabili con catalisi omogenea o eterogenea: alchilazione di aromatici
5	Generalità sulle macromolecole e la loro sintesi
8	Analisi delle tecniche industriali per la polimerizzazioni di monomeri vinilici
2	Sintesi del PVC mediante polimerizzazione in sospensione
2	Produzione del LDPE mediante polimerizzazione in fase supercritica
4	Processi di polimerizzazione con catalisi ionica di coordinazione
3	Processi di polimerizzazione a stadi
2	Considerazioni sul mercato dell'energia
6	Processi catalitici per l'incremento del numero di ottano delle benzine: reforming catalitico e sintesi di MTBE

<b>ESERCITAZIONI</b>	
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Weissermel K. e Arpe H. J. Industrial Organic Chemistry, VCH New York 4<sup>th</sup> Ed. 2003.</li><li>• Moulijn J. A., Makkee M. e Van Diepen A. Chemical Process Technology, Wiley, terza ristampa con correzioni 2004.</li><li>• Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 7<sup>th</sup> edition.</li><li>• Dispense preparate dal docente.</li></ul>

<b>FACOLTÀ</b>	INGEGNERIA
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Elementi Costruttivi delle Macchine
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	02831
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/14
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Donatella Cerniglia Qualifica: Ricercatore Università di appartenenza: Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	90
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	60
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	1°
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Martedì, mercoledì, giovedì 11.00-13.00

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

- conoscenza degli aspetti metodologico- operativi della meccanica dei materiali, della scienza delle costruzioni e di costruzione di macchine;
- conoscenza delle proprie responsabilità professionali nell'ambito della caratterizzazione dei materiali e della progettazione meccanica;
- capacità di comprendere, sviluppare ed applicare con originalità idee e concetti;

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

- capacità di utilizzare le conoscenze di matematica e di scienze di base per interpretare e descrivere semplici problemi dell'ingegneria strutturale e dei materiali in campo meccanico;
- capacità di identificare, formulare e risolvere problemi inerenti la resistenza dei materiali e dei componenti meccanici, utilizzando le metodologie della scienza delle costruzioni e della meccanica dei materiali;
- capacità di progettare componenti meccanici per soddisfare le esigenze di resistenza, durata e costo;
- capacità di operare nel rispetto di leggi e normative e delle esigenze di sicurezza, tenendo in debito conto, in modo bilanciato, di costi e benefici e dell'impatto socio-ambientale delle soluzioni

- proposte;
- abilità decisionali concernenti la scelta di materiali, metodi di prova, tecniche di calcolo e semplificazione di problemi, finalizzate alla progettazione meccanica;

### **Autonomia di giudizio**

- autonomia nel raccogliere e nell'interpretare dati utili a determinare giudizi;
- autonomia nell'ideare soluzioni innovative;

### **Abilità comunicative**

- abilità nel presentare e discutere problematiche ed esigenze di resistenza e sicurezza di componenti ed impianti e di scelta di materiali da costruzione;

### **Capacità d'apprendimento**

- saper completare anche attraverso lo studio individuale la preparazione nell'ambito degli argomenti dell'insegnamento.

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente, al termine del corso, sarà in grado di dimensionare o scegliere componenti meccanici per soddisfare le esigenze di resistenza, durata e costo, con una corretta scelta del materiale. Inoltre sarà in grado di discutere problematiche ed esigenze di resistenza e sicurezza di componenti ed impianti, giustificando le proprie scelte.

<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
1	Introduzione al corso; Problematiche della resistenza dei componenti e della caratterizzazione delle proprietà dei materiali.
6	Stato tensionale nei solidi; Tensioni e direzioni principali; Cerchi di Mohr; Tensioni ottaedriche.
6	Equazioni di equilibrio, di compatibilità e costitutive; Materiali anisotropi; Matrice di cedevolezza; Determinazione di costanti elastiche e dei moduli di elasticità; Cenni di teoria dell'elasticità.
2	Problema elastico piano; Stato di tensione piano e di deformazione.
5	Cilindri in pressione; Equazioni di equilibrio e compatibilità; Andamento delle tensioni; Cerchiatura recipienti per alte pressioni; Sollecitazioni per gradienti di temperatura; Cilindri di piccolo spessore.
2	Tensioni di contatto; Tensione interna negli elementi di contatto; Fatica di contatto.
6	Materiali da costruzione; Proprietà meccaniche; Comportamento sforzi-deformazioni; Prova di trazione; Proprietà tecnologiche; Proprietà meccaniche al variare della temperatura; Scorrimento; Prova di compressione e di flessione; Prove di durezza; Proprietà termiche dei materiali.
4	Criteri di resistenza dei materiali; Coefficiente di sicurezza; Confronto tra i criteri di resistenza.
3	Comportamento in campo plastico; Effetto Bauschinger; Addolcimento ed incrudimento.
3	Comportamento a frattura; Meccanica della frattura elastica lineare; Fattore delle intensificazione delle tensioni; Tenacità; Verifica a frattura.
8	Comportamento a fatica; Diagrammi di Wohler; Fattori modificanti il limite a fatica; Effetto della tensione media; Diagramma di Haigh; Criteri di Goodman e Sodeberg; Coefficienti di sicurezza; Cicli ad ampiezza variabile; Criterio di Miner; Fatica multiassiale; Propagazione dei difetti a fatica; Legge di Paris.
2	Assi ed alberi; Fatica per torsione statica e flessione rotante; Criterio di Gough e Pollard; Alberi di trasmissione; Formule di progetto.
2	Cuscinetti volventi; Criteri di selezione; Vita dei cuscinetti; Affidabilità.
2	Generalità sui collegamenti tra elementi meccanici; Collegamenti filettati; Resistenza delle giunzioni bullonate a carico statico e a fatica; Concentrazione delle tensioni.
2	Collegamenti saldati; Tipi di giunzioni; Taglio primario e secondario; Formule di progetto.
2	Ruote dentate; Forze agenti nelle ruote a denti dritti ed elicoidali; Formule di resistenza dei

	denti a flessione e a fatica ed usura superficiale; Fattori di correzione per le tensioni agenti ed ammissibili.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
4	Esempi pratici sugli argomenti delle lezioni
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Dispense scaricabili dal sito del Dipartimento

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-12
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>Elettrochimica Applicata</b>
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	02939
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	Ing-Ind/23
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Francesco Di Quarto Qualifica: PO Università di appartenenza: UNIPA
<b>CFU</b>	9 (nove)
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	135
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	90
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Sono prerequisite indispensabile conoscenze di Chimica generale, Termodinamica Ingegneria Chimica, Fisica 2. Si consiglia una conoscenza di Elettrotecnica
<b>ANNO DI CORSO</b>	I
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Giorni e orari di ricevimento Tutti i giorni: 10.00-11.00

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

Alla fine del corso lo studente acquisirà conoscenze sui fondamenti delle catene galvaniche in condizioni di equilibrio ed in presenza di circolazione di corrente. Inoltre sarà in grado di comprendere i meccanismi di trasferimento di carica all'interfaccia elettrodo soluzione e le leggi che ne regolano la cinetica. Avrà inoltre acquisito conoscenze sulla influenza che i materiali elettrodi hanno sulle cinetiche di trasferimento di carica e sulle proprietà elettrocatalitiche dei diversi materiali adoperati nei processi elettrochimici industriali.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

L'utilizzazione delle nozioni acquisite lo metterà in grado di comprendere i meccanismi di funzionamento dei dispositivi elettrochimici per l'accumulo e la conversione di energia elettrica in

energia chimica e viceversa. Infine gli verranno forniti gli strumenti di base per la comprensione dei fenomeni di corrosione dei materiali metallici, nei diversi ambienti in cui possono essere utilizzati, nonché le conoscenze di base dei processi elettrometallurgici necessari per la conduzione di impianti elettrochimici.

Autonomia di giudizio: Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di:

- operare con cognizione di causa una scelta fra i diversi tipi di materiali elettrodi per una ottimizzazione del funzionamento di impianti elettrochimici dal punto di vista del risparmio energetico e della stabilità a lungo termine dei materiali adoperati nelle diverse condizioni di impiego.
- intervenire con competenze appropriate nella progettazione e gestione di sistemi di accumulo e conversione di energia chimica in energia elettrica e viceversa.
- avere una conoscenza approfondita degli aspetti termodinamici e cinetici dei più importanti processi elettrometallurgici che gli consentano di intervenire con conoscenze adeguate nella conduzione di impianti elettrometallurgici.

**Abilità comunicative:**

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare e sostenere con la dovuta competenza conversazioni su tematiche inerenti la elettrochimica applicata, di reperire dati e progettare esperimenti comunicando in forma logica e coerente i risultati ad una audience qualificata.

**Capacità d'apprendimento:**

Lo studente avendo appreso alcuni concetti di base della disciplina elettrochimica che stanno a fondamento dei processi industriali e delle tecniche di indagine elettrochimiche sarà in grado di procedere autonomamente all'approfondimento di argomenti nuovi ed all'aggiornamento teorico successivo ove se ne presentasse la necessità per la sua attività futura.

**OBIETTIVI FORMATIVI:**

Alla fine del corso lo studente acquisirà conoscenze sui fondamenti delle catene galvaniche in condizioni di equilibrio ed in presenza di circolazione di corrente. Inoltre sarà in grado di comprendere i meccanismi di trasferimento di carica all'interfaccia elettrodo soluzione e le leggi che ne regolano la cinetica. L'utilizzazione di tali nozioni lo metterà in grado di comprendere i meccanismi di funzionamento dei dispositivi elettrochimici per l'accumulo e la conversione di energia elettrica in energia chimica e viceversa. Infine gli verranno forniti gli strumenti di base per la comprensione dei fenomeni di corrosione dei materiali metallici, nei diversi ambienti in cui possono essere utilizzati, nonché le conoscenze di base dei processi elettrometallurgici necessari per la conduzione di impianti elettrochimici.

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
15	Energetica delle catene galvaniche
5	Interfacce Elettrodiche all'equilibrio
10	Fenomeni di trasporto nelle soluzioni elettrolitiche
20	Cinetica di elettrodo ed Elettrocatalisi
10	Processi elettrometallurgici e Aspetti elettrochimici nei processi di corrosione.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
	Energetica delle catene galvaniche, Interfacce Elettrodiche all'equilibrio,

30 ore	Fenomeni di trasporto nelle soluzioni elettrolitiche, Cinetica di elettrodo ed Elettrocatalisi, Processi elettrometallurgici e Processi di corrosione
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modern Electrochemistry, 2<sup>nd</sup> edition J. O'M. Bockris e A.K.N. Reddy Kluwer Academic/Plenum Publishers NY (2001).</li> <li>• Electrochemical Methods 2<sup>nd</sup> edition, A. J. Bard and L.R. Faulkner; John Wiley, (2001).</li> <li>• Corrosion and Surface Chemistry of Metals, D. Landolt, CRC Press (2007)</li> </ul> <p>Dispense del corso</p>

<b>FACOLTÀ</b>	INGEGNERIA
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA CHIMICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	OPERAZIONI UNITARIE E SICUREZZA DELL'INGEGNERIA CHIMICA
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	12659
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/25
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	FRANCO GRISAFI Professore Associato (NC) UNIVERSITA' DI PALERMO
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	129
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	96
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nozioni di base di matematica, chimica e fisica Nozioni di trasporto di materia e di calore Nozioni di base di impiantistica dell'industria di processo
<b>ANNO DI CORSO</b>	I
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula.
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa, Obbligatoria
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, Prova Scritta
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	MAR/GIO 16:30-17:30

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

- Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle problematiche inerenti alcune importanti operazioni unitarie dell'ingegneria chimica quali l'assorbimento con reazione chimica, l'evaporazione, l'adsorbimento, la miscelazione di fluidi, la cristallizzazione, ecc., per ognuna delle quali saranno illustrati i principi di funzionamento e le apparecchiature utilizzate industrialmente e la modellazione matematica per il dimensionamento. Un terzo del corso sarà dedicata inoltre all'acquisizione di nozioni fondamentali di sicurezza industriale relative alla definizione e alle tecniche di quantificazione del rischio industriale, alla prevenzione antincendio e all'igiene industriale.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Lo studente sarà in grado di selezionare e progettare le apparecchiature per la conduzione dei processi considerati e di fissare le condizioni operative. Le nozioni di sicurezza impartite gli consentiranno di individuare soluzioni idonee al fine di minimizzare il rischio connesso all'attività produttiva.

### Autonomia di giudizio

- Lo studente sarà in grado di valutare autonomamente:
  - l'applicabilità di una determinata operazione unitaria ad un processo industriale;
  - la scelta tra diverse soluzioni alternative sia relativamente a considerazioni impiantistico-processistiche che inerenti la sicurezza;
  - la scelta dell'approccio più adeguato (per accuratezza e metodologia) per effettuare un'analisi di sicurezza.

### Abilità comunicative

- Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti gli argomenti del corso. Sarà in grado di esporre propriamente tematiche relative alle diverse operazioni unitarie considerate, facendo ricorso alla terminologia tecnica e agli strumenti della rappresentazione matematica inerente.

### Capacità d'apprendimento

- Lo studente avrà appreso i principi fondamentali su cui si basa l'operazione considerata. Si doterà di uno strumento matematico aggiuntivo per la modellazione di sistemi (bilancio di popolazione). Avrà compreso la differenza tra un approccio qualitativo e quantitativo nell'analisi di rischio. Queste conoscenze contribuiranno al completamento del bagaglio tecnico-professionale anche in ambiti affini all'ingegneria chimica.

### OBIETTIVI FORMATIVI

La conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi agli argomenti oggetto del corso e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
6	<b>Evaporazione termica:</b> evaporatori a singolo e multiplo effetto, bilanci energetici, determinazione dell'innalzamento ebullioscopio delle soluzioni, diagrammi entalpia composizione di soluzioni non ideali, procedura di dimensionamento di evaporatori ad effetto singolo e multiplo, descrizione delle apparecchiature utilizzate.
2	<b>Scambio termico con passaggio di fase:</b> regimi di condensazione e di ebollizione, correlazioni per la stima dei coefficienti di scambio, procedura di dimensionamento di condensatori a fascio tubiero e mantello.
4	<b>Umidificazione:</b> cenni di psicrometria, definizioni di base delle grandezze psicrometriche, il sistema aria-acqua, dimensionamento di torri di raffreddamento, descrizione delle diverse tipologie di apparecchiature adottate industrialmente
6	<b>Adsorbimento:</b> equilibri di ripartizione solido-fluido, cenni ai modelli termodinamici per l'interpretazione degli equilibri di ripartizione, classificazione delle isoterme di adsorbimento, bilanci di materia semplificati, descrizione delle apparecchiature utilizzate
6	<b>Miscelazione e agitazione di fluidi</b> (in fase omogenea, di sospensioni solido-liquido e di dispersioni liquido-gas): miscelatori statici e rotanti, analisi dimensionale delle equazioni del moto in sistemi agitati, definizione di Numero di Potenza e Numero di Pompaggio, definizione della geometria standard di agitazione
6	<b>Cristallizzazione:</b> descrizione di sistemi solidi particellari con distribuzione di dimensioni mediante densità di popolazione, descrizione delle cinetiche di enucleazione e crescita in sistemi cristallizzanti, bilancio di popolazione applicato a cristallizzatori ideali, tecniche di

	controllo delle dimensioni del prodotto in uscita da un cristallizzatore, descrizione delle apparecchiature utilizzate.
5	<b>Processi di separazione mediante membrane:</b> equazione generale delle membrane; microfiltrazione, ultrafiltrazione, osmosi inversa; moduli a membrana, configurazioni impiantistiche e metodi di progettazione; generalità sugli impianti di dissalazione ad osmosi inversa di grandi dimensioni; cenni sui processi di dialisi, elettrodialisi e sulle separazioni di miscele gassose.
4	<b>Distillazione multicomponent, azeotropica e estrattiva:</b> prodotti chiave leggero e pesante, metodo rigoroso di calcolo, metodi approssimati (Gilliland-Fenske-Underwood), metodi avanzati di distillazione per la separazione di miscele azeotropiche o
2	<b>Fenomenologia degli incidenti industriali:</b> quantificazione dei possibili rilasci di sostanze contaminanti nell'ambiente. Cenni alla legislazione vigente.
4	<b>Tecniche di identificazione dei pericoli:</b> (analisi storica, <i>check list</i> , HAZOP, FMEA, FMECA, alberi degli eventi e alberi di guasto).
1	<b>Stima delle probabilità di accadimento</b> di eventi incidentali.
6	<b>Incendi ed esplosioni:</b> la combustione, le sostanze infiammabili, limiti di infiammabilità, sostanze estinguenti, impianti antincendio deflagrazione e detonazione, esplosioni di gas e polveri, di nubi di vapore (confinata e non confinata), esplosioni fisiche e chimiche.
2	<b>Modelli semplificati</b> per la stima dei livelli di irraggiamento, il calcolo delle onde d'urto dovuti a esplosioni o a incendi.
4	<b>Rilasci di sostanze tossiche:</b> definizioni e concetti di base di tossicologia, curve dose-risposta, dose efficace, tossica e letale. Standard internazionali di riferimento. Modelli di dispersione in atmosfera.
2	<b>Dispositivi di sicurezza contro le sovrappressioni:</b> pannelli di rottura, valvole a molla, dischi di rottura.

<b>ESERCITAZIONI</b>	
6	<b>Evaporazione termica</b>
4	<b>Umidificazione</b>
1	<b>Adsorbimento</b>
6	<b>Miscelazione e agitazione di fluidi</b>
4	<b>Cristallizzazione</b>
2	<b>Processi di separazione mediante membrane</b>
3	<b>Distillazione multicomponent, metodi short cut</b>
3	<b>Filtrazione</b>
3	<b>Esplosioni, modelli semplificati</b>
3	<b>Rilasci di sostanze tossiche</b>
1	<b>Dispositivi di sicurezza contro le sovrappressioni</b>
TESTI CONSIGLIATI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mc Cabe, Smith, Harriott, "Unit Operations of Chemical Engineering", 7th Ed., Mc Graw Hill, 2005</li> <li>• Coulson &amp; Richardson, "Chemical Engineering", Vol. 2, 5th Ed., Butterworth-Heinemann, 2002.</li> <li>• Coulson &amp; Richardson, "Chemical Engineering", Vol. 6, 4th Ed., Butterworth-Heinemann, 2005.</li> <li>• D. Crowl, J. Louvar, "Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications", 3rd Ed., Prentice Hall, 2011</li> <li>• Perry, Green, "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 8th Ed., Mc Graw Hill, 2008.</li> </ul>

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Reattori Chimici
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	06205
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/24
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Vincenzo Augugliaro Professore Ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	135
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	90
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali Esercitazioni in aula
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Scritta Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Tutti i giorni della settimana dalle 12 alle 13 Stanza n. 331 dell'Edif. 6 (ex DICPM), Viale delle Scienze

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale problematiche di modellazione cinetica di sistemi reagenti e di modellazione di reattori omogenei ed eterogenei.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b> Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per l'interpretazione di dati cinetici e per la progettazione ottimale di reattori chimici omogenei ed eterogenei.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b> Lo studente avrà acquisito una metodologia utile per la corretta pianificazione e conduzione di esperimenti per la determinazione di cinetiche di reazioni semplici e complesse e per la individuazione di scostamenti dalla idealità in reattori di impianto.</p>
---

**Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio problematiche di sistemi di reazione anche complessi in contesto industriale.

**Capacità d'apprendimento**

Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia qualsiasi problematica relativa alla progettazione e conduzione dei reattori chimici nonché alla pianificazione di esperimenti da laboratorio volti all'indagine cinetica di sistemi reagenti in cui il trasporto di materia e di calore può diventare determinante.

**OBIETTIVI FORMATIVI DELL'INSEGNAMENTO**

La conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi agli argomenti oggetto del corso e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
1	Introduzione alla cinetica chimica applicata.
2	Stechiometria. Modello stechiometrico. Reazioni indipendenti.
2	Equazioni cinetiche per reazioni elementari e non elementari.
2	Metodi differenziali per l'analisi di dati cinetici.
2	Metodi integrali per l'analisi di dati cinetici.
2	Reazioni in fase liquida e in soluzione.
2	Catalisi omogenea ed eterogenea.
3	Meccanismi di reazione su catalizzatori solidi.
4	Metodi cinetici in catalisi eterogenea.
1	Disattivazione dei catalizzatori.
1	Sistemi catalitici complessi.
1	Reazioni eterogenee non catalitiche.
2	Reazioni enzimatiche.
2	Reattori chimici ideali.
3	Bilanci di materia per reattori batch, PFR e CSTR.
3	Bilanci di energia.
2	Ottimizzazione termica dei reattori.
2	Flusso non ideale.
1	La funzione di distribuzione dei tempi di residenza.
1	Disturbo a gradino e a impulso.
1	Modello a dispersione assiale.
1	Modello dei reattori CSTR in serie.
2	Reattori per sistemi reagenti eterogenei.
1	Modello della conversione progressiva e del nucleo non reagente.
2	Reattori catalitici eterogenei.
2	Meccanismi di trasporto di materia nei catalizzatori porosi.
2	Efficienza di un catalizzatore. Modulo di Thiele.
1	Fattore di efficienza e diffusività effettiva.
2	Fattore di efficienza per particelle catalitiche non isoterme.
2	Coefficienti di trasporto di calore e di materia in reattori a letto fisso. Equazione di Ergun.
1	Modelli pseudo-omogenei di reattori a letto fisso.

2	Reattori a letto fluidizzato.
1	Reattori gas-liquido: il ruolo del trasporto di massa nei reattori chimici.
1	Colonne a riempimento. Colonne a gorgogliamento con e senza agitazione meccanica.
1	Bilanci di massa nei reattori gas-liquido.
2	Teoria del trasporto di massa con reazione chimica. .
1	Il fattore di reazione. Reazioni del 1° e 2° ordine.
2	Scelta del reattore gas-liquido.
2	Calcolo dell'altezza di una colonna a riempimento
<b>ESERCITAZIONI</b>	
2	Equazioni cinetiche per reazioni elementari e non elementari.
1	Metodi differenziali per l'analisi di dati cinetici.
1	Metodi integrali per l'analisi di dati cinetici.
1	Meccanismi di reazione su catalizzatori solidi.
2	Metodi cinetici in catalisi eterogenea.
1	Reazioni enzimatiche.
3	Bilanci di materia per reattori batch, PFR e CSTR.
2	Bilanci di energia.
1	Modello a dispersione assiale.
1	Modello dei reattori CSTR in serie.
1	Meccanismi di trasporto di materia nei catalizzatori porosi.
1	Efficienza di un catalizzatore. Modulo di Thiele.
1	Fattore di efficienza e diffusività effettiva.
1	Fattore di efficienza per particelle catalitiche non isotermiche.
1	Coefficienti di trasporto di calore e di materia in reattori a letto fisso. Equazione di Ergun.
2	Modelli pseudo-omogenei di reattori a letto fisso.
2	Calcolo dell'altezza di una colonna a riempimento
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Levenspiel, Ingegneria delle reazioni chimiche, 1995 Ambrosiana</li> <li>• L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, 1998 Oxford University Press.</li> <li>• P. Trambouze, H. Van Landeghem, J. P. Wauquier, Chemical Reactors, 1989 Technip</li> <li>• G. Astarita, D. W. Savage, A. Bisio, Gas treating with chemical solvents, 1985 Wiley</li> </ul>

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2010/2011
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>Tecnologia dei polimeri</b>
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	07298
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	SI
<b>NUMERO MODULI</b>	2
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	Ing-Ind/22
<b>DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)</b>	Prof. Francesco Paolo La Mantia Professore Ordinario Università di Palermo
<b>DOCENTE COINVOLTO (MODULO 2)</b>	Ing. Nadka Tzankova Dintcheva Ricercatore confermato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	86
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	64
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	I
<b>SEDE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali Esercitazioni in aula Esercitazioni in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Prof. F.P. La Mantia Lunedì, Venerdì Ore 9-10 Ing. N.Tz. Dintcheva Martedì, Giovedì Ore 10-12

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> Lo studente al termine del corso avrà conoscenza delle principali problematiche inerenti la struttura e le proprietà dei materiali polimerici con particolare riferimento alle operazioni di trasformazione e alle proprietà finali dei manufatti. Inoltre avranno la capacità di individuare le diverse tipologie di sistemi polimerici per ciascuna applicazione.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b> Capacità di riconoscere e di discutere sulle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principali caratteristiche e proprietà dei polimeri</li> </ul>
---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimeri amorfi e semicristallini</li> <li>• Viscoelasticità lineare e non lineare</li> <li>• Proprietà reologiche</li> <li>• Principali operazioni di trasformazione dei materiali polimerici</li> <li>• Relazioni proprietà - struttura - lavorazione</li> </ul> <p><b>Autonomia di giudizio</b> Lo studente sarà in grado di determinare le principali proprietà dei sistemi polimerici. Inoltre, avrà acquisito la capacità di identificare i materiali necessari per ciascuna applicazione.</p> <p><b>Abilità comunicative</b> Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio problematiche complesse relative alle proprietà dei materiali polimerici e le correlazioni proprietà – struttura - lavorazione di questi materiali anche in contesti specializzati.</p> <p><b>Capacità d’apprendimento</b> Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia qualsiasi problematica relativa all’individuazione delle principali proprietà dei materiali polimerici, alla loro caratterizzazione ed all’ottimizzazione dei processi di trasformazione.</p>
---

<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO 1</b></p> <p>Obiettivo del modulo è approfondire alcune tematiche inerenti alla struttura chimica e le reazioni di polimerizzazione dei principali polimeri industriali e introdurre lo studente alla conoscenza della viscoelasticità e del comportamento reologico dei materiali polimerici.</p> <p>Gli approfondimenti dei Modelli di Maxwell e Kelvin-Voigt permetteranno la definizione dei tempi di rilassamento dei polimeri e il calcolo degli spettri dei tempi di rilassamento.</p> <p>Saranno studiati il principio di sovrapposizione degli effetti e il principio di equivalenza tempo-temperatura.</p> <p>Saranno anche trattate alcuni concetti del comportamento reologico dei materiali polimerici, in particolare si discuterà sulla viscosità non-Newtoniana e sulle relazioni tra i parametri molecolari e il comportamento reologico dei polimeri.</p>
--

<b>MODULO 1</b>	
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
3	Polimeri, polimerizzazione e struttura chimica
3	Pesi molecolari e distribuzione dei pesi molecolari
5	Polimeri amorfi e semicristallini. Temperatura di transizione vetrosa. Materiali elastici e viscosi. Viscoelasticità
3	Modelli di Maxwell e di Kelvin-Voigt: Tempi di rilassamento e spettri dei tempi di rilassamento
3	Principio di sovrapposizione degli effetti e Principio di equivalenza tempo-temperatura
6	Reologia dei sistemi polimerici. Viscosità non-Newtoniana: Effetto dei parametri molecolari sulle curve di flusso, sforzi normali, flusso elongazionale.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
3	Calcolo della funzione degli spettri dei tempi di rilassamento
4	Calcolo della viscosità in funzione del gradiente di deformazione. Correzioni di Bagley e Rabinowitch
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIM - “Fondamenti di Scienza dei Polimeri”, a cura di M. Guaita, F. Ciardelli, F.P. La Mantia, E. Pedemonte, PaciniEditore 1998.</li> <li>• J. M. Dealy, K.F. Wissbrun, “Melt rheology and its role in plastics processing”, Chapman &amp; Hall, 1990.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispense distribuite dal docente</li> </ul>
--	--

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO 2**  
 Obiettivo del modulo è quello di approfondire lo studio delle proprietà dinamico-meccaniche, delle principali operazioni di trasformazione dei materiali polimerici e alla fine di collegare e stabilire le principali relazioni proprietà – struttura – lavorazione.  
 La parte finale del corso prevede una introduzione alle principali operazioni di riciclo dei materiali polimerici e una breve discussione sulle principali applicazioni dei materiali riciclati.

<b>MODULO 2</b>	
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
3	Influenza dei parametri molecolari sulla viscosità newtoniana, sulla curva di flusso, sugli sforzi normali e sui fenomeni elastici
3	Proprietà dinamico meccaniche: Effetto dei parametri fisici e dei parametri molecolari sulle proprietà dinamico meccaniche
10	Operazioni di trasformazione dei materiali polimerici (lavorazione): estrusione, stampaggio ad iniezione, laminazione, film-blowing, filatura
6	Relazioni proprietà – struttura - lavorazione
3	Riciclo dei materiali polimerici: applicazioni
	<b>ESERCITAZIONI</b>
3	Dimostrazione di prova di trazione di un materiale duttile e un materiale fragile. Misurazione del modulo elastico, della tensione a rottura, dell’allungamento e della resistenza all’impatto.
6	Dimostrazione delle operazioni di trasformazione dei polimeri in estrusione, stampaggio ad iniezione, presso-fusione, film-blowing e filatura.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIM - “Fondamenti di Scienza dei Polimeri”, a cura di M. Guaita, F. Ciardelli, F.P. La Mantia, E. Pedemonte, PaciniEditore 1998.</li> <li>• L.E. Nielsen, R.F. Landel, “Mechanical properties of polymers and composites”, Marcel Dekker, Inc. 1994.</li> <li>• Dispense distribuite dal docente</li> </ul>

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2012/2013
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Controllo di Processo 1
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	12661
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND /26
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Mosè Galluzzo Professore associato Università degli Studi di Palermo
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	131
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	94
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	2
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prove in itinere, Presentazione di un progetto Prova finale scritta e orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Lunedì, Martedì, Giovedì e Venerdì ore 13-14

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine del corso lo studente conoscerà:

- il comportamento dinamico dei componenti fondamentali dei sistemi di controllo dei processi chimici: processi sia semplici sia complessi, misuratori, attuatori, controllori;
- le tecniche di controllo comunemente usate nell'industria chimica e alcune tecniche di controllo avanzato.
- alcune delle principali definizioni di stabilità dei sistemi e alcuni dei metodi per la sua determinazione;
- gli schemi di controllo comunemente usati per le principali apparecchiature dell'industria chimica.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente avrà la capacità:

- di costruire il modello dinamico di semplici sistemi di processo applicando le leggi fondamentali della fisica e della chimica;
- di ottenere modelli semplificati per sistemi di processo usando dati sperimentali;
- di effettuare l'analisi di stabilità di processi non controllati e controllati;
- di progettare gli anelli di controllo per le principali variabili di un processo o di un'apparecchiatura;
- di usare Matlab e Simulink per la simulazione dinamica dei processi e l'analisi e la progettazione di controllori.

**Autonomia di giudizio**

Lo studente sarà in grado:

- di analizzare un processo dal punto di vista del suo comportamento dinamico, sulla base di dati sperimentali o di un modello teorico;
- di scegliere lo schema di controllo più idoneo per un processo o un' apparecchiatura;
- di scegliere i controllori più adatti per le principali variabili di processo e di valutare autonomamente eventuali modifiche di processo che possano contribuire a migliorare il controllo.

**Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado di discutere, con proprietà di linguaggio, di problemi relativi alla dinamica e al controllo dei processi chimici e di comunicare sia con ingegneri di processo o di controllo sia con strumentisti.

**Capacità di apprendimento**

Alla fine del corso lo studente sarà in grado di affrontare problemi più complessi sia di dinamica sia di controllo attraverso l'approfondimento e lo studio specifico di particolari processi e di tecniche di controllo non tradizionali.

**OBIETTIVI FORMATIVI DELL'INSEGNAMENTO**

Il corso si propone di fornire le principali nozioni necessarie all'analisi e al progetto dei sistemi di controllo degli impianti chimici.

Una prima parte del corso é dedicata allo sviluppo dei modelli dinamici dei processi e delle apparecchiature più comuni di ingegneria chimica. Nella seconda parte sono invece introdotti i concetti fondamentali del controllo di processo e descritte le tecniche più comunemente usate per il progetto dei controllori. Una terza parte è infine dedicata ai sistemi di controllo avanzato e al controllo con calcolatore.

Nelle esercitazioni vengono sviluppati alcuni esempi, facendo anche uso di software specifico per la simulazione dinamica e per l'analisi e la progettazione di sistemi di controllo.

<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
2	Introduzione al controllo dei processi chimici
8	Modellazione matematica dinamica di processi chimici
5	Dinamica di sistemi del 1° e del 2° ordine
2	Dinamica di sistemi di ordine elevato e con tempo morto
3	Trasformata di Laplace - Funzioni di trasferimento
4	Controllo feedback
4	Comportamento dinamico di sistemi controllati in feedback
2	Tuning di controllori feedback (P, PI, PID)
2	Controllo in cascata - Controllo a rapporto
1	Controllo feedforward
2	Controllo selettivo
4	Analisi di stabilità
2	Sistemi multivariabili – Interazione di anelli di controllo - Disaccoppiamento
2	Controllo adattivo
4	Strumentazione degli anelli di controllo
8	Controllo delle principali apparecchiature dell'industria chimica
3	Simulazione dinamica di semplici sistemi di ingegneria chimica
	<b>ESERCITAZIONI</b>
6	Modellazione matematica dinamica di processi chimici
3	Dinamica di sistemi del 1° e del 2° ordine
3	Dinamica di sistemi di ordine elevato e con tempo morto
3	Trasformata di Laplace - Funzioni di trasferimento
3	Controllo feedback
3	Comportamento dinamico di sistemi controllati in feedback
2	Controllo in cascata - Controllo a rapporto
1	Controllo feedforward
3	Analisi di stabilità
3	Sistemi multivariabili – Interazione di anelli di controllo - Disaccoppiamento
6	Simulazione dinamica di semplici sistemi di ingegneria chimica

<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J Doyle III</b> “<b>Process Dinamics and Control</b>”, <b>Ed. Wiley, New York, 2011</b></li><li>• G. Stephanopoulos “<b>Chemical Process Control, An Introduction to Theory and Practice</b>”, Ed. Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, New Jersey, 1984</li><li>• W.L. Luyben “<b>Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers</b>”, Ed. McGraw-Hill, 2 ed., New York, 1990</li></ul>
------------------------------	--

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2012-2013
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Scienza e Tecnologia dei Materiali
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	06328
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	Ing-Ind/22
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Stefano Piccarolo Professore Ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	135
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	90
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Chimica Generale, Chimica Organica, Termodinamica dell'Ingegneria Chimica
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio informatico, Esercitazioni sperimentali
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale preceduta da Prova Scritta
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Mar, Mer, Gio dalle 11 alle 13

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ conoscenza e comprensione approfondite dei fondamenti dei materiali di tutte le tipologie dai cristallini agli amorfi a quelli con struttura gerarchica;</li> <li>✓ consapevolezza critica degli avanzamenti nel settore dei materiali mediante il ricorso a strumenti/conoscenze/dati disponibili nel web specializzato</li> <li>✓ Utilizzo di strumenti concettuali appresi in altre discipline che forniscono le basi per l'adozione di approcci interdisciplinari ed una estrapolazione delle proprie conoscenze a sistemi/situazioni complesse</li> </ul> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ la capacità di risolvere problemi di frontiera nell'utilizzo e nella scelta dei materiali ove siano richieste condizioni estreme di utilizzo: temperatura, peso, resistenza agli agenti atmosferici</li> <li>✓ accurata scelta della documentazione che permette di avere sicuri ed aggiornati metodi di approfondimento permettendo così di formulare soluzioni nuove e di avanguardia per l'utilizzo dei materiali</li> <li>✓ approfondimento di modelli costitutivi in grado di fornire utili strumenti di progettazione del materiale come prodotto</li> </ul> <p><b>Autonomia di giudizio</b></p>
---

- ✓ la profonda comprensione delle tecniche per la formatura dei materiali permette di orientare immediatamente la scelta del materiale e dei processi produttivi più adatti all'applicazione;

### **Abilità comunicative**

- ✓ il frequente utilizzo di strumenti di discussione determina lo sviluppo di una autonomia di giudizio che deriva dall'approfondita conoscenza dei temi trattati
- ✓ Il riferimento a fonti internazionali rende indispensabile l'adeguamento a tali metodi di comunicazione

### **Capacità d'apprendimento**

- ✓ Le nozioni, i dati, i metodi utilizzati permettono una facile estrapolazione a situazioni complesse ed eventualmente non specificamente trattate

### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Lo stato solido non è soltanto ordinato, da cosa dipende la struttura e la morfologia e come queste determinano le proprietà

<b>MODULO</b>	<b>La struttura dei Materiali</b>
<b>ORE</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
6	Cenni di meccanica quantistica, Struttura cristallina e legame atomico, dipendenza qualitativa delle principali proprietà fisiche
6	Celle cristalline nei materiali metallici, densità, vuoti interstiziali e solidi a legame ionico, allotropia Solidi complessi ed amorfi
2	Diffrazione e diffusione, raggi X, diffrattometria nei solidi cristallini, spettri di polveri, legge di sherrer
6	Difetti nei solidi cristallini e sistemi cristallografici, e diffusione, dislocazioni e deformazione plastica, meccanismi di propagazione e blocco, cristalli singoli e policristalli, legge di Schmidt, metodi di rafforzamento. Trattamenti termici e struttura cristallina
1	Le microscopie: ottica, elettronica ed a sonda. Principio di funzionamento, applicazioni
2	Identificazione dei sistemi di scorrimento per reticolo CCC, calcolo dello sforzo di snervamento per cristallo singolo, confronto con materiali policristallini
6	Meccanismi di diffusione nei materiali solidi. Meccanismi di scorrimento nei materiali metallici, le dislocazioni, meccanismi di moltiplicazione ed annichilazione, influenza temperatura. Meccanismi di rafforzamento: soluzione solida, dimensioni dei grani, lavorazione meccanica e trattamenti termici
	<b>ESERCITAZIONI</b>
2	Il modellatore molecolare, dall'elettrone al legame, moto e temperatura, stato di aggregazione
2	Confronto dei potenziali di legame con un foglio excel, modulo elastico e coefficiente di espansione termica
2	Indici di Miller, densità teoriche e sperimentali, confronto e discussione
2	Un tipico diffrattometro, parametri di lavoro, analisi degli spettri, indicizzazione dei picchi in casi semplici,
2	Il microscopio a sonda, principio e modalità di funzionamento, le informazioni e la scala
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Struttura e Proprietà dei Materiali: Casa Editrice Ambrosiana Milano            William G. Moffatt, George W. Pearsall, John Wulff, Vol 1: "Struttura"</p> <p>William D. Callister, Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 3rd Edition Wiley 2007 ISBN: 978-0-471-47014-4</p> <p>Il sito sulle trasformazioni di fase nei materiali metallici di UC:  <a href="http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/">http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/</a></p> <p>Matter, educational software: <a href="http://www.matter.org.uk/">http://www.matter.org.uk/</a></p> <p>Le note al corso sul sito <a href="http://www.4shared.com">www.4shared.com</a></p>

### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

I materiali metallici, latitudine delle proprietà compositiva e di processo

<b>MODULO</b>	<b>Soluzioni solide e metallurgia</b>
<b>ORE</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
7	Richiami di termodinamica delle soluzioni, diagrammi di stato con trasformazioni invariati composizioni di equilibrio e morfologia dei prodotti, trasformazioni di non equilibrio
6	Cinetica delle trasformazioni di fase, diagrammi TTT e CCT, strutture formate: perlite, bainite e martensite. Influenza leganti, proprietà meccaniche, temprabilità

4	Trasformazioni diffusive e martensitiche, trattamenti termici. Indurimento per precipitazione, meccanismo e leghe: Alluminio e Rame
3	Diagramma Fe-C, definizioni e prodotti, produzione acciai e ghise, alluminio e leghe, rame e leghe, vetri e ceramici, definizioni e produzione
2	Peso e temperatura: leghe di Alluminio e Titanio
<b>ESERCITAZIONI</b>	
2	Calcoli su diagrammi di stato: composizioni e morfologia
1	Commento di filmati sulla produzione di manufatti in acciaio
2	Calorimetria differenziale, Calcolo trasformazione isoterma, equazione di Avrami, con un foglio excel
2	Calcoli su diagrammi TTT e CCT, fasi formate, composizioni e morfologia
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Struttura e Proprietà dei Materiali: Casa Editrice Ambrosiana Milano Jere H. Brophy, Robert M. Rose, John Wulff, Vol2: "Termodinamica strutturale" Wayne Hayden, William G. Moffatt, John Wulff, Vol 3: "Proprietà Meccaniche" E precedenti

<b>OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO</b> Materie plastiche proprietà, scelta e progettazione
--

<b>MODULO</b>	<b>I materiali polimerici</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
4	Definizioni, Classificazioni dei polimeri, Metodi di Trasformazione, pesi molecolari, isomerismi e configurazioni
7	Meccanismi di sintesi e controllo di qualità: polimerizzazioni a catena ed a gradino
6	Conformazioni e mobilità segmentale, gomme equazione di stato ed elasticità entropica
6	Fusi a regime, reologia e viscosimetria, la viscoelasticità rispetto ai modelli, metodi di caratterizzazione. Orientazione: caratterizzazione ed influenza sulle proprietà
5	Stato solido e viscoelasticità: modelli interpretativi e limiti. Transizione vetrosa, limite cinetico e transizioni secondarie, duttilità. La cristallinità peculiarità e caratterizzazione
<b>ESERCITAZIONI</b>	
2	Calcolo della distribuzione molare e ponderale con un foglio excel
2	Le operazioni di trasformazione dei polimeri, filmati e discussione, estrusore e punto di lavoro
2	Calcoli su equazione di partizione con foglio excel
2	Commento e discussione sui filmati di U Wales su fluidi viscoelastici
2	Curva maestra da dati di rilassamento con un foglio excel, modellazione con WLF
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Gli appunti e le note al corso sul sito <a href="http://www.4shared.com">www.4shared.com</a> U.W. Gedde, Polymer Physics, Springer 1995 ISBN 0412626403 ATHAS, Thermal Analysis educator: <a href="http://athas.prz.rzeszow.pl/?op=bl&amp;id=30">http://athas.prz.rzeszow.pl/?op=bl&amp;id=30</a> Il sito MIT continuum education: <a href="http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm">http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm</a> Matter, educational software: <a href="http://www.matter.org.uk/">http://www.matter.org.uk/</a>

<b>OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO</b> Scelta e progettazione con i materiali a gerarchia morfologica
---

<b>MODULO</b>	<b>I materiali compositi, il legno, gerarchie strutturali, confronto delle proprietà fisiche</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
5	I materiali compositi, definizioni, calcolo del modulo, modelli semplici, trasferimento del carico e fibre corte, costituenti tipici, produzione
2	Il legno ed i materiali cellulari, gerarchie morfologiche
2	Selezione dei materiali, criteri e tabelle di dati
<b>ESERCITAZIONI</b>	

2	Calcolo della frazione di rinforzo minima e dell'anisotropia con un foglio excel
2	Filmati ed animazioni sui materiali cedevoli ed equazione costitutiva
1	Filmati su prodotti in composito e tecniche di produzione
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Gli appunti e le note al corso sul sito <a href="http://www.4shared.com">www.4shared.com</a></p> <p>William D. Callister, Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 3rd Edition Wiley 2007 ISBN: 978-0-471-47014-4</p> <p>Il sito di UC su compositi, legno e materiali cellulari  <a href="http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/">http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/</a></p> <p>Il sito MIT continuum education:  <a href="http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm">http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm</a></p> <p>The Materials Calculator: <a href="http://www.matcalc.tugraz.at/download.htm">http://www.matcalc.tugraz.at/download.htm</a></p> <p>Engineering Pathway:  <a href="http://www.engineeringpathway.com/ep/hEd/coursePrep/">http://www.engineeringpathway.com/ep/hEd/coursePrep/</a></p> <p>AZONano: <a href="http://www.azonano.com/">http://www.azonano.com/</a></p>

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2012/2013
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Chimica
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>Teoria dello Sviluppo dei Processi Chimici</b>
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	07417
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/26
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Giorgio Micale Prof. Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	135
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	90
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in aula di informatica
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, Presentazione di un progetto
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Tutti i giorni ore 11-13

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale problematiche riguardanti lo sviluppo dei processi chimici. Lo studente sarà in grado di analizzare criticamente le varie alternative su una specifica produzione, di effettuare scelte operative anche relativamente alla conduzione del processo produttivo.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b> Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per analizzare e risolvere problemi tipici sulle decisioni sia dal punto di vista progettuale che da quello operativo. Egli sarà in grado di scegliere la migliore (più conveniente) alternativa, valutandone la convenienza dal punto di vista economico globale di azienda. Egli sarà anche in grado di utilizzare proficuamente almeno due specifici software di simulazione di processo normalmente utilizzati in campo industriale.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b> Lo studente avrà acquisito una metodologia di analisi e di sviluppo del processo chimico che gli</p>
---

permette autonomamente e criticamente di giudicare quale sia la scelta progettuale, ed operativa, migliore, tenendo conto di tutti i vincoli imposti anche dalle condizioni relative all'ambiente ed alla ricettività del mercato.

#### **Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio problematiche complesse di Conceptual Process Design anche in contesti altamente specializzati.

#### **Capacità d'apprendimento**

Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia qualsiasi problematica relativa allo sviluppo dei processi chimici. Sarà in grado anche di utilizzare le esperienze fatte su un particolare problema per risolvere al meglio casi analoghi e progettare correttamente lo sviluppo di un nuovo processo sull'esperienza di un precedente. Sarà anche in grado di effettuare ricerche per l'ottenimento dei dati necessari alla risoluzione dei problemi di sviluppo dei processi chimici, tali dati saranno criticamente analizzati e correttamente utilizzati.

#### **OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo sviluppo dei processi chimici passa attraverso diversi stadi di progettazione. Le attuali necessità di risparmio energetico e di ottimizzazione delle risorse richiedono tecniche sempre più precise e quindi sofisticate. Una corretta "progettazione concettuale" permette sia lo sviluppo di processi economicamente attrattivi, che la ottimizzazione della produzione del prodotto "target".

Questo modulo didattico fornisce agli studenti tutti gli strumenti di valutazione economica, di sviluppo della progettazione di un processo produttivo, di conoscenza dei software che permettono il raggiungimento degli obiettivi previsti, e permettono anche di effettuare comparazioni e/o simulazioni al fine della scelta ottimale.

Ovviamente tali strumenti permettono l'analisi di processi già attivi al fine di proporre modifiche sia di progettazione che di conduzione che possano migliorarne l'efficienza.

Gli allievi sono tenuti a presentare all'atto dell'esame il progetto completo di un processo chimico di loro scelta, e di commentarne sia le caratteristiche che le scelte progettuali effettuate.

Tale approccio ha l'obiettivo di abituare lo studente alla risoluzione di problemi di progettazione e di conduzione utilizzando anche conoscenze acquisite dallo studio di altri insegnamenti.

<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
1	Introduzione al Corso
6	Bilanci macroscopici di materia e di energia applicati ai processi chimici
4	Analisi dei costi, indici di costo, costi fissi ed operativi
2	Analisi di redditività, potenziale economico di un processo
3	Programmazione lineare applicata alla ottimizzazione di processo
2	Introduzione alla progettazione concettuale per lo sviluppo dei processi chimici
3	Scelta del processo, struttura di input-output
4	Struttura dei ricicli
2	Tipizzazione della zona di reazione (scelta del o dei reattori in funzione del tipo di processo)
4	Struttura del sistema di separazione
5	Reti di scambio termico, progettazione con il metodo del pinch
2	Definizione finale dello schema di processo
5	Valutazioni economiche
3	Introduzione ai software di simulazione di processo
9	Utilizzazione di software di simulazione di processo

3	Esame di un case study
<b>ESERCITAZIONI</b>	
2	Bilanci macroscopici di materia e di energia applicati ai processi chimici
2	Analisi dei costi, indici di costo, costi fissi ed operativi
2	Analisi di redditività, potenziale economico di un processo
2	Programmazione lineare applicata alla ottimizzazione di processo
4	Reti di scambio termico, progettazione con il metodo del pinch
2	Definizione finale dello schema di processo
2	Valutazioni economiche
4	Introduzione ai software di simulazione di processo
8	Utilizzazione di software di simulazione di processo
4	Esame di un case study

<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Douglas, Conceptual design of chemical processes, McGraw-Hill</li> <li>• Smith, Chemical process design, McGraw-Hill</li> <li>• Peters and Timmerhaus, Plant design and economics for chemical engineers, McGraw-Hill</li> <li>• Reklaitis, Introduction to material and energy balances, J. Wiley</li> <li>• Manuale operativo di PRO II (SimSci)</li> <li>• Manuale operativo di PROMax</li> </ul>
------------------------------	---