



Anno accademico 2023/24



**Corso di laurea magistrale in
INGEGNERIA CHIMICA (MCHR)**

Classe LM 22 – Ingegneria Chimica

SYLLABUS

Regolamento Didattico

Sezione I – Offerta formativa

Obiettivi formativi specifici

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica ha l'obiettivo di offrire allo studente una formazione scientifica e professionale avanzata, con approfondite conoscenze di tipo ingegneristico, che gli consentono di affrontare i problemi complessi che si incontrano nei processi di trasformazione della materia. La formazione finalizzata principalmente agli approfondimenti metodologici e allo sviluppo degli strumenti di indagine e di progetto che consentono di analizzare, progettare, gestire, controllare e ottimizzare i processi, gli impianti e i materiali, nonché di contribuire fattivamente all'innovazione ed all'avanzamento scientifico e tecnologico del settore.

Curricula/ Indirizzi

Sono previsti 3 curricula:

- *Ingegneria chimica*
- *Ingegneria chimica dei materiali*
- *Chemical engineering for innovative processes and products* (erogato interamente in inglese)

Descrizione del percorso di formazione

Il biennio di studi della laurea magistrale è articolato secondo 3 curricula:

- ingegneria chimica, che può orientarsi maggiormente verso gli ambiti del processo e della progettazione, biotecnologico-alimentare e ambiente e sicurezza;
- ingegneria chimica dei materiali, orientato ai processi produttivi, alla scelta e alla manutenzione di materiali in vari ambiti (principalmente dell'ingegneria chimica ma anche dell'aerospazio, della meccanica, dell'edilizia, dei beni culturali);
- chemical engineering for innovative processes and products (erogato interamente in lingua inglese) indirizzato maggiormente ai processi e prodotti innovativi con speciale attenzione agli sviluppi più recenti dell'ingegneria di processo, alle produzioni sostenibili con ridotto impatto ambientale ed ai processi su microscala.

Ogni curriculum prevede un primo sostanzioso gruppo di insegnamenti, caratterizzanti e affini, che definiscono un patrimonio di conoscenze e capacità comuni a tutti i laureati magistrali formati secondo quel curriculum, e ulteriori gruppi di insegnamenti caratterizzanti che consentono gli approfondimenti e l'acquisizione di conoscenze più specifiche relativamente a settori applicativi di particolare interesse.

Il primo gruppo comprende 7 insegnamenti, per un totale di 57-63 CFU, e fornisce, per tutti i curricula, strumenti metodologici matematici avanzati per l'analisi dei processi, principi e metodologie di controllo dei processi e delle apparecchiature, conoscenze di tipo economico per valutare entità e redditività degli investimenti necessari per realizzare gli impianti produttivi, le metodologie per simulare il comportamento di sistemi reagenti o la termodinamica di non equilibrio, la progettazione delle apparecchiature di scambio termico ed effettuare separazioni di tipo più particolare o le metodologie teoriche alla base dello sviluppo dei processi. In ogni curriculum sono previsti approfondimenti specifici, che riguardano, per il primo curriculum, la termodinamica ed i processi di trattamento degli effluenti, per il secondo, i processi e gli impianti metallurgici e i materiali ceramici e/o polimerici e compositi, per il terzo, i trattamenti delle acque e le tecnologie ambientali ed i processi di separazione su microscala.

Altri 4 insegnamenti vanno scelti, per ogni curriculum, in elenchi di corsi consigliati che consentono di approfondire le conoscenze nello specifico settore di interesse.

Il percorso formativo è completato dalle attività a scelta libera, dalle attività utili all'inserimento nel mondo del lavoro (seminari con partecipazione di esperti, anche internazionali, provenienti dal mondo del lavoro e della ricerca) e dalla prova finale, ossia la stesura e presentazione di una tesi di laurea in cui viene discusso in modo approfondito e originale un tema specifico nell'ambito dell'ingegneria chimica.

Per ciascun insegnamento sono previste lezioni frontali, accompagnate da esercitazioni, laboratori, lavori di gruppo, ed ogni altra attività che il docente ritenga utile alla didattica. La verifica dell'apprendimento avviene attraverso un esame che può prevedere prove scritte, orali e/o pratiche secondo modalità definite dal docente e indicate nel programma del corso.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Gli sbocchi occupazionali di un laureato magistrale con curriculum *Ingegneria chimica* sono i seguenti:

- Impianti chimici di produzione e trasformazione. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze, nei campi:
 - della produzione di sostanze chimiche, raffinerie, di trattamento del gas naturale, complessi petrolchimici, ecc.;
 - delle industrie biotecnologiche, nutraceutiche e cosmetiche, farmaceutiche, per il trattamento e la conservazione degli alimenti, per lo smaltimento e la valorizzazione di scarti o surplus produttivi dell'industria agro-alimentare, compresa la produzione di biocombustibili e di energia.
 - Dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze:
 - società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti chimici, petrolchimici, petroliferi, biotecnologici, farmaceutici, ecc.;
 - società e imprese attive nel campo dell'ingegneria e delle scienze ambientali, dell'energia, della sicurezza, della progettazione e gestione e dei trattamenti chimico-fisici e biologici di reflui, emissioni e rifiuti solidi di origine industriale e finalizzati alla bonifica di siti contaminati e di aree industriali dismesse.
 - Centri di ricerca e laboratori industriali di ricerca e sviluppo in aziende ed enti pubblici e privati. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze, nei campi:
 - dell'ingegneria chimica, di processo e di prodotto;
 - dell'ingegneria chimica della sicurezza e per la tutela ambientale;
 - dell'industria biotecnologica, alimentare e farmaceutica.
 - Pubblica amministrazione come direzione e coordinamento tecnico. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito approfondite conoscenze:
 - Laboratori e strutture pubbliche e private attive nel campo del monitoraggio dei parametri ambientali chimico-fisici e biologici e della sicurezza in ambito industriale;
 - Laboratori e strutture pubbliche addetti all'ispezione e al controllo della qualità nell'industria alimentare, farmaceutica, cosmetica e nutraceutica.
- Ulteriori sbocchi possono essere individuati nell'ulteriore specializzazione tecnico-scientifica o professionalizzante da acquisirsi mediante partecipazione a Master di secondo livello o, previo superamento dell'esame di ammissione, a

Gli sbocchi occupazionali di un laureato magistrale con curriculum *Ingegneria chimica dei materiali* sono i seguenti:

- impianti chimici, raffinerie, complessi petrolchimici, industrie farmaceutiche, meccaniche, aeronautiche, navali, elettroniche;
- impianti di estrazione e trasformazione delle materie prime per la produzione di materiali metallici e impianti per la lavorazione e i trattamenti termici dei metalli;
- impianti per la produzione e lavorazione di materie plastiche e materiali compositi;
- impianti per la produzione e lavorazione dei materiali ceramici (tradizionali e avanzati) e dei vetri;
- costruzioni edili e civili;
- restauro architettonico e dei beni culturali;

- società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti;
- centri di ricerca e laboratori industriali di ricerca e sviluppo in aziende ed enti pubblici e privati nei diversi campi dell'ingegneria chimica dei materiali;
- pubblica amministrazione come direzione e coordinamento tecnico.

Sbocchi aggiuntivi possono essere individuati nell'ulteriore specializzazione tecnico-scientifica o professionalizzante da acquisirsi mediante partecipazione a Master di secondo livello o, previo superamento dell'esame di ammissione, a Dottorati di Ricerca nell'ambito dell'Ingegneria Chimica e dell'Ingegneria dei Materiali

Gli sbocchi occupazionali di un laureato magistrale con curriculum *Chemical engineering for innovative processes and products* sono i seguenti:

- Impianti chimici di produzione e trasformazione della materia, in particolare per la gestione di processi ottimizzabili su micro/nanoscala, per:
 - industrie chimiche, farmaceutiche, nutraceutiche e cosmetiche, per il trattamento e la conservazione degli alimenti,
 - industrie di produzione e lavorazione di materiali tradizionali e materiali avanzati.
- Società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti chimici, farmaceutici, di produzione di materiali avanzati;
- Società e imprese attive nel campo dell'ingegneria dell'energia, della sicurezza, della bonifica di siti contaminati e di aree industriali dismesse;
- Centri di ricerca e laboratori industriali di ricerca e sviluppo in aziende ed enti pubblici e privati nei campi:
 - dell'ingegneria chimica, di processo e di prodotto;
 - dell'ingegneria chimica della sicurezza e per la tutela ambientale;
 - dell'industria farmaceutica;
 - dell'ingegneria dei materiali.
- Pubblica amministrazione come direzione e coordinamento tecnico. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito approfondite conoscenze:
 - Laboratori e strutture pubbliche e private attive nel campo del monitoraggio ambientale e della sicurezza;
 - Laboratori e strutture pubbliche addetti all'ispezione e al controllo della qualità nell'industria alimentare, farmaceutica, cosmetica e nutraceutica.

Ulteriori sbocchi possono essere individuati nell'ulteriore specializzazione tecnico-scientifica o professionalizzante da acquisirsi mediante partecipazione a Master di secondo livello o, previo superamento dell'esame di ammissione, a Dottorati di Ricerca nell'ambito dell'Ingegneria Chimica e l'Ingegneria dei Materiali.

MCHR: MANIFESTO DEGLI STUDI 2023/24

Curriculum Ingegneria Chimica

Insegnamenti obbligatori

Insegnamento	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Termodinamica per l'ingegneria chimica 2	ING-IND/24	6	CR	E	1	1B
Economia dell'industria di processo	ING-IND/35	6	CR	E	2	5B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Metodi matematici per l'ingegneria	MAT/05	6	CR	E	1	5B
	MAT/08	3				
Mathematical methods for chemical engineering	MAT/05	6	CR	E	1	5B
	MAT/06	3				

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Processi e impianti di trattamento dei reflui industriali	ING-IND/25	9	CR	E	1	1B
Water treatment processes and environmental technology	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Reattori chimici	ING-IND/24	9	CR	E	2	1B
Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Progettazione degli impianti chimici I	ING-IND/25	9	CR	E	2	1B
Theory and development of process design	ING-IND/26	9	CR	E	2	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Sistemi di controllo degli impianti chimici	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B
Computer aided process control	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B

Insegnamenti a scelta guidata

2 corsi a scelta tra i seguenti						
Insegnamento	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale (*)	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B
Separation processes with an application to lab-on-chips	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B
Reattori chimici (*)	ING-IND/24	9	CR	E	2	1B
Progettazione degli impianti chimici I (*)	ING-IND/25	9	CR	E	2	1B
Processi e impianti metallurgici	ING-IND/21	9	CR	E	2	1B
Principi di ingegneria biochimica	ING-IND/24	9	CR	E	2	1B
Theory and development of process design (*)	ING-IND/26	9	CR	E	2	1B
Impianti alimentari e biochimici	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B
Sicurezza degli impianti chimici	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B
Tecnologie per la produzione di combustibili fossili e rinnovabili	ING-IND/27	9	CR	E	3	1B

2 corsi a scelta tra i seguenti						
Green and sustainable hydrogen production	ING-IND/24 ING-IND/25	6	CR	E	1	1B
Process and product safety in the chemical industry	ING-IND/27	6	CR	E	1	1B
Apparecchiature per il trattamento dei solidi	ING-IND/25	6	CR	E	2	1B
Catalisi per l'industria e per l'ambiente	ING-IND/27	6	CR	E	2	1B
Nanobiotechnology	ING-IND/25	6	CR	E	3	1B
Green chemistry and process engineering	ING-IND/27	6	CR	E	4	1B
Progettazione degli impianti chimici II	ING-IND/25	6	CR	E	4	1B
Impianti di trattamento degli effluenti gassosi	ING-IND/25	6	CR	E	4	1B
Corrosion engineering	ING-IND/22	6	CR	E	2	1B

(*) Se non già selezionato tra i corsi obbligatori

Altre attività formative

Attività	CFU
A scelta dello studente	12
Prova finale	20
Attività formativa (art.10, comma 5, lettera d)	1

Per i 12 CFU a scelta dello studente, fermo restando quanto previsto dal DM 270, si suggerisce di scegliere tra i corsi caratterizzanti del Manifesto.

Curriculum Ingegneria Chimica dei Materiali

Insegnamenti obbligatori

Insegnamento	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Economia dell'industria di processo	ING-IND/35	6	CR	E	1	5B
Processi e impianti metallurgici	ING-IND/21	9	CR	E	2	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Metodi matematici per l'ingegneria	MAT/05	6	CR	E	1	5B
	MAT/08	3				
Mathematical methods for chemical engineering	MAT/05	6	CR	E	1	5B
	MAT/06	3				

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Reattori chimici	ING-IND/24	9	CR	E	2	1B
Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Progettazione degli impianti chimici I	ING-IND/25	9	CR	E	2	1B
Theory and development of process design	ING-IND/26	9	CR	E	2	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Sistemi di controllo degli impianti chimici	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B
Computer aided process control	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B

1 corso a scelta tra i due seguenti						
Materiali polimerici e compositi	ING-IND/22	9	CR	E	3	1B
Materiali ceramici	ING-IND/22	9	CR	E	4	1B

Insegnamenti a scelta guidata

1 corso a scelta tra i seguenti						
Insegnamento	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale (*)	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B
Reattori chimici (*)	ING-IND/24	9	CR	E	2	1B
Progettazione degli impianti chimici I (*)	ING-IND/25	9	CR	E	2	1B
Theory and development of process design (*)	ING-IND/26	9	CR	E	2	1B
Materiali ceramici (*)	ING-IND/22	9	CR	E	4	1B
Materiali polimerici e compositi (*)	ING-IND/22	9	CR	E	3	1B

3 corsi a scelta tra i seguenti						
Insegnamento	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Metallurgia dei non ferrosi	ING-IND/21	6	CR	E	1	1B
Tecnologie metallurgiche	ING-IND/21	6	CR	E	1	1B
Applied metallurgy	ING-IND/21	6	CR	E	1	1B
Processi di polimerizzazione	ING-IND/27	6	CR	E	1	1B
Corrosion engineering	ING-IND/22	6	CR	E	2	1B

Materiali compositi avanzati	ING-IND/22	6	CR	E	3	1B
Sustainable design of materials	ING-IND/22	6	CR	E	4	1B

(*) Se non già selezionato tra i corsi obbligatori

Altre attività formative

Attività	CFU
A scelta dello studente	12
Prova finale	20
Attività formativa (art.10, comma 5, lettera d)	1

Per i 12 CFU a scelta dello studente, fermo restando quanto previsto dal DM 270, si suggerisce di scegliere tra i corsi caratterizzanti del Manifesto.

Curriculum Chemical Engineering for Innovative Processes and Products (erogato interamente in inglese)

Insegnamenti obbligatori

Insegnamento	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Mathematical methods for chemical engineering	MAT/05	6	CR	E	1	5B
	MAT/06	3				
Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B
Separation processes with an application to lab-on-chips	ING-IND/24	9	CR	E	1	1B
Economics of technology and management	ING-IND/35	9	CR	E	2	5B
Theory and development of process design	ING-IND/26	9	CR	E	2	1B
Water treatment processes and environmental technology	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B
Computer aided process control	ING-IND/25	9	CR	E	3	1B

Insegnamenti a scelta guidata

4 corsi a scelta tra i seguenti	SSD	CFU	tipo	Verifica	Periodo didattico	Tipologia di attività
Applied metallurgy	ING-IND/21	6	CR	E	1	1B
Green and sustainable hydrogen production	ING-IND/24 ING-IND/25	6	CR	E	1	1B
Process and product safety in the chemical industry	ING-IND/27	6	CR	E	1	1B
Corrosion engineering	ING-IND/22	6	CR	E	2	1B
Principles of biochemical engineering	ING-IND/24	6	CR	E	2	1B
Nanobiotechnology	ING-IND/25	6	CR	E	3	1B
Sustainable design of materials	ING-IND/22	6	CR	E	4	1B
Green chemistry and process engineering	ING-IND/27	6	CR	E	4	1B
Transport phenomena in microsystems and micro/nano reactive devices	ING-IND/24	6	CR	E	4	1B
Computational methods for chemical and biochemical reactor dynamics	ING-IND/26	6	CR	E	4	1B

Altre attività formative

Attività	CFU
A scelta dello studente	12
Prova finale	20
Attività formativa (art.10, comma 5, lettera d)	1

Per i 12 CFU a scelta dello studente, fermo restando quanto previsto dal DM 270, si suggerisce di scegliere tra i corsi caratterizzanti del Manifesto.

Legenda

CFU: Crediti Formativi Universitari
SSD: Settore Scientifico Disciplinare
U.D.I.: Unità Didattica Integrata

Tipo di insegnamento:

CR: corso regolare
CL: corso di laboratorio
CM: corso monografico

Esame:

E: esame,
V: giudizio idoneità

Tipologia attività:

1A: attività formativa di base
1B: attività formativa caratterizzante
5A: attività formativa a scelta dello studente
5B: attività formativa affine ed integrativa
5C: attività formativa relativa alla prova finale
5D: altre attività formative (art 10, comma 1 lettera d)
5E: stage e tirocinio

Semestre:

1: 1° semestre del I anno
2: 2° semestre del I anno
3: 1° semestre del II anno
4: 2° semestre del II anno

I programmi degli insegnamenti sono consultabili sul sito internet <https://corsidilaurea.uniroma1.it/it/corso/2023/30426/programmazione> e sui siti dei singoli docenti.

Percorso formativo

Il percorso formativo viene personalizzato dallo studente, selezionando gli esami di interesse tra quelle a scelta obbligata e con i 12 CFU a scelta libera: lo studente deve quindi presentare un Piano di studi, per formalizzare le scelte effettuate. Il Consiglio d'Area Didattica in Ingegneria Chimica e Materiali valuta se le scelte effettuate sono coerenti con il progetto formativo e, in caso positivo, approva il Piano di studi. Lo studente può presentare il Piano di studi una sola volta nel periodo che va dal 1° ottobre al 20 marzo dell'anno successivo. Ulteriori informazioni sui piani di studio sono riportate nella pagina apposita del sito del Consiglio di Area Didattica in Ingegneria Chimica e Materiali (<https://web.uniroma1.it/cdaingchim/piani-di-studio/piani-di-studio>).

Metodi di accertamento del conseguimento dei risultati attesi

La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame, che può prevedere prove scritte, pratiche e/o orali secondo modalità definite dal docente e precisate sul sito del corso di studi. Per le altre conoscenze utili all'inserimento nel mondo del lavoro non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità, secondo modalità di verifica definite dal Consiglio di Area Didattica in Ingegneria Chimica e Materiali (<https://web.uniroma1.it/cdaingchim/didattica/info-utili>).

L'accertamento del conseguimento di conoscenze e comprensione e di capacità di applicare conoscenza e comprensione nelle varie aree di apprendimento da parte di ciascun allievo è affidata alle prove di verifica dei singoli insegnamenti, che, a seconda dei casi, possono prevedere prove scritte, pratiche e/o orali, e, in qualche caso, lo svolgimento di una tesina.

L'accertamento del conseguimento dei risultati attesi in termini di autonomia di giudizio, abilità comunicative e capacità di apprendimento avviene sia nel corso delle prove di esame orale che nelle attività connesse alla preparazione e alla presentazione della tesi.

Propedeuticità

Non sono previste propedeuticità.

Sito Web

Per ulteriori informazioni si può consultare il sito web del Consiglio di Area Didattica in Ingegneria Chimica e Materiali: <https://web.uniroma1.it/cdaingchim/>

L'indirizzo e-mail del corso di studio è: cda_ingchim@uniroma1.it.

Sezione II – Norme generali

Requisiti di ammissione

Per l'accesso al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica richiesto il possesso della laurea triennale o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero e riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.

È inoltre previsto il possesso di requisiti curriculari e di un'adeguata preparazione personale.

I requisiti curriculari richiesti prevedono che siano stati acquisiti un minimo di 99 CFU nei seguenti insiemi di settori-scientifico disciplinari (SSD):

- almeno 42 CFU nei seguenti SSD dell'ambito disciplinare delle materie di base: CHIM/*, FIS/*, ING-INF/05, MAT/*, di cui almeno 18 CFU nei SSD MAT/*;
- almeno 42 CFU nei seguenti SSD dell'ambito disciplinare delle attività caratterizzanti l'ingegneria chimica: ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/26 e ING-IND/27, di cui almeno 24 CFU nei SSD ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/26 e ING-IND/27;
- almeno 15 CFU nei seguenti SSD degli ambiti disciplinare delle attività caratterizzanti l'ingegneria industriale: ICAR/08, ING-IND/06, ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/11, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/19, ING-IND/28, ING-IND/31, ING-IND/32 e ING-IND/33.

In sede di verifica del possesso dei predetti requisiti, il CAD potrà valutare i contenuti di singoli corsi per individuare eventuali equipollenze, ai soli fini della possibilità di immatricolazione alla laurea magistrale.

Modalità di verifica delle conoscenze in ingresso

La verifica dell'adeguatezza della personale preparazione viene effettuata sulla base della media ponderata, calcolata su tutti i crediti con voto utili al conseguimento della laurea di primo livello: la personale preparazione viene considerata adeguata se tale media ponderata è pari o superiore a 22,50/30, ovvero se viene superata una apposita prova di verifica della personale preparazione, relativa alle discipline caratterizzanti l'ingegneria chimica, organizzata dal CAD secondo le modalità descritte alla pagina dedicata sul sito del CAD <https://web.uniroma1.it/cdaingchim/didattica/TESTMCHR>.

È inoltre richiesta una buona padronanza, in forma scritta e parlata, della lingua inglese, che viene verificata tramite il possesso del livello B2 (CEFR – Common European Framework of Reference for Languages) o equivalente certificazione, ovvero l'acquisizione di non meno di 3 CFU di "ulteriori competenze linguistiche" relative alla lingua inglese nella laurea di primo livello.

Periodi di studio all'estero

I corsi seguiti nelle Università Europee o estere, con le quali la Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale abbia in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, vengono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi.

Gli studenti possono, previa autorizzazione del Consiglio d'Area in Ingegneria Chimica e Materiali, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito dei programmi comunitari Erasmus+ (presso Atenei) ed Erasmus Placement (presso Aziende) per informazioni: <https://web.uniroma1.it/cdaingchim/erasmus/erasmus>.

Gli studenti possono, inoltre, svolgere il lavoro finale presso università, laboratori o centri di ricerca all'estero; in questo caso, possono usufruire delle borse per tesi di laurea all'estero messe a concorso dalla Facoltà.

In conformità con il Regolamento didattico di Ateneo, nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il Corso di Laurea esamina di volta in volta il programma dei corsi seguiti, ai fini dell'attribuzione dei CFU nei corrispondenti settori scientifici disciplinari.

Studenti Part-time

Gli immatricolandi e gli studenti del corso di studio che sono contestualmente impegnati in altre attività possono richiedere di fruire dell'istituto del part-time e conseguire un minor numero di CFU annui, in luogo dei 60 previsti. Le norme e le modalità relative all'istituto del part-time sono indicate nel Regolamento di Ateneo: per informazioni: <https://www.uniroma1.it/it/pagina/part-time>.

Studenti immatricolati a ordinamenti precedenti

Gli studenti iscritti al corso di Laurea in Ingegneria Chimica (DM 270 – Ordinamento 2009) possono chiedere il passaggio all'ordinamento attuale presentando domanda al Consiglio di Area Didattica in Ingegneria Chimica e Materiali a cui dovranno allegare la documentazione sugli esami sostenuti. Il Consiglio delibererà in merito ai CFU riconosciuti e contestualmente fornirà allo studente indicazioni per la presentazione di un Piano di studi individuale, che, nel rispetto dell'ordinamento didattico, tenga conto del percorso già svolto.

Trasferimenti

Gli studenti che intendono trasferirsi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica devono presentare domanda al Consiglio di Area Didattica in Ingegneria Chimica e Materiali per il riconoscimento dei CFU acquisiti e le indicazioni per la presentazione di un Piano di studi individuale, nel rispetto dell'ordinamento didattico tenga conto del percorso già svolto.

Insegnamenti: Programmi e informazioni

Di seguito si riportano le informazioni (obiettivi formativi, programmi, testi adottati, bibliografia di riferimento, modalità di SVOLGIMENTO, modalità di valutazione) relative agli insegnamenti, in ordine alfabetico e organizzati per anno e semestre di erogazione.

Primo anno – I semestre

Green & sustainable hydrogen production (6 CFU) – SSD ING-IND 24 & 25

Modulo I - Fundamentals (3 CFU):

Prof.ssa Benedetta De Caprariis (benedetta.decaprariis@uniroma1.it)

Modulo II – Processes (3 CFU):

Prof.ssa Maria Anna Murmura (mariaanna.murmura@uniroma1.it)

Obiettivi

The course aims to introduce the main processes for the production of green and sustainable hydrogen. The course is dedicated to students who want to deepen their knowledge on renewable energy production, which in this historical period is becoming a fundamental aspect of chemical engineering. The course will be focused both on processes that are already developed at industrial scale and on those which are now under study and have a high industrial interest. The course will also take into consideration the critical aspects of hydrogen storage and transportation.

Programma

Fundamentals

- Hydrogen properties
- Traditional processes overview: possible feed fossil and renewable (Steam reforming, partial oxidation, autothermal reforming)
- Carbon capture and Storage in hydrogen production (Steam reforming with CCS, sorption enhanced reforming, methane cracking)
- Biomass gasification
- Chemical looping hydrogen processes and thermochemical cycles
- Electrolysis coupled with solar energy sources
- Transportation and storage

Processes

The course will cover the following areas

- Hydrogen properties
- Overview of traditional H₂ production processes using either fossil or renewable feeds (steam reforming, partial oxidation, autothermal reforming)
- Carbon capture and storage in hydrogen production processes (steam reforming with CCS, sorption-enhanced reforming, methane cracking)
- Biomass gasification
- Chemical looping hydrogen processes and thermochemical cycles
- Electrolysis coupled with concentrating solar energy systems
- Hydrogen transportation and storage

Testi adottati

Scientific articles and material supplied by the professor

Modalità di svolgimento

The lesson will be held in classroom

Modalità di valutazione

Oral exam

Metallurgia dei non ferrosi (6 CFU) – SSD ING-IND/21

Prof.ssa Carla Lupi (carla.lupi@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso è finalizzato ad integrare gli elementi conoscitivi essenziali sui materiali metallici forniti dal corso Materiali. Il riferimento principale sono i metalli non ferrosi e le loro leghe. La conoscenza della materia acquisita dallo studente permetterà la scelta critica dei materiali metallici non ferrosi per le varie casistiche applicative.

Programma

Cenni sulla produzione dei principali metalli non ferrosi.

Diagrammi di stato delle principali leghe non ferrose di interesse industriale. Solidificazione, trasformazioni di fase allo stato solido, lavorazioni, trattamenti termici, proprietà chimiche, fisiche, strutturali e metallurgiche dei principali metalli non ferrosi (alluminio, magnesio, titanio, rame, zinco, nichel e cobalto) e delle loro leghe. Proprietà di impiego.

Cenni sulle leghe di piombo e stagno (proprietà, alliganti, prodotti e prestazioni);

Cenni sui metalli refrattari e sulle loro leghe (W, Mo, Ta, Nb, Re, Hf, Os, Ir, Ru e Tc);

Cenni sulle proprietà e sull'uso delle schiume metalliche.

Criteri di scelta dei materiali metallici non ferrosi in funzione dei settori ed ambienti di utilizzazione e casistica di applicazione. I prodotti commerciali.

Mathematical methods for chemical engineering (9 CFU) – SSD MAT/05 e MAT/08

(6 CFU) Roberto Conti (roberto.conti@uniroma1.it)

(3 CFU) Prof. Mirko D'Ovidio (mirko.dovidio@uniroma1.it)

MAT/05

Obiettivi

Provide an elementary treatment of the theory of partial differential equations (PDE), including important examples from mathematical physics. Some first-level mathematical analysis tools indispensable for the understanding of the program will be recalled, many examples will be presented and various exercises will be solved with the use of classical techniques such as the method of separation of variables, Fourier series, the heat kernel, the Green's function

Programma

Chapter 1 Review and basic tools.

Review of basic concepts in vector-space algebra: Algebra of vectors and its representation, scalar product, vector product, projections, exponential of a matrix.

Review of Vector Calculus: functions of several variables, integral theorems on curves, integral on surfaces, Gauss-Green Formula, Divergence and Stokes Theorems, Helmholtz decomposition.

Review of Ordinary differential equations (ODE): Existence and uniqueness of solutions for general ODE's of first and second order, phase space and qualitative behavior of solutions, explicit solutions of first ODE's and of second order ODE's with constant coefficients.

Banach and Hilbert Spaces: Dual Space, Lebesgue measure and Lebesgue spaces, weak derivatives and Sobolev spaces (H^1), Motivation: Dirichlet Principle (Sketch).

Review of Fourier Transform: Plancherel Theorem, Inverse Fourier Transform and applications to ODE's (Sketch).

Review of Fourier series: Parseval Identity and convergence theorems.

Chapter 2: Partial Differential Equations.

First order PDE's: method of characteristics, shocks, entropy solutions.

Second order PDE's: Hyperbolic Equations: wave equations in dimension 1 and $\mathbb{N} \geq 2$;

Parabolic Equations: Fundamental solution, Maximum principle, Cauchy problem in dimension 1;

Elliptic Equations: Harmonic functions, Green functions (space, disk, semispace...), minimization and weak formulation of elliptic problems, Lax--Milgram Theorem.

Chapter 3: Probability.

Introduction to the elements of theory of probability: events, random variables, probability densities and distributions, joint densities and covariance matrices, correlation, conditional probabilities and Bayes Theorem, functions of random variables (one-to-one).

Limit theorems and applications: convergence in law, convergence in probability, weak law of large numbers, Monte Carlo methods, central limit theorem, random walks (Gaussian).

Markov processes: semigroups and generators (Brownian motion).

Time-changed processes: Phillips' formula and subordinate semigroups (Stable processes).

\end{document}

Testi adottati

Salsa, Sandro: Partial differential equations in action. From modelling to theory.

Prerequisiti

Contenuto dei corsi di Analisi Matematica I e Analisi Matematica II

Modalità di svolgimento

Chalk and talk

Modalità di frequenza

Attendance is not mandatory

Modalità di valutazione

Written examination consisting of exercises, and oral examination including a discussion of the written exam

MAT/06

Obiettivi

Provide an elementary treatment of the theory of probability and the PDEs connection with stochastic processes.

Programma

Events. Operations on events. Probability of events. Random variables. Probability distributions. Expected value and moments. Stochastic independence. Cumulative distribution function and density function. Random vectors and marginal distributions. Transformations of random variables. Sum of random variables. Introduction to convergences and limit theorems. Introduction to stochastic processes (Brownian motion and boundary value problems).

Testi adottati

Lecture notes + Probability Essentials, Jean Jacod, Philip Protter, Springer-Verlag, 2004

Prerequisiti

Analysis, Geometry

Modalità di svolgimento

Chalk and talk

Modalità di frequenza

Attendance is not mandatory

Modalità di valutazione

Oral and written exams aimed at verifying the achievement of the course objectives. In particular, the evaluation takes into account acquired skills (written exam, 50%) the acquired theoretical knowledge and the ability to process and communicate (oral exam, 50%). Please, consult the web page <https://www.sbai.uniroma1.it/~mirko.dovidio/PGS/lectures>

Examples:

Evaluate the probability of some events (example: number of success in n independent trials).
Evaluate the density of a given transformation.

Metodi matematici per l'ingegneria (9 CFU) – SSD MAT/05 e MAT/08

(6 CFU) Prof. Francesco Petitta (francesco.petitta@uniroma1.it)

(3 CFU) Prof.ssa Vittoria Bruni (vittoria.bruni@uniroma1.it)

Obiettivi

MAT/05. Scopo di questo corso è fornire una trattazione elementare della teoria delle Equazioni alle Derivate Parziali (EDP).

Dopo un'introduzione sul problema teorico e/o modellistico riguardante le EDP verranno affrontate alcune equazioni classiche che intervengono nella Fisica Matematica, Biologia, Ecologia, Economia e in Ingegneria. Saranno richiamati alcuni strumenti dell'Analisi Matematica di primo livello indispensabili per la comprensione del programma, saranno presentati esempi e risolti numerosi esercizi con l'uso di tecniche classiche come il metodo per separazioni di variabili, le serie di Fourier, il nucleo del calore, la funzione di Green.

MAT/08

L'obiettivo è quello di avvicinare lo studente all'analisi numerica di base, per poi poter affrontare l'argomento principale: simulazione numerica al calcolatore di soluzioni di equazioni alle derivate parziali lineari.

Programma

Parte 1:

Richiami dei concetti di base: Algebra dei vettori e loro rappresentazione, prodotto scalare, prodotto vettoriale, proiezioni, esponenziale di una matrice. Analisi complessa. Integrali impropri.

Calcolo vettoriale: funzioni di diverse variabili, teoremi integrali sulle curve, integrali sulle superfici, formula Gauss-Green, teoremi di divergenza e Stokes, Decomposizione di Helmholtz.

Parte 2:

Equazioni differenziali ordinarie (EDO): Esistenza e unicità di soluzioni per EDO generali di primo e secondo ordine, spazio di fase e comportamento qualitativo delle soluzioni, soluzioni esplicite di EDO di primo e secondo ordine con coefficienti costanti.

Parte 3:

Analisi reale avanzata e analisi funzionale:

Spazi di Banach e Hilbert:

Spazio duale, misura di Lebesgue e spazi di Lebesgue, derivati deboli e spazi di Sobolev.

Richiami della serie e della trasformata di Fourier: teorema di Plancherel, trasformata di Fourier inversa e applicazioni ai teoremi di ODE. Parseval Identity e di convergenza.

Parte 4: Equazioni differenziali parziali (PDEs).

PDE's del primo ordine: metodo di caratteristiche, shock, soluzioni di entropia, equazione di Burgers. Condizione di Rankine-Hugoniot. PDE's del secondo ordine: panoramica, derivazione e classificazione.

Equazioni Iperboliche. Equazione delle onde in dimensione 1 e 2; equazioni paraboliche: soluzione fondamentale, principio del massimo effetto regolarizzante.

Problema di Cauchy in dimensione 1. Equazioni ellittiche: funzioni armoniche, funzioni di Green (spazio, disco, semispazio...), minimizzazione e formulazione debole di problemi ellittici, teorema di Lax-Milgram.

Testi adottati

S. Salsa, Partial differential equations in action: From Modelling to Theory, Springer Ed.

F. Scarabotti, Equazioni alle derivate parziali. Teoria elementare e applicazioni, Esculapio Ed.

S. Salsa,

Equazioni a derivate parziali Metodi, modelli e applicazioni, Springer, Unitext

Bibliografia di riferimento

S. Salsa, Partial differential equations in action: From Modelling to Theory, Springer Ed. F.

Scarabotti, Equazioni alle derivate parziali. Teoria elementare e applicazioni, Esculapio Ed. S.

Salsa, Equazioni a derivate parziali Metodi, modelli e applicazioni, Springer, Unitext

Prerequisiti

Argomenti di Base di Analisi Matematica 1 e 2 e di Geometria

Modalità di valutazione

Prova scritta con domande di teoria (da concordare)

Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale (9 CFU) – SSD ING-IND/24

Prof. Massimiliano Giona (massimiliano.giona@uniroma1.it)

Obiettivi

To provide the students with the basic physical (thermodynamical, statistical mechanical) tools and kinetic approaches for tackling the analysis of out-of-equilibrium and irreversible processes, and for expressing macroscopically the dynamics of thermodynamic variables in terms of transport equations. The goal of the course is also to foster the physical sensitivity for setting up the analysis and the design of processes at micro/mescoscale, which is the prerequisite for the subsequent more applied classes.

Programma

1) Introduction to the theory of transport phenomena: kinetic theory (Boltzmann equation, continuous approaches, stochastic methods). Theory of transport phenomena as the thermodynamics of out-of-equilibrium (irreversible) processes.

2) Structure of balance equations: concentration/fluxes formulation and constitutive equations. Continuous formulation of balance equations for mass, momentum and energy transport. Thermal balance equation. Lagrangian and Eulerian approaches to the analysis of transport phenomena. Entropy balance and its application in the assessment of the thermodynamic consistency of the

constitutive equations. Classical constitutive equations: Fick, Newton and Fourier laws. Boundary conditions for the mass, momentum and thermal balance equations.

3) Mass transport. Diffusion in bounded and unbounded domains. Spectral properties of the Laplacian operator. Classical case studies of mass transport of chemical engineering interest. Chromatographic processes and moment analysis.

4) Momentum transport. Navier-Stokes equations. Hydrodynamic regimes: Stokes and Moffat regime and transition to turbulence. Inviscid flows and their properties. Incompressible flows: stream function (in two-dimensional problems) and its properties. Representation of incompressible flows in three dimensions. Stream function/vorticity formulation of two-dimensional flow problems. Elementary flow problems: Poiseuille, Couette flow and other simple examples. Axial symmetric flows and solution of the Stokes problems for the motion around a solid sphere. Stokes law, friction factor and particle motion in a fluid phase. General solution of the Stokes problem: Oseen tensor and introduction to computational methods for Stokes flows.

5) Thermal transport: natural and forced convection. Examples. Blackbody radiation and radiative transfer.

6) Interaction between convection and diffusion: Taylor-Aris dispersion in straight tubes. Survey of boundary layer theory.

7) Introduction to the stochastic theory of transport phenomena: random walk on a lattice, Langevin equation and connection with the Fickian nature of the constitutive equations.

8) Transport phenomena at microscales: examples and case studies.

Mathematical background: Review of vector analysis. Representation of differential operators in orthogonal curvilinear systems. Helmholtz decomposition.

Testi adottati

1) De Groot, Sybren Ruurds and Mazur, Peter, Non-equilibrium thermodynamics, Dover Publ., 2013.

2) Balescu Radu, Statistical Dynamics: Matter Out of Equilibrium, Imperial College Press. 1997.

3) Bird, R Byron, Stewart, Warren E and Lightfoot, Edwin N, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, New York, 2004.

4) Lecture notes edited by the instructor.

Modalità di valutazione

Oral exam

Process and product safety in the chemical industry – SSD ING-IND/27

Prof.ssa Paola Russo (paola.russo@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso mira a fornire una comprensione più approfondita delle proprietà e della natura pericolosa delle sostanze chimiche, effettuando l'analisi dei processi chimici.

Il corso mira a raggiungere i seguenti tre obiettivi:

- fornire agli studenti una panoramica delle statistiche sugli incidenti, gestire un incidente come processo dinamico e introdurre un approccio sistemico nei confronti degli incidenti
- essere in grado di valutare i pericoli che sono proprietà intrinseche dei prodotti e pericoli legati alle condizioni fisiche dei materiali o dei processi, per avere familiarità con la classificazione dei prodotti pericolosi

- essere in grado di valutare una strategia di prevenzione per l'uso di sostanze chimiche pericolose (in ambiente di laboratorio e industriale) e di adottare le misure di protezione adeguate contro gli incidenti

Programma

Introduction to Safety in Chemical Industry. Definitions of safety, danger and risk. Accidents and statistical surveys. The types of process accidents. Some significant accidents (Flixborough, Seveso, Bhopal).

Substances that are hazardous to health and the environment

Classification, hazardous characteristics, safety data sheet. Regulation (EC) No 1272/2008 (GHS CLP), REACH; Atex; Seveso Directive.

Toxicity of substances. Effects of toxic substances on biological organisms. Dose-response curves and related models; threshold limits. Industrial Hygiene: identification, assessment and control of exposure to toxic substances. Remediation of contaminated soils.

Reactivity and stability of the substances. Runaway reactions. Identification of unstable structures. Incompatibility. CHETAH Criteria. Examples of exothermic reactions of decomposition, isomerization, polymerization.

Fires and Explosions. Combustion reaction. The fire triangle, flammability limits, limiting oxygen concentration, flammability diagram, ignition sources and energies, auto-ignition temperature. Fire: ignition sources, heat dispersion from the fumes. Types of fire in industrial processes. Effects of fires on structures and people. Detonations and explosions, confined explosions, flammable vapor cloud explosions, physical explosion, airborne dust explosions. Effects of the pressure wave on people and structures. Designs to prevent fire and explosions.

Testi adottati

D. A. Crowl e J. F. Louvar, Chemical Process Safety, Fundamentals with Applications, 3rd ed., Prentice Hall, 2011

F. Stoessel, Thermal Safety of Chemical Processes: Risk Assessment and Process Design, Wiley 2008

Prerequisiti

Conoscenze di Chimica e Chimica Organica, Termodinamica, Impianti e Processi Chimici

Modalità di svolgimento

Il corso prevede lezioni frontali e esercitazioni

Modalità di frequenza

La frequenza è obbligatoria

Modalità di valutazione

Prova orale

Processi di polimerizzazione (6 CFU) – SSD ING-IND/27

Prof.ssa Maria Laura Santarelli (marialaura.santarelli@uniroma1.it)

Obiettivi

- Conoscenza dei più comuni processi di produzione di polimeri
- Conoscenza dei più diffusi sistemi di lavorazione di polimeri
- Conoscenza dello sviluppo e presenza industriale sul territorio nazionale e internazionale
- Capacità di individuare il processo più adatto per la produzione di polimeri specifici
- Capacità di scegliere un polimero per la produzione di un preciso manufatto
- Capacità di ragionare sul collegamento tra costi di produzione e tipologia di polimero e processo da utilizzare per uno specifico manufatto

Programma

Introduzione all'industria dei polimeri. Peso molecolare di un polimero e sua determinazione. Reazioni di polimerizzazione: a catena (poliaddizioni radicaliche e ioniche) e a stadi (policondensazione).

Poliaddizione anionica "viva". Struttura di un polimero: termoplastico e termoisolante, lineare, aggraffato e ramificato.

Per ciascun polimero trattato e per ogni processo vengono affrontate le diverse condizioni di polimerizzazione (processi in bulk, in soluzione, in sospensione, in emulsione, per precipitazione, in fase gas e in fase solido). Vengono descritti i diversi modi di lavorazione industriale (filatura, produzione di film e lastre, iniezione, ecc.) e vengono descritte le diverse applicazioni commerciali.

Processi industriali di policondensazione (a stadi)

Poliammidi (Nylon e Kevlar)

Poliesteri (PET, PPT, PBT)

Policarbonati

Poliuretani

Resine Fenoliche, Ammidiche, Epossidiche

Processo di polimerizzazione vinilica (a catena)

Polivinilcloruri (PVC)

Polivinil acetati e polivinil alcoli (PVA)

Polimetilmetacrilato (PMMA)

Poliacrilonitrile (PAN)

Polistirene (PS)

Processo di polimerizzazione Ziegler-Natta delle olefine (PP, PE, PB-1)

Catalizzatori di Ziegler-Natta dalla 1° alla "next" generazione. Metalloceni.

Evoluzione dei processi di polimerizzazione del polipropilene (slurry, Spheripol, Catalloy, Spherizone)

Processo di polimerizzazione di copolimeri e eterofasici a diverso Melt Flow Rate (MFR).

Evoluzione dei vari processi di polimerizzazione del polietilene (slurry, Hostalen, Lupotech T)

Evoluzione dei processi di polimerizzazione del polibutene-1 (Taft e Moerdijk)

Processi di polimerizzazione di Elastomeri (Neoprene, SIS, SBS, SEBS)

Vulcanizzazione, blends, copolimeri. Processo di polimerizzazione anionico "in vivo" per la produzione di SBS.

Processi di polimerizzazione di polimeri inorganici (siliconi e resine polisilossaniche)

Riciclo del PVC: descrizione dei processi di riciclo meccanico, riciclo chimico, processo Vyniloop.

Testi adottati

Polymer Chemistry, A.J. Peacock, A. Calhoun, Hanser

Kunststoffchemie für Ingenieure, W. Kaiser, Hanser

Polymer Science and Technology R. O. Ebewele, CRC Press

slides delle lezioni e dispense (elearning 2)

Libri di supporto:

W.D. Callister, D.G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, Wiley

W.F. Smith, J. Hashemi, Scienza e tecnologia dei materiali, McGraw Hill

Kirk-Othmer, Enciclopedia of Chemical Technology, Wiley

Prerequisiti

Per il raggiungimento degli obiettivi previsti dal corso è importante: - Conoscenza della chimica organica industriale - Conoscenza della Scienza e Tecnologia dei Materiali

Modalità di svolgimento

Il corso è strutturato con lezioni frontali, utilizzando mezzi informatizzati e slides. Verranno tenuti seminari tematici per fornire allo studente la visione generale di alcune applicazioni specifiche nella produzione dei polimeri

Modalità di frequenza

Frequenza consigliata, ma non obbligatoria

Modalità di valutazione

la prova scritta viene eseguita con test a risposte multiple sugli argomenti trattati durante il corso. La prova si svolge in un'ora e si prevede che lo studente risponda a 40-45 domande. Segue la discussione dei risultati per la valutazione finale

Processi e impianti di trattamento dei reflui industriali (9 CFU) – SSD ING-IND/25

Prof. Luca Di Palma (luca.dipalma@uniroma1.it)

Obiettivi

Fornire le conoscenze di base sui processi e gli impianti di trattamento delle acque di scarico industriali e dei principi di progettazione delle unità di trattamento.

Illustrare i criteri di selezione del processo e delle unità di trattamento più appropriati in relazione alla tipologia di reflu da trattare.

Programma

Caratterizzazione dei reflui liquidi: pH, alcalinità, COD, BOD, TOD, TOC, azoto, fosforo, tensioattivi, sostanze tossiche (metalli pesanti, composti organici clorurati). Tecnologie pulite e minimizzazione degli scarti.

Processi di depurazione con relativi criteri di dimensionamento delle unità di trattamento e di controllo. Bilanciamento: bacini di equalizzazione di flusso. Trattamenti meccanici/fisici: grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione, flottazione, filtrazione, permeazione su membrane. Trattamenti biologici: cinetica dei processi biologici, parametri cinetici di crescita microbica, nutrienti, trasferimento di ossigeno, processi aerobici, anossici ed anaerobici per la rimozione delle sostanze organiche carboniose, nitrificazione, denitrificazione. Processi a biomassa sospesa: fanghi attivi, stagni ossidativi, lagune aerate. Processi a biomassa adesa: filtri percolatori, biodischi. Trattamenti chimico-fisici: precipitazione, ossido-riduzione, coagulazione-flocculazione, adsorbimento su carbone attivo. Trattamenti dei fanghi di risulta: ispessimento, stabilizzazione, smaltimento. Bonifica di siti contaminati.

Testi adottati

L. Di Palma - Dispense in distribuzione a cura del docente sulla piattaforma e-learning di Sapienza A.E. Paolini, Lezioni di Processi di trattamento degli effluenti industriali - Ed. Scientifiche Siderea
Metcalf and Eddy - Wastewater Engineering - McGraw Hill

WW Eckenfelder - Industrial water pollution control - McGraw Hill

Prerequisiti

Caratterizzazione delle acque naturali e superficiali

Modalità di svolgimento

Lezioni frontali ed esercitazioni

Modalità di frequenza

In presenza, salvo diverse disposizioni dell'Ateneo

Modalità di valutazione

Prova scritta: due esercizi sugli argomenti del corso (dimensionamento di processo di reattori e unità di trattamento)

Prova orale: tre domande di teoria sugli argomenti del corso

Sono ammessi alla prova orale gli studenti che hanno conseguito almeno 18/30 alla prova scritta.

Criteri di valutazione della prova scritta saranno: correttezza del procedimento, esattezza del valore numerico finale ottenuto, corretta interpretazione del risultato.

Ai fini dell'attribuzione del voto finale la prova scritta e quella orale hanno lo stesso peso.

Separation processes with an application to lab-on-chips (9 CFU) – SSD ING-IND/24

Prof. Stefano Cerbelli (stefano.cerbelli@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze teoriche e tecniche necessarie per il progetto e lo sviluppo di dispositivi microfluidici per la separazione di particelle e specie chimiche in soluzione, sia a scopo preparativo che analitico.

Particolare enfasi è rivolta allo sviluppo di una sensibilità quantitativa dello studente verso gli ordini di grandezza dei parametri che compaiono nelle equazioni di trasporto e reazione, con la finalità di sviluppare modelli matematici descrittivi dei processi di separazione, che riflettano la fenomenologia fisica essenziale del sistema da un lato e che siano computazionalmente approcciabili dall'altro.

Una parte consistente del corso è dedicata alle esercitazioni al computer per la simulazione e la predizione quantitativa della risposta di apparecchiature microfluidiche di uso commerciale o ancora in fase di prototipo di ricerca.

Programma

Laminar flow and creeping flow of incompressible single-phase fluids. Stokes limit. Streamlines and streamsurfaces. Stokes flow in spatially periodic systems. Convective transport in laminar flow and assessment of mixing efficiency. Optimization strategies in pure advection based on dynamical system theory. Poincaré sections and Lyapunov exponents. Application to optimal stirring conditions in a DNA microarray chamber. Dynamics of suspended mesoscopic objects in Stokes regime. Linearity principle and mobility tensor. Application to microfluidics-assisted separation processes. Hydrodynamic chromatography. Size-based separation of particles in Deterministic Lateral Displacement devices: macrotransport model. Separation of chemical species: Gas Chromatography and Liquid Chromatography (HPLC).

Testi adottati

1. Note di lezione fornite dal docente
2. Panton, Ronald L. Incompressible flow. John Wiley & Sons, 2006.
3. Brenner, Howard. Macrotransport processes. Elsevier, 2013.
4. Articoli pubblicati su riviste scientifiche di riferimento

Modalità di valutazione

Prova orale

Tecnologie metallurgiche (6 CFU) – SSD ING-IND/21

Prof. Filippo Berto (filippo.berto@uniroma1.it)

Obiettivi

L'insegnamento mira a fornire all'allievo ingegnere le informazioni necessarie alla conoscenza delle principali tecnologie per la produzione di manufatti metallici e della loro integrità strutturale in presenza di difetti legati al processo di produzione

OBIETTIVI SPECIFICI: Con riferimento ai descrittori di Dublino:

Conoscenza e comprensione delle principali tecnologie di produzione di manufatti metallici tradizionali ed avanzate (D.D.A)

Capacità di riconoscere i principali difetti di produzione in funzione della tecnologia di fabbricazione utilizzata (D.D. B)

Capacità di individuare e progettare nelle linee più generali le più idonee tecnologie metallurgiche per la produzione di manufatti con le desiderate proprietà meccaniche statiche e cicliche (D.D. C)

L'esame è sostenuto interamente in forma di colloquio orale, ed è particolare cura del docente motivare negli studenti una precisa attenzione alla correttezza e all'ampiezza del vocabolario tecnico e stimolare una buona capacità espressiva (D.D. D).

Programma

Introduzione delle principali tecnologie metallurgiche per la fabbricazione di manufatti metallici con particolare attenzione alle tecnologie tradizionali ed avanzate.

Analisi dei principali difetti di processo e del loro effetto sull'integrità strutturale del manufatto in presenza di carichi statici e ciclici.

La metallurgia della saldatura con particolare attenzione a tecnologie tradizionali ed innovative. Tecnologie di saldatura per fusione: processi di saldatura tradizionali e ad elevata densità di energia, brasatura, aspetti metallurgici sulla solidificazione del giunto e sullo sviluppo della zona termicamente alterata. Criteri di dimensionamento dei giunti a cordone d'angolo.

Tecniche di saldatura innovative allo stato solido per la realizzazione di manufatti multimateriali.

Tecniche additive per la produzione di manufatti metallici e criticità relative ai difetti di fabbricazione.

Testi adottati

Note delle lezioni fornite dal docente

Slides delle lezioni

Testi consigliati dal docente in funzione dell'argomento trattato.

George E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Editore: McGraw-Hill, Anno edizione: 1961

Norman E. Dowling (Author), Stephen L. Kampe (Author), Milo V. Kral (Author)

Mechanical Behavior of Materials, Global Edition 5th Edition 2021

Prerequisiti

Non sono indicate specifiche propedeuticità per l'insegnamento. Tuttavia costituiscono un necessario prerequisito le competenze fondamentali sulla scienza e l'ingegneria dei materiali metallici, quali la struttura cristallina, i difetti, le microstrutture e le proprietà meccaniche delle principali leghe per uso industriale (acciai, leghe a base rame, titanio, nichel, alluminio), e le indicazioni relative alle lavorazioni e ai trattamenti termici delle stesse.

Modalità di svolgimento

Le attività didattiche sono organizzate in: - lezioni frontali (per l'acquisizione delle conoscenze) - discussione di case studies (per l'acquisizione delle capacità di applicare le conoscenze al riconoscimento delle principali tecnologie discusse nel corso)

Modalità di frequenza

Si suggerisce la presenza alle lezioni

Modalità di valutazione

La valutazione è basata sugli esiti di un colloquio orale, teso alla verifica dell'acquisizione dei seguenti risultati:

- Conoscenza delle principali tecnologie metallurgiche.
- Capacità di riconoscere i principali difetti di fabbricazione e di stimarne la criticità

- Capacità di individuare e adottare le più idonee tecnologie metallurgiche in base alle esigenze del prodotto da produrre.
- Capacità di comunicare le conoscenze acquisite e di illustrare le soluzioni tecniche proposte in modo chiaro e convincente.

Durante lo svolgimento del corso agli studenti è offerta l'opportunità di mettere alla prova la propria preparazione mediante lo svolgimento di test di autovalutazione in forma scritta (domande chiuse, risoluzione di problemi numerici, domande aperte), a cui seguono correzioni comuni e, per coloro che ne fanno richiesta, una valutazione dell'elaborato da parte del docente.

Per il voto finale saranno considerati:

- il grado di approfondimento delle conoscenze
- la capacità di collegare con sicurezza argomenti diversi
- la capacità di applicare le conoscenze alla soluzione di problemi complessi nel campo dell'ingegneria chimica e dei materiali
- la capacità di comunicare le conoscenze acquisite e di illustrare le soluzioni tecniche proposte con chiarezza e utilizzando un vocabolario tecnico appropriato

Per il conseguimento del massimo dei voti (30/30 e lode) lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una conoscenza eccellente di tutti gli argomenti trattati nel corso, e di saper applicare tale conoscenza alla soluzione di problemi nel campo dell'ingegneria industriale, proponendo soluzioni originali e dimostrando di aver approfondito individualmente e con contributi personali lo studio della materia.

Termodinamica dell'ingegneria chimica (9 CFU) – SSD ING-IND/22

Prof.ssa Maria Anna Murmura (mariaanna.murmura@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso si fonda sulle conoscenze di base equilibri di fase acquisite nell'insegnamento impartito nel corso di laurea (Termodinamica per l'ingegneria chimica) e si propone di fornire agli studenti gli strumenti concettuali necessari per affrontare la modellizzazione di equilibri di fase più complessi, caratterizzati da elevata non idealità. In particolare si studiano sistemi contenenti molecole ad alto peso molecolare e/o elettroliti. Lo studente deve saper analizzare situazioni anche complesse tenendo conto della non idealità dei vari componenti in ciascuna delle fasi presenti.

A questo scopo lo studente deve saper individuare la metodologia più appropriata per modellizzare l'equilibrio di fase in particolare utilizzando o un approccio da equazioni di stato o i modelli per il calcolo delle funzioni di eccesso e dei modelli per il calcolo dei coefficienti di attività.

Programma

Caratterizzazione dei sistemi a composizione variabile. Richiami sulla definizione delle grandezze parziali molari. Teorema di Eulero. Equazione di Gibbs-Duhem: applicazione al caso particolare dei sistemi binari. Test integrali e differenziali di consistenza termodinamica. Definizione delle grandezze di mescolamento e delle funzioni di eccesso. Relazione tra le funzioni di eccesso. Soluzioni atermiche e regolari. Modelli di calcolo dei coefficienti di attività basati sulla espansione di Redlich-Kister. Modelli a composizione locale: Wilson, NRTL, Uniquac. Metodi revisionali: modello Unifac. Teorie delle soluzioni: teoria di Van der Waals, definizione del parametro di solubilità e soluzioni regolari. Teorie chimiche: coefficienti di attività per specie associate e per sistemi con formazione di complessi. Definizione delle specie apparenti e delle specie chimiche vere. Condizione di stabilità per sistemi costituiti da un componente puro e da più componenti. Equilibrio liquido liquido: condizione di equilibrio e di stabilità, definizione della curva sinodale e della curva binodale. Equilibrio liquido-vapore da equazioni di stato. Richiami sulle moderne equazioni di stato di Soave Redlich Kwong e di Peng

Robinson: metodi per il calcolo dei parametri per i componenti puri. Regole di mescolamento. Sistemi ad alta pressione. Equilibrio liquido-gas: influenza di P e T sulla solubilità. Soluzioni elettrolitiche: elettroliti deboli e forti, fenomenologia delle soluzioni elettrolitiche. Definizione del potenziale chimico medio. Coefficienti di attività medi. Coefficiente osmotico. Richiami dell'equazione di Gibbs-Duhem. Equilibrio liquido vapore di elettroliti volatili. Solubilità di elettroliti, Innalzamento ebullioscopio e abbassamento crioscopico. Equilibrio osmotico. Modelli per il calcolo dei coefficienti di attività: modello di Debye-Huckel, modello di Pitzer. Distillation curves.

Testi adottati

Stanley I. Sandler - Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics Fourth Edition Jhon Wiley & Sons

Prerequisiti

Il corso si fonda sulle conoscenze acquisite a Termodinamica per l'Ingegneria Chimica I

Modalità di svolgimento

Lo svolgimento delle lezioni avverrà a distanza o in presenza nel rispetto della normativa

Modalità di frequenza

La frequenza è facoltativa

Modalità di valutazione

L'esame consiste in un esercizio da svolgere con il simulatore e domande orali sugli argomenti affrontati a lezione

Primo anno – II semestre

Apparecchiature per il trattamento dei solidi (6 CFU) – SSD ING-IND/25

Prof.ssa Maria Paola Parisi (mariapaola.parisi@uniroma1.it)

Obiettivi

L'obiettivo formativo del corso riguarda l'acquisizione delle tecniche di caratterizzazione dei solidi granulari, dei criteri di selezione delle operazioni e delle apparecchiature per il loro trattamento e il dimensionamento delle apparecchiature stesse.

Programma

Il corso è incentrato sul dimensionamento delle apparecchiature per il trasporto e il trattamento dei materiali solidi. Gli obiettivi formativi riguardano la comprensione delle problematiche relative alla caratterizzazione dei solidi granulari e delle principali operazioni relative al loro trattamento.

Gli argomenti trattati sono i seguenti:

I materiali solidi granulari: proprietà, operazioni di variazione delle dimensioni, statica e dinamica, dosaggio e confezionamento (18 ore).

Il trasporto dei materiali solidi: mezzi a lunga, media e breve distanza, trasporto idraulico e pneumatico (8 ore).

Sistemi solido-solido: operazioni di miscelazione e separazione. (4 ore)

Sistemi liquido-solido: operazione di miscelazione, cenni sulla separazione per sedimentazione, separazione per filtrazione tradizionale e con membrane (22 ore).

Sistemi gas-solido: operazioni di separazione, fluidizzazione (5 ore).

Operazioni unitarie: estrazione liquido-solido (3 ore).

Testi adottati

B. Mazzarotta, "Apparecchiature per il trattamento dei solidi", Dispense delle lezioni.
Coulson & Richardson, Chemical Engineering, vol. 2, Particle Technology and Separation Processes, V ed., 2002, Oxford, Butterworth-Heinemann.

Prerequisiti

All'inizio delle attività didattiche, è indispensabile che lo studente abbia delle conoscenze di analisi matematica, geometria piana e solida, termodinamica; è, inoltre, importante conoscere il funzionamento delle principali macchine operatrici e la scienza dei materiali. Per meglio comprendere i contenuti del corso, risulta, infine, utile possedere delle conoscenze di base di statistica e di disegno tecnico.

Modalità di svolgimento

L'organizzazione delle attività didattiche prevede, per ciascun argomento, alcune ore di didattica frontale, seguite da esercitazioni numeriche ed esempi applicativi.

Modalità di frequenza

La partecipazione alle lezioni è facoltativa, anche se consigliata.

Modalità di valutazione

La verifica finale consiste in una prova orale.

Per il superamento della prova lo studente dovrà dimostrare di avere acquisito una sufficiente conoscenza delle problematiche relative alla caratterizzazione dei solidi granulari e delle principali operazioni relative al loro trattamento. Una conoscenza di miglior livello e la capacità di applicare le nozioni acquisite per risolvere problemi pratici consentono di raggiungere valutazioni fino a 27/30. Il raggiungimento di votazioni fino a 30/30, è, inoltre, subordinato alla capacità di esporre le nozioni acquisite in forma chiara e puntuale. Per il conseguimento della lode, lo studente dovrà dimostrare di avere acquisito una eccellente conoscenza degli argomenti trattati, di saperli esporre e riorganizzare in maniera chiara e di essere in grado di estrapolare le capacità acquisite.

Catalisi per l'industria e per l'ambiente (6 CFU) – SSD ING-IND/27

Prof. Marco Scarsella (marco.scarsella@uniroma1.it)

Obiettivi

Al termine del corso, lo studente dovrà essere in grado di:

- Inquadrare la catalisi nell'ambito della Green Chemistry, della sostenibilità e della economia circolare.
- Comprendere i principi della catalisi omogenea e fornire esempi di importanti reazioni catalitiche in fase omogenea, con particolare attenzione a quelle legate alle produzioni industriali.
- Comprendere i concetti di base nella catalisi eterogenea, delle proprietà di superficie e di massa dei catalizzatori, delle relative tecniche di caratterizzazione e delle caratteristiche e funzione dei supporti. Illustrare e spiegare i principali meccanismi di reazione superficiale. Lo studente dovrà inoltre aver acquisito le conoscenze di base sui metodi di preparazione e le proprietà del catalizzatore di massa e di superficie e sullo sviluppo di catalizzatori industriali.
- Descrivere importanti processi catalitici in fase eterogenea applicati industrialmente.
- Comprendere il ruolo della catalisi nella salvaguardia dell'ambiente e nell'abbattimento di emissioni inquinanti e nella bonifica di acque e suoli.
- Illustrare e spiegare le principali reazioni catalitiche di interesse ambientale, quali la riduzione catalitica selettiva di Nox (Nox-SCR), l'abbattimento di composti organici volatili (COV), la produzione di biocarburanti, l'idrotrattamento dei combustibili (HDS, HDN, HDO), la produzione di idrogeno e valorizzazione della CO₂.
- illustrare l'uso della catalisi nei sistemi di celle a combustibile, nella produzione e raffinazione di biocombustibili.

Programma

Introduzione, definizioni e concetti di base.

Classificazione dei principali catalizzatori industriali.

Proprietà dei catalizzatori: attività, selettività, conversione, stabilità.

Metodi di preparazione e caratterizzazione dei catalizzatori.

Agenti attivi, supporti, promotori e inibitori nella catalisi.

Disattivazione, avvelenamento e rigenerazione.

Adsorbimento fisico e chimico.

Caratterizzazione del comportamento cinetico delle reazioni catalitiche.

Approccio ai processi industriali catalitici

Catalizzatori di importanza industriale: catalizzatori metallici, zeoliti, ossidi metallici, catalizzatori per polimerizzazione stereospecifica.

Catalizzatori in fase omogenea. Applicazioni ai processi industriali della chimica fine.

Testi adottati

Jens Hagen. Industrial Catalysis: A Practical Approach. (2006) WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 3-527-31144-0

Prerequisiti

Conoscenza di base della chimica fisica e della ingegneria chimica acquisita durante la laurea.

Modalità di svolgimento

Didattica frontale/tradizionale Didattica a distanza

Modalità di frequenza

Frequenza frontale/tradizionale Frequenza a distanza

Modalità di valutazione

esame orale

Corrosion Engineering (6 CFU) – SSD ING-IND/22

Prof.ssa Cecilia Bartuli (cecilia.bartuli@uniroma1.it)

Obiettivi

GENERAL PURPOSE: The course aims to provide the student with the necessary information to recognize the main forms of corrosion of metallic materials in contact with different aggressive environments, to understand the different mechanisms of degradation and to identify correctly the most suitable diagnostic tools and the potential preventative measures and protection systems, with special reference to the field of the chemical industries.

SPECIFIC PURPOSES: With specific reference to Dublin descriptors

Knowledge and understanding of the physico-chemical phenomena at the basis of the corrosion mechanisms of different metallic materials in different environments and in the presence of any additional stresses (either thermal or mechanical) (D.D. .A)

Ability to recognize the main forms of corrosion of metallic materials in contact with different aggressive environments and to identify the diagnostic tools suitable for the aforesaid recognition (D.D. B)

Ability to identify and plan the most suitable preventative and protective measures in the most general lines: choice of the most suitable materials and additional protection measures (protective coatings, environmental conditioning, electrical protection systems) (D.D. C)

The exam is sustained entirely in the form of an oral interview, and it is the teacher's special care to motivate students to pay careful attention to the correctness and amplitude of the technical vocabulary and to stimulate a good expressive capacity (D.D. D).

Programma

Effects and costs of corrosion. General principles of dry and aqueous corrosion: chemical and electrochemical reactions, definitions and expressions of corrosion rate and corrosion current, Faraday's law.

Thermodynamics of aqueous corrosion processes: electrode potential, electrochemical series, potential-pH Pourbaix diagrams.

Kinetics of aqueous corrosion processes: polarization. Evans diagrams. Concentration and activation polarization. Passivity.

Forms of corrosion: Uniform Corrosion in Acidic and Aerated Solutions; Galvanic corrosion; Differential aeration and Crevice corrosion; Pitting corrosion, Selective corrosion of alloys, Intergranular corrosion and exfoliation; Mechano-chemical corrosion: Erosion, Cavitation, Fretting, Stress corrosion cracking, Fatigue corrosion, Hydrogen -induced corrosion; Stray current corrosion.

Corrosion environments: water, soil, atmosphere, concrete. Corrosion in petrochemical plants.

Corrosion Monitoring and Inspections. Non-destructive tests.

Prevention of corrosion by design.

Protection: Coatings, Inhibitors, Electrical protection (Cathodic and Anodic)

High temperature corrosion.

Testi Adottati

- P.Pedefferri, "Corrosion Science and Engineering", Springer 2018

ISBN 978-3-319-97624-2, ISBN 978-3-319-97625-9 (eBook)

- Teacher's notes from the lectures.

Prerequisiti

No specific prerequisites are formally indicated for the course. However, the knowledge of fundamentals of metallic materials science and engineering represents a necessary basis for the acquisition of competences on corrosion and protection of materials: crystalline structure, defects, microstructure and mechanical properties of engineering alloys (steel, copper, titanium, nickel, aluminum-base alloys) and relative working, machining and thermal treatments. Physico-chemical knowledge of thermodynamics and kinetics of chemical and electrochemical reactions is also considered an important precondition. Useful can be the knowledge of extractive metallurgy and metallurgical processes.

Modalità di svolgimento

The activities are organized in: - face-to-face lectures (for the acquisition of knowledge) - discussion of case studies (for the acquisition of the capability of applying the knowledge and understanding for recognizing corrosion forms and identifying remedies and proposals for corrosion prevention/protection)

Modalità di frequenza

The attendance to the lectures, though encouraged, is not mandatory. However, in case of autonomous preparation for the final interview, students are strongly recommended to seek for previous contact with the teacher, in order to be given important directions on the general sense of the course and on specific critical aspects.

Modalità di valutazione

The assessment will be based on the results of an oral interview, aimed at verifying the acquisition of the following knowledge and skills:

- Knowledge of the physico-chemical mechanisms of corrosion.
- Ability of identify the main causes and forms of corrosion of metals in contact with various aggressive environments.
- Correct identification of the most suitable diagnostic tools and of the potential preventative measures and protection systems, with special reference to the field of chemical industry.

- Ability to communicate the acquired knowledge and to illustrate the proposed technical solutions with clear expression and convincing attitude.

During the course students are offered the opportunity to test their preparation by conducting self-assessment written tests (multi-choice questions, solution of numerical problems, essay questions), followed by common correction and, for those who request it, an evaluation of the test.

For the final vote the following aspects will be considered:

- the level of knowledge
- the ability to securely correlate different topics
- the ability of applying knowledge to the solution of problems of limited complexity in the field of materials engineering
- the ability to communicate the acquired knowledge and to illustrate the technical solutions proposed with clarity using a proper technical vocabulary.

To obtain the highest marks (30/30 cum laude), the student must demonstrate that he/she has acquired excellent knowledge of all the topics covered in the course, and that he/she can apply this knowledge to the solution of problems in the field of industrial engineering, proposing original solutions and showing the results of an autonomous extension of knowledge.

Economia dell'industria di processo (9 CFU) – SSD ING-IND/35

Prof.ssa Martina Gregori (martina.gregori@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso ha per obiettivo quello di fornire agli studenti le nozioni di base di microeconomia al fine di comprendere le caratteristiche del settore dell'industria chimica.

Inoltre, nella seconda parte del corso, verranno forniti agli studenti gli strumenti per la comprensione e l'analisi del bilancio di esercizio, nonché nozioni di base di capital budgeting nell'ambito dell'industria dei processi.

In particolare, facendo riferimento ai Descrittori di Dublino:

- Conoscenza e capacità di comprensione: lo studente, al termine del corso, avrà acquisito le conoscenze di base relative ai problemi di scelta delle imprese, alle caratteristiche della tecnologia e al funzionamento dei mercati.
- Conoscenza e capacità di comprensione applicate: lo studente sarà in grado di comprendere le dinamiche delle variabili economiche e di valutare le scelte in materia di prezzi, costi, consumo e produzione, nonché le politiche in tema di regolamentazione dei mercati.
- Autonomia di giudizio: lo studente avrà sviluppato la capacità di comprensione dei fenomeni economici e la capacità critica per valutare le soluzioni proposte relativamente ad alcuni temi di politica economica.
- Abilità comunicative: lo studente sarà in grado di comunicare le proprie conoscenze economiche anche con l'aiuto di grafici e modelli matematici.
- Capacità di apprendere: lo studente comprenderà il funzionamento dei modelli economici e sarà in grado di utilizzarli per comprendere le peculiarità del settore dell'industria chimica. Sarà anche in grado di esaminare il bilancio di esercizio.

Programma

Testi adottati

Prerequisiti

Modalità di svolgimento

Modalità di valutazione

Economics of technology & management (9 CFU) – SSD ING-IND/35

Prof.ssa Tiziana D'Alfonso (tiziana.dalfonso@uniroma1.it)

Obiettivi

Knowledge and understanding

The course deals with the decision making processes of firms. In particular, students are expected to learn the basic principles of

- microeconomic analysis of the firm,
- firm technology strategy,
- economic evaluation of investment projects,
- financial accounting

Applying knowledge and understanding

Students will be able to apply basic methods and models of microeconomics, organization theory and corporate finance in order to:

- identify the determinants of firms' strategic choices,
- analyze the relationship between technological change in the industry and firms' strategies
- evaluate the profitability of investment projects
- analyze the financial statement of a company

Making judgements

Lectures, practical exercises and problem-solving sessions will provide students with the ability to assess the main strengths and weaknesses of theoretical models when used to identify firms' strategies.

Communication

By the end of the course, students are able to discuss ideas, problems and solutions provided by the microeconomics of the firm and corporate finance both with a specialized and a non-specialized audience. These capabilities are tested and evaluated in the final written exam and possibly in the oral exam.

Lifelong learning skills

Students are expected to develop those learning skills necessary to undertake additional studies on relevant topics in microeconomics and corporate finance with a high degree of autonomy. During the course, students are encouraged to investigate further any topics of major interest, by consulting supplementary academic publications, specialized books, and internet sites. These capabilities are tested and evaluated in the final written exam and possibly in the oral exam, where students may have to discuss and solve some new problems based on the topics and material covered in class.

Programma

PART I

1. Prerequisites: Analyzing Economic Problems; Demand and Supply Analysis
2. Technology

Technological sets and production function. Total, average and marginal productivity. Isoquants and marginal rate of technical substitution. Elasticity of substitution and types of technology. Long run vs short run. Returns to scale and returns to varying proportions. Elasticity of scale. Technological Progress. High tech labour vs low tech labour.

3. Costs

The cost function and isocosts. Conditional input demands and Shephard's lemma. Price and output elasticity of input demands. Expansion path. Short run vs long run cost functions. Total costs. Variable, fixed and quasi-fixed costs. Sunk costs. Average and marginal costs. Economies of scale and the minimum efficient scale. Economies of scope and learning curves

4. Competitive markets

Economic profits and opportunity costs. Profit maximization in the long run. Duality of production, cost and profit functions. Hotelling's lemma. Short run profit maximization. Profit maximization and return to scales. Supply curves and producer's surplus. Short run vs long run supply curves.

Market demand. Individual supply and market supply. Perfect competition. Short run and long run market equilibrium. Meaning of 0-profits. Pareto efficiency; Applications (taxes, subsidies and quotas)

5. Monopoly

Demand elasticity. Elasticity and revenues. The monopolist maximization problem. Inefficiency of monopoly and deadweight loss. Causes of monopoly. Subadditivity of costs and economies of scale. Natural monopoly. Price discrimination (first degree, second degree, third degree).

6. Innovation

Product innovation vs process innovation. Drastic innovation. Willingness to pay for innovation. Innovation and market structure.

PART II

1. Financial accounting

The Balance Sheet and Account Categories: Assets, Liabilities, Owners' Equity. The Income Statement: Revenues, Cost of Sales, Gross Margin, Expenses, Net Income. Relation between Balance Sheet and Income Statement. The Statement of Cash Flows. Misconceptions about Depreciation. Sources and Uses of Cash. Working capital flows. Analysis of the Cash Flow Statement.

Part III

1. Value

Future Values and Present Values. Net Present Value. Risk and Present Value. Present Values and Rates of Return. Calculating Present Values When There Are Multiple Cash Flows. The Opportunity Cost of Capital. Perpetuities and Annuities. Continuous Compounding. Real and Nominal Rates of Interest. Calculating the Present Value of an Investment.

2. Investment Decisions

Net Present Value and Other Investment Criteria. Discounted Payback. Internal Rate of Return. Pitfalls of IRR. Making Investment Decisions with the Net Present Value. Relevance of Cash Flow. Estimation of Cash Flows on an Incremental Basis. Treating of Inflation. Investment Timing. Equivalent Annual Cash Flows and Inflation. Equivalent Annual Cash Flow and Technological Change

Testi adottati

Microeconomics | 4th Edition, Ronald R Braeutigam, David Besanko (ISBN-13: 9780470563588, ISBN: 0470563583)

- Chapter 1
- Chapter 2 (only sections 2.1, 2.2 and 2.3)
- Chapter 6, including Appendix
- Chapter 7, including pag 283-284 of the Appendix
- Chapter 8 (excluding section 8.4 at pag 315,316 and 317), including Appendix
- Chapter 9, including Appendix

- Suggested reading: Chapter 10
- Chapter 11 (excluding section 11.7)
- Chapter 12 (excluding sections 12.5 and 12.6)

Robert N Anthony, David Hawkins and Kenneth A. Merchant, Accounting: Texts And Cases (13th Edition). Mc Graw Hill.

Chapter 2: Basic accounting concepts: the balance sheet

Chapter 3: Basic accounting concepts: the income statement

Chapter 5: Revenue and monetary assets

Chapter 6: Cost of sales and inventories

Chapter 7: Long-lived non monetary assets and their amortization

Chapter 8: Sources of capital: debt

Chapter 9: Sources of capital: equity

Chapter 11: The statement of cash flows

Chapter 13: Financial statements analysis

Brealey, R. A., Myers, S. C., Allen, F., Principles of corporate finance (12th Ed.). Mc Graw Hill.

Chapter 2: How to Calculate Present Values

Chapter 5: Net Present Value and Other Investment Criteria

Chapter 6: Making Investment Decisions with the Net Present Value Rule

Prerequisiti

Analyzing Economic Problems; Demand and Supply Analysis

Modalità di valutazione

Written exam (exercises and theoretical questions)

Principi di Ingegneria Biochimica (9 CFU) – SSD ING-IND/24

Prof. Roberto Lavecchia (roberto.lavecchia@uniroma1.it)

Obiettivi

Presentare i concetti di base dell'ingegneria chimica relativi allo studio dei processi biotecnologici. Fornire le competenze e gli strumenti conoscitivi per una adeguata comprensione dei meccanismi biochimici e molecolari che controllano l'attività degli enzimi e la crescita dei microrganismi. Far conoscere le metodologie per l'analisi e la progettazione di bioreattori che utilizzano enzimi o microrganismi.

Programma

Parte A – ELEMENTI DI BIOCHIMICA E MICROBIOLOGIA. Caratteristiche e organizzazione dei sistemi biologici. Cellule procariotiche ed eucariotiche. Virus: struttura e meccanismi di replicazione. Amminoacidi: struttura, proprietà chimico-fisiche e classificazione. Proteine: funzioni biologiche e livelli di organizzazione strutturale. Denaturazione e degradazione delle proteine. Enzimi: classificazione, proprietà e funzioni biologiche. Aspetti molecolari della catalisi enzimatica. Inibitori e attivatori. Nucleotidi: struttura e proprietà chimico-fisiche. DNA e RNA. Codice genetico e sintesi proteica. Ingegneria genetica. Tecniche di ricombinazione genetica. Plasmidi e vettori virali. Produzione di proteine ricombinate geneticamente.

Parte B – INGEGNERIA DELLE REAZIONI E DEI PROCESSI ENZIMATICI. Cinetica enzimatica: aspetti fenomenologici ed espressioni cinetiche. Equazione di Michaelis-Menten. Effetto del pH e della temperatura. Denaturazione termica reversibile e irreversibile. Inibizione competitiva e non competitiva. Stima dei parametri cinetici. Enzimi immobilizzati. Tecniche di immobilizzazione. Effetto dell'immobilizzazione sul comportamento enzimatico: modificazioni conformazionali, effetti di partizione e limitazioni diffusionali. Parametri cinetici intrinseci e apparenti. Analisi del comportamento cinetico di particelle solide porose e di microcapsule contenenti enzimi. Bioreattori con enzimi liberi o immobilizzati.

Parte C – INGEGNERIA DEI PROCESSI MICROBIOLOGICI. Microrganismi di interesse biotecnologico: caratteristiche generali e classificazione. Aspetti fenomenologici della crescita cellulare. Mezzi di crescita, nutrienti e substrati. Definizione e valutazione della velocità di crescita. Equazione di Monod. Effetto del pH, della temperatura e della presenza di effettori. Consumo di substrato associato alla produzione di biomassa e di energia. Espressioni per la velocità di consumo. Fattori di resa e di mantenimento. Metabolismo endogeno. Bioreattori con biomassa sospesa o adesa. Analisi del comportamento cinetico di bioreattori continui, discontinui e semicontinui. Diluizione e wash-out. Sistemi con ricircolo. Effetto della presenza di popolazioni microbiche interagenti. Consumo e richiesta di ossigeno. Processi di respirazione cellulare: aspetti termodinamici e cinetici. Trasferimento dell'ossigeno nei bioreattori contenenti cellule isolate o aggregati microbici. Coefficiente di trasferimento dell'ossigeno: determinazione sperimentale e stima mediante correlazioni empiriche. Trasferimento di potenza e mescolamento dei fluidi nei bioreattori agitati. Struttura e caratteristiche dei vortici. Turbolenza isotropa. Effetto dei vortici sulle cellule e sugli aggregati cellulari.

Parte D – SEMINARI MONOGRAFICI DI APPROFONDIMENTO

Testi adottati

Stryer L., Biochimica, Zanichelli, Bologna, 1996

Ratledge C., Kristiansen B., Biotecnologie di base, Zanichelli, Bologna, 2004

Bailey J.E., Ollis D.F., Biochemical Engineering Fundamentals, Mc-Graw Hill, New York, 1986

Materiale didattico distribuito dal docente

Modalità di valutazione

La valutazione prevede una prova orale intesa a valutare il grado di preparazione acquisito dallo studente sugli argomenti presentati nel corso nonché l'approccio metodologico per affrontare problemi o situazioni inerenti lo sviluppo di un processo biotecnologico

Principles of biochemical engineering (6 CFU) – SSD ING-IND/24

Prof. Massimiliano Giona (massimiliano.giona@uniroma1.it)

Obiettivi

The course provides the student with the qualitative and quantitative tools for understanding subcellular processes and / or involving microorganisms. Inoltrefornisce the biochemical basis and kinetics necessary for the characterization of enzymatic processes of genetic regulation and growth of microorganisms and cell lines and their quantitative description.

Programma

Review of biochemistry of the macromolecules of biological interests (polypeptides and nucleic acids), stoichiometry and kinetics of biochemical reactions.

Enzyme kinetics. Elementary enzyme kinetics (Michaelis-Menten). Quasi-steady state approximation and its dynamic and perturbative interpretation based on the existence of slow-manifolds. Linearized representations. Enzymatic inhibition. Kinetics with multiple substrates. Allosteric enzymes.

Sequential and symmetric approach. Reaction rates for homotrope and eterotrope allosteric kinetics from the symmetric model. Examples: glycolytic oscillations. Reaction and regulation networks in the presence of allosteric enzymes.

Kinetics of immobilized enzymes: interaction between reaction kinetics and transport. Transport phenomenology in the presence of porous solid matrices: boundary layers and mass fluxes within a porous medium. mathematical modeling of enzyme kinetics

at/in non-porous and porous solid supports. Porous matrices: efficiency factor. Instability effects (multiplicity of steady states) in the presence of substrate-inhibited kinetics. Shooting methods or solving the corresponding boundary-value problems.

Transcriptional regulation in procaryotes: the Monod operon model. Lac and Trp operons. Mathematical modeling of operon regulation.

Growth of procaryote and eucaryote (cell lines) population Structured and unstructured models. Descriptive models and models based on control parameters. Biomass growth in a batch reactor. Influence of substrate concentration: the Monod model (specific growth rates and yield factors).

Analysis of flow reactor for the growth of microorganisms. Predator-prey systems: the Volterra-Lotka descriptive model and the Monod approach for the interaction between bacteria and protozoa in a flow reactor. Aerobic growth.

Review of some concepts from dynamical system theory. Linear systems. Qualitative characterization of dynamical systems: equilibria, periodic orbits (central orbits, limit cycles) and more complex phenomena. Nonlinear system and linear stability analysis. Concepts of bifurcation theory. Elementary bifurcations of equilibria: saddle-node, transcritical and pitchfork. Hopf bifurcation and birth of limit cycles.

Testi adottati

- 1) J. Bailey e D. F. Ollis, Biochemical engineering fundamentals (McGraw-Hill, New York, 1976).
- 2) Course notes edited by the instructor.
- 3) Mark Ptashne and A. Gann, Genes and signals (Cold Spring Harbor, New York, 2002).

Prerequisiti

No prerequisites.

Modalità di frequenza

Participation to classes is not mandatory

Modalità di valutazione

Oral exam with the possibility of developing a study project to be discussed with the instructor.

Processi e impianti metallurgici (9 CFU) – SSD ING-IND/21

Prof.ssa Carla Lupi (carla.lupi@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso ha lo scopo di guidare lo studente all'analisi critica dei fenomeni che interagiscono nei sistemi reagenti, partendo dalle conoscenze fondamentali già acquisite nell'ambito della termodinamica

Programma

Le operazioni fondamentali nella metallurgia estrattiva. Processi e impianti pirometallurgici: Arrostimento dei solfuri metallici concentrati ; fusione e conversione delle metalline; riduzione degli ossidi metallici, raffinazione termica; metallurgia estrattiva degli alogenuri. Processi e

impianti idrometallurgici: Lisciviazione; tecniche di precipitazione; separazione mediante estrazione con solvente. Processi e impianti elettrometallurgici: Elettrolisi ed elettrorefinazione di metalli da soluzioni acquose; elettrolisi ed elettrorefinazione di metalli da sali fusi. Processi e impianti per la produzione di metalli primari: ferro, rame, nichel, alluminio, magnesio, piombo, zinco e titanio. Processi e impianti per la produzione di metalli secondari: Processamento di rottami metallici e di prodotti obsoleti; processi di riciclaggio di acciai, alluminio, rame, zinco e metalli preziosi. Risparmi energetici. Lay out completo di un impianto metallurgico. valutazione dei costi di produzione.

Testi adottati

Dispense a cura del docente.

Modalità di valutazione

Prova orale

Reattori chimici (9 CFU) – SSD ING-IND/24

Prof.ssa Maria Cristina Annesini (mariacristina.annesini@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso ha lo scopo di guidare lo studente all'analisi critica dei fenomeni che interagiscono nei sistemi reagenti, partendo dalle conoscenze fondamentali già acquisite nell'ambito della termodinamica chimica, i fenomeni di trasporto, la progettazione degli impianti chimici e in modo da acquisire le competenze necessarie per la progettazione e la modellizzazione del funzionamento dei reattori chimici.

Al termine del corso, lo studente deve essere in grado di:

- riconoscere le variabili che hanno maggiore influenza sul dimensionamento e la simulazione dei diversi tipi di reattori
- analizzare gli effetti termici nei reattori, con le relative implicazioni sul dimensionamento delle apparecchiature di scambio termico e la stabilità dei reattori
- sviluppare il dimensionamento di processo di reattori omogenei e eterogenei (reattori catalitici, reattori fluido solido, reattori gas liquido)
- sviluppare modelli per la simulazione del funzionamento degli stessi reattori

Programma

Richiami sui bilanci di materia e di energia nei sistemi reagenti e sugli equilibri chimici

Elementi di cinetica chimica

Reattori ideali (BSTR, CSTR, PFR)

Reattori eterogenei : problemi generali. Modelli di diffusione con reazione.

Catalisi eterogenea: modelli cinetici da meccanismi di reazione. Interazioni tra cinetica chimica e cinetica fisica nella catalisi

eterogenea. Effetti termici. Dimensionamento dei reattori catalitici a letto fisso

Reattori fluido-solido: modello del nucleo reagente e modelli a conversione distribuita.

Applicazione al calcolo dei reattori fluido-solido. Problemi fluido-dinamici.

Reazioni gas-liquido: reazioni lente, veloci, infinitamente veloci. Calcolo dei reattori e delle apparecchiature di assorbimento con reazione.

Testi adottati

O. Levenspiel - Chemical Reaction Engineering - J Wiley & Sons, 1999

H. S. Fogler - Elements of Chemical Reaction Engineering - Prentice Hall 2005

G. F. Froment - Chemical Reaction Analysis and design - J. Wiley & Son 1990

Appunti del docente

Modalità di valutazione

L'accertamento della preparazione dello studente si effettua sulla base di una prova scritta e una prova orale.

Nella prova scritta, della durata di tre ore, viene chiesto di risolvere problemi, anche numericamente, problemi inerenti agli argomenti trattati nel corso; nel corso della prova sono utilizzabili testi, appunti e formulari. Scopo della prova è valutare la capacità dello studente di operare autonomamente per integrare le competenze acquisite nel corso e applicarle a problemi di una certa ampiezza, in un quadro non necessariamente prefissato.

È previsto il raggiungimento di una soglia minima (anche inferiore a 18/30) nella prova scritta per essere ammessi alla prova orale.

La prova scritta può essere sostituita dalla presentazione di un elaborato ("tesina") assegnata dal docente durante le lezioni.

La prova orale può prevedere sia domande teoriche che la soluzione di problemi relativi al dimensionamento o alla simulazione di reattori chimici. Con tale prova si intende verificare la comprensione dei fondamenti teorici del corso, la capacità di individuare le procedure per la risoluzione dei problemi, nonché la capacità di ragionamento critico sulle procedure utilizzate e i risultati ottenuti.

La valutazione è formulata complessivamente sulla base dei risultati della prova scritta e della prova orale.

Le modalità operative dell'esame possono essere modificate, nel caso di impossibilità di effettuare la valutazione in presenza per l'emergenza sanitaria

Progettazione degli impianti chimici I (9 CFU) – SSD ING-IND/25

Modulo I (6 CFU): Prof.ssa Benedetta De Caprariis (benedetta.decaprariis@uniroma1.it)

Modulo II (3 CFU): Prof. Giorgio Vilardi (giorgio.vilardi@uniroma1.it)

MODULO I

Obiettivi

Il corso si propone di mettere lo condizioni di effettuare il dimensionamento di processo delle principali apparecchiature di scambio termico (scambiatori di calore, ribollitori, condensatori), di affrontare le problematiche connesse alle operazioni di scambio termico (coibentazioni, circuiti termici, integrazione termica). Verranno inoltre illustrati i criteri di scelta e di dimensionamento di alcune tipologie di apparecchiature per il trasferimento di materia (distillazioni non convenzionali, estrattori liquido liquido)..

Programma

-Scambio termico: Progettazione delle apparecchiature di scambio termico (Scambiatori a fascio tubiero; Condensatori; Ribollitori); Scambio termico nei recipienti; Evaporatori

-Problematiche connesse allo scambio termico: Coibentazioni; Circuiti termici; Integrazione termica – teoria del pinch

-Progettazione di apparecchiature per lo scambio di materia: Estrazione Liquido Liquido; Distillazioni non convenzionali

Modalità di valutazione

Prova scritta

Prova orale

Tesina a scelta

MODULO II

Obiettivi

Dimensionare e simulare un forno di processo, un sistema di separazione a membrane, apparecchiature a fiamma diretta, essiccatori, bruciatori. Saper selezionare la corretta apparecchiatura per uno scambio termico o per un processo chimico.

Programma

Processi di separazione a membrana: meccanismi di separazione, tipologie di membrane, applicazioni pratiche, reattori a membrana (aspetti impiantistici), dimensionamento.

Apparecchiature a fiamma diretta: meccanismi di trasporto di calore, tipologie di forni, applicazioni pratiche (reformers, forni di processo, rotary kiln e loro dimensionamento e simulazione), dimensionamento dei bruciatori, elementi di fluidodinamica della combustione.

Essiccamento: selezione e dimensionamento delle specifiche apparecchiature.

Reattoristica: esempi pratici e selezione della corretta apparecchiatura di reazione, aspetti impiantistici. (questa parte non penso avrò tempo di farla)

Modalità di valutazione

Modalità di valutazione

Prova scritta

Prova orale

PER ENTRAMBI I MODULI

Testi adottati

- A.K. Coker, "Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants", 4th ed., Elsevier, Amsterdam, 2007.
- R.H.Perry, D.W.Green, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7th ed., McGraw-Hill, New York, 1997.
- J.F.Richardson, J.H.Harker, J.R.Backhurst, "Coulson & Richardson's Chemical engineering", Vol.2, 5th ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- R.K.Sinnot, "Coulson & Richardson's Chemical Engineering", Vol.6, 4th ed., Elsevier, Oxford, 2005.

Dispense dei docenti

Prerequisiti

-termodinamica

-impianti chimici

-fenomeni di trasporto.

Theory & development of process design (6 CFU) – SSD ING-IND/26

Prof.ssa Alessandra Adrover (alessandra.adrover@uniroma1.it)

Obiettivi

1) analytical and numerical

approaches for the characterization of dynamical behaviour of chemical engineering systems, with and without controls.

2) identification of the possible coexistence of multiple steady states, limit cycles and attractors

3) Identification of model parameters controlling the asymptotic

behaviour of chemical engineering systems and construction of

bifurcation diagrams Students should be able to apply analytical and numerical techniques for

characterizing the dynamical behaviour of chemical engineering systems

and for constructing bifurcation diagrams for dynamical systems

operating with and without automatic controls.

Programma

1. CHEMICAL PROCESS MODELING

Characterization and classification of mathematical models for chemical processes.

Process models in the presence of controls. Parameters and uncertainty.

2. NUMERICAL SIMULATION OF CHEMICAL PROCESSES:

Algorithms for integration of concentrated parameter systems.

Algorithms for stiff problems.

Algorithms for distributed parameter systems.

Application to transient analysis

of chemical reactor and process units..

3. NONLINEAR DYNAMICAL SYSTEMS

Continuous and discrete systems.

Transient behaviour and asymptotic regimes.

Floquet multipliers and Liapunov exponents.

Numerical methods for identification of limit cycles and attractors.

4. BIFURCATION THEORY

5. APPLICATION TO CHEMICAL PROCESSES

Phase diagrams for chemical reactor operating with and without automatic controls.

Multistability and basin of attraction.

Testi adottati

Stephen Wiggins : " Introduction to applied nonlinear dynamical systems and Chaos " ,II edition , Springer Verlag 2003

Steven Strogatz : "Nonlinear Dynamics and Chaos with applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering", Perseus Books Publishing L.L.C 1994

Teacher's handouts

Testi consigliati

Stephen Wiggins : " Introduction to applied nonlinear dynamical systems and Chaos " ,II edition , Springer Verlag 2003

Steven Strogatz : "Nonlinear Dynamics and Chaos with applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering", Perseus Books Publishing L.L.C 1994

Dispense preparate dal docente

Prerequisiti

Calculus

Modalità di valutazione

Written test and evaluation of a project

Secondo anno – I semestre

Computer aided process control (6 CFU) - SSD ING-IND/25

Prof. Marco Stoller (marco.stoller@uniroma1.it)

Obiettivi

The course introduces advanced digital control strategies in process industry.

Typical chemical engineering concepts are recalled, such as instrumental technical drawing and details on chemical units. This part of the course includes exercises. In addition, typical elements of controlled systems, such as measuring elements and control valves, will be introduced.

Successively, the controller was introduced, starting from the basic one (feedback controller) up to more advanced ones. At the same time, the concepts of digital control, applied in different operations, will be presented. Finally, the control will be discussed not only with insight to its

basic function of monitoring elements of production processes, but as an element capable of achieving technical, technical-economic and safety optimization.

At the end of the course, the student should acquire a basic knowledge of P&I and of typical chemical units characterizing the framework of process engineering; moreover, the ability of a correct application of measuring elements and controls to ensure best operation should result as established.

Programma

Introduction to the course, control systems, block schemes and understanding the P&I
Measurement devices and Regulation valves

Introduction to analogue feedback controllers, Laplace transform, open loop and closed loop feedback control schemes

Brief description of process units and their control

Going from analogue to digital controllers: Z-transform and digital feedback controllers

Quality and stability of control loops, coupling and digital decouplers

Digital feedforward controllers and digital feedback-feedforward controllers

Digital inferential, adaptive, predictive and neural controllers

Digital multivariable controllers

Safety devices in controlled processes

Distributed control systems

Testi adottati

Process Control, Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance, 2nd Edition by Thomas Marlin

Modalità di valutazione

The written exam will last 100 minutes and will cover the topics of drawing a P&I and optionally perform some design calculations.

At the same day, after 30 min from the end of the written exam, or in a different day depending on the number of candidates, oral exams will start according to the order of booking of admitted candidates (not by alphabetical order). The test consists of three questions, which focus on knowledge and problem solving.

The students should send by e-mail the solved exercise on controller tuning as reported at the end of the lesson CAPC E04, at least 2 days before sitting the written exam. The exercise can be solved in group with other colleagues (max 3 people) or alone.

Green chemistry and process engineering – SSD ING-IND/27

Prof. Marco Scarsella (marco.scarsella@uniroma1.it)

Obiettivi

Principles of Green Chemistry

Objectives

- To learn the fundamental philosophy and tools of green chemistry
- To develop an awareness of the legislative, financial and social factors connected with reducing environmental impact
- To understand the importance and role of solvents in chemical and related processes
- To understand why solvent replacements are being sought
- To understand the importance of heterogeneous catalysis to green chemistry
- To recognise the key difference between homogeneous and heterogeneous catalysis in chemical processes

Application of Green Chemistry to Process Engineering

Objectives

- To use real examples to illustrate how the principles of green chemistry can be applied to chemical process engineering.
- To study the changing trends in raw material utilisation and to understand the potential of alternative feedstocks.
- To study engineering methods for improving process efficiencies and sustainability.
- To calculate the mass and energy balance in a chemical production process
- To learn about the importance of energy efficiency and the range of energy sources
- To understand the role between energy pollution and climate change
- To understand how biomass can be used as a feedstock for future production industries

Commercialisation of Green Chemistry

Objectives

- To understand the potential for and difficulties in achieving the use of greener chemical products.

Programma

Principles of Green Chemistry

- Introduction to Green Chemistry
- Control of Environmental Impact
- Alternative Reaction Media
- Catalysis for Green Chemistry

Application of Green Chemistry to Process Engineering

- Clean Synthesis
- Renewable Resources
- Energy Efficiency & Emerging Technologies
- Chemical Engineering & Clean Technology

Commercialisation of Green Chemistry

- Greener Products

Testi adottati

Green Chemistry and Engineering: A Pathway to Sustainability. (2014) John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Online ISBN: 9781118720011; Print ISBN: 9780470413265

Prerequisiti

Basic knowledge of physical chemistry and chemical engineering gained during the Bachelor's degree

Modalità di valutazione

oral exam

Impianti alimentari e biochimici (6 CFU) – SSD ING-IND/25

Prof. Marco Bravi (marco.bravi@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso intende impartire allo studente conoscenze di base riguardanti le principali problematiche di prodotto e di processo dell'industria alimentare, fornire una metodologia per la progettazione delle apparecchiature che realizzano i processi alimentari e conoscenze specifiche per il dimensionamento di alcuni tipi specifici e insegnare a riconoscere ed impostare correttamente le problematiche della qualità e del rischio nel settore della produzione degli alimenti.

Il corso intende impartire allo studente conoscenze di base riguardanti le principali problematiche riguardanti gli impianti biochimici, fornendo una metodologia per la scelta e la progettazione di massima delle apparecchiature. Conoscenze acquisite: gli studenti che abbiano superato l'esame avranno acquisito i concetti fondamentali riguardanti l'interazione tra prodotto e

processo/apparecchiatura/ambiente assieme ai criteri di progettazione delle principali tipologie di apparecchiature utilizzate per la conservazione dei prodotti alimentari e alle problematiche di controllo e gestione della qualità e dell'analisi di rischio relative alle attività industriali e non solo del settore alimentare. Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno acquisito i concetti fondamentali riguardanti le problematiche impiantistiche dei processi biotecnologici ed i criteri fondamentali di scelta e progettazione per le apparecchiature principali e quelle ausiliarie, rivolgendo una particolare attenzione ad alcune apparecchiature sede di processi biochimici di particolare interesse per l'industria alimentare.

Competenze acquisite: gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: 1. analizzare un processo di trasformazione di alimenti e valutare le problematiche impiantistiche da esso sottese in termini di qualità del prodotto e di rischio per il consumatore; 2. per gli impianti destinati a trattamenti di conservazione degli alimenti, scegliere il tipo di operazione e di apparecchiatura ed effettuare, per alcuni tipi selezionati di apparecchiature, un dimensionamento di massima dell'apparecchiatura stessa.

Il corso spinge lo studente ad acquisire la capacità di formulare ipotesi semplificative ragionevoli al fine di rendere possibile la progettazione di massima delle suddette apparecchiature in carenza del set completo di informazioni necessario per la progettazione di dettaglio. Essi saranno inoltre in grado di stendere il layout di un processo biotecnologico; per alcuni tipi selezionati di apparecchiature essi saranno in grado di effettuare un dimensionamento di massima.

Programma

Parte I: Fondamenti di impiantistica per i processi alimentari e biotecnologici (3 CFU)

Calcolo delle proprietà fisiche per gli alimenti. Comportamento reologico degli alimenti. Scambio termico negli alimenti con comportamento reologico non newtoniano. Trasporto di calore in stato non stazionario. Miscelazione di sistemi di liquidi ed in presenza di solidi sospesi. Emulsione. Cenni di microbiologia per i processi alimentari e biotecnologici: batteri; cianobatteri; funghi: unicellulari, miceliari, dimorfi; microalghe; cellule di organismi superiori vegetali ed animali. Classi trofiche degli organismi: eterotrofi, autotrofi, mixotrofi. Bioreattori discontinui, continui, semicontinui. Stechiometria delle reazioni biologiche. Parametri cinetici, energetici e di resa di una reazione biologica.

Parte II: Elementi di Impiantistica per i Processi Alimentari (3 CFU)

La conservazione degli alimenti: modalità di degradazione degli alimenti; progettazione di apparecchiature per la pastorizzazione termica, la scottatura, sterilizzazione termica. Cottura in forni a convezione, ad infrarossi, a radiofrequenza e microonde. Progettazione di massima di apparecchiature per la refrigerazione ed il congelamento. Stabilizzazione per rimozione dell'acqua: essiccamento e crioessiccamento. Il controllo e la gestione della qualità nell'industria alimentare.

Parte III. Elementi di Impiantistica dei Processi Biotecnologici (3 CFU)

Bioreattori per fermentazioni in fase sommersa, per fermentazioni su substrato solido. Fotobioreattori per la produzione di microalghe e cianobatteri (attività seminariale tematica comprendente esercitazioni). Bioreattori ad agitazione meccanica, idraulica, pneumatica. Bioreattori a catalizzatore libero ed immobilizzato. Dimensionamento di processo del sistema di scambio termico e di agitazione in reattori ad agitazione meccanica e pneumatica. Bioreattori axenici. Impianti biochimici per l'industria alimentare: gli impianti per la vinificazione. Valorizzazione delle biomasse mediante bioraffinazione.

Testi adottati

Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2001). Introduction to food engineering. Gulf Professional Publishing. (parti I e II)

Pauline M. Doran, Bioprocess engineering principles, 2 nd Edition, Academic Press, 2013 (parti I e III)

Stanbury, P. F., Whitaker, A. (2005). Principles of fermentation technology. Elsevier. (Parti I e III)

Articoli scientifici o piccoli estratti di monografie, distribuiti dal docente (coprono alcuni specifici argomenti) e dispense "Tecnologie Alimentari" (autore E. Sebastiani), distribuite dal docente (coprono le Parti I e II del programma).

TUTTE le informazioni relative all'attività didattica del prof. Marco Bravi (orario delle lezioni ed eventuali eccezioni; modalità di conduzione delle lezioni e strumenti utilizzati; orario di ricevimento; esami; tesi disponibili), aggiornate in tempo reale, possono essere trovate consultando la URL: <https://sites.google.com/site/marcobravi/>

Modalità di valutazione

La prova scritta d'esame comprende sei quesiti, la risposta ai quali generalmente richiede calcolo, ma può comportare il riconoscimento di una immagine o di uno schema di processo. Il tempo disponibile per lo svolgimento della prova d'esame è di due ore.

Il testo d'esame viene fornito in lingua inglese; la soluzione può essere data in inglese oppure in italiano.

La prova orale comporta solitamente due domande e può avere una durata da 20 a 60 minuti (tipicamente 30 minuti).

Il voto assegnato viene calcolato come media del voto ottenuto nelle due prove.

Materiali polimerici e compositi (9 CFU) – SSD ING-IND/22

Prof. Marco Valente (marco.valente@uniroma1.it)

Obiettivi

Quanto si intende trasferire come obiettivi formativi sono le conoscenze di base delle varie classi dei materiali polimerici il loro comportamento meccanico e termomeccanico e gli elementi che ne influenzano il comportamento. Nonché il comportamento meccanico relativamente alla classe dei materiali compositi. Sono altrettanto obiettivi del corso anche le diverse tecnologie di trasformazione utilizzate per la realizzazione di componenti in materiale plastico e in materiali compositi.

Programma

Nozioni introduttive

Storia

diffusione

Struttura chimica

Concetto di macromolecola

Nozioni di Base

P.M. medio numerale e ponderale

Tipologia di polimeri (addizione, condensazione, ... copolimeri)

Tattilità delle catene macromolecolari

Termoplastici termoindurenti ed elastomeri

Miscela eterofasiche di polimeri

Elastomeri termoplastici

Famiglie di Materiali

Termoplastici, termoindurenti, elastomeri

Materiali termoplastici di uso comune

Materiali termoindurenti

Elastomeri e gomme

Scienza dei materiali

La fase amorfa

Transizione vetrosa (T_g)

Cristallinità dei polimeri

Calorimetria differenziale (DSC)

Stato elastico negli elastomeri

Elementi di viscoelasticità e proprietà meccaniche delle materie plastiche
Concetti di viscoelasticità (modelli di Maxwell, Voight)
Comportamento meccanico delle materie plastiche
Comp. Meccanico al variare della temperatura e della velocità di applicazione del carico
Creep, stress relaxation

Sistemi polimerici multicomponenti

- Materie plastiche rinforzate
- Materiali polimerici espansi

Generalità sui materiali Compositi

Matrici e fibre di rinforzo

Materiali compositi a basso impatto ambientale (Materiali compositi "biosostenibili" e "ecocompatibili")

Micromeccanica della lamina e del laminato

Macromeccanica dei laminati compositi

Nozioni sulle tecnologie e processi di lavorazione

Iniezione

Estrusione

Soffiaggio

Stampaggio rotazionale

Calandratura

Processi relativi ai termoindurenti rinforzati con fibre

Elementi di Progettazione

Strutture sandwich: elementi di progettazione

Solidi polimerici cellulari: elementi di progettazione

Testi adottati

Scienza e tecnologia dei materiali polimerici

S.Bruckner, G.Allegra, M.Pegoraro, F.P. La Mantia (EdiSES pub.)

Principles of Polymers Engineering (second edition)

Mc.Crum, Buckley (Oxford University Press)

Materiali Compositi (tecnologia progettazione ed applicazioni)

Crivelli Visconti, Caprino, Langella. BTH (Biblioteca Tecnica Hoepli)

Modalità di valutazione

Prova orale

Nanobiotechnology (6 CFU) – SSD ING-IND/25

Prof. Marco Bravi (marco.bravi@uniroma1.it)

Obiettivi

Aim of this course is getting to know the technologies to produce biocompatible nanometric particles by using highly sustainable and maximally green processes which mainly resort to using naturally-sourced biological matrices.

The student will learn: 1. The main classes of biological substances, 2. The methodologies for obtaining these substances from natural biomass, 3. the methodologies for producing functional nanoparticulate from each of these classes of substances, 5. The main processes and equipment that implement these production processes. The student will also learn the main problems of biomedical and cosmetic use of nanotechnologies.

The student who will exhibit a regular attendance of the course will be able to participate in group work intended to develop and strengthen soft skills such as: the ability to work in a group, the ability to dialogue with colleagues from different backgrounds, the ability to write a scientific/technical report and the ability to present one's work.

Programma

Biological substances and microorganisms as biocatalysts and raw materials feedstock for the formation of nanoparticles (fundamentals, biological fractions of nanotechnology relevance, production of biological fractions of nanotechnology relevance). Nucleation and crystallisation of proteins (fundamentals, characterisation, process screening and identification, production). Formation and use of nanoparticles by biotechnological techniques (microorganisms, culture media, extracts, switchable solvents). Applications of nanoparticles in the bio-related fields (food, pharma, cosmetic, agriculture).

Testi adottati

ALL information relating to the teaching activity of prof. Marco Bravi (lesson times and any exceptions; methods of conducting lessons and tools used; student reception hours; exams; available project works), updated in real time, can be found by consulting the URL:
<https://sites.google.com/site/marcobravi/>

Study materials (generally scientific review articles) will be shared to the attending students during the semester the course is being taught. Students will receive a Google Drive share by being included in the Google Classroom of the course itself.

Modalità di frequenza

Attendance is facultative. However, only regularly attending students will have their "small groupwork projects" evaluated for the final mark (together with the compulsory written test).

Modalità di valutazione

The written exam includes 10 multiple choice questions, plus an open-ended question (to be provided by the student).

The oral exam is optional. If it is not carried out, it will be counted as passed with the vote of 18/30. The final mark will be assigned as the average of the marks obtained in the two tests.

Only those admitted to the "evaluated groupwork" can replace the oral test with the presentation of their groupwork.

Sicurezza degli impianti chimici (6 CFU) - SSD ING-IND/25

Prof. Roberto Bubbico (roberto.bubbico@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso ha lo scopo di portare a conoscenza degli studenti le più aggiornate tecniche per la valutazione del rischio associato alle principali attività ed apparecchiature caratteristiche dell'industria chimica di processo. Gli studenti al termine del corso saranno in grado di dialogare con gli analisti di rischio più esperti, e di impostare le più elementari tecniche di identificazione dei rischi e di analisi delle conseguenze. Altro obiettivo è quello di descrivere qualitativamente e di illustrare i principali criteri progettuali dei sistemi di intervento e di smaltimento in caso di condizioni di emergenza. Conoscenza dei principali metodi di analisi di rischio e di valutazione delle conseguenze. Capacità di selezione delle metodologie più idonee per i singoli casi da analizzare. Impostazione di semplici casi-studio. Capacità di selezionare un sistema di emergenza specifico per una determinata situazione progettuale e di dimensionamento di massima.

Programma

PARTE I - Fondamenti di analisi di rischio.

1 Nomenclatura e definizioni. Il concetto di rischio. Il rischio nell'industria chimica. Sua misura e rappresentazione. (2h)

2 Le sorgenti del rischio. Scenari incidentali. Tecniche di individuazione degli incidenti: checklist, HazOp, FMEA e FMECA, alberi dei guasti (FTA) e alberi degli eventi (ETA). Criteri di selezione e campi di applicazione. Esempi applicativi. (12h)

3 Analisi delle conseguenze e modelli di danno degli eventi incidentali. Modelli di rilascio. Cenni sui modelli per il rilascio bifasico. Modelli di dispersione di sostanze tossiche: modelli gaussiani e modelli per gas densi. Modelli di calcolo degli incendi: incendi da pozza, incendi da getto, flash fires e fireball. Modelli di calcolo dei fenomeni esplosivi: esplosioni fisiche, BLEVEs, esplosioni di nubi di vapore, esplosioni confinate. Valori di danno ed equazioni di probit. (22h)

4 Stima della frequenza e della probabilità di accadimento degli incidenti. Analisi statistica dei dati storici. Tecniche alternative: costruzione, analisi qualitativa e soluzione quantitativa degli alberi dei guasti (FTA) e degli alberi degli eventi (ETA). Esempi applicativi. (9h)

5 Rappresentazione delle misure del rischio. Criteri di scelta e sistemi di presentazione delle stime di rischio. Criteri di tollerabilità e valutazione del rischio. (8h)

6 Cenni sugli effetti domino. (1h)

PARTE II - Sistemi di prevenzione e protezione

7 Sistemi di sicurezza. Procedure di emergenza, sistemi attivi e passivi. Criteri di sicurezza intrinseca. (4h)

8 Scenari incidentali tipici per le principali tipologie di apparecchiature dell'industria di processo. Relativi sistemi di sicurezza. (6h)

9 Tipologie, funzionamento, selezione e disposizione degli organi di sfogo. Valvole di sfogo, dischi di rottura e loro combinazioni. Sistemi di sfogo, di depressurizzazione, e loro dimensionamento. (12h)

10 Sistemi di contenimento e abbattimento: scarico libero in atmosfera, collettori, separatori di fase, sistemi di quenching, assorbimento, torce. (10h)

11 Cenni su sistemi e tecniche antincendio (2h)

PARTE III – Analisi di casi storici (2h)

NB: Il carico di ore è comprensivo delle esercitazioni pratiche

Testi adottati

1. Daniel A. Crowl; Joseph F. Louvar, "Chemical process safety : Fundamentals with applications" /. - 2.ed. - Upper Saddle River : Prentice Hall

2. Center for Chemical Process Safety: "Guidelines for chemical process quantitative risk analysis" /. - 2.ed. - New York. AIChE

3. American Petroleum Institute: Recommended Practice RP 520 e 521

4. Dispense a cura del docente

Prerequisiti

Per una adeguata comprensione dei contenuti del corso, sono indispensabili conoscenze basilari di termodinamica (proprietà chimico-fisiche e termodinamiche delle sostanze, concetto di equilibrio, trasformazioni, ecc.) e delle caratteristiche generali, costruttive ed operative delle principali apparecchiature dell'industria di processo.

Modalità di frequenza

La frequenza del corso è facoltativa e tutti gli studenti hanno la possibilità di acquisire le conoscenze presentate in aula attraverso lo studio autonomo dei testi consigliati e di altri analoghi. Tuttavia si ritiene, anche in base all'esperienza acquisita negli anni precedenti, che la partecipazione alle lezioni, e soprattutto alle esercitazioni pratiche, sia molto utile per l'acquisizione delle adeguate capacità necessarie alla selezione ed alla applicazione degli strumenti teorici e delle tecniche illustrate a casi pratici. La partecipazione alle esercitazioni

pratiche sarà anche molto utile per lo sviluppo delle capacità collaborative e di comunicazione dello studente.

Modalità di valutazione

La prova scritta è finalizzata alla valutazione della capacità acquisita dallo studente nell'applicazione delle metodologie teoriche presentate durante il corso ad un caso pratico. La prova ha una durata di circa 1,5 ore e consiste nella soluzione di un esercizio numerico eventualmente corredato di una metodologia logico-grafica (ad es. alberi logici) associato ad un problema di cui vengono fornite le principali caratteristiche. La soluzione del problema è individuale e può essere svolta con l'ausilio di tutta la documentazione di supporto ritenuta necessaria dallo studente (appunti, dispense, ecc.), fatta esclusione dei mezzi di comunicazione con l'esterno (smartphone, ecc.).

L'esame orale (facoltativo) verterà su specifici aspetti delle metodologie apprese ed è finalizzato alla verifica del grado di comprensione dei diversi metodi trattati nel corso, anche dal punto di vista del loro grado di affidabilità, dei limiti di validità, delle eventuali ipotesi semplificative introdotte e delle possibili alternative.

Sistemi di controllo degli impianti chimici (6 CFU) - SSD ING-IND/25

Prof. Nicola Verdone (nicola.verdone@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso descrive le strategie di controllo avanzato nell'industria di processo. Si richiamano i concetti di controllo feedback e della sua stabilità, nonché le tecniche di identificazione delle caratteristiche dinamiche dei processi e di tuning dei controllori. Le strategie di controllo avanzato per sistemi SISO e quelle per i sistemi MIMO sono sviluppate con riferimento alle applicazioni industriali più comuni. Si introducono, inoltre, concetti generali del controllo di un impianto nel suo complesso. Le lezioni comprendono l'inquadramento teorico e applicazioni numeriche di simulazione delle diverse architetture di controllo introdotte.

Programma

Introduzione: sistema di controllo di un processo, terminologia e obiettivi del controllo di processo automatico, controllo in regolazione e in servomeccanismo, trasmissione dei segnali, strategie di controllo. Strumenti matematici per l'analisi dei sistemi di controllo: la trasformata di Laplace, soluzione di equazioni differenziali mediante la trasformata di Laplace, caratterizzazione della risposta del processo, risposta dei sistemi del primo ordine e del secondo ordine, linearizzazione. Sistemi dinamici del primo ordine: importanza delle caratteristiche di processo, modellazione matematica dei processi, tempo morto, funzioni di trasferimento e diagrammi a blocchi, reattori chimici, effetti delle non linearità del processo. Sistemi dinamici di ordine superiore: sistemi non interagenti, sistemi interagenti, risposta dei sistemi di ordine superiore. Componenti fondamentali dei sistemi di controllo: sensori e trasmettitori, valvole di controllo, controllori feedback. Progetto dei sistemi di controllo a loop singolo: il loop di controllo feedback, stabilità del loop di controllo. Tuning dei controllori feedback: risposta con rapporto di decadimento un quarto mediante il guadagno ultimo, caratterizzazione del processo a loop aperto, tuning dei controllori per processi integranti, sintesi dei controllori feedback. Tecniche del luogo delle radici e della risposta in frequenza: analisi dei sistemi di controllo feedback mediante il luogo delle radici, disegno dei diagrammi del luogo delle radici, analisi dei sistemi di controllo mediante la risposta in frequenza e stabilità. Controllo in cascata: esempio di processo, considerazioni sulla stabilità, implementazione e tuning dei controllori. Controllo di rapporto, override e selettivo: segnali, software e algoritmi di calcolo, controllo di rapporto, controllo override o vincolato, controllo selettivo, progetto dei sistemi di controllo. Controllo feedforward: il concetto di feedforward, progetto del diagramma a blocchi di controllori lineari feedforward, elemento lead/lag, progetto dei controllori feedforward non lineari dai principi fondamentali, indicazioni per il progetto dei controllori feedforward. Controllo di processo multivariabile: interazioni tra loop, accoppiamento tra variabili manipolate

e controllate, disaccoppiamento di loop interagenti, controllo multivariabile e ottimizzazione, analisi dinamica di sistemi multivariabile, progetto dei sistemi di controllo per impianti completi.

Testi adottati

N. Verdone, "Sistemi di Controllo degli Impianti Chimici", Dispense delle lezioni, 2010.

C.A. Smith, A.B. Corripio, Principles and Practice of Automatic Process Control, 3rd ed., Wiley (2005).

D.E. Seborg, D.A. Mellichamp, T.F. Edgar, F.J. Doyle. Process Dynamics and Control. 4th ed., Wiley (2017).

Prerequisiti

Per un proficuo apprendimento, sono indispensabili approfondite conoscenze in analisi matematica, termodinamica per l'ingegneria chimica, macchine e progettazione delle operazioni unitarie dell'industria di processo.

Modalità di valutazione

La prova d'esame consiste nella soluzione di un problema pratico di controllo e nella verifica della conoscenza dei principi della teoria del controllo.

Per il superamento dell'esame, lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una sufficiente conoscenza delle problematiche relative all'analisi e alla progettazione dei sistemi di controllo applicati nell'industria chimica.

La valutazione dell'esame si basa sulla capacità di applicare le nozioni acquisite nella soluzione di problemi pratici ed è subordinata anche alla capacità di esposizione dei concetti in maniera chiara e puntuale.

Tecnologie per la produzione di combustibili fossili e rinnovabili – SSD ING-IND/27 Prof. Paolo De Filippis (paolo.defilippis@uniroma1.it)

Obiettivi

Le problematiche ambientali dovute all'intenso utilizzo dei combustibili fossili impongono di trovare soluzioni energetiche ecosostenibili o comunque a più basso impatto ambientale. In questo contesto vanno studiate e proposte nuove tecnologie sia per la produzione di biocombustibili sia per un utilizzo a minor impatto ambientale dei combustibili fossili. Quest'ultimo aspetto è di fondamentale importanza soprattutto nel breve periodo, quello legato alla cosiddetta "transizione energetica" dove si prevede che l'idrogeno possa giocare un ruolo decisivo.

Obiettivo del corso è di fornire agli studenti quegli elementi di conoscenza dei processi di raffinazione e bioraffinazione indispensabili per la produzione sia dei carburanti tradizionali sia di biocarburanti ottenuti a partire da materie prime rinnovabili di diversa generazione (biomasse, oli esausti, alghe). Verranno inoltre analizzate le diverse tecnologie per la produzione di idrogeno sia verde che blu.

RISULTATI ATTESI: Conoscenza del ciclo tecnologico sia di petrolio e gas sia della produzione dei biocarburanti a partire da materie prime rinnovabili. Familiarità con i processi di raffinazione a livello superiore e completo. Tecnologie tradizionali e innovative per la produzione di idrogeno (verde e blu)

Parole chiave: Studio dei processi di raffinazione e bioraffinazione, produzione di idrogeno pulito da fonte fossile (Blu) e rinnovabile (green)

Programma

Feedstocks tradizionali e rinnovabili: Il petrolio, il gas naturale, biomasse

Genesi e caratteristiche dei giacimenti. Recupero degli idrocarburi. Riserve e risorse di idrocarburi convenzionali e non convenzionali. Problematiche di "flow assurance"

Gas naturale: Composizione e caratteristiche. Trattamento di gas naturale, LNG. trasporto (gasdotto, LNG, idrati). Aspetti di mercato ed economici.

Biomasse di I e II generazione

Processi di trasformazione energetica delle biomasse: gassificazione, pirolisi, hydrothermal liquefaction, fermentazione e digestione anaerobica

Produzione di crudi sintetici e di bio-crude

Caratteristiche dei prodotti commerciali: gpl, solventi, cherosene, jet fuel, gasoli e diesel, oli combustibili.

Catalisi e catalizzatori nell'industria degli idrocarburi

Processi di raffinazione (e bioraffinazione) di grezzi e biocrude per ottenere prodotti commerciali.

L'idrogeno nelle raffinerie e bioraffinerie

Testi adottati

J.A. Moulijn, M. Makkee, A. Van Diepen, Chemical Process Technology, Ed. Wiley, Chichester, UK, 2013

Materiale del docente.

Prerequisiti

È richiesto che lo studente abbia conoscenze di impianti chimici e che sappia leggere gli schemi di processo.

Modalità di svolgimento

lezioni frontali

Modalità di frequenza

Frequenza in aula non obbligatoria

Modalità di valutazione

Esame orale. Tre domande su argomenti attinenti il corso.

Water treatment processes & environmental technology (9 CFU) - SSD ING-IND/25 (6 CFU) Prof.Luca Di Palma (luca.dipalma@uniroma1.it) (3 CFU) Prof.ssa Benedetta De Caprariis (benedetta.decaprariis@uniroma1.it)

Obiettivi

To provide basic knowledge on the characterization and treatment of industrial water and wastewater, as well as on the treatment of sludge and biomass.

To provide principles and criteria for the selection and design of treatment units in relation to the nature of the wastewater.

To provide the chemical-physical fundamentals of waste treatment and disposal planning, aimed at the recovery of materials and energy.

Programma

Waste characterization from industrial activities - Emissions and consumption: wastewater, solid wastes and air emission - Mass and energy balances - Quality control. Source and nature of pollutants - Direct and indirect toxicity in natural systems - Pollutant dispersion modeling in water and soil.

Clean technologies and wastes minimization: general principles and applications. Quality of process water and auxiliary water - Water resource optimization: water reuse and recycle.

Water and soil analysis and characterization.

Wastewater treatment processes – Physical and chemical processes - Thermodynamic and kinetic of biological aerobic and anaerobic processes - Suspended growth and biofilm processes - Stripping of volatile organic compounds – Case studies.

Organic sludge treatment by stabilization, thickening, dehydration - Final disposal - Process alternatives evaluation and design - Agro-industrial and manure wastes treatment
Energy generation from biomass – microbial fuel cell.
Soil and sediment remediation - in situ and ex situ technologies. Thermal, chemical and biological processes.
Nanotechnologies and nanostructured materials for innovative wastewater treatment and soil remediation: application and environmental and toxicological issues.

Testi adottati

L. Di Palma - Course materials available on Sapienza e-learning platform
S. Dar Lin - Water and Wastewater Calculation Manual, 2nd Ed. 2007, McGraw Hill.

Testi consigliati

M.L. Davies - Water and Wastewater Engineering: Design Principles and practice, 2010, McGraw Hill
Metcalf and Eddy - Wastewater Engineering - McGraw Hill
WW Eckenfelder - Industrial water pollution control - McGraw Hill

Prerequisiti

Water characterization and chemistry

Modalità di svolgimento

Front-end lectures and exercises

Modalità di frequenza

Face to face (unless otherwise specified by Sapienza)

Modalità di valutazione

Written test: two exercises on process calculation of reactors and treatment unit.
Evaluation criteria for the written test: procedure correctness, numerical results accuracy, correct results interpretation.
Only students with 18/30 at the written test are admitted to the oral test.
Oral test: discussion on theoretical aspects of environmental processes and remediation technologies and questionnaires on practical exercises.
The final grade is calculated by adding the written grade to the oral grade and dividing by 2.

Secondo anno – II semestre

Computational methods for chemical and biochemical reactor dynamics (6 CFU) - SSD ING-IND/26

Prof. Antonio Brasiello (antonio.brasiello@uniroma1.it)

Obiettivi

The course aims to broaden the skills in the theory of complex systems with particular reference to the non-linear dynamics of chemical and biochemical reactors. It also provides a critical approach to numerical techniques for dynamic analysis leading students to the development of algorithms and their translation into computational codes using high-level programming languages (e. g. Fortran, C ++, etc.).

Programme

Balance and constitutive equations for reacting systems.

Elements of chemical kinetics.

Linear and non-linear dynamical systems theory: elements and complex scenarios.

Chemical and biochemical reactors as dynamic systems: batch, semi-batch, CSTR, PFR, Packed bed reactor, Reverse Flow Reactor.

Introduction to programming using high-level languages (e.g. Fortran, C ++, etc.).

Applications of numerical methods for dynamical systems analysis: equilibrium points calculation, numerical integration of systems of ordinary differential equations, numerical integration of systems of partial differential equations, parametric continuation.

Testi adottati

Teacher's lecture notes

Bequette B. W., Process Dynamics Modeling, Analysis, and Simulation, Prentice Hall, 2002

Kuznetsov Y. A., Elements of applied bifurcation theory, Springer, 2004

Quarteroni A., Sacco R. Saleri F., Numerical Mathematics, Springer 2007

Parker T. S., Chua L. O., Practical numerical algorithm for chaotic systems, Springer-Verlag, 1991

Bibliografia

Strogatz S. H., Nonlinear dynamics and chaos: with application to physics, biology, chemistry and engineering, Addison Wesley, 1994 Hale J., Kocak H., Dynamics and Bifurcations, Springer, 1991 Wiggins S., Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos, Springer, 2003 Nayfeh A. H., Balachandran B., Applied Nonlinear Dynamics - Analytical, Computational, and Experimental Methods, WILEY-VCH, 2004

Prerequisit

Good knowledge of calculus, linear algebra, and ordinary differential equations is required.

Modalità di svolgimento

Lectures and computer exercises

Modalità di frequenza

not compulsory

Modalità di valutazione

Evaluation of a project and oral exam

Impianti di trattamento degli effluenti gassosi (6 CFU) - SSD ING-IND/25

Prof. Nicola Verdone (nicola.verdone@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso è incentrato sul dimensionamento delle apparecchiature per il controllo degli inquinanti presenti in correnti di processo e nei fumi da processi di combustione. Gli obiettivi formativi riguardano la comprensione dei fenomeni di formazione degli inquinanti e l'apprendimento delle tecniche di dimensionamento delle apparecchiature predisposte al loro contenimento. Sono inoltre affrontati i problemi di dispersione in atmosfera, le principali tecniche di campionamento e l'analisi delle trasformazioni chimiche in atmosfera. Le lezioni comprendono l'inquadramento teorico e applicazioni numeriche di dimensionamento.

Programma

Effetti e sorgenti degli inquinanti atmosferici. Natura generale dei problemi di inquinamento atmosferico. Definizioni e lista generale degli inquinanti atmosferici. Materiale particolato. Monossido di carbonio. Ossidi di zolfo. Effetti degli idrocarburi, degli ossidi di azoto e degli ossidanti fotochimici. Sorgenti di inquinamento atmosferico. Problemi a livello planetario connessi all'inquinamento atmosferico. Meteorologia. Radiazione solare. Circolazione dei venti. Gradiente verticale di temperatura. Condizioni di stabilità. Profilo della velocità del vento. Rosa dei venti. Turbolenza. Caratteristiche generali dei pennacchi emessi dai camini. Dispersione degli inquinanti in atmosfera. Il modello di diffusione turbolenta. Il modello di dispersione gaussiano. Valutazione delle deviazioni standard. La concentrazione massima al suolo e sull'asse principale del pennacchio. Calcolo dell'altezza effettiva del camino. Controllo del particolato. Distribuzione e sorgenti del materiale particolato. Efficienza di separazione del particolato. Distribuzione delle particelle. Velocità terminale o di sedimentazione. Deposizione delle particelle dai camini. Progetto di cappe e condotti di aspirazione. Meccanismi di intercettazione del particolato. Apparecchiature per il controllo del particolato: cicloni, scrubber, filtri, precipitatori elettrostatici. Controllo di gas e vapori. Adsorbimento. Assorbimento. Combustione. Formazione e controllo del monossido di carbonio. Incenerimento e post-combustione. Cinetica di reazione e catalisi nei processi di post-combustione. Controllo degli ossidi di zolfo e di altri gas acidi. Termodinamica e cinetica della formazione dell'anidride solforosa. Metodi di controllo generale. Processi di desolfurazione dei gas di combustione. Controllo degli ossidi di azoto. Termodinamica della formazione degli ossidi nitroso e nitrico. Cinetica di formazione dell'ossido nitrico nei processi di combustione. Formazione degli NOx da azoto legato al combustibile. Metodi di controllo della combustione. Rimozione degli ossidi di azoto: riduzione selettiva non catalitica e catalitica. Reazioni fotochimiche atmosferiche. Termodinamica delle reazioni fotochimiche. Formazione dell'ossigeno monoatomico e dell'ozono. Ruolo degli ossidi di azoto nella foto-ossidazione. Fotochimica e reattività degli idrocarburi in atmosfera. Sviluppo di strategie di controllo. Strumentazione. Treno di campionamento. Analisi del particolato. Analisi dei gas. Monitoraggio del monossido di carbonio, degli idrocarburi, dell'anidride solforosa degli ossidi di azoto e degli ossidanti fotochimici.

Testi adottati

N. Verdone, "Impianti di trattamento degli effluenti gassosi", Dispense delle lezioni, 2009.

Wark K., Warner C.F., Davis W.Y. Air Pollution. Its Origin and Control, 3rd ed., 1998, Addison Wesley Longman.

EPA Air Pollution Control Costs Manual, 7th ed. EPA/452/B-02-001, 2017.

Prerequisiti

Per un proficuo apprendimento, sono indispensabili approfondite conoscenze in Chimica, Termodinamica per l'Ingegneria Chimica, Fenomeni di Trasporto I, Impianti Chimici I

Modalità di valutazione

Prova orale

Materiali ceramici (6 CFU) - SSD ING-IND/22

Prof.ssa Teresa Mangialardi (teresa.mangialardi@uniroma1.it)

Obiettivi

Fornire conoscenze basilari su questa classe di materiali, partendo dalle relazioni struttura-microstruttura-proprietà e dando ampio spazio ai principi delle operazioni unitarie che costituiscono i passi fondamentali per la loro produzione, con cenni sulla meccanica dei sistemi saturi e insaturi e ai fenomeni di trasporto in fase solida.

Capacità di selezione del ciclo di produzione più idoneo alla realizzazione di un componente ceramico avente requisiti prefissati.

Capacità di previsione del comportamento di un materiale ceramico in condizioni ambientali (temperatura e composizione chimica) avverse.

Programma

Definizione di materiale ceramico. Definizioni di struttura e microstruttura di un solido. Struttura amorfa e struttura cristallina. Esempi di reticoli cristallini semplici, tipici dei materiali ceramici: blenda, fluorite, perovskite, spinello. Calcolo della densità teorica di un solido cristallino. Solidi policristallini mono e polifasici. Definizione di bordo di grano e tipi di bordo di grano. Dipendenza da struttura e microstruttura della resistenza meccanica di un materiale amorfo e di un materiale cristallino: a temperatura ambiente e a caldo (creep); tenacità a frattura. Valutazione del modulo di rottura di un ceramico; distribuzione statistica dei valori di resistenza a frattura e valutazione delle grandezze caratteristiche; distribuzione e modulo di Weibull, progettazione probabilistica di un componente ceramico. Proprietà termiche: conduttività termica, coefficiente di dilatazione termica lineare e volumetrico, resistenza agli shock termici.

Produzione di materiali ceramici da polveri. Produzione di polveri: per comminazione; per deposizione fisica o chimica da fase vapore; per precipitazione da soluzioni, processi sol-gel.

Formatura di polveri: pressatura uniassiale; pressatura isostatica; stampaggio per iniezione; colaggio su stampo; colaggio su nastro. Rimozione del legante e resistenza del crudo. Cottura: meccanismi e cinetica della sinterizzazione allo stato solido; sinterizzazione assistita da fase liquida; mappa della rimozione delle porosità.

Produzione di materiali ceramici da fuso: cinetica e termodinamica della cristallizzazione; condizioni di formazione di un solido amorfo; devettrificazione; vetroceramizzazione: cicli termici, diagrammi di lavoro.

Esempi di materiali ceramici e loro applicazioni. Ceramici tradizionali: refrattari (proprietà termiche e meccaniche, durabilità, interazioni con l'ambiente di lavoro). Ceramici tecnici: zirconia (proprietà meccaniche, trasformazioni polimorfiche, stabilizzazione per drogaggio, tenacizzazione di matrici ceramiche); nitruro di silicio, SiAlON, carburo di silicio (produzione di materiali densi, additivi di sinterizzazione, proprietà ad alta temperatura).

Testi adottati

Dispense messe a disposizione dal docente

Materiale di supporto (ad esempio, presentazioni ppt delle lezioni) per la preparazione dell'esame è disponibile sul sito <https://elearning.uniroma1.it/course/view.php?id=10830>

Bibliografia di riferimento

I.J. Mc Colm, Ceramic Science for Materials Technologists, L. Hill J. Reed, Principles of ceramics processing, Wiley Interscience 2nd ed. R. German, Sintering Theory and Practice, Wiley Interscience

Prerequisiti

Sono richieste conoscenze di base della scienza dei materiali

Modalità di svolgimento

lezioni in aula ed esercitazioni numeriche volte alla verifica dell'apprendimento degli argomenti presentati durante le lezioni

Modalità di valutazione

Colloquio finalizzato alla valutazione del raggiungimento degli obiettivi: apprendimento delle tematiche discusse a lezione e capacità di applicazione a problemi specifici dei principi teorici.

Materiali compositi avanzati (6 CFU) - SSD ING-IND/22

Prof. Jacopo Tirillò (jacopo.tirillo@uniroma1.it)

Obiettivi

OBIETTIVI GENERALI

Il corso si propone di inquadrare in modo sistematico le conoscenze degli studenti su base teorica e pratica di argomenti riguardanti la composizione, la struttura, le proprietà chimiche e fisiche dei materiali compositi e come queste vanno ad influenzare le loro proprietà meccaniche, tecnologiche e di riciclo.

Obiettivo fondamentale è la conoscenza delle proprietà dei materiali compositi utili alla progettazione di strutture e/o dispositivi e al loro riciclo.

OBIETTIVI SPECIFICI

Conoscenze e capacità di comprendere:

Al termine del corso lo studente avrà integrato la sua conoscenza con gli aspetti applicativi tipici della scienza e tecnologia dei materiali compositi; avrà una panoramica completa dei materiali compositi di interesse ingegneristico in relazione alla loro composizione chimica, alla loro struttura e alle caratteristiche di impiego e riciclo. Avrà una conoscenza avanzata sulle prestazioni dei materiali compositi e sui criteri e relazioni per la progettazione e il riciclo.

Competenze:

Alla fine del percorso di studio lo studente avrà sviluppato la capacità di scegliere il materiale composito migliore per le applicazioni desiderate. Sarà in grado di prevedere trattamenti chimici e fisici da mettere in atto sui materiali compositi per modificarne la struttura e per migliorarne le proprietà. Sarà in grado anche di mettere in atto gli accorgimenti opportuni per prolungare la vita del materiale composito e consentirne il riciclo.

Autonomia di giudizio:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver sviluppato la capacità di valutare criticamente i dati analitici del comportamento fisico-meccanico di un materiale composito per prevederne il comportamento in esercizio.

Capacità comunicative:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver maturato una sufficiente proprietà di linguaggio, quantomeno per quanto attiene la terminologia tecnica specifica dell'insegnamento.

Programma

1. Introduzione ai materiali compositi e alla loro classificazione

2. Meccanica dei materiali compositi

Analisi macromeccanica della lamina

- Introduzione;
- Richiami su sforzi e deformazioni;
- Legge di Hooke per diversi tipi di materiali (isotropi, anisotropi, ortotropi, ...)
- Legge di Hooke per una lamina unidirezionale (2D) (ipotesi di stato di sollecitazione piano; riduzione della legge di Hooke dal caso tridimensionale a quello bidimensionale; relazione tra le matrici di rigidezza e cedevolezza con le costanti elastiche ingegneristiche della lamina);
- Relazione sforzo-deformazione per una lamina con orientazione arbitraria;
- Costanti ingegneristiche per una lamina con orientazione arbitraria;
- Criteri di resistenza per una lamina con orientazione arbitraria (massima deformazione, massima sollecitazione, Tsai-Hill e Tsai-Wu).

Analisi micromeccanica della lamina

- Introduzione;
- Determinazione di E_1 , E_2 , G_{12} , ν_{12} ;

- Modello semiempirico di Halpin-Tsai;
- Valutazione della resistenza a trazione della lamina unidirezionale.

Analisi della lamina con rinforzo non continuo

- Introduzione;
- Lamina con fibre corte allineate e a disposizione casuale.

Analisi macromeccanica dei laminati

- Introduzione;
- Teoria classica del laminato;
- Criteri di resistenza dei laminati.

3. Processi di fabbricazione dei materiali compositi a matrice polimerica (PMC)

- Introduzione;
- Prepreg lay-up process; Wet lay-up process; Spray-up process; Filament winding process; Pultrusion process; Resin Transfer moulding process; Additive manufacturing processes.

4. Materiali compositi a matrice ceramica (CMC)

- Introduzione;
- Fibre e matrici di comune impiego nei CMC;
- Proprietà meccaniche di compositi a matrice ceramica e relative applicazioni;
- Meccanismi di tenacizzazione;
- Processi di fabbricazione dei CMC: Powder processing, Slurry infiltration and consolidation, Polymer infiltration and pyrolysis, Chemical Vapor Infiltration.

5. Materiali compositi a matrice metallica (MMC)

- Introduzione;
- Fibre e matrici di comune impiego nei MMC;
- Proprietà meccaniche di compositi a matrice metallica e relative applicazioni;
- Processi di fabbricazione dei MMC: Vacuum hot pressing, Powder Metallurgy, Casting/Liquid Metal Infiltration, Squeeze Casting.

6. Nanocompositi

- Introduzione e classificazione dei materiali nanostrutturati;
- Introduzione e classificazione dei rinforzi su scala nanometrica;
- Nanocompositi a matrice polimerica: preparazione e proprietà;
- Nanocompositi a matrice metallica: preparazione e proprietà;
- Nanocompositi a matrice ceramica: preparazione e proprietà.

Testi adottati

- 1) Fiber-Reinforced Composites, Materials, Manufacturing, and Design, Third Edition, P.K. Mallick;
- 2) Principles of Composite Material Mechanics, 4th edition, Ronald F. Gibson;
- 3) An Introduction to Composite Materials, Third Edition, T.W.Clyne, D. Hull.

Prerequisiti

Il settore dei materiali compositi è caratterizzato da una forte interdisciplinarietà che spazia dalla fisica e chimica della materia, alle applicazioni ingegneristiche e ai processi di fabbricazione. Si richiede pertanto agli studenti una buona conoscenza della chimica generale ed inorganica (Chimica), delle scienze di base (Analisi I e Fisica I), della Scienza delle Costruzioni e della scienza e tecnologia dei materiali metallici, polimerici e ceramici.

Modalità di svolgimento

Le attività didattiche si basano su lezioni frontali tradizionali per l'acquisizione delle conoscenze e sullo svolgimento di esercitazioni comuni per la soluzione di problemi ingegneristici.

Modalità di frequenza

La frequenza non è obbligatoria anche se è fortemente consigliata.

Modalità di valutazione

La valutazione è basata sugli esiti di un colloquio orale, teso alla verifica dell'acquisizione:

- delle conoscenze su microstruttura, proprietà, progettazione, processi di produzione e trasformazione, impiego, analisi, caratterizzazione, degrado e riciclo dei materiali compositi;
- della capacità di applicare tali conoscenze per selezionare i materiali compositi idonei alle diverse applicazioni, per riconoscerne le condizioni di possibile rischio in esercizio, per sceglierne i test più indicati per valutarne le prestazioni.

Il voto minimo per il superamento dell'esame (18/30) è conseguito solo se lo studente dimostra di saper correttamente classificare e distinguere il comportamento fisico-meccanico delle principali famiglie di materiali compositi.

Per il voto finale saranno considerati:

- il grado di approfondimento delle conoscenze;
- la capacità di collegare con sicurezza argomenti diversi;
- la capacità di applicare le conoscenze alla soluzione di problemi di limitata complessità nel campo dell'ingegneria dei materiali compositi;
- la capacità di comunicare le conoscenze acquisite e di illustrare le soluzioni tecniche proposte con chiarezza e utilizzando un vocabolario tecnico appropriato.

Per il conseguimento del massimo dei voti (30/30 e lode) lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una conoscenza eccellente di tutti gli argomenti trattati nel corso, e di saper applicare tale conoscenza alla soluzione di problemi nel campo dell'ingegneria industriale, proponendo soluzioni originali e dimostrando di aver approfondito individualmente e con contributi personali lo studio della materia.

Progettazione degli impianti chimici II (6 CFU) - SSD ING-IND/25

Prof. Giorgio Vilardi (ggiorgio.vilardi@uniroma1.it)

Obiettivi

Il corso descrive una procedura sistematica per la progettazione concettuale dei processi chimici. Sono introdotti e descritti gli schemi più utilizzati nell'industria chimica e in dettaglio i diagrammi a blocchi, i diagrammi di processo e i P&ID. La procedura di sintesi dei processi utilizza un approccio gerarchico che consente la definizione della struttura del diagramma di processo di base e del relativo sistema di controllo automatico. Il ricorso a regole di calcolo short-cut permette il dimensionamento di massima delle apparecchiature. Entrambe queste attività sono le premesse per la preventivazione di impianto, determinata attraverso la valutazione dei costi di investimento, dei costi operativi e della redditività, valutata anche rispetto alla possibile incertezza dei parametri fissati per l'analisi. Si introduce il ruolo dei simulatori di processo di stato stazionario commerciali nelle attività di analisi e sintesi dei processi chimici.

Questi contenuti sono funzionali alla comprensione del flowsheet di un processo chimico e consentono di generare, sviluppare e valutare rapidamente alternative di processo, di comprendere le relazioni tra la chimica di reazione (selettività, reazioni secondarie reversibili, ecc.) e la struttura del flowsheet, e di modellare i processi mediante software commerciali.

Programma

Introduzione alla progettazione di processo. Rappresentazioni grafiche dei processi chimici: schemi a blocchi, di processo e P&I. Analisi, sintesi e progettazione di processo. Approccio gerarchico alla progettazione di processo. Dati di ingresso; modalità di produzione; struttura del sistema degli ingressi e delle uscite; struttura del sistema di reazione e dei ricicli; struttura del sistema di separazione e cenni di integrazione termica. Esempi di sintesi preliminare del processo. Analisi delle condizioni di processo. Controllo automatico di impianto: identificazione delle variabili controllare, manipolate e misurate, analisi dei gradi di libertà, sintesi qualitativa della configurazione di controllo di impianto. Procedure speditive per il dimensionamento delle apparecchiature. Analisi economica dei processi chimici. Valutazione degli investimenti e dei

costi di produzione. Indicatori per la valutazione della redditività di un progetto. Ruolo della simulazione nella progettazione di un nuovo processo. Introduzione all'uso dei simulatori di stato stazionario per processi completi.

Testi adottati

Lucidi dalle lezioni distribuite dal docente.

Modalità di valutazione

Prova scritta e orale

Sustainable design of materials (6 CFU) - SSD ING-IND/22

Prof. marco Valente (marco.valente@uniroma1.it)

Obiettivi

What is intended to be transferred as training objectives are the basic knowledge of the principles on which the analysis of the potential environmental impacts related to the production processes of the products and the growing problem of impacts on the environment is based. The above will be analyzed from the point of view of the different types and classes of materials in consideration of the volumes of use and the growing demand for energy involved in their production. A further objective of the course is to transfer to the students the approach of designing production processes and design choices aimed as much as possible at an evaluation of choices that allow a greater "circularity" of the resources used and a lower impact on the environment. . All this through an integrated vision between resource, contained energy and impact of production through the study and knowledge of the LCA philosophy.

Programma

Basic analysis of the general characteristics of the various classes of materials: polymers, ceramic metals and composites, highlighting the strengths, criticalities and properties microstructure bonds of the various classes of materials. Subsequently, the production processes and especially the transformation of the different materials will be analyzed, which will be used in the second phase, relating to the LCA assessments.

In a second part we will try to outline methods for the "strategic" design of components and systems considering the materials both from the point of view of the optimization of the functional and mechanical characteristics as well as of the processes and the impacts they have on the global costs of the processes and products; looking in particular at the entire life cycle of the components and the potential economic and industrial repercussions in terms of environmental costs. This last part will be addressed with the approach and philosophy of the Life Cycle Assessment.

Testi adottati

Notes and texts by the teacher

Modalità di valutazione

Oral exam

Theory & development of process design (6 CFU) - SSD ING-IND/26

Prof.ssa Alessandra Adrover (alessandra.adrover@uniroma1.it)

Obiettivi

- 1) analytical and numerical approaches for the characterization of dynamical behaviour of chemical engineering systems, with and without controls.
- 2) identification of the possible coexistence of multiple steady states, limit cycles and attractors

3) Identification of model parameters controlling the asymptotic behaviour of chemical engineering systems and construction of bifurcation diagrams

Students should be able to apply analytical and numerical techniques for characterizing the dynamical behaviour of chemical engineering systems and for constructing bifurcation diagrams for dynamical systems operating with and without automatic controls.

Programma

1. CHEMICAL PROCESS MODELING

Characterization and classification of mathematical models for chemical processes.

Process models in the presence of controls. Parameters and uncertainty.

2. NUMERICAL SIMULATION OF CHEMICAL PROCESSES:

Algorithms for integration of concentrated parameter systems.

Algorithms for stiff problems.

Algorithms for distributed parameter systems.

Application to transient analysis of chemical reactor and process units..

3. NONLINEAR DYNAMICAL SYSTEMS

Continuous and discrete systems.

Transient behaviour and asymptotic regimes.

Floquet multipliers and Liapunov exponents.

Numerical methods for identification of limit cycles and attractors.

4. BIFURCATION THEORY

5. APPLICATION TO CHEMICAL PROCESSES

Phase diagrams for chemical reactor operating with and without automatic controls.

Multistability and basin of attraction.

Testi adottati

Stephen Wiggins "Introduction to applied nonlinear dynamical systems and Chaos " ,II edition, Springer Verlag 2003

Steven Strogatz : "Nonlinear Dynamics and Chaos with applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering", Perseus Books Publishing L.L.C 1994

Teacher's handouts

Testi consigliati

Stephen Wiggins : " Introduction to applied nonlinear dynamical systems and Chaos " ,II edition, Springer Verlag 2003 Steven Strogatz : "Nonlinear Dynamics and Chaos with applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering", Perseus Books Publishing L.L.C 1994 Dispense preparate dal docente

Prerequisiti

Calculus

Modalità di valutazione

Written test and evaluation of a project

Transport phenomena in microsystems and micro-nano reactive devices (6 CFU) - SSD ING-IND/24

Prof. Massimiliano Giona (massimiliano.giona@uniroma1.it)

Obiettivi

The basic units of a microfluidic circuit are analyzed, namely micromixers, micro heat exchangers, and separation units. Background on the constitutive relationships governing molecular transport of momentum, mass and energy, and their use in local and macroscopic balances constitute the incipit of the course. Emphasis is focused on the interaction between mass and momentum transport and externally imposed electromagnetic fields (electroosmotic

and magnetohydrodynamic pumps). Analytical solutions derived for simple geometries are used as a paradigm to orient the design of real world devices, the performance of which is established through commercial software.

Programma

Review of transport phenomena fundamentals and of the thermodynamic of irreversible processes: continuum approach, kinetic theory (Boltzmann equation).

Stochastic theory of transport phenomena. Review of probability theory. Stochastic processes: Markovian and non-Markovian.

Chapman-Kolmogorov equation. Wiener processes. Stochastic integrals: Ito and Stratonovich formulation and their properties.

Ornstein-Uhlenbeck processes: fluctuation-dissipation relation (Stokes-Einstein) and thermodynamic analysis.

Fokker-Planck equations and their properties. Stochastic processes possessing finite propagation velocity. Analogy with the Dirac equation.

Fluid mixing in microdevices. Kinematic approach. Chaotic mixing and its characterization. Influence of diffusion. Spectral analysis. Applications and numerical simulation of fluid mixing processes. Physical analogies: interaction between deterministic vector fields and fluctuations. Quantum analogies (with the Schrodinger equation). Reactive flows in microdevices.

Dispersion in microchannels. Taylor-Aris theory: moment analysis and determination of the effective dispersion coefficient.

Numerical simulation of dispersion in microchannel using the stochastic Lagrangian approach.

Microdevices for particle separations based on their sizes. Deterministic lateral displacement devices. Particle transport in periodic arrays of obstacles and potential and determination of their long-term/large-distance properties: effective velocity and effective dispersion tensor. Lumped description using space-time diffusion models with a finite number of states. Relativistic analogies.

Testi adottati

1) G. Karniadakis, A. Beskok and N. Aluru, *Microflows and nanoflows* (Springer, New York, 2005).

2) H. C. Ottinger, *Stochastic processes in polymeric fluids: tools and examples for developing simulation algorithms* (Springer, New York, 2012).

3) Course notes edited by the instructor.

4) B. Gaveau, T. Jacobson, M. Kac and L.S. Schulman, "Relativistic extension of the analogy between quantum mechanics and Brownian motion, *Phys. Rev. Lett.* 53 (1984) 419-422.

Modalità di frequenza

Participation to classes is not mandatory

Modalità di valutazione

Oral exam with the possibility of developing a study project to be discussed with the instructor.

Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro

Prof.ssa Cecilia Bartuli (cecilia.bartuli@uniroma1.it)

Programma

Seminari - altre attività utili all'inserimento nel mondo del lavoro, proposti e certificati dal CAD.
Gli studenti potranno selezionare i seminari di maggior gradimento, fino alla copertura di 8 seminari da 1,5 h ciascuno (o equivalenti)

Testi adottati

Saranno messe a disposizione le slides da parte del Relatore.

Modalità di svolgimento

Gli studenti potranno selezionare i seminari di maggior gradimento, fino alla copertura di 8 seminari da 1,5 h ciascuno (o equivalenti)

Modalità di frequenza

Gli studenti potranno selezionare i seminari di maggior gradimento, fino alla copertura di 8 seminari da 1,5 h ciascuno (o equivalenti)

Modalità di valutazione

La frequenza e la partecipazione ai seminari saranno certificate dai docenti che ne hanno curato l'organizzazione.

Non sarà richiesta una valutazione finale