

**SCHEDA DATI PER OFFERTA FORMATIVA PUBBLICA DI CUI AL PUNTO 1.2  
DELLA CIRCOLARE MINISTERIALE N° 187 DELL'11 GIUGNO 2008**

<b>Insegnamento:</b> <b>n° crediti/n° ore:</b> <b>Docente titolare:</b> <b>Qualifica</b> <b>SSD di appartenenza</b> <b>Struttura di afferenza</b> <b>Telefono</b> <b>e-mail</b> <b>Orario di ricevimento</b> <b>Sito web docente</b>	<b>Reattori chimici e biologici</b> <b>9 CFU/90 ore</b> <b>Renzo Carta</b> <b>Professore Associato</b> <b>ING-IND/24</b> <b>Dipartimento di Ingegneria Chimica e Materiali</b> <b>3298606814</b> <a href="mailto:carta@dicm.unica.it">carta@dicm.unica.it</a> <b>Lunedì-Venerdì 10:00-12:00</b> <a href="http://www.unica.it/rcarta">http://www.unica.it/rcarta</a>
<b>Curriculum scientifico</b>	<p><b>RENZO CARTA</b> professore associato Attualmente la ricerca scientifica è indirizzata allo studio della cinetica stimolata da Microonde. La ricerca in questo settore ha avuto inizio a metà 1998 e tende ad accertare l'influenza che onde elettromagnetiche di frequenza compresa fra 0.3 e 30 GHz esercitano sulla evoluzione della cinetica di reazioni chimiche. Nella prima fase l'attività sviluppata ha avuto soprattutto il fine di determinare l'effetto che le microonde esercitano sulla cinetica di una reazione. Ultimamente l'attività di ricerca è proseguita applicando le procedure già sperimentate per sistemi chimici ai sistemi di natura biologica con lo scopo di accertare e quantificare un eventuale effetti specifico delle MO.</p> <p>A partire dall'anno 2010 è stata impostata la ricerca sperimentale avente come scopo l'ottenimento dei dati cinetici necessari per la taratura di un modello matematico del processo reattivo di pirolisi lenta umida e catalitica. Di questo processo è attivo un impianto dimostrativo posizionato a Donori presso lo stabilimento della società AIT e di esso è in fase avanzata la commercializzazione su scala industriale con estrapolazione delle caratteristiche dimensionali dai dati dell'impianto pilota su base essenzialmente empirica</p>
<b>Contenuto schematico del corso di insegnamento</b>	<p>Il corso è diviso in due parte principali. La prima introduce i problemi di non idealità puntualizzando come la non idealità dei reattori chimici sia imputabile alla non idealità della fluidodinamica dei recipienti. La seconda parte presenta i reattori per i processi che coinvolgono enzimi come tali o inzimi generati da micro organismi</p>
<b>Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)</b>	<p>Il primo obiettivo che il corso si propone è quello di comprendere i fondamenti per il dimensionamento dei reattori chimici e biologici tenendo conto della non idealità die processi reali ed in particolare tenendo condto della fluidodinamica alla cui definizione è dedicato circa il 30% del corso. L'obiettivo sarà conseguito attraverso il ragionamento piuttosto che attraverso la memorizzazione delle numerose equazioni e delle condizioni che regolano la applicabilità di ciascuna equazione. Per conseguire questo risultato penso di :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. proporre la soluzione di problemi di base secondo le metodologie tradizionali, questo rinforzerà la</li> </ol>

	<p>comprensione da parte degli studenti dei concetti e dei principi di base;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>proporre la soluzione di esercizi che richiedano la consultazione di testi differenti da quelli usati e l'approfondimento di alcune conoscenze.</li> </ol> <p>Il secondo obiettivo, in accordo con quanto richiesto dai "descrittori di Dublino" per lauree del 1° ciclo, sarà quello di ottenere una "autonomia di giudizio" nel senso che lo studente acquisirà una capacità critica che lo renderà capace di i dati sperimentali e di interpretarli in modo critico;</p> <p>Il terzo obiettivo riguarda la capacità di comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti.</p> <p>Le competenze che saranno acquisite riguardano i seguenti aspetti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>capacità di interpretare dati cinetici e di valutare da esse l'ordine di reazione e la costante cinetica;</li> <li>capacità di calcolare le conversioni ottenibili in reattori batch con qualunque cinetica elementare, e ciò sia in sistemi a volume costante come anche in sistemi a volume variabile;</li> <li>capacità di conoscere le limitazioni culturali connesse con il concetto di "reattore ideale" e quindi saper determinare la loro applicabilità o meno ai sistemi reali;</li> <li>capacità di poter eseguire calcoli sia di progetto che di verifica di reattori chimici a fluidodinamica ideale;</li> <li>capacità di poter comunicare i risultati del loro lavoro in maniera essenziale ma completa e chiara.</li> </ol> <p>In conclusione gli studenti acquisiranno nel campo della cinetica e dei reattori chimici ideali la capacità di dare risposta alle seguenti domande:  Perché è stata fatta una certa scelta;  Si può fare una scelta alternativa;  Che tipo di generalizzazione si può trarre dai risultati conseguiti;  Perché è stata posta questa domanda</p>
<p><b>Articolazione del corso</b></p>	<p>Modelli  Generalità e necessità di modelli complessi. Modellizzazione dei reattori, modelli empirici, modelli semi empirici. Motivi che determinano la necessità di modellare i reattori chimici ed equazioni del modello, variabili, parametri, matrice strutturale. Tecniche di soluzione numerica, soluzione simultanea di equazioni algebriche e problemi di convergenza. Problemi con equazioni differenziali, problemi che possono sorgere durante la soluzione numerica.</p> <p>Reattori con flusso non ideale a descrizione statistica. Distribuzione dei tempi di permanenza  Generalità ed impostazione del problema. . Cause della riduzione delle prestazioni dei reattori non ideali rispetto ai reattori ideali, distribuzione dei tempi di permanenza, stato di aggregazione, rapidità del mescolamento, macrofluido, microfluido. Misura sperimentale della distribuzione dei tempi di permanenza. Segnale impulsivo ed interpretazione analitica della risposta. Tempo medio di permanenza,</p>

	<p>uguaglianza del tempo medio di permanenza e del tempo di riempimento. Momenti di ordine superiore. Uso diretto della RDT. Segnale a gradino ed interpretazione analitica della risposta, relazione risposta ad un segnale impulsivo/risposta ad un segnale a gradino. Altre funzioni per la distribuzione dei tempi di permanenza. Tempo medio e varianza dalla risposta ad un segnale: generalità, tipo di dati (abbondanti, da interpolare, scarsi). Analisi di dati derivanti da segnale impulsivo. Analisi di dati derivanti da segnale a gradino. Curve RTD in casi particolari, CSTR in serie, serie PFR CSTR, Macro e Microfluido, tempi di mescolamento.</p>
	<p><b>Modelli fluidodinamici</b>  Generalità, classificazione dei modelli in funzione del numero di parametri. Modelli a zero parametri, uso diretto delle informazioni contenute nella RTD modello a segregazione, uso diretto delle informazioni contenute nella RTD modello a massimo mescolamento. Modelli ad un parametri, Modello dei CSTR in serie e sua taratura (calcolo di N). Modello del PFR con riciclo e sua taratura (calcolo di r). Modello a dispersione assiale e sua taratura (stima della dispersione assiale o del numero di Peclet). Confronto dei vari modelli ed elementi di scelta. Modelli compartimentali. Generalità ed uso dei modelli compartimentali. Esempio di due modelli compartimentali, CSTR + volume morto, CSTR + interscambio. Valutazione della conversione calcolabile con i due modelli compartimentali esaminati.</p>
	<p><b>Reattori fluido-fluido</b>  Generalità e richiamo della cinetica chimica delle interessanti fra due fasi fluide. Cinetica delle sole operazioni riguardanti trasferimento di materia (assorbimento) e delle operazioni con reazione chimica e trasferimento di materia, numero di Hatta e fattore di incremento della velocità di trasferimento. Scelta della apparecchiatura tenendo conto della fluidodinamica e di altre caratteristiche fisiche del sistema reagente. Dimensionamento delle colonne nel caso di solo trasferimento di materia. Dimensionamento e verifica dei serbatoi agitati con insufflazione di gas nel caso di solo trasferimento di materia e di trasferimento di materia + reazione chimica. Dimensionamento e verifica sia di colonne che di serbatoi agitati (senza aerazione) in presenza di trasferimento di materia e reazione chimica.  Assorbimento di CO<sub>2</sub> con soluzioni alcaline e con soluzioni amminiche.</p>
	<p><b>Reattori fluido solido a letto fisso</b>  Generalità e principali fattori di sviluppo dei reattori a letto fisso. Problemi di scambio termico, generazione di hot spot e sistemi adottabili per limitare queste manifestazioni. Classificazione dei modelli dei reattori a letto fisso. Modello mono-dimensionale pseudo-omogeneo, suo significato e confronto con il modello PFR. Modello monodimensionale PFR + diffusione assiale, molteplicità degli stati stazionari. Strati multipli adiabatici, loro dimensionamento grafico, cenni di programmazione dinamica per la determinazione del numero di stadi ottimali per un reattore a strati multipli adiabatici. Eccessiva sensibilità e runaway. Criteri di Fromant e di Dente Collina.</p>
	<p><b>Teoria della fluidizzazione</b>  Generalità, fluidodinamica del sistema particella singola fluido,</p>

	<p>equazione di Dallavalle, calcolo della velocità terminale. Perdite di carico in un letto, derivazione dalla analogia con il moto nei tubi equazione di Blake Kozeny e di Burke e Plummer, equazione di Ergun. Perdite di carico in un letto, derivazione dalla analogia con il moto della particella singola, equazione di Foscolo Gibilaro. Espansione dei letti, cause della espansione. Letti bollenti, velocità di minima fluidizzazione, frazione di bolle, calcolo dell'altezza dei letti bollenti. Velocità di propagazione dell'onda statica e velocità di propagazione dell'onda dinamica. Fluidizzazione omogenea e fluidizzazione a bolle. Tipi di fluidizzazione. Conformazione delle bolle. Elutriazione.</p> <p>Reattori fluido solido a letto fluido  Generalità, vantaggi dei sistemi fluidizzati e loro impieghi principali. Modello a due fasi di Davidson e Harrison, coefficiente di trasferimento bolle-emulsione. Modello a due fasi con la fase emulsione in moto a pistone. Modello a due fasi con la fase emulsione in moto a mescolamento perfetto. Modello a tre fasi di Kuni e Levenspiel. Coefficienti di trasporto bolla-nuvola e nuvola-emulsione. Modello cinetico dei reattori fluidizzati a tre fasi. Cenni sul modello controcorrente con retromiscelazione</p> <p>Fermentazione Enzimatica:  Richiami della cinetica di Michaelis Menten, Reattori Batch, PFR ed a mescolamento perfetto per sistemi che evolvono seguendo la cinetica di M-M, Inibizione da parte di sostanze estranee al processo fermentativo, Inibizione da parte del substrato.</p> <p>Fermentazione Microbica:  Fermentazione in ambienti a caratteristiche costanti Reattori batch, PFR ed a mescolamento perfetto, Distribuzione dei prodotti e resa frazionaria, Espressione cinetica di Monod.</p> <p>Fermentazione microbica limitata dal substrato:  Fermentatori batch PFR ed a mescolamento perfetto, Ottimizzazione delle operazioni, Concentrazione e riciclo dei MicroOrganismi.</p> <p>Avvelenamento:  Equazione cinetiche, reattori batch PFR ed a mescolamento perfetto, Fermentazione con cinetica di avvelenamento di ordine diverso da uno, espressioni cinetiche con avvelenamento da parte del substrato</p>
<b>Propedeuticità</b>	Reattori Chimici Ideali
<b>Anno di corso e semestre</b>	1° anno 1° semestre
<b>Testi di riferimento</b>	Scott Fogler Elements of Chemical Reaction Engineering L.G. Gibilaro Fluidization-Dinamics Dispense delle lezioni (disponibili all'indirizzo internet <a href="http://www.unica.it/rcarta">www.unica.it/rcarta</a> )
<b>Modalità di erogazione dell'insegnamento</b>	Tradizionale
<b>Sede</b>	Via Marengo, 2 - Cagliari
<b>Modalità di frequenza</b>	La frequenza è consigliata ma facoltativa
<b>Metodi di valutazione</b>	Prova orale. Nessuna prova in itinere
<b>Organizzazione della didattica</b>	

