



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2018/2019

Elementi introduttivi di ingegneria chimica (I3D) - Di Giacomo Gabriele -

(Aggiornato il 13-09-2018)

Contenuti del corso (abstract del programma):

Origine e deduzione delle equazioni fondamentali. Equazioni costitutive. Modellistica e validazione del modello. Sistemi ad uno o più componenti, isotermi e non, con esempi di applicazione: riempimento e svuotamento di un serbatoio perfettamente mescolato, areazione degli ambienti, cenni al controllo del livello. Lavaggio di un solido: solubilità, cinetica di dissoluzione e di sedimentazione; cenni al dimensionamento del mixer e del settler; lavaggio a stadi in controcorrente e crosscurrent (Smart engineering). Membrane semipermeabili: materiali e tipologie dei moduli filtranti; permeabilità, coefficiente di reiezione, fattore di concentrazione, sporcamento. Sistemi di separazione a membrana: in batch e in continuo, con e senza riciclo; esempi di applicazioni alla dissalazione dell'acqua di mare e alla dialisi di soluzioni acquose di due o più soluti con sezioni a più stadi e/o accoppiamento di moduli di tipologia diversa. Esempi di Bilanci di materia in sistemi reagenti e non in presenza di correnti di riciclo, rimbocco e spurgo. Cenni al metodo della sequenzializzazione come metodo generalizzato per la risoluzione dei bilanci di materia relativi a sistemi complessi. Risoluzione numerica di equazioni e sistemi di equazioni algebriche non lineari, di equazioni e sistemi di equazioni differenziali ordinarie e minimizzazione di funzioni di più variabili incluso il metodo dei minimi quadrati.

Programma esteso:

L'Ingegneria Chimica: cenni storici, evoluzione e prospettive, posizionamento e specificità nell'ambito dell'ingegneria. Concetti e strumenti basilari per l'analisi dei fenomeni fisici e la simulazione matematica di sistemi reali semplici. Principi di conservazione e proprietà che si conservano; equazioni fondamentali in termini di bilanci macroscopici con particolare riferimento alla conservazione della materia: sistemi a più componenti, reagenti, bifasici e non isotermi. Equazioni costitutive, vincoli, ecc. Simulazione del comportamento di un recipiente isoterma con ingresso e uscita di un liquido puro: legge della potenza e validazione del modello per confronto con i dati sperimentali mediante il metodo dei minimi quadrati, anche nel caso non lineare. Modello di un semplice sistema di controllo del livello: feedback. Riempimento e svuotamento di un recipiente agitato, isoterma e non, con ingresso e uscita di liquidi e miscele liquide: calcolo dei tempi di riempimento e svuotamento e andamento del livello, della concentrazione e della temperatura in funzione del tempo. Valutazione dell'energia dissipata durante lo svuotamento del recipiente utilizzando i coefficienti di perdita per attrito e/o il fattore di attrito e calcolo degli andamenti reali sia nel caso stazionario che transitorio; esempi di applicazione numerica con risoluzione di equazioni e sistemi di equazioni algebriche

e differenziali ordinarie, anche non lineari. Ventilazione degli ambienti in presenza di una sorgente di contaminazione e calcolo dei ricambi d'aria. Lavaggio di un solido: mixer-settler. Solubilità, cinetica di dissoluzione e di sedimentazione, bilanci di materia e calcolo dell'efficienza del sistema; considerazioni sul dimensionamento di massima delle apparecchiature. Lavaggio a stadi (Smart engineering) in controcorrente e a correnti incrociate, calcolo dell'efficienza e analisi dei risultati utilizzando anche l'analogia termica. Simulazione dello svuotamento di un serbatoio contenente un 'gas liquefatto': calcolo dei profili di pressione, temperatura e concentrazione (nel caso di miscele) in funzione del tempo, con l'ipotesi di equilibrio tra le fasi. Modalità e calcolo delle perdite durante il trasporto di gas liquefatti e considerazioni sul diametro critico dello strato coibente. Membrane semipermeabili: materiali (organici di origine naturale e sintetici; ceramici) e tipologie (Micro , Ultra e Nano filtrazione, Osmosi Inversa) dei moduli filtranti (a flusso tangenziale con Spiral Wound o Hollow Fiber); parametri caratteristici: permeabilità, coefficiente di reiezione, fattore di concentrazione, sporcamento. Sistemi di separazione a membrana: in batch e in continuo, con e senza riciclo; esempi di applicazioni alla dissalazione dell'acqua di mare e alla dialisi di soluzioni acquose di due o più soluti con sezioni a più stadi e/o accoppiamento di moduli di tipologia diversa; calcolo della purezza di farine proteiche (WPC e WPI) con sezioni filtrazione e dialisi di configurazione diversa, incluso il caso della dialisi con acqua endogena, e discussione dei risultati. Bilanci di materia in reattori perfettamente mescolati; caratterizzazione della corrente di riciclo e dello spurgo nella produzione di ammoniaca. Calcolo della portata dello spurgo e del rimbocco in un sistema di raffreddamento/condensazione funzionante con acqua di processo proveniente da una torre di di raffreddamento ad aria. Umidità assoluta e umidità relativa, temperatura di bulbo secco e umido, diagramma psicrometrico ed equazioni delle curve principali in esso riportate. Cenni al metodo della sequenzializzazione come metodo generalizzato per la risoluzione dei bilanci di materia relativi a sistemi complessi.

Modalità d'esame:

Esame scritto (di norma un esercizio da svolgere in 3-4 ore) più il colloquio.

Risultati d'apprendimento previsti:

Saper eseguire i bilanci di materia e simulare il riempimento e lo svuotamento di recipienti perfettamente mescolati in condizioni isoterme e non, contenenti liquidi e miscele liquide e gassose anche in equilibrio tra loro. Saper simulare un semplice sistema di controllo del livello in un serbatoio. Saper calcolare i ricambi di aria negli ambienti industriali con una fonte di inquinamento. Saper eseguire i bilanci di materia in reattori a mescolamento perfetto e, in generale, per sistemi semplici in presenza di correnti di riciclo, rimbocco e spurgo. Saper effettuare e simulare il lavaggio di un solido e discutere i criteri di dimensionamento del mixer e del settler. Saper fare i bilanci di materia nel caso di lavaggio a stadi in controcorrente e a correnti incrociate. Conoscere natura e tipologie di membrane semipermeabili e moduli filtranti. Conoscere la terminologia tipica e saper eseguire i bilanci di materia per sistemi di filtrazione e a membrana e di dialisi, inclusi quelli a più stadi e/o derivanti dall'interconnessione di moduli filtranti di tipologia diversa. Saper discutere le metodologie per l'esecuzione dei bilanci di materia in sistemi complessi.

Testi di riferimento:

Morton M. Denn (2012) Chemical Engineering-an Introduction, Cambridge University press.

ISBN:

978-1-107-66937-6

Per approfondimenti: R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot "Transport Phenomena"- Wiley (Seconda edizione - 2002)

ISBN:0-471-41077-2