UNIVERSITÀ DI PISA

CHIMICA INDUSTRIALE I

SANDRA VITOLO

Academic year	2019/20
Course	INGEGNERIA CHIMICA
Code	542II
Credits	9

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
CHIMICA INDUSTRIALE I	ING-IND/27	LEZIONI	90	SANDRA VITOLO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Al termine del corso:
-lo studente avrà acquisito i fondamenti termodinamici delle separazioni di miscele a più componenti basate sui processi di distillazione, estrazione, cristallizzazione, adsorbimento e scambio ionico.
- lo studente avrà acquisito i fondamenti cinetici dei processi di cristallizzazione
- lo studente avrà acquisito i fondamenti dell'analisi termodinamica dei processi chimici
- lo studente avrà acquisito i fondamenti termodinamici e cinetici dei processi elettrochimici industriali

Modalità di verifica delle conoscenze
La verifica delle conoscenze sarà condotta mediante valutazione dell'elaborato scritto previsto all'inizio di ogni sessione d'esame unitamente alla valutazione del successivo colloquio.

Capacità
Al termine del corso:
-lo studente saprà calcolare, per processi continui stazionari, la potenza utile minima/massima necessaria/erogabile e le sezioni su cui intervenire per incrementare il rendimento energetico
- lo studente saprà utilizzare i diagrammi di fase liquido/vapore, solido/liquido, gas/solido, liquido/liquido per sistemi a più componenti per le valutazioni termodinamiche e per i bilanci di materia necessari per la progettazine dei processi
- lo studente conoscerà le proprietà fondamentali dei solidi granulari e le modalità di controllo dei parametri operativi per ottenere solidi granulari aventi proprietà ottimali da processi di cristallizzazione
- lo studente saprà calcolare la tensione e l'amperaggio industriale dei processi di elettrolisi e conoscerà i fattori che ne governano il regime ottimale di funzionamento.

Modalità di verifica delle capacità
Durante lo svolgimento delle lezioni saranno affidate agli studenti, divisi in gruppi, attività pratiche di applicazione degli strumenti forniti a casi industriali.

Comportamenti
Lo studente potrà acquisire la consapevolezza della necessità di una accurata analisi termodinamica per la verifica della fattibilità industriale di un processo di separazione e comprendere come si traducono in campo industriale le nozioni di elettrochimica di base acquisite al primo anno.

Modalità di verifica dei comportamenti
In seguito alle attività pratiche di gruppo saranno richieste agli studenti delle brevi relazioni concernenti i casi trattati.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Variabili intensive ed estensive, equilibri di fase, regola della varianza, equilibri in soluzione acquosa (solubilità, equilibri acido-base), potenziali di riduzione, principio di funzionamento di celle galvaniche/celle di elettrolisi e calcolo della fem/tensione di celle galvaniche/ elettrolisi a corrente nulla, calcolo di entalpia/entropia/energia libera di correnti materiali (sostanze pure e miscele) allo stato aeriforme, liquido e solido al variare dei parametri intensivi.

Indicazioni metodologiche

Le lezioni sono di tipo frontale tradizionale; le esercitazioni si svolgono in aula generalmente formando gruppi. Il materiale didattico è fornito dal docente sotto forma di dispense.L'interazione con lo studente avviene anche al di fuori della lezione mediante ricevimenti settimanali e posta elettronica Il ricevimento settimanale del docente è concordato all'inizio del corso in base all'orario delle lezioni.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Gli equilibri di fase: regola della varianza (richiamo); calcolo dei componenti indipendenti in sistemi solido/liquido nel caso specifico di acqua e soluti ionici.
Equilibrio solido/liquido: diagrammi di fase di sistemi a due, tre e quattro componenti; diagrammi triangolari e a base quadrata, proiezioni di Janecke, regola della leva, cammini di cristallizzazione e bilanci di materia. Fondamenti cinetici del processo di cristallizzazione: sovrasaturazione, regioni di metastabilità e labilità delle soluzioni; meccanismi e cinetiche di nucleazione e accrescimento. Granulometria, abito, tap e bulk density, numero di Hausner dei cristalli. Fenomeni di impaccamento. Processi di cristallizzazione per raffreddamento, evaporazione solvente, aggiunta di antisolvente.
Equilibri liquido-vapore: diagrammi di fase per sistemi a due componenti (regolari, azeotropi omogenei ed eterogenei); principio di funzionamento di una colonna di distillazione. Bilanci di materia su una colonna di distillazione di una miscela a due componenti: retta di lavoro superiore e inferiore. Bilancio sul piatto di alimentazione: q-line. Range operativo di una colonna di distillazione: rapporto di riflusso e di ribollizione massimo e minimo. Cammino di distillazione a riflusso e ribollizione totali (somma delle tie lines). Diagrammi di fase liquido-vapore a tre componenti: cammini di distillazione a rflusso/ribollizione totale e curve dei residui; fattibilità di una separazione per distillazione in base alla mappatura dei cammini di distillazione/curve dei residui: regioni di distillazione. Distillazioni miscele a tre componenti: individuazione grafica dei campi operativi sezioni di rettifica e stripping: curva dei pinch, aree (leaf) di lavoro. Esempi di strategie di separazione per distillazione: azeotropi binari eterogenei, azeotropi binari omogenei (due colonne a pressione diversa, aggiunta di un solvente con formazione di azeotropi binari o ternari).
Equilibri di fase liquido-liquido. Diagrammi ternari. Processo di separazione per estrazione con solvente. Bilanci di materia su un processo di estrazione a singolo stadio di contatto/smiscelamento.
Equilibri gas-solido: adsorbimento; adsorbenti industriali e isoterme di adsorbimento. Equilibri di scambio ionico: resine scambio ionico acide e basiche. Condizioni termodinamiche per lo scambio.
Analisi termodinamica dei processi; processo reale continuo stazionario: bilancio energetico ed entropico, espressione della potenza utile, processo ideale di riferimento, potenza in eccesso e potenza persa. Exergia e bilancio exergetico, espressione della potenza utile in termini exergetici, tasso di variazione dell'energia libera di un processo. Significato dei contributi del bilancio exergetico in termini di potenza. Processi ideali di riferimento: modalità di abbattimento delle irreversibilità e localizzazione delle potenze utili. Reazioni di accoppiamento, strategia Solvay.
Processi di liquefazione dei gas. Liquefazione dei gas con Tcritica superiore alla Tambiente: esempio dell'ammoniaca. Potenza utile minima, processo reale. Liquefazione dell'aria. Potenza utile minima. Processo Linde semplice e modifiche per minimizzare la potenza utile.
Elettrochimica industriale: richiami di elettrochimica generale (potenziali standard di riduzione, elettrodo standard a idrogeno, voltaggio minimo di elettrolisi, amperaggio). Sovratensione e suo andamento con l'intensità di corrente; densità di corrente di scambio, regime di Tafel, densità di corrente limite. Cadute ohmiche. Voltaggio di cella, rendimento faradico, voltaico ed energetico, diagrammi potenziale-densità di corrente in presenza di reazioni secondarie. Impianto di conversione e sua regolazione.

Bibliografia e materiale didattico

Il materiale didattico è fornito dal docente sotto forma di dispense dispnibii sul portale e-learning.

Indicazioni per non frequentanti

Non sussistono variazioni per i non frequentanti

Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova scritta ed una prova orale.
La prova scritta consiste in piú esercizi/problemi (tipicamente cinque) da risolvere in aula tradizionale (durata prova 3 ore). La prova scritta è superata con lo svolgimento pienamente corretto di almeno tre esercizi e permette l'accesso alla prova orale che consiste in un colloquio tra il candidato e il docente, della durata di circa 30 minuti, in cui sarà richiesto di mettere in relazione parti del programma e nozioni da usare in modo integrato anche avvalendosi di schemi di processo/diagrami di fase/diagrammi di correlazione tra variabili di processo/equazioni di bilancio e cinetiche. La prova orale non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro, di usare la terminologia/schemi/diagrammi/equazioni corretti e se il candidato mostrerà ripetutamente l'incapacità di mettere in relazione parti del programma e nozioni che deve usare in modo congiunto per rispondere in modo corretto ad una domanda. Il mancato superamento della prova orale richiede di dover sostenere di nuovo la prova scritta.

Ultimo aggiornamento 15/05/2020 14:13