

CHIMICA

Chimica per l'istituto Tecnico Industriale

Ersilia Conte

Risoluzione Esercizio 1

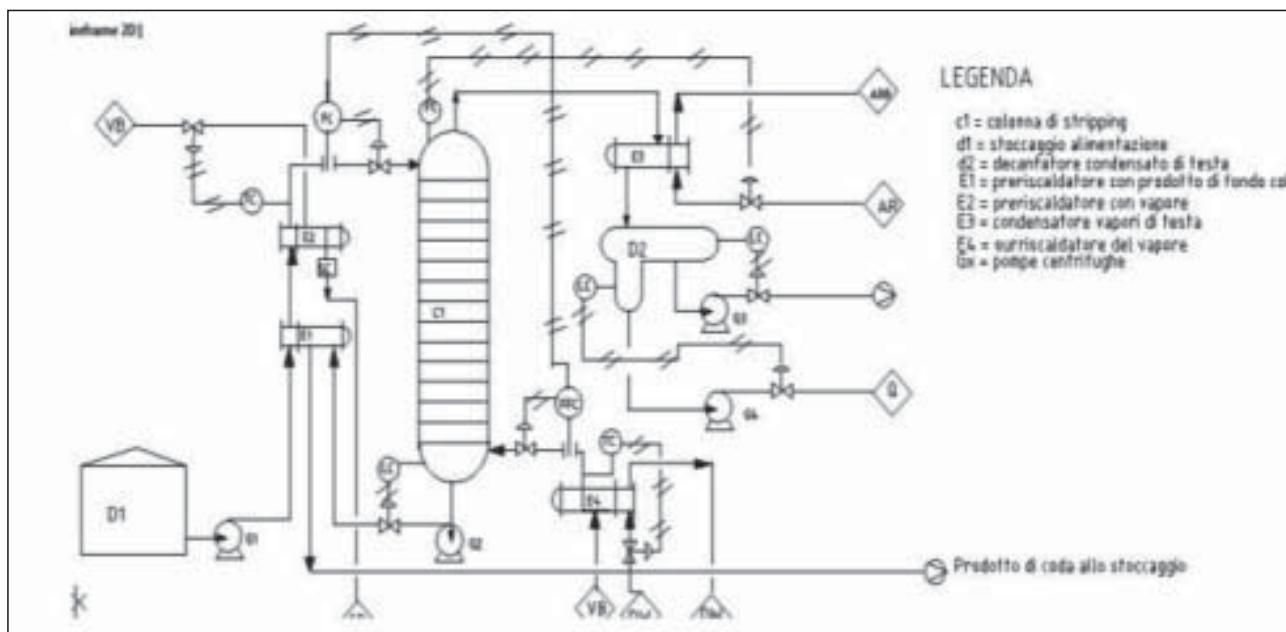


Figura 1

Nella colonna di stripping (Figura 1) la frazione più volatile viene eliminata da un miscuglio liquido. È un processo utilizzato per stabilizzare le benzine, per lavorare i tagli prelevati lateralmente da una colonna di topping e i liquidi provenienti da una colonna di assorbimento.

Il processo di strippaggio consiste: nell'inviare vapore surriscaldato nella parte inferiore della colonna, invece il miscuglio viene convogliato in testa alla colonna a temperature elevate. Il vapore che sale dal basso, trascina la parte più volatile del liquido, si ottiene un miscuglio di vapori che passerà in un condensatore refrigerante.

Le sostanze devono essere immiscibili con l' H_2O , in modo tale che dopo la condensazione possano facilmente essere separate dall' H_2O .

liquide, sfruttando la diversa temperatura di ebollizione delle sostanze. Somministrando calore i legami intermolecolari si allentano fino a spezzarsi consentendo alle singole molecole di passare allo stato di vapore. Poiché le forze intermolecolari sono di natura diversa a seconda dei diversi liquidi, fornendo calore in modo controllato è possibile spezzare prima i legami più deboli e determinare l'evaporazione di una sola specie molecolare o di più specie molecolari con caratteristiche chimico-fisiche assai simili. Si ottengono dunque dei vapori più o meno ricchi dei componenti volatili, che ricongensati possono essere sottoposti ad ulteriore distillazione.

La distillazione di rettifica si basa su una successione di stadi di equilibrio che sono collegati tra loro e ordinati in modo tale che lo stadio successivo contiene un liquido arricchito nel componente più volatile rispetto al liquido dello stadio precedente. Estendendo a più stadi si avrà che i vapori dell'ultimo stadio saranno tanto più ricchi del componente più volatile tanto mag-

Risoluzione Esercizio 2

La distillazione ha lo scopo di separare i componenti di miscele

giore sarà il numero di stadi. La temperatura viene mantenuta costante, anche se per ogni stadio decresce lievemente.

Per una miscela bicomponente il bilancio di materia:

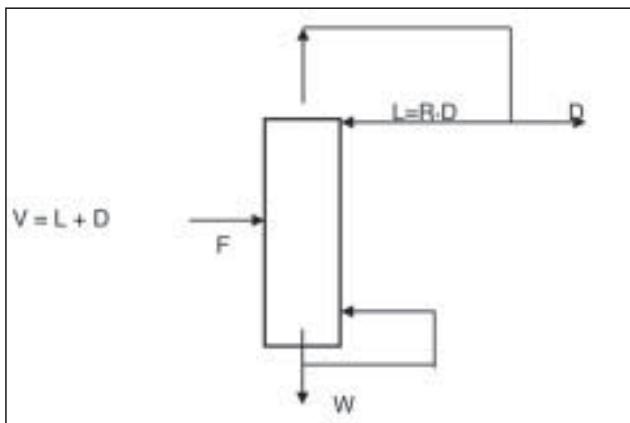


Figura 2. Bilancio di materia

Indicando con F l'alimentazione (in kmoli), con D il distillato (in kmoli) e con W il prodotto di coda (in kmoli), il bilancio di materia, (che in condizioni di regime *materia in entrata = materia in uscita*) per la colonna è: $F = D + W$.

Rispetto al componente più volatile, indicando con x_F , x_D e x_W la sua frazione molare rispettivamente nell'alimentazione, nel distillato e nel prodotto di coda, il bilancio diventa:

$$F \cdot x_F = D \cdot x_D + W \cdot x_W$$

Da cui si ricava D la portata del distillato:

$$D = \frac{F(x_F - x_W)}{(x_D - x_W)} = \frac{3,5(0,56 - 0,05)}{(0,98 - 0,05)} = 1,92 \text{ mol/s} \quad (1)$$

e successivamente W la portata di coda

$$W = F - D = 3,5 - 1,92 = 1,58 \text{ mol/s} \quad (1_{\text{bis}})$$

TRACCIA MINISTERIALE

Il candidato esegua il disegno dello schema descritto nel primo esercizio e, a sua libera scelta, risponda a due degli altri tre quesiti proposti.

1. Si vuole sottoporre a stripping una miscela di composti organici per recuperare le frazioni volatili dal solvente altobollente. Tutti i componenti la miscela sono immiscibili con l'acqua e hanno una densità inferiore a quella dell'acqua. La colonna di stripping opera a pressione di poco superiore a quella atmosferica. Si utilizza vapore d'acqua surriscaldato che entra nella parte inferiore della colonna. La miscela da striprire, opportunamente preriscaldata, entra in testa alla colonna. I vapori che escono dalla testa della colonna passano in un condensatore dove sono condensati totalmente, utilizzando acqua industriale di raffreddamento. Dal condensatore, il condensato passa a un serbatoio che agisce da decantatore per separare i composti organici, inviati ad ulteriori lavorazioni, dalle condense di processo, che si avviano all'impianto di depurazione. Il solvente organico altobollente, non vaporizzato, si scarica dal fondo della colonna ed è stoccatto opportunamente, previo raffreddamento. Il candidato disegni lo schema di processo dell'operazione proposta, completo delle apparecchiature accessorie (pompe, valvole, serbatoi, ecc.) e delle regolazioni automatiche principali, prevedendo gli eventuali recuperi termici ritenuti necessari e seguendo per quanto possibile le norme UNICHIM.

2. Una miscela bicomponente, la cui composizione è $x_F = 0,56$, è sottoposta a rettifica continua. Si ottiene un distillato di composizione $x_D = 0,98$ e un prodotto di fondo di composizione $x_W = 0,05$. Le composizioni sono espresse come frazione molare del componente più volatile. La portata della miscela è $F = 3,5 \text{ mol/s}$ ed entra in colonna allo stato liquido e alla temperatura $T_F = 122^\circ\text{C}$. Il distillato

esce dall'accumulatore di riflusso alla temperatura $T_D = 88^\circ\text{C}$ e il prodotto di coda lascia il ribollitore alla temperatura $T_W = 144^\circ\text{C}$. Si opera con un rapporto di riflusso effettivo $R = 1,45$ e nel condensatore di testa si sottrae solo calore latente. Per tutte le composizioni della miscela il calore latente è $\Delta H = 34 \text{ kJ/mol}$ e il calore specifico è $c_p = 0,165 \text{ kJ/(mol}\cdot^\circ\text{C)}$. Ipotizzando che le perdite termiche siano trascurabili, con i dati a disposizione il candidato calcoli:

- 1) la portata del distillato e del prodotto di coda;
- 2) la portata del vapore di testa;
- 3) la potenza termica da sottrarre nel condensatore di testa;
- 4) la potenza termica da fornire nel ribollitore di coda.

3. I combustibili fossili rappresentano attualmente la principale voce dei consumi energetici. Non sono inesauribili e il loro impiego diffuso pone serie problematiche ambientali. Una possibile, anche parziale, alternativa potrebbe essere l'utilizzo dei cosiddetti biocombustibili, ottenuti da fonti rinnovabili. Il candidato sulla base degli studi fatti discuta sinteticamente tale problematica e illustri il processo produttivo di un possibile biocombustibile.

4. I catalizzatori rivestono un'importanza cruciale in numerosi processi della chimica industriale. In alcuni processi si manifesta prevalentemente la loro selettività: pur partendo dalle stesse materie prime, il processo termico e il processo catalitico portano a prodotti marcatamente differenti. In altri processi, non si può fare a meno del catalizzatore in quanto in sua assenza non si riescono ad ottenere praticamente i prodotti aspettati. Il candidato descriva i principi della catalisi e illustri un processo, a sua libera scelta, in cui l'azione del catalizzatore sia essenziale, soffermandosi in particolar modo sull'azione del catalizzatore stesso.

Per ricavare V (la portata vapore di testa che apporta materiale ai piatti sopra in senso ascendente), sapendo che L è la corrente di liquido (detta riflusso) in senso discendente che attraverso lo scambio termico coi vapori garantisce l'arricchimento di questi del componente più volatile; nella zona di arricchimento si utilizza la seguente relazione: $V = L + D$.

Conoscendo R il rapporto di riflusso $R = 1,45$ e sapendo che $R = L/D$ si ricava che $L = R \cdot D$
da cui:

$$V = R \cdot D + D = 1,45 \cdot 1,92 + 1,92 = 4,70 \text{ mol/s} \quad (2)$$

Per poter calcolare la potenza termica Q_c che deve essere sottratta al condensatore di testa si utilizza la seguente relazione

$$C \quad Q_c = V \cdot \Delta H_v = 4,70 \cdot 34 = 159,8 \text{ kJ/s} \quad (3)$$

Per calcolare la potenza termica Q_r che deve essere fornita al ribollitore è necessario effettuare il Bilancio termico sulla colonna:

$$Q_{\text{alimentazione}}(\text{FCPTF}) + Q_{\text{fornito bollitore}}(Q_r) = \\ = Q_i \text{ in uscita col distillato}(\text{DCPTD}) + Q_{\text{potenza termica condensatore}}(Q_c) + Q_{\text{in uscita prodotto di coda}}(\text{WCPTW})$$

Risolvendo tale bilancio e indicando con Q_r la potenza termica del bollitore si ottiene:

$$Q_r = Q_w + Q_d + Q_c + Q_f = \\ 1,58 \cdot 0,165 \cdot 144 + 1,92 \cdot 0,165 \cdot 88 + \\ + 159,88 - 3,5 \cdot 0,165 \cdot 122 = 154,84 \text{ kJ/s} \quad (4)$$

Risoluzione esercizio 3

L'eccessiva dipendenza dei combustibili fossili oltre a creare una situazione di condizionamento politico economico ha portato nel tempo ad una situazione di difficoltà ecologica dovuta sia alla produzione di considerevoli quantità di CO_2 . L'effetto causato dall'aumento della concentrazione della CO_2 nell'atmosfera terrestre ha dato l'avvio ad una serie di variazioni climatiche tra cui il cosiddetto effetto serra che contribuisce all'aumento della temperatura media.

Inoltre i combustibili fossili spesso contengono anche sostanze, come i composti solforati, che durante la combustione liberano nei fumi di sostanze tossiche e nocive, le cui concentrazioni si possono comunque minimizzare con opportuni trattamenti.

I biocombustibili vengono prodotti attraverso processi di tipo fermentativo da biomasse, che sono ottenute per fotosintesi, cioè per organizzazione della CO_2 in una scala temporale recente, quindi la CO_2 liberata dalla combustione dei biocombustibili è bilanciata da quella sottratta per la loro fotosintesi.

Inoltre le biomasse costituiscono una fonte di energia rinnovabile, poiché i tempi di produzione sono contenuti e non sono

necessari millenni come per la produzione del petrolio, che necessita di tempi geologici per poter essere reintegrato.

Le biomasse utilizzabili per la produzione di biocombustibili possono essere classificate nelle seguenti tipologie:

- a) oleaginose,
- b) amidacee e zuccherine
- c) ligno-cellulosiche

Tale classificazione viene effettuata in base alla prevalenza di specifiche sostanze suscettibili di essere trasformate in biocombustibili.

Le oleaginose sono idonee per la produzione del cosiddetto biodiesel.

Le amidacee e zuccherine sono idonee a produrre zuccheri fermentabili da cui ottenere il cosiddetto bioetanolo.

Anche dalla fermentazione delle ligno-cellulosiche si possono ottenere zuccheri fermentabili per idrolisi della cellulosa, ma l'idrolisi enzimatica non è così agevole come per l'amido e devono essere effettuati dei pretrattamenti per favorire il processo, se viene effettuata un'idrolisi chimica si ottengono, come sottoprodotto, fanghi acidi. Le ligno-cellulose possono anche essere trasformate in gas di sintesi, da cui ottenere un grezzo sintetico attraverso il processo Fischer – Tropsch.

Il biodiesel è certamente tra i biocombustibili preferiti e maggiormente prodotti, anche per l'agevole utilizzo, infatti può sostituire il carburante diesel tradizionale nei motori attualmente in uso.

Dal punto di vista chimico il biodiesel è costituito dagli esteri metilici degli acidi grassi.

Il processo produttivo utilizza i trigliceridi, opportunamente raffinati e li trasforma in esteri metilici per trans-esterificazione con metanolo, secondo la reazione presentata in Figura 3.

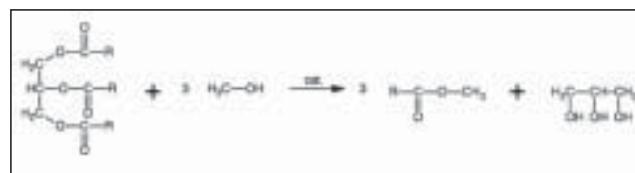


Figura 3

I radicali R possono essere uguali o differenti e il catalizzatore è una base forte, come per esempio CH_3ONa , KOH o NaOH .

Il metanolo deve essere utilizzato in forte eccesso, in modo da spostare la reazione verso la formazione dei prodotti.

Invece i catalizzatori reagiscono con il metanolo producendo lo ione metossido CH_3O^- che reagisce con l'estere:



la reazione deve essere condotta in assenza di acqua che trasformata dal catalizzatore in ione idrossido, entrerebbe in competizione con lo ione metossido portando alla formazione dei rispettivi acidi carbossilici:



Gli acidi carbossilici subiscono poi il processo di saponificazione in presenza delle basi forti presenti come catalizzatori, quindi oltre a sottrarre i catalizzatori, rendono difficoltosa la separazione della glicerina dall'estere metilico. Per questo motivo il contenuto di acidi liberi nel trigliceride di partenza deve essere attentamente mantenuto sotto controllo. La produzione dei biocombustibili non è del tutto priva di controindicazioni, prima tra tutte le rese non sempre elevate delle biocconversioni, inoltre l'energia spesa va ad incidere sulla quota di energia da fonti rinnovabili effettivamente ottenuta. Tali problematiche sono legate in particolar modo alla produzione di bioetanolo, ottenuto in concentrazioni intorno al 10%, poiché all'aumento delle concentrazioni di etanolo corrisponde una diminuzione dell'efficienza dei microorganismi che si trovano ad operare in condizioni sempre più sfavorevoli.

Risoluzione esercizio 4

La definizione più comune di catalizzatore è la seguente: i catalizzatori sono sostanze che, pur non partecipando al bilancio materiale di una reazione chimica, influenzano la velocità con cui la reazione procede, possono agire accelerando o rallentando la reazione stessa, in tal caso effettuano una catalisi negativa o inibizione. I catalizzatori, non partecipando al bilancio materiale della reazione, non influiscono sui parametri termodinamici e stoichiometrici, di conseguenza non modificano la posizione dell'equilibrio chimico, semmai consentono al sistema di raggiungere più rapidamente la condizione di equilibrio stesso.

I catalizzatori vanno ad interferire direttamente sugli intermedi di reazione, rendendo possibile un meccanismo di reazione che non riuscirebbe ad avvenire in tempi accettabili in loro assenza. La maggior parte dei catalizzatori operano accelerando le reazioni, ma non solo. In ogni caso ciò che subisce una sensibile variazione è l'energia dell'intermedio di reazione, il picco di Energia di attivazione che si abbassa (diminuisce l'energia necessaria al superamento del picco di Energia di attivazione) nella catalisi che accelera la reazione, nel caso di catalisi negativa o inibizione si alza (aumenta l'energia necessaria al superamento del picco di Energia di attivazione). Oltre all'effetto sulla velocità di reazione,



i catalizzatori possono agire anche selettivamente, favorendo la reazione di solo alcuni reagenti o l'ottenimento di solo alcuni prodotti. Tale effetto è massimo specie con gli enzimi, i catalizzatori delle reazioni biochimiche. Tra i vari processi industriali in cui la presenza del catalizzatore può influenzare in modo decisivo la formazione dei prodotti abbiamo il processo di cracking, che segue la distillazione nella raffinazione del petrolio.

Le frazioni a punto di ebollizione più elevato possono essere sottoposte al cracking attraverso il riscaldamento in presenza di catalizzatori finemente suddivisi; ciò permette di ottenere una miscela di alcani e alcheni a catena più corta e con punti di ebollizione più bassi. Successivamente per ottenere le caratteristiche ottimali delle benzine questi prodotti possono essere ricombinati mediante alchilazione, isomerizzazione e reforming catalitico in tal modo si ottengono carburanti con elevate proprietà antidetonanti nonché prodotti chimici speciali. I processi di cracking

nacquero negli anni trenta osservando che ad un aumento della temperatura nei processi di distillazione del grezzo si ottenevano maggiori quantità di prodotti volatili, quindi a basso peso molecolare. Si iniziò dunque ad effettuare un cracking termico, cioè senza catalizzatori. Al cracking catalitico si arrivò successivamente, introducendo silice o allumina finemente suddivisi, i risultati furono altamente positivi, per la qualità della benzina ottenuta ad elevato numero di ottani.

I catalizzatori di cracking sono zeoliti ovvero allumino-silicati che hanno una struttura cristallina naturalmente porosa, con pori di dimensioni delle molecole che devono reagire, ciò rende elevata la superficie specifica o di contatto, questa caratteristica è importantissima per i catalizzatori eterogenei in cui la reazione avviene sulla superficie del catalizzatore stesso.

In particolare la natura acida del catalizzatore e favorisce la formazione di intermedi di reazione carbocationici stabilizzandoli (abbassamento del picco dell'energia di attivazione). Ciò favorisce gli intermedi del cracking termico, e porta alla formazione di prodotti più ramificati e più ricchi di composti aromatici. Gli idrocarburi ramificati ed aromatici hanno un più elevato numero d'ottano e quindi si ottiene una benzina migliore. Anche la conversione è più efficiente: rispetto al cracking termico si ottengono meno prodotti gassosi.

Ersilia Conte
IPC «C.Golgi», Brescia

BIBLIOGRAFIA

- A. Tagliaferri, C. Grande**, *Biotecnologie*, Zanichelli.
G. Fornari, M. Gando, V. Evans, *Microbiologia delle fermentazioni con laboratorio*, Zanichelli.
C. Moschella, S. Trabattoni, *Impianti chimici industriali*, Atlas.



InfoZeta

di Zinna Fabrizio

STUDIO DI PROGETTAZIONE E CONSULENZA SOFTWARE

PORTALE

Realizza un portale per la scuola, per una sede, per una classe, per te.. Collegati al sito www.izscuola.it e in pochi secondi accedi al tuo sistema, lo provi, senza alcuno impegno, solo dopo decidi se tenerlo o lasciarlo.

REGISTRO ONLINE

Programma online di gestione completa dell'attività docente. Collegati al sito www.izscuola.it, e in pochi secondi accedi al tuo REGISTRO ONLINE in prova gratuita.

ORARIO SCOLASTICO

Programma per la compilazione automatica dell'orario scolastico. Facile da usare e veloce nell'elaborazione.

Realizziamo il migliore orario possibile inviando i dati dell'Istituto tramite modulo online che trovi nel sito www.izscuola.it

SCHEDE

Schede è un programma per la gestione delle valutazioni, dalla progettazione dei modelli e delle griglie, alla compilazione dei giudizi ed alla stampa di tutti i documenti.

A partire da 100 € + IVA

PACCHETTO COMPLETO

Il pacchetto è composto da: SCHEDE, MODULO COMUNICAZIONE SCUOLA-FAMIGLIA, MODULO AMMINISTRATORE E REGISTRO ONLINE.

1. Controllo immediato da parte dei GENITORI dell'andamento scolastico dei propri figli (documento di valutazione, voti, assenze, programmazione annuale e intermedia, lezioni, compiti assegnati, verifiche, osservazioni, mancanze, ecc.).
2. Invio simultaneo di SMS /EMAIL a tutti i componenti della scuola compresi i genitori.
3. Controllo immediato da parte del DIRIGENTE dell'andamento scolastico complessivo degli alunni (statistiche, grafici, assenze, ecc) e dell'attività docente.

Per maggiori informazioni, prove gratuite e costi visitate i siti-web www.infozeta.net e www.izscuola.it