COMPITO DI **SINTESI DEI PROCESSI CHIMICI** – 01/07/2016 Aula F 1 durata 2 1/2 ore

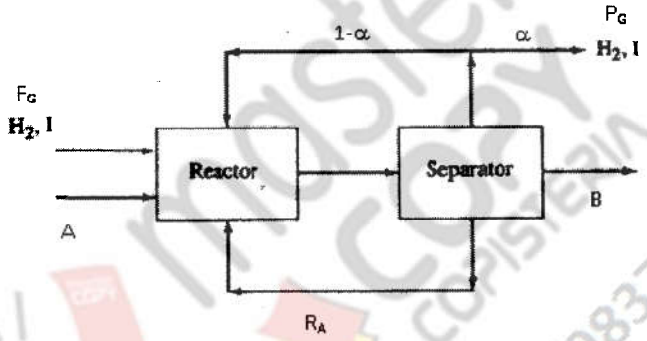
Esercizio n. 1

Si vuole produrre 500 mol/h di B mediante la seguente reazione reversibile in fase gas:

$$A + 2H_2 \leftrightharpoons B$$

Si alimenta A puro ed idrogeno, quest'ultimo contiene 1.5 vol. % I (inerti).
Si consideri la struttura di separazione + riciclo riportata di seguito e si ipotizzi di separare perfettamente B da A non convertito che viene recuperato e riciclato al reattore.

1) Considerando di operare con un rapporto molare (MR) di idrogeno/A in ingresso al reattore = 5 e con una conversione di A nel reattore X = 0.7, determinare la relazione tra la frazione di vapore che viene spurgata α e la frazione molare dell'idrogeno nello spurgo y_{PH} (cioè $\alpha = f(y_{PH})$).
2) Si dica quali sono le voci di costo che aumentano o diminuiscono al variare di α a parità di conversione.



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Esercizio n. 2

Si forniscono i dati relativi alle seguenti correnti:

Correnti	F (kg/s)	cp (kJ/kg°C)	Tin (°C)	Tout (°C)
H1	10	0.8	320	170
H2	2.5	0.8	170	70
H3	3.0	1.0	220	70
C1	6.25	0.8	210	310
C2	10.0	0.8	110	210
C3	4.0	1.0	60	210

Utilities disponibili:

- acqua calda a 60°C che deve essere riscaldata fino a 95°C (per essere inviata in caldaia).
- vapor saturo a 220°C.

Determinare:

A) le richieste **minime di riscaldamento e raffreddamento** per ΔT_{min} **= 10°C**;

B) la **quantità massima di acqua calda (kg/s)** che può essere prodotta **a 95°C**;

C) la possibilità di **integrare totalmente o parzialmente** una colonna di distillazione C con i seguenti carichi termici: $Q_{reb} = Q_{cond}$ =350 kW a T_{reb} = 200°C e T_{cond} = 170°C, rispettivamente, considerando lo stesso ΔT_{min} **= 10** °C per il trasferimento di calore.

D) la **rete di scambiatori sotto e sopra il pinch di processo** che rispetta i punti A, B e C (con la colonna integrata parzialmente o totalmente).

Inoltre:

E) **analizzare la rete di scambiatori trovata** verificando se vi è la presenza di uno o più loop indipendenti.

F) in caso di presenza di loop, si rompa un loop a cavallo del pinch e **si verifichi solo** se a seguito di tale rottura si ha violazione del ΔT_{min}.

Esercizio n. 3

Si illustri in che modo la scelta reattoristica va ad influenzare la distribuzione dei pesi molecolari nel caso di polimerizzazione radicalica o di policondensazione.

master copy COPISTERIA
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745
050/8312126 388/9837745

COMPITO DI **SINTESI DEI PROCESSI CHIMICI** – 02/02/2017 Aula B 3.1 durata 2 ½ ore

√ Esercizio n. 1

10000 kg/h di liquido a 25°C e 1 atm devono essere alimentati ad un reattore di produzione a 400°C e 5 atm. Si considerino le due possibili alternative per portare tale portata alla temperatura e pressione desiderata:



A) Si individui, giustificando la scelta, la soluzione migliore in termini di minor consumo di energia.
B) Si valuti la richiesta di lavoro per tale soluzione. Si consideri un'efficienza della pompa $\eta_p = 0,75$ e del compressore $\eta_c = 0,80$. Il peso molecolare di liquido è 106 g/mol, la sua densità in fase liquida è 870 kg/m^3 e c_p in fase vapore è 12,5 cal/mol·K ($c_p/R = \gamma/(\gamma-1)$, R = 1,987).

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

√ Esercizio n. 2

Si forniscono i seguenti dati relativi:

Condizione	Tin (°C)	Tout (°C)	Cp (kW/°C)
H2	95	94	68
H1	150	40	0.4
H3	85	40	0.85
C1	189	190	104
C2	150	190	0.4
C3	- 6	115	1.15

Utilities disponibili:
Cold Utility = acqua di raffreddamento a 20°C (T_{max} = 35°C, c_p = 4.184 kJ/kg°C);
Hot Utility = gas caldi di combustione a 330°C (c_p = 1.1 kJ/kg °C e $T_{acid\ dew}$ = 130°C).

Determinare per ΔT_{min} = 20°C:

A) le **richieste minime di riscaldamento e raffreddamento;**
B) se è possibile **integrare totalmente o parzialmente** una colonna di distillazione avente le seguenti richieste Q_{reb} = 24 kW a T_{reb} = 180°C e Q_{cond} = 24 kW a T_{cond} = 140°C;
C) i **consumi minimi di gas caldi (kg/s) in grado di soddisfare le richieste di riscaldamento** del processo + colonna di distillazione integrata considerando di operare con un ΔT_{min} = 30°C per lo scambio di calore tra i gas e le correnti di processo e reboiler;
D) le **perdite al camino** per una temperatura ambiente esterna di **20°C**;
E) la **quantità minima di acqua di raffreddamento** necessaria per far fronte alle richieste di raffreddamento del sistema totale: processo + colonna integrata;
F) la **rete di scambiatori di calore** che utilizza le utilities di cui ai punti C e E con la colonna totalmente o parzialmente integrata (punto B).

√ Domanda n. 1

Estrazione liquido/liquido:

A) Tra la **configurazione in controcorrente** e quella in **equicorrente, qual è quella più efficiente** a parità di estrazione desiderata? Motivare la risposta.
B) Quando si utilizza l'estrazione in equicorrente? Motivare la risposta.
C) Si individui/ino il/i tipo/i di estrattore/i più idoneo/i ad essere impiegato/i nei seguenti casi, illustrando le ragioni di tale scelta:
   1. elevata viscosità dell'alimentazione e del solvente estrattore;
   2. piccolissima differenza di densità tra alimentazione e solvente;
   3. numero di stadi di equilibrio teorici richiesto elevato > 6.

COMPITO DI **SINTESI DEI PROCESSI CHIMICI** –09/01/2015 Aula B 2.5 durata 2 ½ ore

Esercizio n. 1

Flash tank: una corrente in uscita da un reattore viene raffreddata a 35°C e inviata ad un separatore di fase (flash tank) che opera a 25 atm. Nella Tabella sottostante si riportano le singole portate dei componenti in ingresso al flash e i valori delle costanti di equilibrio K_i (35°, 25 atm) che legano tra di loro le frazioni molari in fase vapore e in fase liquida del generico componente i-esimo.

Componente	f_i (kmol/h)	K_i (35°C, 25 atm)
A	1500	120
B	2000	26
C	290	0.01
D	12	0.0005

A) Assumendo di raggiungere l'equilibrio e sapendo che il 9% della corrente vapore in uscita dal flash viene spurgata, stimare la quantità di C (prodotto principale del processo) che va a finire nello spurgo.

B) Inoltre si illustri qualitativamente su quali parametri operativi del flash tank si può operare e in che modo al fine di ridurre la quantità di C che va a finire nello spurgo mantenendo sempre al 9% la quantità della corrente vapore in uscita dal flash che viene spurgata.

Esercizio n. 2

Si forniscono i dati relativi alle seguenti correnti:

Corrente	Tin (°C)	Tout (°C)	Cp (kW/°C)
1	50	210	20
2	270	160	18
3	160	210	50
4	220	60	22

Si dispone delle seguenti utilities:

- acqua deionizzata a 30°C (cp = 4.186 kJ/kgK)
- acqua di torre a 25°C (T_{max} = 40°C)
- vapor saturo a 220°C.

Determinare, per ΔT_{min} = 20°C:

A) le richieste **minime di riscaldamento e raffreddamento**;

B) la **quantità di vapore saturo a 220°C** (in kW) in grado di soddisfare le richieste di riscaldamento del processo e la **quantità massima di acqua calda** (kg/s) a 80°C che può essere prodotta disponendo di acqua deionizzata a 30°C. Inoltre valutare la necessità o meno di utilizzare acqua di torre per completare le eventuali richieste di raffreddamento residue.

C) la rete di scambiatori **sotto e sopra il pinch di processo** che rispetta le richieste di cui al punto A ed utilizza le utilities di cui al punto B.

D) si analizzi la rete sviluppata individuando i loop, se presenti, e si **rompa un loop a cavallo del pinch** di processo e si verifichi semplicemente se, a seguito della rottura del loop, viene violato il ΔT_{min} e dove ciò accade.

Domanda n. 1

Si illustrino i **sistemi ibridi**, usati commercialmente, in cui la **distillazione** viene accoppiata ad un **altro processo di separazione** evidenziando i benefici che si ottengono rispetto al solo uso della distillazione.

COMPITO DI **SINTESI DEI PROCESSI CHIMICI** – 09/01/2016 Aula B.25 durata 2 ½ ore

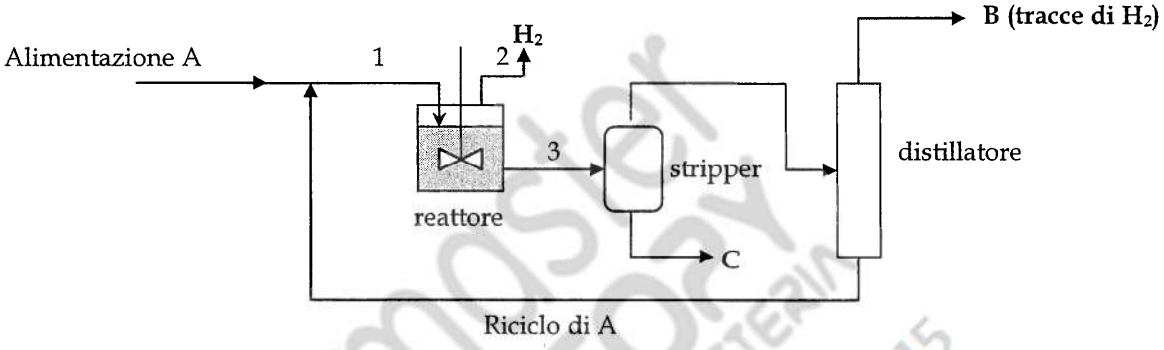
Esercizio n. 1

Si consideri il seguente schema di reazioni per la produzione del prodotto B da A:

$$A \rightarrow B + H_2$$

$$A + B \leftrightarrow C$$

dove C rappresenta il sottoprodotto altobollente indesiderato.
L'H_2 prodotto viene allontanato come gas dal reattore CSTR impiegato. Il liquido scaricato (corrente 3) contenente A, B, C e tracce di H_2 (trascurabili) viene inviato ad uno stripper dove si allontana il sottoprodotto C ed il resto viene inviato ad una colonna di distillazione. Qui si recupera il prodotto B in testa e totalmente il reagente non convertito A in coda che viene riciclato al reattore. Si consideri il seguente flowsheet di processo.



Sapendo che la corrente 1 è 100 kmol/h di A ed in uscita dal reattore si ha 80 kmol/h di H_2 (corrente 2) e 75 kmol/h di B nella corrente 3, valutare:

A) la **selettività** e la **conversione** di A nel reattore;
B) il **potenziale economico EP** (in \$/kmol di prodotto B in uscita dal processo) sulla base dei flussi in ingresso e in uscita dal processo, sapendo che il costo dell'alimentazione A è 130 \$/kmol, il costo del prodotto B è 267 \$/kmol, il costo di C e H_2 è 0 \$/kmol.
C) la **quantità di A riciclata** in kmol/h;
D) quale cambiamento al flowsheet, sopra riportato, può essere apportato al fine di aumentare il potenziale economico a parità di produzione di B sopra ottenuta.

Esercizio n. 2

Si forniscono i dati relativi alle seguenti correnti:

Condizione	Tin (°C)	Tout (°C)	Cp (kW/°C)
H1	180	40	2
H2	150	40	4
C1	60	170	3
C2	30	130	2.6

Utilities disponibili: vapor saturo a 180°C e acqua di torre a 20°C (T_{max} = 45°C).
Determinare:

A) le richieste **minime di riscaldamento e raffreddamento** per ΔT_{min} = **10°C**;

B) la rete di scambiatori **sotto e sopra il pinch di processo** che rispetta le richieste minime di cui al punto A con le utilities disponibili;

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745