

Esame di stato- II sessione anno 2005 - Ramo chimico - Tema n°2

Lo stirene (STY) è prodotto dalla deidrogenazione catalitica dell'etilbenzene (EB):



La figura 1 riporta uno schema semplificato dove sono indicate tutte le apparecchiature coinvolte, i componenti presenti in ciascuna corrente e le principali condizioni operative di temperatura; il processo opera alla pressione atmosferica.

Una portata (corrente A) pari a 10900 kg/h di EB a temperatura ambiente viene miscelata con la corrente di ricircolo (corrente L) proveniente dalla testa della colonna di distillazione la cui composizione è indicata in figura (% in peso) e il cui contenuto di EB è 1.75 volte quello della corrente A. La corrente risultante viene vaporizzata e scaldata fino alla temperatura di 550 °C nello scambiatore H1. Il tutto viene alimentato al reattore previa miscelazione con una corrente di vapore acqueo a 800 °C (corrente G) la cui funzione è quella di sfavorire la formazione di depositi di coke sul catalizzatore. La portata (massica) di vapore acqueo alimentato è in rapporto 1:10 rispetto alla portata totale della corrente B. Il reattore realizza una conversione del 35%.

La corrente D viene quindi condensata per consentire il recupero di tutto l'idrogeno prodotto. La fase liquida (corrente E) viene invece inviata ad un decantatore dove è possibile separare la fase idrocarburica (corrente H) da quella acquosa (corrente G) che viene quindi ricircolata al reattore.

La separazione di STY e EB viene realizzata in una colonna di distillazione atmosferica previo un parziale flash nello scambiatore H3.

	T_{boiling} °C	ΔH_{vap} kJ/kmol	$C_{\text{Pliq}}^{(*)}$ kJ/(kmol °C)	$C_{\text{Pgas}}^{(*)}$ kJ/(kmol °C)	
	-	-	a	a	b
EB	136	$3.65 \cdot 10^4$	182	118	0.30
STY	145	$3.65 \cdot 10^4$	209	115	0.27
H ₂	-	-	-	28.84	-
H ₂ O	100	$4.50 \cdot 10^4$	75.4	33.46	-

(*) $c_p = a + bT$, [T] = °C

1. Dai dati forniti nella descrizione del processo e mediante gli opportuni bilanci di materia, calcolare per ciascuna corrente (A-L) indicata in figura 1 la portata massica (espressa in kg/h) di ciascun componente. Si calcoli, inoltre, la conversione globale del processo.
2. Calcolare il calore che occorre fornire agli scambiatori H1 ed H2 e la temperatura della corrente C supponendo una miscelazione adiabatica fra le correnti B e G.
3. Calcolare il calore che occorre fornire al reattore per fare avvenire la reazione in condizioni isoterme. Si assuma una entalpia di reazione alle condizioni operative del reattore pari a $\Delta\hat{H}_r = +124.5 \text{ kJ/mol}$.
4. Calcolare il volume del reattore ipotizzando un modello fluidodinamico a pistone ed una cinetica apparente del prim'ordine, con una costante pari a 0.257 s^{-1} . Si tenga conto, nel calcolo, della variazione della densità del gas per effetto della variazione del numero di moli.
5. Calcolare il calore che occorre sottrarre al condensatore.
6. Calcolare il calore che occorre fornire allo scambiatore H3 per realizzare la vaporizzazione del 30% (molare) del liquido alimentato.
7. Calcolare il numero di piatti della colonna di distillazione utilizzando il metodo semplificato di McCabe e Thiele. Si assuma una volatilità relativa pari a 2.5, un rapporto di riflusso di testa pari al doppio di quello minimo e una efficienza di stadio riferita alla fase vapore (Ev) pari a 0.7. Calcolare, inoltre, il calore da fornire al bollitore (totale) e da sottrarre al condensatore (totale).

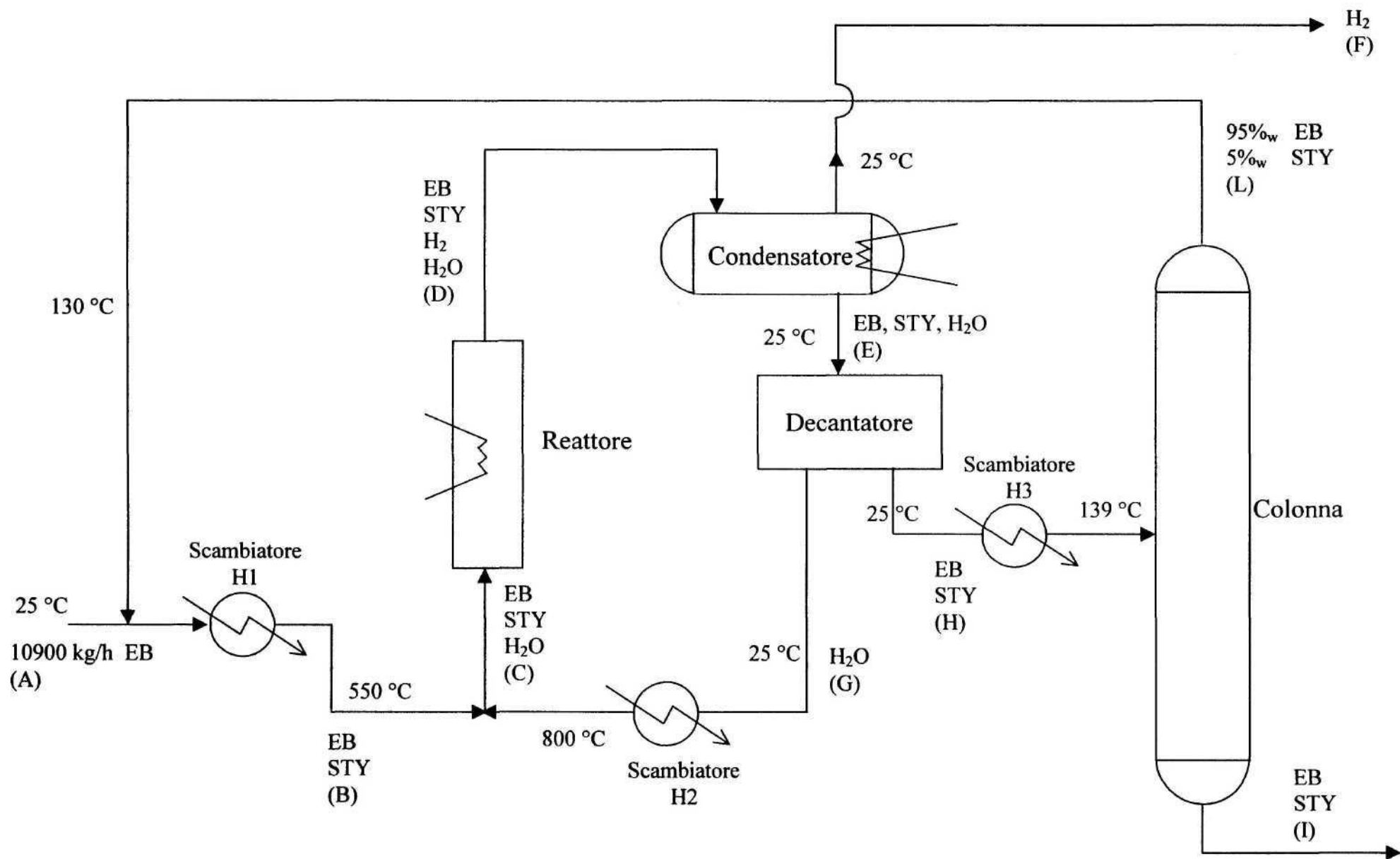


FIGURA 1