

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE B  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
TEMA N. 2: CHIMICA-PROCESSI

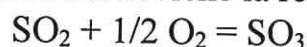
---

Acido solforico è prodotto per ossidazione di zolfo proveniente da processi di desolforazione di idrocarburi. La sezione d'impianto può essere schematizzata come di seguito indicato.

Una corrente di S liquido a 150 °C viene inviata ad un combustore adiabatico con aria secca a 40 °C. La combustione è completa. La corrente uscente ha  $T = 1100$  °C e viene effettuato un recupero termico fino alla temperatura di 350 °C.

Alla corrente viene poi addizionata aria secca, anch'essa a 40°C, in modo da avere una percentuale di SO<sub>2</sub> del 9 %.

La corrente risultante viene preriscaldata tramite la corrente dei prodotti e inviata ad un reattore catalitico adiabatico in cui avviene la reazione:



La conversione della SO<sub>2</sub> è del 65%.

La corrente uscente a 610 °C viene inviata allo scambiatore di preriscaldamento.

Con riferimento a 100 kmol/h di S alimentato al combustore adiabatico, il candidato determini :

1. Le portate e le temperature di tutte le correnti.
2. La quantità di vapore d'acqua a 20 bar e 350 °C che viene prodotto nello scambiatore di recupero alimentando acqua liquida a 20 bar e 40 °C

Il candidato, successivamente,

- 3) Verifichi che la conversione del 65 % indicata al reattore catalitico adiabatico sia possibile.
- 4) Stimì la superficie dei due scambiatori di calore sopra menzionati.
- 5) Individui possibili problematiche in caso di fermata dell'impianto

#### DATI

Pressione atmosferica in tutti gli apparati

zolfo ( S ) : calore molare del solido : 23,83 kJ / ( kmol K )  
calore di fusione : 1498,8 kJ / kmol ( a 112,8 °C )  
calore molare del liquido : 32,19 kJ / ( kmol K )

Per gli altri dati termodinamici si faccia riferimento a repertori in proprio possesso, indicando la fonte.

A. L. 

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE B  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
TEMA N. 2: CHIMICA-PROCESSI

---

Un processo per la produzione di etanale si articola nelle fasi di seguito descritte

- L'alimentazione fresca (solo etanolo, 300 kmol/h) e il riciclo ( 96% in massa di etanolo e 4% in massa di etanale ) sono alimentati, alla temperatura di 300 °C , a un reattore. Nella corrente uscente dal reattore si hanno C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, CH<sub>3</sub>CHO, H<sub>2</sub> e una portata di etanolo di 343,5 kmol/h. La conversione per passaggio dell'etanolo è del 45%.
- I gas uscenti dal reattore sono inviati a uno stadio di condensazione operante a 40 °C. Il condensato è costituito da una miscela di etanale e etanolo.
- La corrente liquida uscente dal condensatore è inviata a una colonna di distillazione da cui escono un distillato, che costituisce il prodotto, e un residuo, che costituisce la corrente riciclata in ingresso al reattore. La corrente gassosa uscente dal condensatore è invece inviata a uno scrubber da cui si ottengono una soluzione acquosa, non contenente idrogeno, e una corrente gassosa di idrogeno puro.

Il candidato

- Determini uno schema stechiometrico atto a descrivere il sistema reagente.

Calcoli:

- le portate di tutti i componenti in tutte le correnti;
- la conversione globale dell'etanolo e la resa in etanale nel reattore;
- la temperatura della corrente uscente dal reattore nell'ipotesi che sia all'equilibrio termodinamico;
- la potenza termica da scambiare al reattore nell'ipotesi di cui alla 4).
- Indichi quale fluido di servizio utilizzerebbe nello stadio di condensazione sopra menzionato.

DATI

pressione in tutti gli apparati : 1 bar

Q.L. 

**Etanolo:**  $\ln P^* = 18,9119 - 3803,98/(T - 41,68)$

**T in K**

Etanale :  $\ln P^* = 16,2418 - 2465,15/(T - 37,15)$

**P \* in mmHg**

Per gli altri dati termodinamici, il candidato faccia riferimento a repertori in suo possesso.