

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

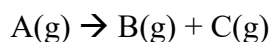
SESSION DE NOVEMBRE 2023

Toute documentation permise
Calculatrices non programmables : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-CH-A4 INGÉNIERIE DES RÉACTEURS CHIMIQUES

QUESTION 1 (25 pts)

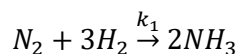
Soit une réaction du premier ordre irréversible en phase gazeuse dans un réacteur isotherme dans lequel $0.1 \text{ kmol min}^{-1}$ de A en air est alimenté (fraction molaire $y_{A0} = 0.01$), $k = 0.20 \text{ min}^{-1}$. $P = 400 \text{ kPa}$, $T = 380 \text{ °C}$



- a) Quelle est la masse molaire de l'alimentation ? (5 pts)
- b) Quel est le volume d'un réacteur parfaitement agité (CSTR) pour atteindre 75 % conversion. (5 pts)
- c) Quel est le volume d'un réacteur piston (PFR) pour atteindre 75 % conversion. (5 pts)
- d) Si la fraction molaire de A est de 100 % quelle serait la conversion dans chaque réacteur ? (10 pts)

QUESTION 2 (25 pts)

La réaction en phase gazeuse suivante à lieu de manière isotherme

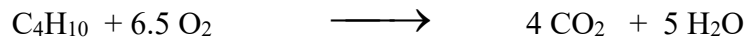
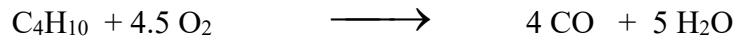
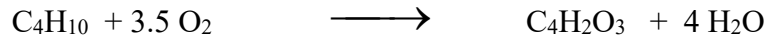


L'alimentation a un excès de 10 % en H_2 et la réaction se produit à 16.4 atm et 227 °C.

- a) Construisez un tableau de stœchiométrie. (5 pts)
- b) Quels sont les valeurs de C_{A0} , δ , et ε ? [$C_A = C_{A0} (1 - \varepsilon X)$, $\varepsilon = y_{A0} \delta$] (10 pts)
- c) Calculez la concentration d'ammoniac quand la conversion H_2 atteint 60 %. (10 pts)

QUESTION 3 (50 pts)

L'oxydation partielle de n-butane en anhydride maléique se fait dans un lit fluidisé 9.1 m de diamètre et 18 m d'hauteur à 2 bar (sortie) et 623 K :



La vitesse de gaz superficielle à l'entrée est de 0.7 m s^{-1} (U_g). Faites l'hypothèse que la réaction est de premier ordre en C_4H_{10} et la sélectivité est de 70 %, 15 %, et 15 %, en anhydride maléique, CO, et CO_2 , respectivement. La fraction molaire de n-butane est de 4 % (en air).

- a) Calculez la masse de catalyseur dans le réacteur à moitié plein quand la masse volumique = 1900 kg m^{-3} (ρ_p) et $U_g = 0.7 \text{ m s}^{-1}$. (5 pts)

$$\varepsilon = (1 + U_g)/(2 + U_g)$$

- b) Quelle est la pression à l'entrée ? (5 pts)
c) Calculez la constante cinétique globale quand la conversion est de 98%—énoncez 4 hypothèses pour simplifier le problème. (10 pts)
d) Calculez la constante cinétique basée sur le débit volumétrique à la sortie ? (5 pts)
e) Calculez la constante cinétique en tenant compte la pression : $P = f(z)$ ($\Delta P = \rho g h$). (15 pts)
f) Proposez trois manières d'augmenter la conversion. (10 pts)