

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE

4.320 CALCUL DES RÉACTEURS CHIMIQUES

EXAMEN FINAL 99

(session automne 99)

Date : vendredi, 17 décembre 99
Durée : 2h30
Documentation : Livre permis et calculatrice permise

QUESTION 1 (4 points)

La réaction $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$ a lieu dans un réacteur discontinu à volume constant.

$$r = k_1 C_A - k_2 C_B$$

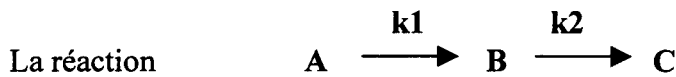
Température T [K].

| A1 | A2 | E1/R | E2/R | C _{A0} | C _{B0} |
|----------------------|----------------------|-------|-------|-----------------|-----------------|
| Exp(19) | exp(37) | 12000 | 24000 | 0.9 | 0.1 |
| [sec ⁻¹] | [sec ⁻¹] | [-] | [-] | [g.mol/L] | [g.mol/L] |

- (a) Quelle sera la température initiale de la réaction pour que la vitesse soit maximum en tout temps.
(b) Quelle sera la valeur de la vitesse maximum de la réaction lorsque la conversion est de 40%.

EXAMEN FINAL
(session automne 99)

QUESTION 2 (4 points)



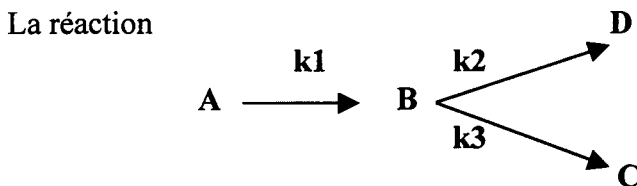
a lieu dans deux réacteurs en série de volume égal. Les réacteurs sont maintenus à une température de 90°C pour maximiser le taux de production du composé B. Le volume de chaque réacteur est de 4 m³ et le débit volumique v_0 est 0.5 m³/sec. *continu.*

- (a) Si le premier réacteur est un **réacteur adiabatique** déterminez la température d'alimentation.
(b) Puisque le deuxième réacteur est isotherme, déterminez l'échange de chaleur requis pour maintenir ce réacteur à 93 °C.

Données :

| $v_0 \cdot C_p$ | ΔH_1 | ΔH_2 | k_1 et k_2 | C_{A_0} | C_{B_0} | C_{C_0} |
|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $1.4 \cdot 10^3$ | $(-)60 \cdot 10^3$ | $(+)20 \cdot 10^3$ | 0.125 | 1.5 | 0 | 0 |
| [kJ/ksec.K] | [kJ / kmol] | [kJ / kmol] | [ksec ⁻¹] | [kmol/m ³] | [kmol/m ³] | [kmol/m ³] |

QUESTION 3 (4 points)



a lieu en phase gazeuse dans un réacteur tubulaire isotherme.
Déterminez la concentration de B dans le réacteur à une distance z de 1 mètre de l'entrée.

Données :

| k_1 | k_2 | k_3 | Aire | C_{A_0} | v_0 |
|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| 0.01 | 0.003 | 0.002 | 0.2 | 2 | 0.4 |
| [sec ⁻¹] | [sec ⁻¹] | [sec ⁻¹] | [m ²] | [gmol/m ³] | [m ³ /sec] |

N.B.: $dX/dt + a \cdot X = b \cdot \exp(-c \cdot t) \iff X = [b / (a - c)] \cdot \exp(-c \cdot t) + K \cdot \exp(-a \cdot t)$
où a, b, c sont des constantes, et K déterminé par la condition initiale sur X .

EXAMEN FINAL
(session automne 99)

QUESTION 4 (4 points)

La réaction exothermique $A \longrightarrow 2B$ a lieu en phase liquide dans deux réacteurs identiques en série opérés à des températures différentes. Le deuxième réacteur est à 120°C et à cette température, la constante de vitesse de réaction est $1.5 \text{ [m}^3/\text{kmol.ksec]}$. Le taux d'alimentation est de 28 [mol./ksec] avec une concentration en A de $1 \text{ [kmol/m}^3]$. Si on impose la contrainte que la vitesse de la réaction soit la même dans les deux réacteurs ($r_1 = r_2$) et que la conversion à la sortie du deuxième réacteur est de 90% :

- (a) Calculez le volume de chaque réacteur.
(b) Si l'énergie d'activation est de 84 [kJ/mol] , à quelle température doit-on maintenir le premier réacteur?

QUESTION 5 (4 points)

Une réaction en phase liquide $A \longrightarrow B$ a lieu dans un réacteur tubulaire à une pression se 202.2 [kPa] . La première section du réacteur est adiabatique jusqu'à ce que la température atteigne 400°C . La température dans la deuxième section est maintenue constante à 400°C .

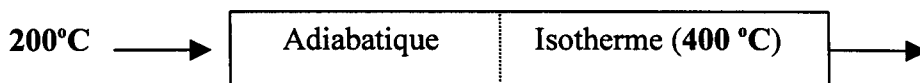
- (a) Calculez le volume requis pour obtenir une conversion de A de 80% .

Données :

| | |
|--|------------------------------|
| Alimentation de A pur au taux | 600 [kmole/ksec] |
| Température d'alimentation | 200 [°C] |
| Volume spécifique de A | 0.056 [m ³ /kmol] |
| Chaleur se réaction (constante) | (-)15 [kJ/mol] |
| Chaleurs spécifiques de A et B | 42 [J/mole °K] |
| Constante de vitesse [ksec ⁻¹] | $110 + 0.8 * (T[°K] - 200)$ |

$\frac{V}{n}$

Schéma du réacteur



Jamal Chaouki
Jamal Chaouki,
Professeur

Choukri