

Exercice 1 : (4 pts)

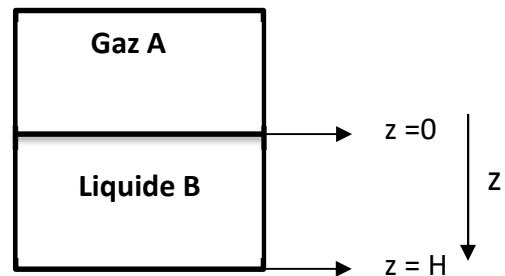
Ecrire :

- 1- L'équation de continuité totale et l'équation de continuité individuelle
- 2- L'équation de l'énergie
- 3- L'équation de mouvement

Exercice 2 : (6 pts)

Soit le système montré par la figure suivante :

A est un gaz soluble dans le liquide B. au moment
De la dissolution, une réaction chimique irréversible
Du premier ordre a lieu ($A+B \xrightarrow{k} AB$)



- 1) Développer l'équation différentielle qui donne la variation de la concentration de A avec la distance z. préciser toute supposition considérée.
- 2) Si on devait résoudre cette équation quelles sont les conditions limites qui doivent être posé pour ce système ?

Remarque :

Le régime est stationnaire

Exercice 3 : (10 pts)

On considère l'écoulement (T constante) d'un gaz dans un canal à section rectangulaire. On appelle H la hauteur du canal, w sa largeur et L sa longueur (H est supposé petit par rapport à L et w).

En supposant que le fluide est compressible.

- 1) Ecrire l'équation de continuité pour ce système (en régime permanent et transitoire)
- 2) Ecrire l'équation de mouvement de ce système (en régime permanent et transitoire)

NB : préciser clairement toutes suppositions incluses dans le développement des équations

Exercice 1 :

1- L'équation de continuité totale :

$$\left[\begin{array}{c} \text{débit massique} \\ \text{entrant le système} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{débit massique} \\ \text{sortant du système} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{taux de variation de la masse} \\ \text{à l'intérieur du système} \end{array} \right]$$

2- L'équation de continuité individuelle :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Flux molaire du jème composant} \\ \text{entrant dans le système} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Flux molaire du jème composant} \\ \text{sortant du le système} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{taux de formation de mole du jème} \\ \text{composant à partie de réaction chimique} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{taux de variation temporelle du nombre} \\ \text{de mole du jème composant dans le système} \end{array} \right]$$

3- L'équation de l'énergie :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Flux d'énergie interne, cinétique et potentielle} \\ \text{entrant dans le système par convection ou diffusion} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Flux d'énergie interne, cinétique et potentielle} \\ \text{sortant du système par convection ou diffusion} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Chaleur ajoutée au système par} \\ \text{conduction, radiation et réaction} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Travail effectué par le système} \\ \text{sur l'extérieur (shaft work + PV work)} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Taux de variation temporelle de l'énergie interne,} \\ \text{cinétique et potentielle à l'intérieur du système} \end{array} \right]$$

4- L'équation de mouvement

$$\frac{d(Mv_i)}{dt} = \sum_{j=1}^n F_{ji}$$

Exercice 2 :

On applique l'équation de la continuité individuelle par rapport à A :

Taux de variation temporelle = 0

$$-\frac{d(A N_A)}{dz} = k A C_A \quad \text{d'où} \quad -\frac{d(N A)}{dz} = k C_A \quad N_A = -D_A \frac{dC_A}{dz}$$

$$\text{et finalement } \frac{d}{dz} \left(\frac{dC_A}{dz} \right) - \frac{k}{D_A} C_A = 0$$

Les conditions aux limites :

1. À $z=0$ (interface gaz-liquide) : La concentration de A est égale à C_{A0}
2. À $z \rightarrow \infty$: La concentration de A tend vers zéro, $C_A(\infty)=0$.

Exercice 3 :

1) Equation de continuité :

$$-\frac{\partial(\rho v_z A)}{\partial z} dz = \frac{\partial(\rho A dz)}{\partial t}$$

On divise par $A dz$:

- Régime transitoire :

$$-\frac{\partial \rho v_z}{\partial z} = \frac{\partial \rho}{\partial t}$$

- Régime permanent :

$$-\frac{\partial \rho v_z}{\partial z} = 0$$

Cela signifie que le flux de masse est constant le long de z : $\rho v_z = \text{constante}$

2) Equation de mouvement :

$$-\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} dx - \frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} \quad \mu \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial v_z}{\partial x} \right) dx - \frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\partial(\rho v)}{\partial t}$$

En régime permanent :

$$\mu \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial v_z}{\partial x} \right) dx - \frac{\partial P}{\partial z} = 0$$

UNIVERSITE D'OUM EL BOUAGHI
FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES APPLIQUEES
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

Contrôle N°1 de Réacteurs polyphasiques

1^{ère} année master GPC

Le 20/01/2025

Exercice 1

Lors de leur passage dans un réacteur piston, des particules solides sont converties à 80%. Si le processus suit le modèle à *cœur rétrécissant* et si les résistances du film gazeux et de la réaction chimique sont négligeables, déterminer la nouvelle conversion en doublant le volume du réacteur tout en maintenant les mêmes conditions opératoires.

Données:

Processus réactionnel contrôlé par la diffusion à travers la couche de cendres :

$$\frac{t}{\tau} = 1 - 3(1 - X_B)^{2/3} + 2(1 - X_B)$$

Exercice 2

Lors d'une expérience sur l'absorption de l'ammoniac par l'eau dans une colonne à parois mouillées, la valeur de K_y a été évaluée à 2.786×10^{-4} kmol/m².s. Dans un point de l'appareil, la composition des phases gaz et liquide sont respectivement 8 et 0.115 mol% de NH₃. Si en ce point, 85% de la résistance globale au transfert de matière est localisée dans la phase gazeuse et si les solutions ammoniac-eau obéissent à la loi d'Henry avec $m = 1.64$, déterminer :

1/Les coefficients locaux du transfert de matière.

2/Le flux absorbé d'ammoniac et les concentrations interfaciales.

Solution

Exercice 1

On a un processus réactionnel contrôlé par la diffusion à travers la couche de cendres donc:

$$\frac{t}{\tau} = 1 - 3(1 - X_B)^{2/3} + 2(1 - X_B) = 1 - 3(1 - 0.8)^{2/3} + 2(1 - 0.8), \text{ alors } \frac{t}{\tau} = \mathbf{0.374}$$

Si on double le volume du réacteur piston dans lequel ce processus est réalisé, le temps de passage sera le double et la nouvelle conversion sera :

$$\frac{2t}{\tau} = 1 - 3(1 - X'_B)^{2/3} + 2(1 - X'_B)$$

Ainsi la nouvelle conversion sera : $\frac{2t}{\tau} = 1 - 3(1 - X'_B)^{2/3} + 2(1 - X'_B)$

Par remplacement $2(0.374) = 1 - 3(1 - X'_B)^{2/3} + 2(1 - X'_B)$, ce qui donne **$X'_B = 96.5\%$** .

Exercice 2

1/ Pour la phase gaz la résistance est 85% de la résistance totale, alors $k_y = \frac{K_y}{0.85}$ donc

$k_y = 3.28 \times 10^{-4} \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}$. De l'équation $\frac{m}{k_x} = \frac{1}{K_y} - \frac{1}{k_y} = \frac{0.15}{K_y}$, d'où $k_x = \frac{mK_y}{0.15} =$

$$\frac{1.64 \times 2.786 \times 10^{-4}}{0.15} \Rightarrow \mathbf{k_x = 3.05 \times 10^{-3} \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}}$$

2/ Afin d'estimer le flux absorbé d'ammoniac en ce point particulier, on utilise $y_A^* = mx_{A,L} = 1.64 \times 1.15 \times 10^{-3} = 1.886 \times 10^{-3}$

Le flux est donné par : $N_A = 2.768 \times 10^{-4} (0.080 - 1.866 \times 10^{-3}) \rightarrow \mathbf{N_A = 2.18 \times 10^{-5} \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}}$

3/ Le calcul de la concentration interfaciale de la phase gaz est : $y_{A,i} = y_{A,G} - \frac{N_A}{k_y} = 0.080 -$

$$\frac{2.18 \times 10^{-5}}{3.28 \times 10^{-4}} \Rightarrow \mathbf{y_{A,i} = 0.01362}$$

Du moment que les concentrations interfaciales sont sur la droite d'équilibre, $x_{A,i} = \frac{y_{A,i}}{m} =$

$$\frac{0.01362}{1.64} \Rightarrow \mathbf{x_{A,i} = 8.305 \times 10^{-3}}$$

Question 1 (6 points)

1. Give the definition for the following statements:

Regulations (with example): In simple terms, a regulation is a set of rules outlined by the government that must be followed as a minimum standard. A regulation is enforceable by law, so as workers, following regulations is mandatory (0, 50)

Example: Common examples of regulation include limits on environmental pollution, laws against child labor or other employment regulations. (0, 50)

Regulatory texts: (1.00)

Standard (with example): outline minimum industry practices that assist professionals with establishing and progressing best practices for work at height, but are not legally binding. Standards are intended to have a balanced representation of key industry stakeholders, such as government regulators, equipment manufactures, and practitioners. (0, 50)

Example: Management System Standards (examples: ISO 9000 and ISO 14000 Quality and Environmental Management Systems) (0, 50)

Certification: Procedure by which an approved body external to a company gives written assurance that a product, process or service conforms to specified requirements. (0, 50)

ISO: The International Organization for Standardization (ISO) is an international nongovernmental organization made up of national standards bodies that develops and publishes a wide range of proprietary, industrial, and commercial standards.

The International Organization for Standardization (ISO) was founded in 1947 and is headquartered in Geneva, Switzerland. (0, 50)

AFNOR: French Association of Standardization (0, 50)

The role of AFNOR: Identification of needs, Development of strategies.... (0, 50)

Coordination of programmes, Participation in European and global systems

COFRAC : French Accreditation committee (0, 25)

ISO 9000: Quality Management. (0, 25)

ISO 26000: Social Responsibility.... (0, 25)

ISO 3166: Country Codes.... (0, 25)

Question 2 (10 points)

What are the different types of standards (with detail)? (1, 50)

- Basic standards concern terminology, metrology, statistics, signs and symbols
- Methodology standards enable the development of guides or guidelines.
- Specification standards set the characteristics product.

2. What are the principal of standardization (with detail)? (4, 00)

- **Inclusiveness** – have application in all spheres, directions and levels of the economy and social life of the people;
- **Systematization** – perform the activity by creating consistency, complexity, dynamism, systematic approach of the raw materials to the finished product;
- **General Agreement** – compliance with the interests of consumers, manufacturers, suppliers and takes place for the general benefit, and with participation of all countries;
- **Dynamic** – the standards are updated periodically, update and comply with the latest scientific developments in the field of research;

3. What are the characteristics of normative documents? (1.50)

Rules, guidelines, features, Consensus between all stakeholders, Established by a recognized standardization organization, Voluntary application

What is the importance of international standards? (2.00)

What are the Benefits of Product Certification? (1, 00)

Question 3 (4 points)

1. Give a short description of the: "Algerian Institute for Standardization (IANOR)". (2.00).

The Algerian Institute of Standardization (IANOR) was established as a public industrial and commercial establishment (EPIC) by Executive Decree No. 98-69 of February 21, 1998, amended and supplemented by Executive Decree Executive Decree No. 11-20 of January 25,

It is responsible for:

1. The development, publication and dissemination of Algerian standards.
2. The centralization and coordination of all standardization work.
3. The conservation and provision of all documentation or information relating to standardization.

Typical correction -Regulations and Standards

4. The application of international conventions and agreements in the fields of standardization to which Algeria is a party.

2. What are the stages of developing standards according to ISO? (2.00)

Identification of a need, Drafting a preliminary draft / project, Consensus between interested parties, Validation (probationary investigation: 2 months), Approval by the DG of AFNOR, Publication of the approved standard (NF).

- $g_1: f_{aux} \rightarrow a \in]-2, 2[$
 $g_2: f_{aux} \rightarrow f'(n_a) \cdot f'(n_b) < 0$ laecante
 $g_3: f_{aux} \rightarrow$ le point $(1, 1)$ est un minimum.
 $g_4: f_{aux} \rightarrow$ " $(1, 1)$ est point selle.

$1,25 \times 4$

Exo 1: $R'(P) = -36P + 108$, $R''(P) = -36 < 0$ donc la fonction $R(P)$ est concave (max)

② a) Méthode d'intervalles égaux: $1,5 \quad 2,5 \quad 3,5 \quad 4,5$
 $R(2,5) = 67,5$ donc la solution est entre $[2,5, 3,5]$
 $R(3,5) = 67,5$

③ Méthode de la dichotomie: $\epsilon = 0,2$ $x_1 = 2,95$ et $x_2 = 3,05 \Rightarrow$
 $R(2,95) = 71,955$ donc la solution est entre $[2,95, 3,05]$
 $R(3,05) = 71,955$

④ Nombre d'itération: $n_{\text{te}} = 11$ itérations, $n_{\text{di}} = 7$ itérations.

Solution Exo 2: $f(x) = (1-x)^4$, $x_1 = 0$, $x_2 = 0,5$, $x_3 = 2$.

$$x^* = \frac{1}{2} \times \left(\frac{(x_2^2 - x_3^2)f(x_1) + (x_3^2 - x_1^2)f(x_2) + (x_1^2 - x_2^2)f(x_3)}{(x_2 - x_3)f(x_1) + (x_3 - x_1)f(x_2) + (x_1 - x_2)f(x_3)} \right)$$

$f(x_1) = 1$
 $f(x_2) = 0,0625$
 $f(x_3) = 1$

$\Rightarrow x^* = 1$ et $f'(x^*) = 0$.

Solution d'exo 3:

Profit (bénéfice) = Prix de vente - [Coût de production + Coût de la publicité et le développement]

$g(x, y) = (y - 3) \cdot (300 + 6\sqrt{x} - 10y) - x - 3000$

$g(x, y) = \left(\frac{3(y-3)}{\sqrt{x}} - 1 \right) \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ 2) Point stationnaire $(x_0, y_0) = (164025, 138)$

$H(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{-3 \cdot (y-3)}{2x^{3/2}} & \frac{3}{\sqrt{x}} \\ \frac{3}{\sqrt{x}} & -20 \end{bmatrix}$ $\Rightarrow H(x_0, y_0) = \begin{bmatrix} -3,048 \cdot 10^{-6} & +4,07 \cdot 10^{-3} \\ 7,67 \cdot 10^{-3} & -20 \end{bmatrix}$

Les éléments de la diagonale sont négatifs.

$\lambda_1 = -3,048 \cdot 10^{-6} < 0$ $H(x_0, y_0)$ est négative définie et $g(x, y)$ est concave et

$\lambda_2 = H(x_0, y_0) = 6,096 \cdot 10^{-6} > 0$ le point stationnaire est un maximum.

$g(x_0, y_0) = 15225$ euros.

Partie GCM: $(0,75 \times 8)$

g1 a ✓ b ✓ c ✓	g3 a ✓ b ✓ c ✓	g5 a ✓ b ✓ c ✓	g7 a ✓ b ✓ c ✓	g8 a ✓ b ✓ c ✓
g2 a ✓ b ✓ c ✓	g4 a ✓ b ✓ c ✓	g6 a ✓ b ✓ c ✓		

Problème:

Partie I

- ① $a_0 = 48,727$, $a_1 = -0,725$, $a_2 = 1,550$, $a_3 = 1,250$, $a_4 = -0,050$, $a_5 = 1,250$, $a_6 = -2,250$, $a_7 = 0,075$
 $y_1 = 42,675$, $y_2 = 38,825$, $y_3 = 51,025$, $y_4 = 46,975$, $y_5 = 53,025$, $y_6 = 54,175$, $y_7 = 51,075$, $y_8 = 52,175$
 $\varepsilon_i = 0,075$ et $\varepsilon_i^2 = 5,625 \cdot 10^{-3}$ $(0,25 \times 8)$
 $S^2 = 0,045$, $S_i^2 = 5,625 \cdot 10^{-3}$, $S = 0,212$, $t_i = \frac{|\text{tail}|}{S}$ $(0,25 \times 3)$
 $t_0 = 649,667 \rightarrow S$, $t_1 = 9,667 \rightarrow NS$, $t_2 = 29,667 \rightarrow S$, $t_3 = 51,333 \rightarrow S$, $t_4 = 0,667 \rightarrow NS$,
 $t_{13} = 16,667 \rightarrow S$, $t_{23} = 34,333 \rightarrow S$ $204_{\text{mod}} = 48,725 + 1,55B + 3,85C + 1,25A - 2,575B$ $(0,25 \times 7)$
② $A = 10 \rightarrow \text{code}$ $A = 0$, $B = 75 \rightarrow \text{code}$ $B = 0,208$, $C = 221 \rightarrow \text{code}$ $C = 0,265$. $204_{\text{mod}} = 49,9275$ $(0,25 \times 4)$
③ $a_0 = [47,7720, 49,6780]$, $a_1 = [-1,6780, 0,2280]$, $a_2 = [0,9970, 2,5030]$, $a_3 = [2,8970, 4,8030]$,
 $a_{12} = [-1,0030, 0,9030]$, $a_{13} = [0,9970, 2,2030]$, $a_{23} = [-3,5880, -1,6220]$ $(0,25 \times 7)$
ANOVA: $SCE = 208,5825$, $SCER = 0,045$, $STCE = 208,6275$ $(0,25)$
 $CML = 34,76335$, $CMR = 0,045$, $CHT = 29,10 \rightarrow F_{02} = 772,528$ $F_{01} = (254)$ $(0,25 \times 2)$
on accepte l'hypothèse de la linéarité du modèle, $R^2 = 99988$, $R_{\text{adj}}^2 = 99985$ $(0,25)$
④ $0,2, 0,65, 0,77, 0,86, 0,92, 0,94, 0,95, 0,97, 0,99$, $\bar{x} = 0,8056$, $V = 0,063569$.
 $\delta = 0,25213$, $R_1 = 0,5696$, $R_n = 0,0253$. $L_1 = 0,564$ et $L_5 = 0,672$ $(0,25)$
Donc x_n est une valeur aberrante, donc δ $(0,25)$
 $\rightarrow 0,65, 0,77, 0,86, 0,92, 0,94, 0,95, 0,97, 0,99$ $(0,25)$
 $\bar{x} = 0,88125$, $V = 0,01367$, $\sigma = 0,11692$ $(0,25)$
 $R_1 = 0,353$, $R_n = 0,059$ et $L_1 = 0,08$ et $L_5 = 0,777$. $(0,25)$