



Concours d'Accès à la formation de Troisième Cycle, au titre de l'Année
Universitaire 2022-2023

Filière	Génie des Procédés	هندسة الطرائق		الشعبة
Spécialité	Toutes les spécialités	كل التخصصات		الاختصاص
Epreuve Commune	Techniques d'analyse			إمتحان في المادة المشتركة
Durée	ساعة و نصف	المدة	Coefficient	المعامل
Date	02/02/2023	التاريخ	Heure:	التوقيت
Variante: 2		00	13:00 - 14:30	الخيار رقم

Exercice 1 :

Les caractéristiques d'une colonne chromatographique sont les suivantes :

Longueur de remplissage de la colonne, $L=24.7$ cm,

Vitesse d'écoulement de la phase mobile, $D=0.313$ ml/min,

Volume de la phase mobile, $V_M=1.37$ ml,

Volume de la phase stationnaire, $V_s=0.164$ mL

Les espèces B, C et D ont été séparées par chromatographie en phase liquide en utilisant la colonne précédente. Les grandeurs de rétention suivantes ont été obtenues :

- t_M (temps mort de l'espèce non retenue) = 3.1 min

Pour l'espèce B : t_R (temps de rétention) = 13.3 min, largeur de la base du pic $W=1.07$ min

Pour l'espèce C : t_R (temps de rétention) = 14.1 min, largeur de la base du pic $W=1.16$ min

Pour l'espèce D : t_R (temps de rétention) = 21.6 min, largeur de la base du pic $W=1.72$ min

A/ Donner les définitions de grandeurs chromatographiques suivantes:

1/ Le rapport de distribution K du soluté entre la phase mobile et la phase stationnaire (équation de NERNST).

2/ Facteur de capacité ou facteur de rétention

3/ Facteur de sélectivité ou de séparation

4/ de R , N , α et K de l'équation fondamentale de PURNELL en chromatographie :

$$R = \frac{1}{4} \times \sqrt{N} \times \left[\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right] \times \left[\frac{K}{1 + K} \right]$$

B/ Calculer les grandeurs suivantes à partir des données de l'exercice

- le facteur de capacité des espèces C et D
- le coefficient de distribution des espèces C et D
- la résolution R pour les espèces (C et B) et (C et D) (quelle est la meilleure résolution et dites pourquoi.
- le facteur de sélectivité pour les espèces C et D
- Le nombre de plateaux théoriques N pour les pics C et D et la valeur moyenne
- La hauteur équivalente à un plateau théorique H sachant que :

$$N(\text{nombre de plateaux théoriques}) = \frac{t_R^2}{\sigma^2}; (\sigma: \text{ecart-type})$$

$$H(H.E.P.T) = \frac{L}{N}$$

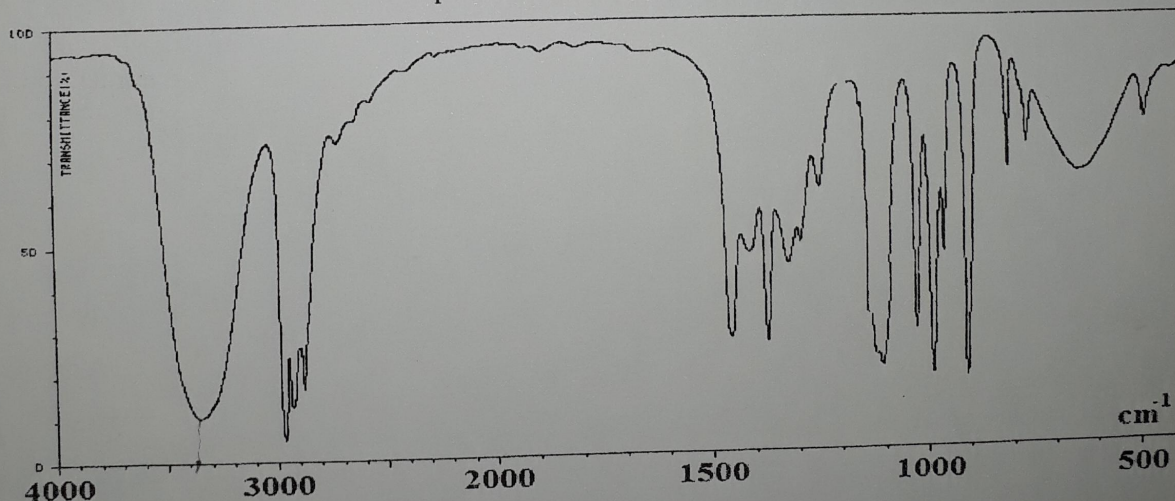
Exercice 2

- 1- Identifier l'espèce chimique **pure (A)**, s'agit-il du 1-butanol, du 2-butanol ou de l'isobutanol ? **Justifier** votre réponse par les absorptions les plus explicites du spectre IR ci-après.
- 2- Montrer les vibrations de **déformation** les plus importantes, dans le spectre **IR**, pour le groupement méthylène **CH₂** et attribuer les nombres d'onde $\bar{\nu}$ aux vibrations de déformation symétriques et asymétriques.
- 3- Rappeler l'expression de la masse réduite (μ) du système responsable de l'absorption à $\bar{\nu} = 3360 \text{ cm}^{-1}$ et calculer μ , en **kg**, pour ce système.
- 4- Exprimer en **eV** et en **kJ/mole** les énergies correspondantes.
- 5- Ecrire la loi de Hooke donnant la fréquence d'un oscillateur simple.
- 6- Déterminer la valeur de k_A , en exprimant son unité par **Newton (N)** et **mètre (m)**, de la liaison responsable de la vibration à 3360 cm^{-1} .
- 7- La dilution de l'espèce **A** par le **CCl₄** donne un spectre d'une allure différente à celui du spectre de **A pur**. Situer ces différences et expliquer brièvement pourquoi.
- 8- La déshydratation de **A** conduit au produit **B** et des modifications importantes sont observées sur le spectre **IR** de **A**: disparition de **02** bandes de vibration de valence, alors que dans le spectre de **B**: apparition de **02** bandes de vibration de valence.

Discuter les bandes disparues dans **A** et celles apparues dans **B** en donnant les absorptions des bandes de vibrations les plus marquantes.

Données : $N \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

Spectre IR de l'espèce chimique A





Concours d'Accès à la formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2022-2023

Filière	Génie des Procédés		هندسة الطرائق		الشعبة
Spécialité	Génie Chimique		هندسة كيميائية		الاختصاص
Epreuve	Calcul de réacteurs, Opérations unitaires et Transfert thermique et Echangeurs chaleur				إمتحان في مادة
Durée	ساعتان	المدة	Coefficient	03	المعامل
Date	02/02/2023	التاريخ	Heure:	15:00-17:00	التوقيت
Variante :			02	الخيار رقم	

Exercice 1

On injecte brusquement du sel à l'entrée d'un réacteur continu et on relève en fonction du temps la concentration en sel en sortie par conductimétrie :

t [min]	0	5	10	15	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
C [g/L]	0	0	0	0	20	12	7,5	4,5	2,7	1,5	1	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0

- 1) Calculer le temps de séjour moyen.
- 2) Déterminer les paramètres du modèle associant en série un réacteur parfaitement agité et un réacteur piston. Pourquoi l'allure de la DTS, pouvait-elle faire penser à un tel modèle ?
- 3) Calculer la concentration de réactif non converti en sortie de l'ensemble de ces deux réacteurs pour la réaction $A \rightarrow B$ du second ordre par rapport au réactif
Données : la constante de vitesse $k = 0,1 \text{ L g}^{-1} \text{ min}^{-1}$; concentration en A dans le flux d'entrée $CA_0 = 100 \text{ g/L}$
Que devient cette concentration si on inverse le sens des réacteurs (piston puis RPA) ?
La DTS est-elle changée pour autant ?

Exercice 2

Soit la réaction catalytique en phase gazeuse : $A \rightarrow B$

qui se déroule en présence des particules de catalyseurs poreux et sphériques. La vitesse de disparition apparente en réactif A, ramenée par unité de masse du grain, s'écrit :

$$(-r_A) = 0.18 C_A \quad (\text{kmol/kg.h}) \quad ; \quad C_A \text{ en kmol/m}^3$$

On suppose que la concentration et la température au cœur du mélange réactionnel sont données par $C_{Ab} = 0.2 \text{ kmol/m}^3$ et $T_b = 300^\circ\text{C}$.

1. Calculer le module de Thiele (ϕ).
2. Calculer le facteur d'efficacité (η) et préciser le régime de la réaction.
3. Calculer la variation de concentration dans la couche limite $(\Delta C_A)_{ext}$.
4. Calculer la concentration en réactif A à l'intérieur du grain à une position $r=R/2$ et déterminer le flux de matière à cette position.
5. Calculer la variation de température maximale $(\Delta T_{max})_{int}$ à l'intérieur du grain.
6. Calculer la variation de température dans le film $(\Delta T)_{ext}$ (couche limite).
7. Quelle conclusion peut-on tirer.

Données : D_{Ae} (coefficient de diffusion effective de A) $= 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{h}$;
 ρ_p (masse volumique de la particule) $= 1500 \text{ Kg/m}^3$; k_A (constante de transfert de matière) $= 150 \text{ m/h}$;
 d_p (diamètre de la particule) $= 2.5 \text{ mm}$; λ_e (conductivité thermique de la particule) $= 1.5 \text{ kcal/h.m.K}$; ΔH_r (enthalpie de la réaction) $= -150 \text{ Kcal/mol}$; h (coefficient de transfert de chaleur) $= 450 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h.K}$.



Concours d'Accès à la formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2022-2023

Filière	Génie des Procédés	هندسة الطرائق	الشعبة
Spécialité	Génie Chimique	هندسة كيميائية	الاختصاص
Epreuve	Calcul de réacteurs, Opérations unitaires et Transfert thermique et Echangeurs chaleur		إمتحان في مادة
Durée	ساعتان	المدة	المعامل
Date	02/02/2023	التاريخ	التوقيت
Variante:		02	الخيار رقم

Exercice 1

Un matériau humide de dimensions 1 m x 0,6 m x 7,5 cm d'épaisseur, pesant 5 kg contient à l'origine 50 % d'humidité sur une base humide. L'humidité d'équilibre est de 5 % sur une base humide. Au contact de l'air, les données cinétiques de séchage est donnée dans le tableau en-dessous.

Le séchage s'effectue sur une seule face

Questions :

- (i) Tracer la courbe du flux de séchage N (kg/hr.m²) vs l'humidité absolue X (kg eau/kg solide sec)
(ii) Combien de temps faudra-t-il pour sécher ce matériau à 15 % d'humidité sur une base humide ?

Données de séchage :

Masse du solide humide m_H , (kg)	5.0	4.0	3.6	3.5	3.4	3.06	2.85
Flux de séchage N , (kg/hr.m ²)	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	2.00	1.00

Exercice 2

5000 moles/h d'un mélange benzène-toluène de titre molaire 0,4 en benzène est séparé dans une colonne à distiller. On désire obtenir un distillat D de titre molaire 0,95 et un résidu W de titre molaire 0,97 en toluène. L'ordonnée à l'origine de la droite de concentration est de 0.19 et l'équation de la droite d'puisement est sous forme de :

$$y_m' = 1.2 x_{m'+1} - 0.06$$

La volatilité relative est de 2.46

Déterminer :

- 1- La nature de l'état d'alimentation.
- 2- Le nombre de plateaux théoriques.
- 3- Le taux de reflux graphiquement.

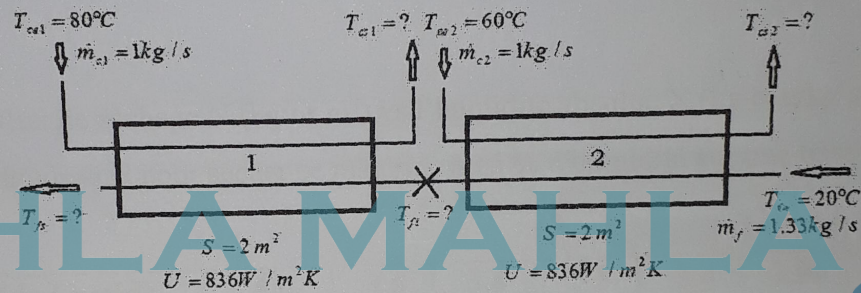


Concours d'Accès à la formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2022-2023

Filière	Génie des Procédés	هندسة الطرائق	الشعبة
Spécialité	Génie Chimique	هندسة كيميائية	الاختصاص
Epreuve	Calcul de réacteurs, Opérations unitaires et Transfert thermique et Echangeurs chaleur		إمتحان في مادة
Durée	ساعات	المدة	المعامل
Date	02/02/2023	التاريخ	التوقيت
Variante:		02	الخيار رقم

Enoncé

On considère deux échangeurs thermiques identiques disposés comme indiqué sur la figure ci-dessous.



La surface et le coefficient d'échange de chaleur global de chaque échangeur sont $S = 2 \text{ m}^2$ et $U = 836 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ respectivement. De l'eau chaude, ayant une chaleur spécifique $c_c = 4180 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$, entre dans le premier échangeur avec une température $T_{ce1} = 80^\circ \text{C}$ et un débit massique $\dot{m}_{c1} = 1 \text{ kg / s}$. Cette eau ressort du premier échangeur avec une température T_{cs1} . Un deuxième courant d'eau chaude, ayant une chaleur spécifique $c_c = 4180 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$, entre dans le deuxième échangeur avec une température $T_{ce2} = 60^\circ \text{C}$ et un débit massique $\dot{m}_{c2} = 1 \text{ kg / s}$. Ce deuxième courant d'eau sort du deuxième échangeur avec une température T_{cs2} . Ces deux courants d'eau chaude sont refroidis par de l'eau, chaleur spécifique $c_f = 4180 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$, dont la température d'entrée dans le second échangeur est $T_{fe} = 20^\circ \text{C}$ et la température de sortie du premier échangeur est T_{fs} . On notera T_{fi} la température de sortie, de l'eau froide, du second échangeur et qui est la température d'entrée dans le premier échangeur. Le débit massique de ce courant d'eau froid est $\dot{m}_f = 1.33 \text{ kg / s}$.

- 1- Calculer les débits calorifiques, $\dot{q}_{c1} = \dot{q}_{c2}$ et \dot{q}_f , des deux fluides.
- 2- Calculer le NUT de ces deux échangeurs
- 3- En déduire alors la valeur de l'efficacité de l'échangeur 2. On donne :

$$\eta = \frac{1 - \exp \left\{ - \left(1 - \frac{\dot{q}_{\min}}{\dot{q}_{\max}} \right) NUT \right\}}{1 - \frac{\dot{q}_{\min}}{\dot{q}_{\max}} \exp \left\{ - \left(1 - \frac{\dot{q}_{\min}}{\dot{q}_{\max}} \right) NUT \right\}}$$

- 4- Donner l'expression des deux efficacités η_1 et η_2 des deux échangeurs en fonction des températures appropriées.
- 5- De l'expression η_2 de l'efficacité obtenue dans la question 4 ci-dessus, calculer la valeur de T_{cs2} . Quelle est alors la valeur de T_{fi} ?
- 6- Calculer la valeur de l'efficacité de l'échangeur 1
- 7- De l'expression η_1 de l'efficacité obtenue dans la question 4 ci-dessus, calculer la valeur de T_{cs1} . Quelle est alors la valeur de T_{fs} ?
- 8- Quel est le flux de chaleur total échangé dans les deux échangeurs ?

SAHLA MAHLA

المصدر الاول للطالب الجزائري

