



مسابقة الدخول لدكتوراه الطور الثالث، ل م د 2021/2020
Concours d'accès au doctorat 3^e cycle, LMD2020/2021

Spécialité :	هندسة كيميائية، هندسة صيدلانية وهندسة المحيط			الإختصاص:
Variante :	01	الخيار رقم:		
Epreuve :	Opérations Unitaires			اختبار:
Durée :	ساعة ونصف	المدة:	Coefficient :	01
Date :	27/03/2021	التاريخ:	Heure :	14:30-13:00

Exercice :

Les pressions de vapeur du toluène et l'éthyle benzène sont données par l'équation suivante :

$$\ln P(\text{mmHg}) = A - \frac{B}{C + T(K)}$$

Avec A, B et C des constantes données dans le tableau suivant :

	A	B	C
Toluène	16.01364	3096.516	-53.668
L'éthyle benzène	16.01951	3279.456	-59.944

- 1) Calculer à 760mmHg la température d'ébullition du toluène et de l'éthyle de benzène ;
- 2) Calculer à 760mmHg la température d'ébullition d'un mélange équimolaire toluène/éthyle benzène.

Problème :

Un courant de **1000 kg/h** d'un mélange aqueux contient **50%** massique de pyridine. On souhaite récupérer la pyridine de ce mélange en utilisant le chlorobenzène comme solvant pur dans un procédé d'extraction à contre-courant. On souhaite récupérer un raffinat ne contenant plus que **2%** de pyridine.

- a) Déterminer le débit minimum de solvant à utiliser en expliquant votre démarche.
- b) Si on utilise un débit de solvant de **1000 kg/h**, déterminer le nombre de plateaux nécessaire à cette séparation.

Les données d'équilibre (% massique) sont présentées dans le tableau suivant :

Phase riche en Eau			Phase riche en chlorobenzène		
Eau	pyridine	chlorobenzène	Eau	pyridine	chlorobenzène
99.92	0	0.08	0.05	0	99.95
94.82	5.02	0.16	0.67	11.05	88.28
88.71	11.05	0.24	1.15	18.95	79.90
80.72	18.90	0.38	1.26	24.10	74.28
73.92	25.50	0.58	2.25	28.60	69.15
62.05	36.10	1.85	2.87	31.55	65.58
50.87	44.95	4.18	3.95	35.05	61.00
37.90	53.20	8.90	6.40	40.60	53.00
13.20	49.00	37.80	13.20	49.00	37.80

Exo

Distillation

1) Température d'ébullition du Toluène et l'éthyle benzène

$$\ln P = A - \frac{B}{C + T} \Rightarrow T = \frac{B}{A - \ln P} - C$$

AN

$$T_{eb}^{\text{Toluène}} = 383,776 \text{ K} \quad (02 \text{ pts})$$

$$T_{eb}^{\text{Ethyl benzène}} = 409,335 \text{ K} \quad (02 \text{ pts})$$

2) Température d'ébullition d'un mélange équimolaire

on a: $P_{\text{toluène}}^0 \cdot X_{\text{toluène}} + P_{\text{EB}}^0 \cdot X_{\text{EB}} = 760$

Donc:

$$760 = \left[\exp \left[A_{\text{toluène}} - \frac{B_{\text{toluène}}}{C_{\text{toluène}} + T_{eb}} \right] \times 0,5 + \exp \left[A_{\text{EB}} - \frac{B_{\text{EB}}}{C_{\text{EB}} + T_{eb}} \right] \right]$$
$$T_{eb} \in [383,776 - 409,335] \quad T_{i} = \frac{T_{\text{toluène}} + T_{\text{EB}}}{2}$$

$$T_{i(1)} = 396,55 \text{ K} \rightarrow 730 \text{ mmHg}$$

$$T_{i(2)} = 395 \text{ K} \rightarrow 771,62 \text{ mmHg}$$

$$T_{i(3)} = 394 \text{ K} \rightarrow 750,67 \text{ mmHg}$$

$$T_{i(4)} = 394,5 \text{ K} \rightarrow 761,09 \text{ mmHg}$$

$$T_{i(5)} = 394,45 \text{ K} \rightarrow 760,04 \text{ mmHg}$$

Alors $T_{eb}^{\text{mélange}} = 394,45 \text{ K} \quad (04 \text{ pts})$

Problème

Corrigé type de l'épreuve : opérations Unitaires

Extraction par solvant

2) Détermination S_{min}

- trace l'isotherme d'équilibre (02pts)
- On trace $(R\bar{E})_{max}$ qui passe par F (méthode essai-erreur)

on trouve que $\begin{cases} x_{BR} = 0,48 \\ x_{BE} = 0,37 \end{cases}$ (02pts)

l'intersection de $R_n \bar{E}_{max}$ et $\bar{F}S$ donne x_M^{min}

$x_M^{min} \approx 0,28$ (01pts)

Rq:

$x_M^{min} = [0,97 - 0,295]$

→ par Bilan de matière :

$$\begin{cases} F + S_{min} = M \\ F x_F + S y_{BS} = M x_{BM}^{min} \end{cases} \Rightarrow F x_F = (F + S_{min}) x_{BM}^{min}$$

$$S_{min} = \frac{F x_F}{x_{BM}^{min}} - F$$

$\frac{R_1}{2}$

$S_{min} = [850 - 6] \text{ Kg}$

AN :

$S_{min} = 785 \text{ Kg/h}$ (02pts)

Détermination de nombre d'étages :

Calculer la valeur de x_{BM} quand $S = 1000 \text{ Kg/S}$

↳ BM on trouve que $x_{BM} = 0,25$ (01pt)

Construction des pôles P

↳ L'intersection de $(R_n x_{BM})$ et $(\bar{F}S)$ donne E_1

↳ L'intersection de $(\bar{E}_1 F)$ et $(R_n S)$ donne le pôle P

On considère le point E_1 , on trouve R_1 (on utilise la courbe de partage)

on trace $R_1 P$ qui coupe le diagramme d'équilibre en E_2

On continue comme en (3) : canodale par E_2 qui donne R_2 , on rejoint le P et on trouve E_3 ... (04pts)

finalment on trouve le nombre d'étage $n \approx 3$

Double & misc. 11
 (papers)
 $\frac{1}{100} = 0.01$
 $\frac{1}{1000} = 0.001$

No 3 change

