

EXERCICE N°01

On envisage de procéder au lavage d'air contenant de l'ammoniac au moyen d'une colonne à garnissage opérant à contre-courant. On utilise comme solvant de l'eau pure.

- L'opération a lieu à 20°C et sous pression atmosphérique, dans des conditions isothermes.
- Le débit volumique d'air chargé en ammoniac est de $750 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (dans les CNPT, 0°C, 1 atm), son titre molaire en NH₃ est de 8%.
- L'air lavé doit contenir 0.2% d'ammoniac.
- Le débit massique d'eau pure d'alimentation est $600 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$.
- L'air est supposé insoluble dans l'eau.

1°) Etablir les bilans de matière globaux et sur le soluté en $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ et en $\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$.

2°) A partir du tableau joint, tracer la courbe d'équilibre à 20°C en coordonnées rapports molaires.

3°) Déterminer le nombre d'étages théoriques nécessaire par la méthode de Mac Cabe et Thiele.

4°) Quel serait le nombre d'étages nécessaires à 10°C (éventuellement à 30 et 40°C).

Solubilité de NH ₃ dans l'eau en fonction de la pression partielle en NH ₃ (mmHg) et de la température					
Solubilité de NH ₃ g d'NH ₃ /100g d'eau	P _{NH₃} 0°C	P _{NH₃} 10°C	P _{NH₃} 20°C	P _{NH₃} 30°C	P _{NH₃} 40°C
100	947				
80	636	987	1450		3300
70	500	780	1170		3130
60	380	600	945		2760
50	275	439	686		1520
40	190	301	470	719	1065
30	119	190	298	454	692
25	89.5	144	227	352	534
20	64	103.5	166	260	395
15	42.7	70.1	114	179	273
10	25.1	41.8	69.6	110	167
7.5	17.7	29.9	50	79.7	120
5	11.2	19.1	31.7	51	76.5
4		51	24.9	40.1	60.8
3		11.3	18.2	29.6	45
2		7	12	19.3	30
1		3	6		15.4

EXERCICE N°02

Un flux de méthane contenant 5% en volume de CO_2 est lavé à l'eau sous une pression totale de 50 atm. Le gaz lavé a une teneur résiduelle en CO_2 de 0.1% en volume, tandis que l'eau sortante contient 0.25% poids de CO_2 .

1°) Déterminer pour 1000 kg.h⁻¹ de charge le débit d'eau utilisé.

2°) Déterminer le nombre d'étages théoriques de la colonne d'absorption utilisée.

Données:

La solubilité du CO_2 dans l'eau à 25°C sous 1 atm est de 0.145g de CO_2 pour 100g d'eau.

- On admet que le CO_2 suit la loi de Henry dans le domaine d'étude.
- On pourra faire l'approximation des faibles teneurs en soluté dans les deux phases.
- On néglige la solubilité du méthane dans l'eau.
- $M_{\text{CO}_2}=44 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_{\text{CH}_4}=16 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE N°03

On souhaite récupérer l'acétone d'un flux gazeux constitué de 14.787kmol.h⁻¹ d'acétone et 9.858 kmol.h⁻¹ d'inertes.

- Ce flux est traité dans une colonne d'absorption à plateaux par de l'acide acétique pur fonctionnant à 2 atmosphères.
- Les inertes sont supposés insolubles dans l'acide acétique.
- Le taux d'absorption de l'acétone désiré est 98%.

1°) Déterminer le rapport molaire minimal acide acétique/inertes pour réaliser cette absorption.

2°) Déterminer les débits molaires et compositions de tous les courants de matière pour un débit de solvant correspondant à 1,1 fois le débit molaire minimal.

3°) Déterminer le nombre de plateaux théoriques, et le nombre de plateaux réels sachant que leur efficacité est 40%.

Données: Solubilité de l'acétone dans l'acide acétique, à la température et à la pression de la colonne, exprimées en titre molaires:

x (%)	4	5	8	10	13	15	18	20	23	25	28	30	33
y (%)	0.2	0.5	1.0	1.2	4.3	7.5	18.0	27.0	36.7	42	49.5	53.6	59

EXERCICE N°04

Un gaz soluble est absorbé dans de l'eau dans une colonne à garnissage, l'équilibre est donné par la relation suivante $y = 0,06 \cdot x$.

Les conditions aux extrémités de la colonne sont : En tête: $x_e = 0$ et $y_s = 0,001$, en bas $x_s = 0,08$ et $y_e = 0,009$.

- 1) Si les hauteurs d'unités de transfert locales coté gaz et coté liquide sont respectivement égales à $h_{utG} = 0,36$ m et $h_{utL} = 0,24$ m, quelle est la hauteur de l'unité de transfert globale de la colonne garnie ?
- 2) Déterminer le nombre d'unités de transfert par les deux méthodes graphique et analytique
- 3) Calculer la hauteur de la colonne.

EXERCICE N°05 (devoir à domicile obligatoire)

Un soluté A est récupéré par un solvant à partir d'un gaz porteur inerte (B). Le gaz rentre dans l'absorbeur avec un débit de 500 Kmol / h et une teneur en A de 0,3 molaire et quitte l'absorbeur à une teneur de 0,01 molaire.

Le solvant rentre dans l'absorbeur avec un débit de 1500 Kmol/h et une teneur de 0,001 molaire en A.

On considère que le gaz est insoluble dans le solvant et le solvant est non volatil.

- 1- Etablir les équations de bilan de matière (global et partiel).
- 2- Déterminer le débit du gaz sortant du haut de la colonne
- 3- Déterminer le débit du liquide sortant du bas de la colonne ainsi que la fraction molaire du soluté A dans le liquide sortant.
- 4- Déterminer le débit du soluté A dans le gaz épuré.
- 5- Déterminer le débit du soluté A éliminé lors de cette opération.
- 6- Déterminer le taux de soluté non absorbé.

Responsable du module :

Mme N. DRICI