

Examen de Génie des Séparations

Durée : 1h30

Exercice N°1 (10 Pt)

1/- partie 01 (05Pt) :

- L' air à 20°C ayant une humidité absolue égale à 10 g d'eau par kg d'air sec. Placer le point correspondant sur le diagramme de l'air humide. Déterminer son humidité relative ϵ , son enthalpie H et son température rosée Θ_r . (Nommer cette point sur le diagramme **A**)
- l'air saturé à 30°C. Placer le point correspondant sur le diagramme de l'air humide. Déterminer son humidité absolue et son enthalpie H, son température sèche. (Nommer cette point sur le diagramme **B**)
- cet air est refroidit de 30 à 5°C. Calculer la masse d'eau condensée.

2/-partie 02 (05Pt) : Grâce au diagramme de l'air humide, Compléter le tableau suivant :

Points	Θ_s en [°C]	Θ_h en [°C]	Θ_r en [°C]	HR en %	h en Kcal/kgas	r en Kg/kgas
M1	32	19				
M2		34.5		50		
M3	25		25			
M4	30					0.0077
M5			40	100		

Exercice N° 2 (10 Pt) :

Un cristalliseur est alimenté par 2870 kg.h⁻¹ d'une solution aqueuse de sulfate ferreux saturée à 50°C. Il produit par refroidissement à 20°C du sulfate ferreux heptahydraté, (FeSO₄, 7H₂O). La solution d'alimentation à 50°C est introduite directement dans le cristalliseur, et se refroidit par contact avec la masse cristallisant à 20°C.

- 1- Calculer le titre massique des solutions saturée à 50°C, et saturée à 20°C.
- 2- Calculer le titre massique des cristaux hepta-hydratés.
- 3- Déterminer les débits massiques des phases sortant du cristalliseur.

- 4- Représenter les débits et les titres massiques obtenus avec les notations usuelles et les valeurs numériques sur un schéma de principe clair.
- 5- Calculer le rendement du cristalliseur.

Données:

- solubilités, en g de FeSO_4 pour 100 g d'eau: à 50°C , 48.6 g/100g d'eau, et à 20°C , 26.5 g/100g d'eau.
- masse molaire du sulfate de fer II anhydre $M = 152 \text{ g.mol}^{-1}$,
- masse molaire du sulfate de fer II heptahydraté : $M = 278 \text{ g.mol}^{-1}$.

Bon courage

Exercice N°1 (10 Pt)

1/- partie 01 (05Pt) :

0,5 Pt

0,5 Pt

0,5 Pt

- Par lecture sur le diagramme de l'air humide, on trouve $\varepsilon=69\%$, $H=46 \text{ kJ.kg}^{-1}$ et $\Theta_r = 14.1^\circ\text{C}$.

- Par lecture sur le diagramme de l'air humide, on trouve $r=27 \text{ g.kg}^{-1}$ d'air sec , $H=100 \text{ kJ.kg}^{-1}$

et $\Theta_h = 30^\circ\text{C}$.

0,5 Pt

0,5 Pt

0,5 Pt

- La masse d'eau condensée correspond à la diminution de l'humidité absolue de 30°C à 5°C à saturation.

Donc :

2 Pt

$r=27 \text{ g.kg}^{-1}$ à 30°C et $r=5.5 \text{ g.kg}^{-1}$ à 5°C , la masse d'eau condensée = $27-5.5=21.5 \text{ g.kg}^{-1}$ d'air sec.

2/-partie 02 (05Pt) : Grâce au diagramme de l'air humide, Compléter le tableau suivant.

0.25 pour
chaque cellule

Points	Θ_s en $[\circ\text{C}]$	Θ_h en $[\circ\text{C}]$	Θ_r en $[\circ\text{C}]$	HR en %	h en Kcal/kgas	r en Kg/kgas
M1	32	19	11.4	28.3	12.91	0.009
M2	45	34.5	32	50	29.9	0.03
M3	25	25	25	100	18.25	0.02
M4	30	17.8	10.3	29.5	11.96	0.0077
M5	40	40	40	100	39.71	0.05

Exercice N°2 (10 Pt) :

- 1) Calcule de titre massique des solutions saturée à 50°C , et saturée à 20°C (2 Pt) :

1 Pt

Le titre massique d'une solution de FeSO_4 saturée à 50°C est $x_A=48.6/(48.6+100)=32.7\%$.

Le titre massique d'une solution de FeSO_4 saturée à 20°C est $x_L=26.5/(26.5+100)=20.95\%$.

1 Pt

- 2) Calcule de titre massique des cristaux hepta-hydratés (1 Pt) :

Les cristaux étant hepta-hydratés, leur titre est $x_C=152/278=54.68\%$.

1 Pt

- 3) les débits massiques des phases sortant du cristalliseur (3 Pt) :

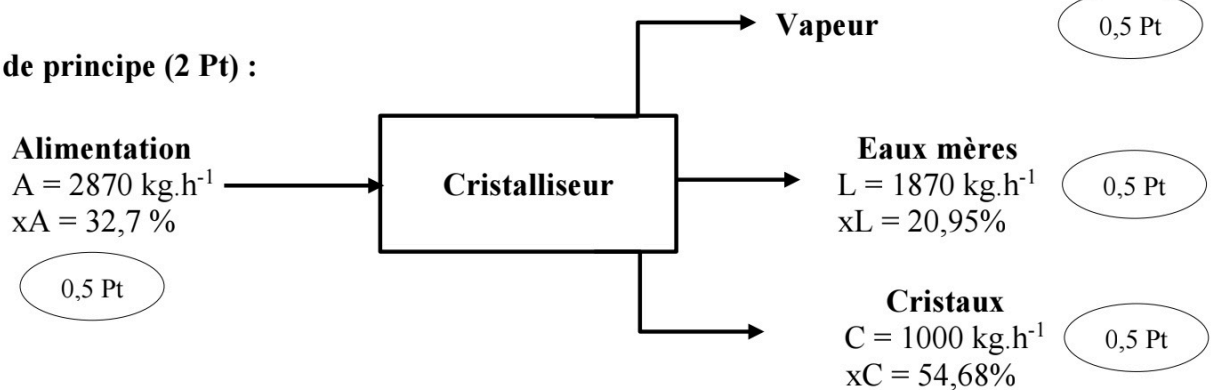
Les équations de bilan matière global et en FeSO_4 s'écrivent $A=C+L$ et $Ax_A=Cx_C+Lx_L$. On connaît $A=2870 \text{ kg.h}^{-1}$.

Pour déterminer L , on remplace C par $A-L$ dans le bilan partiel, d'où $Ax_A=Ax_C-Lx_C+Lx_L$, soit

encore $L=A \times (x_C - x_A) / (x_C - x_L) = 2870 \times (0.5468 - 0.327) / (0.5468 - 0.2095) = 1870 \text{ kg.h}^{-1}$. (1.5 Pt)

On obtient alors $C=A-L=2870-1870=1000 \text{ kg.h}^{-1}$. (1.5 Pt)

- 4) Schéma de principe (2 Pt) :



- 5) le rendement du cristalliseur (2Pt) :

Le rendement s'écrit $\eta = Cx_C / (Ax_A) = 1000 \times 0.5468 / (2870 \times 0.327) = 58.3\%$.

(2 Pt)