

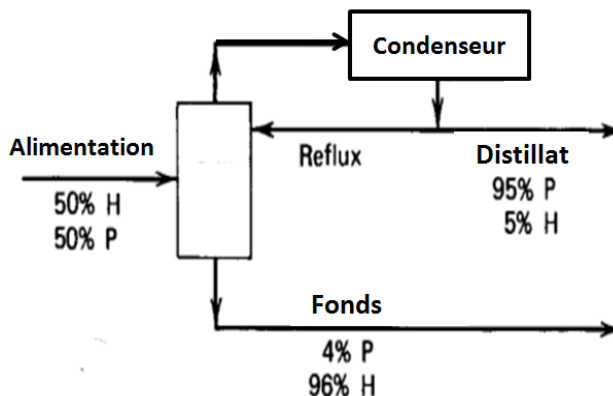
Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

Total : 20 pts

**16-CH-A1 BILAN DES TRANSFORMATIONS ET THERMODYNAMIQUE
CHIMIQUE**

(4 pts) 1. Colonne à distiller

La conception d'une colonne à distiller doit être faite pour séparer une solution liquide contenant 50 % poids de pentane, C_5H_{12} , (P) et 50 % poids d'hexane, C_6H_{14} , (H). Le courant au haut de la colonne qui contient 95 % poids d'hexane est condensé et une partie est retournée à la colonne au taux de reflux 0.6 kg par kg de distillat.

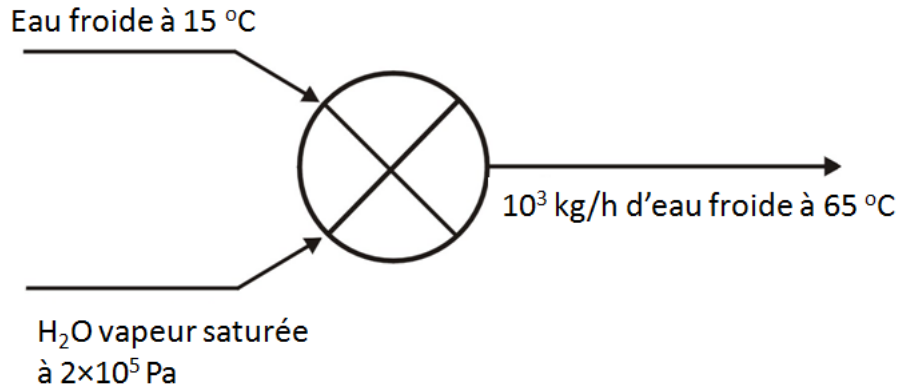


Pour une alimentation de 1000 kmol/h:

- Quel est le débit de l'alimentation en kg/h?
- Calculer les débits du distillat et des fonds (kg/h).
- Calculer le débit du reflux qui retourne à la colonne.

(4pts) 2. Chauffage d'eau

1000 kg/h d'eau chaude à 65°C et 10^5 Pa sont requis dans une unité industrielle. On propose de mélanger un courant d'eau froide à 15°C et de la vapeur d'eau saturée à 2×10^5 Pa à l'aide d'une vanne telle qu'illustrée. Les pertes de chaleur à l'entourage représentent 10 % de la chaleur latente de condensation de la vapeur saturée.

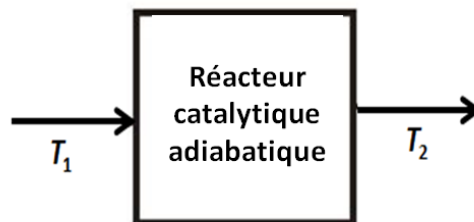


- Déterminer les débits requis (kg/h) de l'eau froide et de vapeur saturée.
- Est-ce que ce procédé est réversible? Calculer la variation d'entropie pour ce procédé et conclure.

(4pts) 3. Élimination du CO

Pour réduire les émissions de CO dans l'atmosphère des effluents d'une usine, on propose d'utiliser un réacteur catalytique opérant sous des conditions adiabatiques pour convertir le CO.

Les effluents de l'usine à 25°C et 1 atm contiennent 3% (mol) de CO and 97% d'air. Ce courant est chauffé à 300 °C (T_1) et alors alimenté au réacteur.



- Supposant une conversion à l'équilibre de 100% à la sortie du réacteur adiabatique, déterminer la température (T_2) du courant sortant du réacteur.
- Vérifier la conversion à l'aide de la constante d'équilibre de la figure annexée et obtenir la composition des gaz à la sortie du réacteur.

N.B. Nous supposons que les chaleurs massiques sont constantes et données par:

$$\bar{C}_{p_{O_2}}^o = \bar{C}_{p_{N_2}}^o = 29.3 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\bar{C}_{p_{CO}}^o = 33.4 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\bar{C}_{p_{CO_2}}^o = 56.4 \text{ kJ/kmol.K}$$

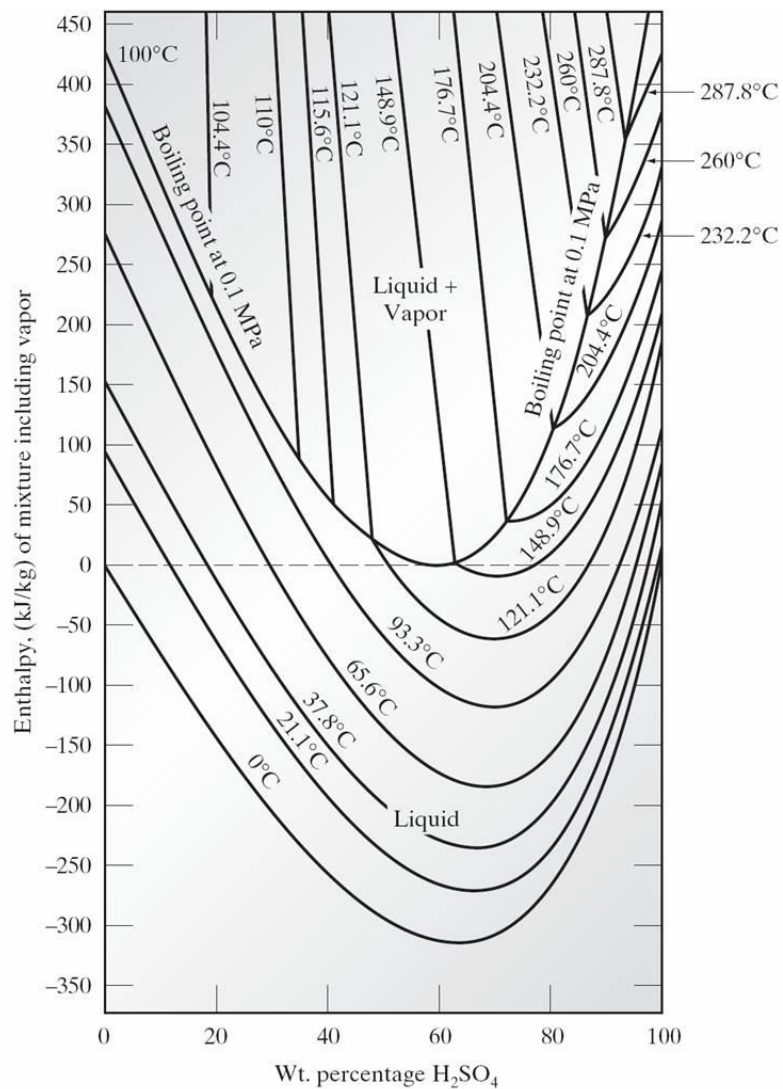
Chaleurs de formation standards à 25 °C:

$$\Delta \bar{h}_{f_{CO_2}}^o = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta \bar{h}_{f_{CO}}^o = -110.5 \text{ kJ/mol}$$

(4pts) 4. Acide sulfurique

Le diagramme enthalpie-concentration de l'acide sulfurique en milieu aqueux est le suivant:



1000 kg/h d'une solution aqueuse contenant 40 % poids d'acide sulfurique (courant P) doivent être préparés à l'aide de d'acide sulfurique à 20 % poids (courant A) et une solution à 98 % poids (courant B), les deux courants étant à 21.1 °C.

a) Déterminer les débits des courants A et B, kg/h.

- b) Quelle est la température du courant P si le procédé est adiabatique?
- c) Quelle quantité de chaleur doit être ajoutée ou enlevée si le procédé est isotherme?

(4pts) 5. Compression du méthanol liquide

10 L de méthanol liquide à 20°C et 100 kPa sont comprimés dans un procédé réversible et isotherme à la pression de 20 MPa. Le coefficient de compression isotherme du méthanol est $\beta_T = 1.22 \times 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$ et sa masse volumique est $\rho = 787 \text{ kg/m}^3$.

- a) Montrer d'abord que pour une compression isotherme le travail par kg est donné par l'expression suivante:

$$w = - \left(\int_1^2 v \beta_T P dP \right)_T = - \left(\int_1^2 \frac{1}{\rho} \beta_T P dP \right)_T$$

- b) Obtenir le travail requis, J.
- c) Est-ce que l'entropie du méthanol augmente ou diminue? Discuter brièvement.

