

Filière Licence Professionnelle:

Chimie Industrielle - Génie des Procédés (CIGP)



Epreuve écrite d'accès à la Filière CIGP

Durée de l'épreuve : 3 h

▪ L'épreuve est constituée de quatre thèmes :

- I- Opérations unitaires
- II- Chimie Minérale
- III- Transferts thermiques
- IV- Thermodynamique chimique

▪ Chaque thème est noté sur 20.

▪ Le candidat doit traiter chaque thème sur des feuilles séparées.

HNA
SALAKDZING

Année universitaire 2015 - 2016

I- Opérations unitaires

Exercice 1 : Concentration simple de Na_2CO_3

Un évaporateur à simple effet concentre 1 tonne par heure de solution aqueuse de carbonate de sodium Na_2CO_3 à 10% en poids, de manière à obtenir une solution à 30% en poids.

- 1) Faire un schéma simplifié de l'évaporateur;
- 2) Calculer la quantité de solution à 30% obtenue;
- 3) Calculer la quantité d'eau évaporée.

Exercice 2 : Séparation du mélange acétone-chloroforme

On a mesuré, à 35°C , les pressions partielles d'un mélange d'acétone (propanone) et de chloroforme (trichlorométhane) pour des compositions allant de l'acétone pure au chloroforme pur. Les résultats sont les suivants :

$x_{\text{chloroforme}}$	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
$P_{\text{exp, chloroforme}} \text{ (mmHg)}$	0	35	82	142	219	293
$P_{\text{exp, acétone}} \text{ (mmHg)}$	347	270	185	102	37	0

- 1) Calculer la pression totale expérimentale en chaque point.
- 2) Déterminer les pressions de vapeur saturante de l'acétone et du chloroforme.
- 3) En supposant le système idéal, exprimer la pression totale en fonction des pressions de vapeur saturante des deux composés.
- 4) En déduire si le système est idéal ou pas.
- 5) Calculer la volatilité du mélange à 35°C .
- 6) En déduire l'opération unitaire utilisée pour la séparation du mélange étudié.

Exercice 3 : Schéma simplifié d'un procédé

Une tonne par heure de nitrate de potassium à 20% dans l'eau est introduite dans un évaporateur continu de façon à concentrer cette solution à 50% de KNO_3 . Le concentrat est ensuite introduit dans un cristalliseur où la solution est refroidie à 10°C . La filtration permet de séparer du nitrate de potassium solide contenant 4% d'eau et de recycler le filtrat, solution contenant 21g de KNO_3 dans 100g d'eau, dans l'évaporateur.

- 1) Faire un schéma simplifié du procédé.
- 2) Citer les différentes opérations unitaires utilisées dans ce procédé.
- 3) Donner le principe et l'appareillage utilisé dans chaque opération unitaire.
- 4) Quelle opération unitaire doit-on utiliser pour débarrasser le nitrate de potassium de son humidité?

II- Chimie minérale

Exercice 1:

Soit un composé solide AB cristallisant dans un système cristallin cubique à faces centrées de paramètre de maille 5.64 Å.

- 1) Représenter la structure de AB.
- 2) Donner les coordonnées réduites des ions A^+ et B^- . *bien*
- 3) Donner le nombre de motifs par maille. ✓
- 4) Quelle est la coordinence des ions A^+ et B^- .
- 5) Sachant que le rayons ionique $R(A^+)$ est de 0.99 Å; déterminer le rayon ionique de B^- .
- 6) Calculer la compacité du composé AB.

Exercice 2 :

Soit un réseau quadratique construit sur le trièdre a, b et c. *assez bien*

- 1) Donner l'expression du volume de la maille en fonction de a, b et c.
- 2) Donner l'expression de la distance réticulaire d_{hkl} en fonction de a, b et c.
- 3) Soit un matériau qui cristallise dans le même réseau quadratique diffracte les rayons X de longueur d'onde $\lambda = 1.5405 \text{ \AA}$, à un angle de Bragg $\theta = 12.5^\circ$; Calculer la distance réticulaire correspondant à cette famille de plans réticulaires.
- 4) Donner la direction de la rangée [100] par rapport au plan d'indices (100).

Exercice 1 :

Soit un mur d'un salon. En une demi-heure, ce mur permet le passage d'une quantité de chaleur $Q = 1,8 \cdot 10^6 \text{ J}$.

- 1) Définir le flux thermique traversant le mur du salon et calculer sa valeur.
- 2) On se demande si le mur est un bon isolant thermique autrement dit s'il est assez résistant au froid. On lit sur deux thermomètres, la température (T_i) à l'intérieur du mur et la température (T_e) à l'extérieur du mur
Calculer la résistance thermique du mur. bien
- 3) On veut réduire les pertes thermiques à travers ce mur en le recouvrant d'un isolant constitué de laine de roche d'épaisseur (e) et de conductivité thermique (λ) et de surface (S).
Déterminer l'expression de la nouvelle résistance thermique globale et calculer sa valeur.
- 4) Déterminer le nouveau flux en tenant compte que les températures des deux faces du mur (T_i et T_e) n'ont pas variées après l'ajout de la couche isolante. Conclure

Données :

$Q = 1,8 \cdot 10^6 \text{ J}$; $T_e = 8^\circ\text{C}$; $T_i = 19^\circ\text{C}$; $e = 6 \text{ cm}$; $\lambda = 0,065 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$; $S = 30 \text{ m}^2$.

Exercice 2 :

La paroi d'un réservoir sphérique est faite d'une couche en acier d'épaisseur (e), de diamètre intérieur (d) et de conductivité thermique (λ).

Sachant que les coefficients superficiels de transfert thermique par convection sont à l'intérieur (h_i) et à l'extérieur (h_e) et que la température du fluide à l'intérieur du réservoir est de (T_i) et la température de l'air ambiant est de (T_e); on demande de déterminer :

- 1) La résistance thermique totale de la structure.
- 2) Le flux total qui traverse la paroi du réservoir. bien

Données :

$d = 1,5 \text{ m}$; $e = 2 \text{ mm}$; $\lambda = 42 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; $h_i = 400 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$; $h_e = 30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$;
 $T_i = 473 \text{ K}$; $T_e = 293 \text{ K}$;

Rappel : - la résistance thermique d'une sphère creuse homogène de rayon interne r_1

et de rayon externe r_2 : $R_{12} = \frac{1}{4\pi\lambda} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

- La surface d'une sphère de rayon r : $S = 4\pi r^2$

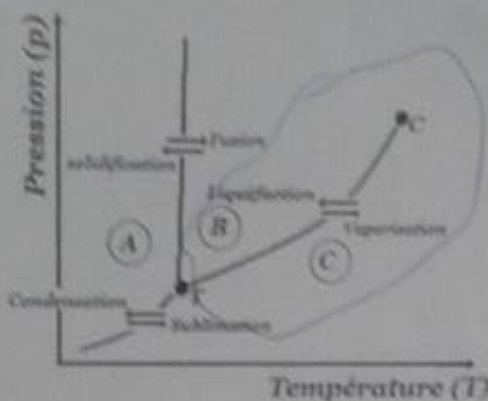
IV- Thermodynamique chimique

Exercice 1 : Vocabulaire de base :

Quelle est la définition des mots ou expressions suivants :

- 1) système ouvert, système fermé, système isolé.
- 2) Transformation isotherme, transformation isobare, transformation isochore, transformation adiabatique.
- 3) Variable extensive, variable intensive. Donnez un exemple de chaque.

Exercice 2 : Diagramme d'état d'un corps pur



- 1) La figure ci dessus donne le diagramme de phase $p = f(T)$ d'un corps pur.
 - a) Indiquer où se situent les différentes phases (solide, liquide et gaz).
 - b) Donner l'expression générale de la variance ν d'un système.
 - c) Dans le cas du corps pur, calculer la variance: dans chacun des domaines A, B et C; sur les frontières entre domaines et au point T.
 - d) Que représente les points T et C?
- 2) On étudie la frontière représentant l'équilibre liquide-gaz.
 - a) Donner l'expression différentielle, dG , de la fonction enthalpie libre, pour une mole d'un corps pur.
 - b) Quelle condition peut-on écrire dans le cas d'un équilibre entre deux phases liquide (α) et gaz (β) d'un corps pur?
 - c) En déduire l'expression de la pente $\left(\frac{dp}{dT}\right)$ de la courbe représentative de l'équilibre liquide-gaz dans le diagramme de phase $p = f(T)$ en fonction des volumes et des entropies molaires.

Exercice 3 : Gaz parfait

On considère 0,2 mol d'un gaz parfait sous un état (1) caractérisé par $T_1 = 400 \text{ K}$ et $P_1 = 1 \text{ bar}$.

a) Calculer la quantité de chaleur échangée Q_p et la variation d'entropie ΔS_p lorsqu'on triple la température à pression constante [passage de l'état (1) à l'état (2) caractérisé par $T_2 = 3T_1$ et $P_2 = P_1$].

b) Calculer la quantité de chaleur échangée Q_v et la variation d'entropie ΔS_v lorsqu'on triple la température à volume constant [passage de l'état (1) à l'état (3) caractérisé par $T_3 = 3T_1$ et $V_3 = V_1$].

Données: $C_v = 12,54 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$, $C_p = 20,85 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$, $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.