

TD 1 – Diagrammes isobares liquide-vapeur

I- Pour s'entraîner après avoir appris le cours (corrigés disponibles sur PrepaBellevue)

Q1. Quels sont les mélanges binaires qui lors de la vaporisation se comportent comme une espèce pure ?

Q2. L'allure d'un diagramme permet-elle de conclure sur le caractère idéal ou non d'un mélange liquide ?

Q3. La société Air Liquide (leader mondial des gaz, technologies et services pour l'industrie et la santé) produit du dioxygène O_2 par distillation cryogénique de l'air . Après des étapes préliminaire de compression et de purification (élimination des poussières , de l'eau et de CO_2) , l'air doit être totalement liquéfié .

1. A partir des données fournies , déterminer un ordre de grandeur de la valeur de T_{liq} , température à laquelle on doit se placer pour obtenir l'air liquéfié.

Comparer à la valeur réellement utilisée : $-173^\circ C$, commenter .

2. A pression constante $P = 1,013 \text{ bar}$, on refroidit 5 moles d'air à la température $T = 80 \text{ K}$. Déterminer la quantité de matière $n_{N_2}^V$ de diazote gazeux présent dans ce système .

3. On réalise , sous la pression $P = 1,013 \text{ bar}$, la distillation fractionnée d'air liquide ; Indiquer la nature du distillat et la nature du résidu de distillation .

Données :

♦ L'air est assimilé à un mélange 80% N_2 et 20% O_2

♦ Sous une pression de 1,013 bar , pour les mélanges $N_2 - O_2$, composition des deux phases en équilibre à la température T , à l'aide de la fraction molaire de O_2 dans la phase liquide (x) et dans la phase vapeur (y) :

T(K)	77,30	78,00	79,00	80,00	82,00	84,00	86,00	88,00	90,10
x	0,000	0,081	0,216	0,334	0,522	0,662	0,778	0,885	1,000
y	0,000	0,022	0,068	0,120	0,236	0,369	0,552	0,696	1,000

Q4. On donne l'allure du diagramme binaire isobare ($P=1,013 \text{ bar}$) du mélange toluène –eau ; les fractions molaires repérées en abscisse sont celle de l'eau (indice e) .

A température ambiante on réalise un mélange de 72 g d'eau et de 184 g de toluène ($C_6H_5CH_3$) . On porte ce mélange à $85^\circ C$.

Quelle est alors la composition du système ; on l'exprimera en masses ?

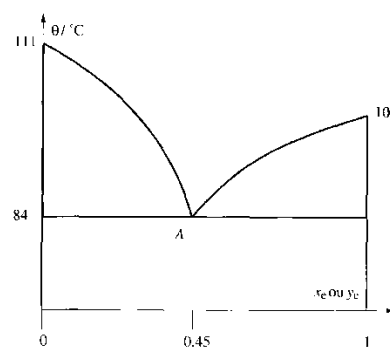
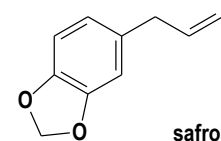


Figure 9.18 – Diagramme binaire isobare eau-toluène

Q5. Le saffran est un arbre assez répandu en Amérique et en Asie. L'huile de saffran est extraite des racines de cet arbre

1. Faire un schéma annoté du montage d'hydrodistillation . Dans quel(s) cas réalise-t-on un montage d'hydrodistillation en chimie organique ?

2. Lorsque l'on veut extraire un composé organique d'un mélange, pourquoi utilise-t-on toujours une très grande proportion d'eau dans la technique d'hydrodistillation ? Qu'observe-t-on dans le récipient où l'on a recueilli le distillat refroidi ?



II-Exercices

Exercice 1 : Les courbes d'analyse thermiques sont obtenues en refroidissant sous 1 bar différents mélanges gazeux eau-benzène. Selon la composition du mélange, on observe sur ces courbes une ou plusieurs ruptures de pente, pouvant correspondre éventuellement à des paliers. Dans le tableau ci-dessous, on indique la fraction molaire d'eau dans le mélange initial gazeux ainsi que les températures de rupture de pente traduisant l'apparition d'une phase liquide. On a souligné les températures correspondant à l'existence d'un palier.

On notera x_1 la fraction molaire d'eau dans le liquide et y_1 la fraction molaire d'eau dans la vapeur.

Point	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
Fraction molaire d'eau dans le mélange initial	0	0,10	0,20	0,26	0,30	0,50	0,70	0,90	
Première température de rupture de pente (K)	353,0	348,7	344,0	340,8	343,8	355,6	363,9	370,2	373,0
Deuxième température de rupture de pente (K)		340,8	340,8		340,8	340,8	340,8	340,8	

1. Tracer l'allure du diagramme binaire du mélange eau-benzène en faisant apparaître la courbe de rosée et la courbe d'ébullition dans deux couleurs différentes.

D'après le diagramme, les deux liquides présentent-ils une miscibilité nulle ou totale ? Justifier ce résultat en comparant les propriétés de ces deux solvants.

2. On chauffe un mélange liquide équimolaire eau – benzène sous 1 bar.

A quelle température l'ébullition commence-t-elle ? Quelle est alors la composition de la phase vapeur ?

La vapeur est éliminée au fur et à mesure de sa formation. Indiquer quel liquide disparaît en premier. Quelle est la valeur de la température lorsque la dernière goutte de ce liquide disparaît ? Quelle est alors la composition de la phase vapeur ?

3. On introduit à 25 °C, dans un récipient fermé et maintenu à la pression $P^\circ = 1$ bar, un mélange constitué de 1,4 moles d'eau et 0,6 mole de benzène. Indiquer la composition exacte du système à l'équilibre (nature des phases et quantité de matière de chaque constituant dans chaque phase) pour $T =$:

a) $T=330,0\text{K}$

b) $T=355,6\text{K}$

c) $T=370,2\text{K}$

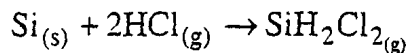
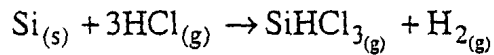
Exercice 2 . A partir du diagramme binaire isobare eau-isobutanol donné en cours , tracer les courbes d'analyses thermiques dans les cas suivant :

Echauffement isobare d'un mélange tel que $x_{\text{eau}} = 0,2$

Echauffement isobare d'un mélange tel que $x_{\text{eau}} = 0,26$

Préciser pour le nombre et la composition des phases en présence pour chaque partie des courbes

Exercice 3 Le silicium technique, chauffé à 300°C, est mis en contact avec du chlorure d'hydrogène gazeux (HCl). Des chlorosilanes sont alors produits notamment le trichlorosilane (SiHCl_3), présent majoritairement et le dichlorosilane (SiH_2Cl_2) :



Après refroidissement à 15°C, on obtient un mélange liquide de SiHCl₃, SiH₂Cl₂ de composition molaire 80% en SiHCl₃. Une distillation fractionnée permet alors de purifier le trichlorosilane, Le diagramme binaire SiHCl₃ - SiH₂Cl₂ est donné à la figure 1.

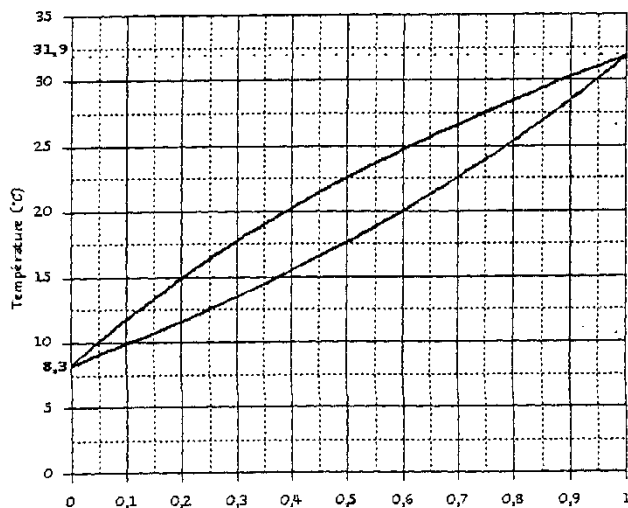


Figure 1 : Equilibre liquide-vapeur du mélange SiHCl₃ - SiH₂Cl₂ (P = 1,013 Bar)

1. Pour un mélange SiHCl₃ - SiH₂Cl₂ de composition molaire 80% en SiHCl₃, indiquer les différents états physiques lorsque la température évolue de 15 à 30°C.
2. L'objectif est de produire du SiHCl₃ pur. L'obtient-on au résidu ou au distillat ? A quelle température doit-on maintenir le bouilleur ?
3. La tête de colonne ainsi que le condenseur sont maintenus à 15°C. Quel est le distillat ?
4. Calculer graphiquement le nombre de plateaux de la colonne entre l'alimentation et la tête de colonne puis entre l'alimentation et le pied de colonne.