



امتحان السداسي الاول - الدورة العادية
Thermodynamique Appliquée

Module: UEF 1.1.1 ; Année: 21/20 ; Spécialité: 1 Master Génie de Raffinage ; Groupe: Durée: 60 min

Nom et Prénom :: الاسم واللقب: Matricule:

Questions de cours (06 Points) :

Equation	Formule mathématique
Equation de la courbe d'ébullition $P_T = f(x_1)$ à Température constante pour un mélange binaire.	$P_T = (P_1^S - P_2^S) \cdot x_1 + P_2^S \quad (2 \text{ Pts})$
Equation de la courbe de rosée $P_T = f(y_1)$ à Température constante pour un mélange binaire.	$P_T = \frac{P_1^S \cdot P_2^S}{P_1^S - (P_1^S - P_2^S) \cdot y_1} \quad (2 \text{ Pts})$
$y_1 = f(\alpha, x_1)$	$y = \frac{\alpha \cdot x_1}{(\alpha - 1) \cdot x_1 + 1} \quad (2 \text{ Pts})$

Exercice – Interrogation (14 Points):

Calculer la densité du NH_3 à $T = 450 \text{ K}$ et $P = 7.5 \text{ bar}$ en utilisant l'équation d'état (cubique) de Peng-Robinson. La pression de vapeur du NH_3 est $P^s(450 \text{ K}) = 214.2 \text{ bar}$.

Les données : Masse molaire (NH_3) : $M = 17.031 \text{ g/mol}$; Facteur acentrique: $\omega = 0.3443$
Température critique : $T_C = 647.096 \text{ K}$; Pression critique: $P_C = 220.64 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Volume critique : $V_C = 75.768 \text{ cm}^3/\text{mol}$; $\Omega_a = 0.45724$ et $\Omega_b = 0.07780$

Solution :

	Formule mathématique	Valeur numérique
Equation cubique de Peng-Robinson	$Z^3 + A \cdot Z^2 + B \cdot Z + C = 0 \quad (0.5)$	
T_r	$T_r = T/T_C \quad (0.25)$	0.6954 (0.5)
$\alpha(T)$ (0.25)	$\alpha(T) = [1 + (0.37464 + 1.54226w - 0.26992w^2) \cdot (1 - T_r^{0.5})]^2$	1.3112 (0.5)

a(T)	$a(T) = 0.45724 \frac{R^2 T_c^2}{P_c} \alpha(T)$ (0.25)	0.7865 (0.5)
b	$b = 0.0778 \frac{RT_c}{P_c}$ (0.25)	1.897×10^{-5} (0.5)
A	$A = \frac{bP}{RT} - 1$ (0.25)	-0.9961 (0.5)
B	$B = \frac{aP}{R^2 T^2} - 3 \left(\frac{bP}{RT} \right)^2 - 2 \frac{bP}{RT}$ (0.25)	0.03449 (0.5)
C	$C = \left(\frac{bP}{RT} \right)^3 + \left(\frac{bP}{RT} \right)^2 - \frac{aP}{R^2 T^2} \cdot \frac{bP}{RT}$ (0.25)	-0.00014575 (0.5)
K	$K = \frac{3B - A^2}{3}$ (0.25)	-0.29630962 (0.5)
Q	$Q = \frac{2A^3}{27} - \frac{A \cdot B}{3} + C$ (0.25)	-0.06192391 (0.5)
Θ	$\Theta = \sqrt{\frac{-K^3}{27}}$ (0.25)	0.03104107 (0.5)
Φ	$\Phi = \arccos\left(\frac{-Q}{2\Theta}\right)$ (0.25)	0.07141365 (0.5)
Z₁	$Z_1 = 2\Theta^{1/3} \cos\left(\frac{\Phi}{3}\right) - \frac{A}{3}$ (0.25)	0.96044112 (0.5)
Z₂	$Z_2 = 2\Theta^{1/3} \cos\left(\frac{\Phi}{3} + \frac{2\pi}{3}\right) - \frac{A}{3}$ (0.25)	0.00492138 (0.5)
Z₃	$Z_3 = 2\Theta^{1/3} \cos\left(\frac{\Phi}{3} + \frac{4\pi}{3}\right) - \frac{A}{3}$ (0.25)	0.03083462 (0.5)

Calcul de la densité de NH₃ :

On a : **(0.25)** $V_{NH_3}(450 \text{ K}, 7.5 \text{ bar}) = \frac{Z_1 \cdot RT}{p} = 0.00479106 \frac{m^3}{mol}$ **(0.5)**

Par conséquent: **(0.25)** $\rho_{NH_3} = \frac{1}{V} \cdot M_{NH_3} = 3.554742 \text{ Kg} / m^3$ **(0.5)**

(0.25) $\rho_{Air} = \frac{P \cdot M_{Air}}{RT} = 5.313487 \text{ Kg} / m^3$ **(0.5)** ;

(0.25) $d_{NH_3} = \frac{\rho_{NH_3}}{\rho_{Air}} = \frac{3.554742}{5.313487}$;

$d_{NH_3} = 0,611464$ **(0.5)**
