

Examen de thermodynamique chimique

Spécialité: GP et IP

Nom:

Prénom:

Groupe:

Exercice 1:

4 points

Complétez les phrases suivantes par vrai ou faux:

1. La condition d'évolution d'un système chimique pour une transformation à température et pression constantes est  $dG \geq 0$ ... faux (1)
2. Le potentiel chimique est une mesure de l'aptitude du constituant i à provoquer une transformation chimique ou physique... Vrai (1)
3. L'état standard correspond à  $T = 298 \text{ K}$  et  $P = P^\circ = 1 \text{ bar}$ ... Vrai (1)
4. Tout gaz réel tend vers un gaz parfait quand sa pression tend vers 0... Vrai (1)

Exercice 2:

8 points

La composition de 100 g de l'air sec au niveau de la mer est approximativement la suivante (pourcentage en masse):

$N_2 = 75.5 \%$ ,  $O_2 = 23.15 \%$ ,  $Ar = 1.28 \%$  et  $CO_2 = 0.046 \%$ .

Quelle sera la pression partielle de chaque constituant quand la pression totale vaut 1 atm

Données:  $M(N) = 14 \text{ g/mol}$ ,  $M(O) = 16 \text{ g/mol}$ ,  $M(C) = 12 \text{ g/mol}$ ,  $M(Ar) = 40 \text{ g/mol}$ .

$$\begin{aligned}
 m_{N_2} &= \frac{75.5\% \times 100g}{100\%} = 75.5g & m_{O_2} &= \frac{23.15\% \times 100g}{100\%} = 23.15g \\
 m_{Ar} &= \frac{1.28\% \times 100g}{100\%} = 1.28g & m_{CO_2} &= \frac{0.046\% \times 100g}{100\%} = 0.046g \\
 n_{N_2} &= \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{75.5}{28} = 2.696 \text{ mole} & n_{O_2} &= \frac{23.15}{32} = 0.723 \text{ mole} \\
 n_{Ar} &= \frac{m_{Ar}}{M_{Ar}} = \frac{1.28}{40} = 0.032 \text{ mole} & n_{CO_2} &= \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{0.046}{44} = 0.001 \text{ mole} \\
 n_T &= n_{N_2} + n_{O_2} + n_{Ar} + n_{CO_2} = 2.696 + 0.723 + 0.032 + 0.001 = 3.452 \text{ mole} \\
 x_{N_2} &= \frac{n_{N_2}}{n_T} = \frac{2.696}{3.452} = 0.7809 & x_{O_2} &= \frac{n_{O_2}}{n_T} = \frac{0.723}{3.452} = 0.2094
 \end{aligned}$$

$$X_{Ar} = \frac{n_{Ar}}{n_T} = \frac{0,032}{3,452} = 0,0093 \quad (0,5)$$

$$X_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_T} = \frac{0,001}{3,452} = 0,0002 \quad (0,5)$$

$$P_i = X_i P_T, \quad P_T = 1 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = X_{N_2} P_T = 0,7809 \times 1 = 0,7809 \text{ atm} \quad (0,5)$$

$$P_{O_2} = X_{O_2} P_T = 0,2094 \times 1 = 0,2094 \text{ atm} \quad (0,5)$$

$$P_{Ar} = 0,0093 \times 1 = 0,0093 \text{ atm} \quad (0,5)$$

$$P_{CO_2} = X_{CO_2} P_T = 0,0002 \times 1 = 0,0002 \text{ atm} \quad (0,5)$$

### Exercice 3:

8 points

I- Calculer la pression produite par 3 g d'hydrogène  $H_2$  dans un récipient de volume  $225 \text{ cm}^3$  à  $0^\circ \text{C}$  dans les deux cas suivant:

- En considérant l'hydrogène comme un gaz parfait.
- Considérant l'hydrogène comme un gaz réel.

Notez que:  $R = 0,0821 \text{ L.atm/K. mol}$  et  $M(H) = 1 \text{ g/mol}$ .

Les constantes de Van der Waals sont:  $a = 0,072 \text{ L}^2.\text{atm/mol}^2$  et  $b = 0,244 \text{ L/mol}^2$ .

II- Si vous savez que la pression de vapeur du tétrachlorure de carbone  $CCl_4$  est égale à  $25^\circ \text{C}$  la valeur de  $115 \text{ mmHg}$  et au degré de  $40^\circ \text{C}$  elle est égale à la valeur de  $216 \text{ mmHg}$ , alors calculez la chaleur de vaporisation de  $CCl_4$  en  $\text{KJ/mol}$ , notez que:  $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ .

I - calcul de la pression de l'hydrogène:

a. gaz parfait:

$$n = \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mole} \quad (0,5)$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{1,5 \times 0,0821 \times 273}{225 \times 10^{-3}} \quad (0,5)$$

$$P = 149,42 \text{ atm}$$

(1)



b. gaz réel.

$$(P + a \frac{n^2}{V^2}) (V - nb) = nRT \quad (1)$$

$$(P + 0,244 \frac{1,5^2}{(0,225)^2}) (0,225 - 1,5 \times 0,0271) = 1,5 \times 0,0821 \times 27$$

$$(P + 10,84) (0,184) = 33,62$$

$$P + 10,84 = \frac{33,62}{0,184}$$

$$P = 182,72 - 10,84$$

$$P = 171,88 \text{ atm} \quad (1,5)$$

II - calcul de la chaleur de vaporisation de  $\text{CCl}_4$ :

$$\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{2,303R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1}\right) \quad (1,5)$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = \left[ \log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \times 2,303R \times T_2 T_1 \right] / (T_2 - T_1)$$

$$P_1 = 115 \text{ mmHg}, P_2 = 216 \text{ mmHg}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} = 25 + 273 = 298 \text{ K} \quad (0,25)$$

$$T_2 = 40^\circ\text{C} = 40 + 273 = 313 \text{ K} \quad (0,25)$$

A.N:

$$\Delta H_{\text{vap}} = \left[ \log\left(\frac{216}{115}\right) \times 2,303 \times 8,314 \times 313 \times 298 \right] / (313 - 298)$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = 32593 \text{ J/mol} \quad (1)$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = 32,593 \text{ KJ/mol} \quad (0,5)$$