Exo 3 :

1) L'eau est pure dans chaque phase, à la pression $p = p^\circ = 1$ bar. Les potentiels chimiques sont égaux aux potentiels chimiques standard :

$$\mu_i^*(T,p) = \mu_i^\circ(T)$$

À même température, on a alors $\mu^*_{H_2O_{(\ell)}} < \mu^*_{H_2O_{(g)}}$ ce qui montre que l'eau est plus stable dans l'état liquide que dans l'état gazeux.

2) L'équilibre liquide-vapeur de l'eau se traduit par l'équation de réaction suivante :

$$H_2O_{(\ell)} = H_2O_{(g)}$$

Lorsque l'équilibre est atteint, il y a égalité des potentiels chimiques de l'eau entre les deux phases. On note $p^*_{H_2O}$ la pression de vapeur saturante de l'eau recherchée.

$$\mu_{H_2O_{(\ell)}} = \mu_{H_2O_{(g)}} \qquad \text{donc} \qquad \mu^\circ_{H_2O_{(\ell)}}(T) = \mu^\circ_{H_2O_{(g)}}(T) + RT\ln\left(\frac{p^*_{H_2O}}{p^\circ}\right)$$

Finalement, la pression de vapeur saturante s'écrit :

$$\boxed{p^*_{H_2O} = p^\circ \exp\left(\frac{\mu^\circ_{H_2O_{(\ell)}}(T) - \mu^\circ_{H_2O_{(g)}}(T)}{RT}\right)}$$

Application numérique :

$$p^*_{H_2O} = 1{,}0\exp\left(\frac{-237{,}3\cdot 10^3 - (-228{,}7\cdot 10^3)}{8{,}314\times 298}\right) = 0{,}0310 \text{ bar} = 3{,}10\cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Exo 4 :

1) En utilisant la relation $V_m^* = \frac{M}{\rho}$, on obtient les valeurs suivantes :

$$V_m^*(C_{graphite}) = \frac{12\cdot 10^{-3}}{2260} = 5{,}31\cdot 10^{-6}\ m^3\cdot mol^{-1}$$

$$V_m^*(C_{diamant}) = \frac{12\cdot 10^{-3}}{3513} = 3{,}41\cdot 10^{-6}\ m^3\cdot mol^{-1}$$

2) Le volume molaire est relié au potentiel chimique du corps pur par la relation :

$$V_m^* = \left.\frac{\partial \mu^*}{\partial p}\right|_T$$

Par intégration entre l'état standard (T,p°) et l'état quelconque (T,p) et en supposant le volume molaire indépendant de la pression, on obtient l'expression suivante :

$$\boxed{\mu^*(T,p) = \mu^\circ(T) + V_m^*(p - p^\circ)}$$

3) Lorsque l'équilibre est établi, il y a égalité des potentiels chimiques :

$$\mu^*_{\text{graphite}}(T,p) = \mu^*_{\text{diamant}}(T,p)$$

$$\mu^\circ_{\text{graphite}}(T) + V^*_{m,\text{graphite}}(p - p^\circ) = \mu^\circ_{\text{diamant}}(T) + V^*_{m,\text{diamant}}(p - p^\circ)$$

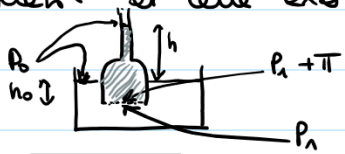
D'où la pression p :

$$\boxed{p = p^\circ + \frac{\mu^\circ_{\text{diamant}}(T) - \mu^\circ_{\text{graphite}}(T)}{V^*_{m,\text{graphite}} - V^*_{m,\text{diamant}}}}$$

Application numérique : $p = 1{,}0 \cdot 10^5 + \left(\frac{2870-0}{5{,}31\cdot10^{-6} - 3{,}41\cdot10^{-6}}\right) = 1{,}51 \cdot 10^9$ Pa

Exo 6 :

1) pression osmotique Π = différence entre la pression exercée sur la membrane dans l'osmomètre et celle exercée sur la membrane dans le solvant.



$P_1 = P_0 + \rho g h_0$

$P_1 + \Pi = P_0 + \rho g h + \rho g h_0 \Rightarrow \boxed{\Pi = \rho g h}$

2) a) loi de Van't Hoff $\Pi = C R T - K$ (Pa ; $mol.m^{-3}$; $J.K^{-1}.mol^{-1}$) Domaine de validité : faibles concentrations

2) b) $\frac{\Pi}{C_m} = \frac{C_m}{M} RT \Rightarrow \frac{\Pi}{C_m} = \frac{1}{M} RT$

$\frac{\Pi}{C_m} = f(C_m)$ est une droite horizontale lorsque C_m est suffisamment faible

On utilise donc l'ordonnée à l'origine qui correspond à la valeur de $\frac{RT}{M}$ quand $C_m \to 0$.

c) Régression linéaire de $\frac{\rho g h}{C_m} = f(C_m)$. On obtient : $y = ax + b$

$\Rightarrow M = \frac{RT}{b} = 127$ kg.mol^{-1} avec $a = 7{,}29$; $b = 19{,}4$; $R^2 = 0{,}9998$

degré de polymérisation n : $M = n \times M_{\text{chlorure de vinyle}} \Rightarrow n = 2040$.

Exo 7 :

1) On néglige l'influence de la pression :

$$\mu_{I_2,e}(T,P) = \mu^\circ_{I_2,e}(T) + RT \ln\left(\frac{[I_2]_e}{c^\circ}\right)$$

$$\mu_{I_2,c}(T,P) = \mu^\circ_{I_2,c}(T) + RT \ln\left(\frac{[I_2]_c}{c^\circ}\right)$$

2) A l'équilibre : $\mu_{I_2,e}(T,P) = \mu_{I_2,c}(T,P)$

$$\Leftrightarrow \mu^\circ_{I_2,e}(T) + RT \ln\left(\frac{[I_2]_e}{c^\circ}\right) = \mu^\circ_{I_2,c}(T) + RT \ln\left(\frac{[I_2]_c}{c^\circ}\right)$$

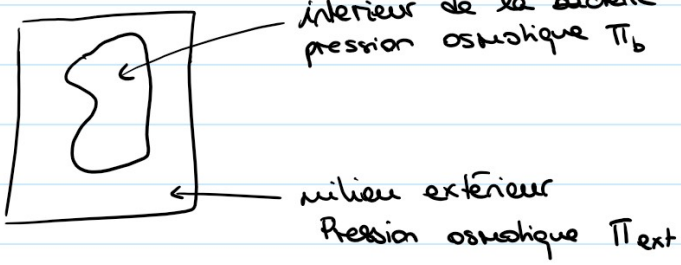
$$\Leftrightarrow K^\circ = \frac{[I_2]_c}{[I_2]_e} = \exp\left(\frac{\mu^\circ_{I_2,e}(T) - \mu^\circ_{I_2,c}(T)}{RT}\right)$$ → ne dépend que de T

3) $\mu^\circ_{I_2,e}(T) - \mu^\circ_{I_2,c}(T) = RT \ln\left(\frac{[I_2]_c}{[I_2]_e}\right)$ A.N. $\mu^\circ_{I_2,e} - \mu^\circ_{I_2,c} = 1{,}07.10^4 \text{ J.mol}^{-1}$ à 298 K

$\mu^\circ_{I_2,e} - \mu^\circ_{I_2,c} > 0 \Rightarrow \mu^\circ_{I_2,e} > \mu^\circ_{I_2,c} \Rightarrow I_2$ est plus stable dans le cyclohexane que dans l'eau.

Exo 8 :

1°)



π_i est la surpression exercée par le compartiment i sur la membrane quand le solvant est par de l'autre côté de la membrane.

$\pi_b = C_b RT$ C_b concentration en soluté dans la bactérie

$\pi_{ext} = C_{ext} RT$ C_{ext} ——— dans le milieu ext

si $\pi_b > \pi_{ext}$, la bactérie est hypertonique par rapport à l'extérieur

si $\pi_b < \pi_{ext}$ ——— hypotonique ———

Quand on ajoute du sucre dans le milieu extérieur, π_{ext} ↗ et donc la bactérie devient hypotonique ⇒ le solvant quitte la bactérie pour "diluer" le milieu extérieur ⇒ la bactérie se contracte et son volume diminue (cf cas pour $\frac{n}{V_{sol}} > 0{,}4 \text{ mol.L}^{-1}$)

2°) On suppose que pour $\frac{n}{V_{sol}} = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$, la bactérie est isotonique par rapport au milieu extérieur $\Rightarrow \Pi_b = \Pi_{ext}$

En négligeant les solutés autres que le sucre : $\Pi_b = \frac{n}{V_{sol}} RT$

A.N. $\Pi_b = \underbrace{0,4.10^3}_{\text{mol.m}^{-3}} \times 8,314 \times 298 = 9,9.10^5 \text{ Pa} = 9,9 \text{ bar}$

Remarque : on s'attendrait à ce que $V_{bactérie}$ ↑ quand $\frac{n}{V_{sol}}$ ↓ en dessous de 0,4 mol.L^{-1} (le solvant est vient diluer l'intérieur de la bactérie) mais peut-être est-ce dû à une résistance mécanique de la membrane.