

TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique

CORRECTION Séance n°2 – Semaine du 03/10/2011

Etats de la matière/Propriétés colligatives des solutions –

Pr. J-L Delarbre/Pr. JC Galleyrand

Séance préparée par les tuteurs qualifiés de l'ATM²

QCM n°1 : a,c

- a) **Vrai** : $W_p = m \cdot g \cdot (z_D - z_E)$
 $W_p = m \cdot g \cdot D'E$
 $W_p = m \cdot g \cdot (OE - OD')$
 $W_p = m \cdot g \cdot (L - OD')$
 $W_p = m \cdot g \cdot (L - \cos(\alpha)L)$ car $\cos(\alpha) = \frac{OD'}{OD}$
 $W_p = m \cdot g \cdot L(1 - \cos(\alpha)) = 0,33J$
- b) Faux : Le travail est nul car la force est perpendiculaire au déplacement.
- c) **Vrai** : $E_{mE} = E_{mD}$
 $E_{CE} + E_{PE} = E_{CD} + E_{PD}$
 $0,5mv_E^2 + mgz_E = 0,5mv_D^2 + mgz_D$ avec v_D nul.
 $v_E = \sqrt{2g(ZD - ZE)} = 3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- d) Faux : Cf. c.
- e) Faux : $\sum W = \Delta E_C = 0,5mv_E^2$
 $W_p + W_T + W_f = 0,5$
 $W_f = 0,5 - mg(z_D - z_E) = -0,726J$
 $W_f = \vec{f} \cdot \text{arc de cercle DE} = f \cdot DE \cdot \cos(180)$ (car les forces sont opposées au mouvement).
 $W_f = f \cdot \frac{\pi}{6} \cdot L$ car $\alpha(\text{rad}) = \frac{\text{arc de cercle}}{r}$
 $f = -0,726 \cdot \frac{-3}{\pi \cdot L} = 0,7N$

QCM n°2 : c,e

- a) Faux : Soit l la longueur et L la largeur et $S (= l \cdot L)$ la surface.
 $\Delta(l \cdot xL) = \Delta l \cdot L + \Delta L \cdot l = 450$
 $S = 7500 \pm 450 \text{ m}^2$ soit après majoration de $\Delta(l \cdot xL)$ $S = 7500 \pm 500 \text{ m}^2$
- b) Faux : cf. a
- c) **Vrai** : cf. a.
- d) Faux : $\frac{\Delta(l \cdot xL)}{l \cdot xL} = \frac{\Delta(l)}{l} + \frac{\Delta(L)}{L} = 6\%$. Attention on pouvait utiliser le résultat précédent mais il ne faut pas prendre la valeur de $\Delta(l \cdot xL)$ arrondie mais la valeur exacte soit 450.
- e) **Vrai** : cf. d.

QCM n°3 : a, d

- a) **Vrai** : la moyenne sur les quatre mesures est de $\frac{200+201+198+204}{4} = 200,75 \text{ g}$. Le plus grand écart se mesure avec la valeur 204 : $204 - 200,75 = 3,25 \text{ g}$. On arrondi par majoration ; nous obtenons 4 g. Enfin, le résultat (moyenne arrondie au rang de l'incertitude absolue) sera $201 \pm 4 \text{ g}$.

- b) Faux : L'incertitude relative se calcule à partir des valeurs non arrondies : $\frac{\Delta m}{m} = \frac{3,25}{198} = 1,6\%$. Mais, encore une fois, il faut arrondir par majoration ! Ainsi, $\frac{\Delta m}{m} = 2\%$.
- c) Faux : Nous savons que $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, donc $\Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot (\Delta m \cdot v^2) + \frac{1}{2} \cdot (m \cdot \Delta(v^2)) = \frac{1}{2} \cdot (\Delta m \cdot v^2) + \frac{1}{2} \cdot (m \cdot (2v \cdot \Delta v)) = \frac{1}{2} \cdot [(\Delta m \cdot v^2) + (m \cdot (2v \cdot \Delta v))]$. N'oublions pas de convertir dans les unités du système international ; nous aurons donc :
- $$\Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot \left[(3,25 \cdot 10^{-3} \cdot (\frac{25 \cdot 10^3}{3600})^2) + \left(200,75 \cdot 10^{-3} \cdot \left(2 \cdot \frac{25 \cdot 10^3}{3600} \cdot \frac{1 \cdot 10^3}{3600} \right) \right) \right] = 4,84 \cdot 10^{-1} J, \text{ soit, après arrondi par majoration, } 5 \cdot 10^{-1} J = 500 \text{ mJ.}$$
- d) **Vrai** : cf item c).
- e) Faux : Pour le calcul de l'énergie cinétique, on utilise $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,201 \cdot \left(\frac{25 \cdot 10^3}{3600} \right)^2 = 4,846 J$. or, la présentation du résultat du calcul implique que l'on utilise l'incertitude absolue et que la valeur du résultat soit arrondie à son rang ; soit $E_c = 4,8 \pm 0,5 J$.

QCM n°4 : b

- a) Faux : Soit m la masse et V le volume et C ($= \frac{m}{V}$) la concentration massique.
 $\Delta(\frac{m}{V}) = \frac{\Delta m \cdot V + \Delta V \cdot m}{V^2} = 0,24$ soit $0,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ après majoration.
- b) **Vrai** : cf.a
- c) Faux : $C = \frac{m}{V} = 0,48 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Donc $C = 0,5 \pm 0,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ en respectant les règles de présentations.
- d) Faux : $\frac{\Delta(\frac{m}{V})}{\frac{m}{V}} = \frac{\Delta(m)}{m} + \frac{\Delta(V)}{V} = 0,49$ soit après majoration 0,5 mais ce rapport n'a pas d'unité.
- e) Faux : cf.d.

QCM n°5 : e

- a) Faux : les propriétés d'une solution sont **distinctes** de celles des composés initiaux. Le reste de l'item est vrai.
- b) Faux : la molalité dépend de la masse de solvant, elle ne varie pas avec la température. Par contre, la molarité dépend du volume de la solution, qui varie avec la température, du fait de l'agitation thermique.
- c) Faux : la molarité correspond au nombre de moles de soluté dissout par litre de **solution** (comprenant solvant et soluté).
- d) Faux : c'est le quotient de la quantité de matière de soluté exprimée en mole par la quantité de matière totale exprimée en mole présente dans la solution (comprenant alors tous les composants, tant le solvant que les différents solutés).
- e) **Vrai** : et c'est le cas de toutes les boissons gazeuses ; qui peuvent être à la fois des solutions solide/liquide (ex : le sucre des sodas) ou liquide/liquide (ex : l'alcool dans le Champagne).

QCM n°6 : a,d

- a) **Vrai** : $\Delta T = K_f \cdot m$ donc $m(\text{osmolalité}) = \frac{\Delta T}{K_f} = \frac{3,93}{1,86} = 2,11 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
- b) Faux : Cf. a
- c) Faux :
- $$m = 2m_{p(\text{NaCl})} + 2\alpha m_{p(\text{acide propionique})} + (1-\alpha)m_{p(\text{acide propionique})}$$
- $$m_{p(\text{NaCl})} = \frac{n(\text{NaCl})}{\text{masse solvant}} = \frac{58,5}{1} = 1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$
- $$m_{p(\text{acide propionique})} = \frac{n(\text{acide propionique})}{\text{masse solvant}} = \frac{\frac{\rho \cdot V}{M}}{\text{masse solvant}} = 0,07 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$
- $$2\alpha m_{p(\text{acide propionique})} + (1-\alpha)m_{p(\text{acide propionique})} = 0,11 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} = m'$$

$$\text{Donc } m' = (\alpha(\gamma-1) + 1)m_{p(\text{acide})} \rightarrow \alpha = \frac{m' - m_{p(\text{acide})}}{\gamma - 1} = 0,66.$$

- d) **Vrai** : Cf. c
- e) Faux

QCM n°7 : a,d,e

- a) **Vrai** : $\pi = RT\Delta\omega = -8.31 \cdot 298 \cdot (2-5) = 7429 \text{ Pa}$. ($1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$)
- b) Faux : Cf.a
- c) Faux : $C_{1f} = C_{2f}$. Soit V le volume d'eau transféré, du compartiment 1 vers le compartiment 2.
$$\frac{n_1}{V_f^1} = \frac{n_2}{V_f^2} \rightarrow \frac{n_1}{V_1 - V} = \frac{n_2}{V_2 + V} \rightarrow V = \frac{n_2 V_1 - n_1 V_2}{n_1 + n_2} = \frac{5-2}{2+5} = 43 \text{ cL}$$
- d) **Vrai** : Cf.c.
- e) **Vrai** : au fur et à mesure du transfert de liquide, la surface du compartiment 2 va augmenter de hauteur, alors que celle du compartiment 1 va diminuer de hauteur. A cette différence de hauteur de liquide (dépendant de la forme du compartiment), sera associée une différence de pression de pesanteur, qui tendra à transférer du liquide du compartiment 2 vers le compartiment 1 ; elle s'opposera donc à la pression osmotique.
Parallèlement, du fait du transfert de liquide, la différence de pression osmotique diminue (car les valeurs des concentrations de chaque compartiment se rapprochent).
Ainsi, si à un instant t la valeur de la différence de pression de pesanteur devient égale à celle de la différence de pression osmotique, alors il n'y aura plus de transfert. Nous atteindrons donc un état d'équilibre sans pour autant que les concentrations se soient égalisées.

QCM n°8 a,c

- a) **Vrai** : $C_{\text{osm}} = 2 \cdot \frac{C_m(\text{NaCl})}{58,5} + \frac{m}{M(\text{m\acute{e}thanol})} + 2\alpha C_{p(\text{acide})} + (1-\alpha)C_{p(\text{acide})} = 4,62 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- b) Faux : Cf.a.
- c) **Vrai** : la quantité de matière due au soluté est de 4.62 mol (car 1 L de solution). La quantité de matière due au solvant est de 55,5 mol. Soit $n_{\text{total}} = 4.62 + 55,5 = 60 \text{ mol}$.
$$X(\text{Na}^+) = \frac{n(\text{Na}^+)}{n_{\text{total}}} = 1,4\%$$
- d) Faux : la constante d'équilibre est constante.
- e) Faux : α diminue si la concentration augmente.

QCM n°9 : a, c, e

- a) **Vrai** : voir le diagramme de phase.
- b) Faux : pour l'eau, lorsque la pression diminue, la température de fusion augmente (pour tous les autres corps purs, la proposition aurait été vraie).
- c) **Vrai** : d'où la notion d'abaissement cryoscopique.
- d) Faux : c'est l'ébulliométrie.
- e) **Vrai** : NB : attention à ne pas la confondre avec la tonométrie (étude à températures identiques des variations de la tension de vapeur du solvant, au dessus du solvant pur et au dessus de la solution) ou la cryométrie (même caractéristiques que l'ébulliométrie, mais pour la fusion).

QCM n°10 : f

- a) Faux : calculons la quantité de matière incorporée : $n_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{9}{23+35,5} = 154 \text{ mmol}$. Le volume de la solution étant de 1L, sa molarité sera donc de $154 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Or, le NaCl se dissocie totalement dans l'eau, en Na^+ et Cl^- , soit deux ions formés pour chaque molécule de NaCl. L'osmolarité de la solution sera donc le double de la molarité, soit $308 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- b) Faux : le cytosol et le milieu extracellulaire (la solution) sont iso-osmolaires et isotoniques. Il n'y donc pas de transfert d'eau.
- c) Faux : cf item b). Au passage, la diminution de volume du globule rouge aurait lieu s'il était plongé dans une solution hypertonique : un transfert d'eau (du cytosol vers la solution) entraînerait la variation de volume.
- d) Faux : aucun des constituants de la solution et du globule rouge ne peuvent traverser la membrane cellulaire donc la solution est iso-osmolaire et isotonique (concentration efficace càd concentration des constituants qui ne traversent pas les membranes).
- e) Faux : pour un volume de solution deux fois moins important, étant donné que la quantité de matière resterait inchangée, la concentration serait doublée. Ainsi, la solution deviendrait hypertonique par rapport au cytosol du globule rouge. Un transfert d'eau se créerait, du cytosol vers le milieu extracellulaire, entraînant une diminution du volume du globule rouge.

QCM n°11 : d, e

a) Faux : selon la loi de Henry, et vu les unités de la constante, nous pouvons établir la relation suivante : $m_{CO_2} = K_{CO_2} \cdot P_{CO_2} = 2,80 \cdot 10^{-5} \cdot 0,011013 \cdot 10^5 = 28,4 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ (attention aux puissances...).

b) Faux : au vu de la molalité, la solution est diluée, ce qui nous permet d'utiliser la formule suivante:

$$x_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot \frac{M_{eau}}{1000} = 2,84 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{18}{1000} = 5,1 \cdot 10^{-4}.$$

c) Faux : L'eau est le solvant, ce ne sera donc pas la constante de Henry qui sera calculable mais la constante de Raoult ! Elle sera donnée par la relation de Raoult : $P_{eau} = K_{eau} \cdot x_{eau} \rightarrow K_{eau} = \frac{P_{eau}}{x_{eau}}$.

Or, le système est binaire, donc $x_{eau} = 1 - x_{CO_2}$, d'où $K_{eau} = \frac{P_{eau}}{1 - x_{CO_2}} = \frac{0,21013 \cdot 10^5}{1 - 5,1 \cdot 10^{-4}} = 2,03 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

d) **Vrai** : $\frac{|\Delta P_{eau}|}{P_{eau}^\circ} = x_{CO_2} = 5,1 \cdot 10^{-4}$.

e) **Vrai** : $P_{eau} - P_{eau}^\circ = -P_{eau}^\circ \cdot x_{CO_2} \rightarrow P_{eau} = P_{eau}^\circ - P_{eau}^\circ \cdot x_{CO_2} \rightarrow P_{eau} = P_{eau}^\circ (1 - x_{CO_2}) \rightarrow P_{eau}^\circ = \frac{P_{eau}}{(1 - x_{CO_2})} = \frac{0,21013 \cdot 10^5}{(1 - 5,1 \cdot 10^{-4})} = 2,03 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. (Notez bien qu'elle est égale à la constante de Raoult relative à la fraction molaire du solvant ; cela permet d'aller plus vite).