



TUTORAT UE 3 2015-2016 – Biophysique

CORRECTION Séance n°9 – Semaine du 9/11

Etats de la matière 2 - Propriétés colligatives des solutions

Pr. Wisniewski

QCM n°1 : A, D

- A. **Vrai.** Il y a aussi des interactions soluté-soluté sauf si la solution est idéale.
- B. **Faux.** Dans la solution, on observera l'élévation de la température d'ébullition, la diminution de la température de congélation et la diminution de la pression de vapeur saturante (tension de vapeur).
- C. **Faux.** C'est la conséquence directe de la loi de l'ébulliométrie de Raoult : une solution présentera une température d'ébullition plus élevée que celle du solvant pur.
- D. **Vrai.**
- E. **Faux.** Les propriétés colligatives ne dépendent pas de la nature des solutés. Ainsi, on observera la même élévation de la température d'ébullition (par rapport à celle de l'eau pure) dans le cas d'une solution aqueuse d'urée de molarité 300 mmol/L et une solution aqueuse de glucose de molarité 300 mmol/L.

QCM n°2 : A, B, C

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.** Un électrolyte est un composé dissociable. En revanche si la solution est constituée de solutés non dissociables, une mole de soluté correspond à une osmole.
- C. **Vrai** solution diluée \rightarrow molarité = ρ_{solution} molalité (cf cours). Si, de plus, $d_{\text{solution}}=1$ alors $\rho_{\text{solution}} = 1 \text{ Kg.L}^{-1} \rightarrow$ molarité (mol.L^{-1}) = molalité (mol.Kg^{-1}).
- D. **Faux.** Il n'y a pas d'interaction entre les molécules du soluté dans les solutions considérées comme idéales.
- E. **Faux.** La température reste constante tout au long du changement d'état.

QCM n°3 : C, D, E

- A. **Faux.** La molarité correspond à la quantité de matière du soluté introduite par unité de volume de solution.

$$\text{molarité} = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{\left(\frac{196}{392}\right)}{1} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$
 Attention aux unités ! La molarité correspond à un calcul de concentration avant dissociation.

- B. **Faux.** La molalité correspond à la quantité de matière du soluté introduite par kg de solvant. Pour le calcul de la molalité on cherche en premier la masse du solvant. On sait que

$$\rho_{\text{solution}} = 1,172 \text{ kg.L}^{-1} \text{ donc } m_{\text{solution}} = 1172 \text{ g} = m_{\text{solvant}} + m_{\text{soluté}}$$

$$\text{Or } m_{\text{soluté}} = 196 \text{ g donc } m_{\text{solvant}} = 1172 - 196 = 976 \text{ g}$$

$$\text{Ainsi molalité} = \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}} = \frac{\frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}}}}{m_{\text{solvant}}} = \frac{\frac{196}{392}}{0,976} = \frac{0,5}{0,976} = 0.51 \text{ mol.kg}^{-1}$$

- C. **Vrai.** $\text{Osmolarité} = i \times \text{Molarité} = (\alpha(\gamma - 1) + 1) \times \text{Molarité} = (1 \times (5 - 1) + 1) \times \frac{\left(\frac{196}{392}\right)}{1} = 2,5 \text{ mol.L}^{-1}$
 α correspond au coefficient de dissociation et est égal à 1 car la solution est totalement dissociée.
 γ correspond au nombre d'ions formés = 5 car $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$

- D. **Vrai.** $\text{Osmolalité} = i \times \text{Molalité} = (\alpha(\gamma - 1) + 1) \times \frac{n_i}{m_{\text{solvant}}} = (1 \times (5 - 1) + 1) \times \left(\frac{\frac{m}{MM}}{0,976}\right) = 5 \times$

$$\left(\frac{\frac{196}{392}}{0,976}\right) = 2,56 \text{ mol.kg}^{-1}$$

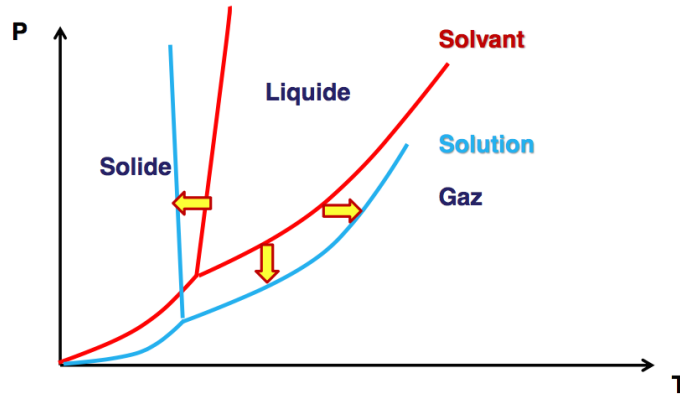
- E. **Vrai.** $x_p = \frac{n_{\text{soluté}}}{n_{\text{total}}}$

$N_{\text{total}} = n_{\text{soluté}} + n_{\text{solvant}}$ avec $n_{\text{soluté}} = 0,5 \text{ mol}$ et $n_{\text{solvant}} = \frac{m}{M} = \frac{976}{16+2 \times 1} = 54,2 \text{ moles}$. On utilise la masse molaire de l'eau car on est dans une solution aqueuse.

D'où $x_p = \frac{0,5}{(0,5+54,2)} = 0,9\%$.

QCM n°4 : E

- A. Faux. L'élévation de la température d'ébullition est proportionnelle à la fraction molaire du soluté : $|\Delta T| = K \cdot x_p$.
- B. Faux. D'après la loi de Raoult de la tonométrie, la pression de vapeur du solvant est abaissée en présence de soluté :



- C. Faux. $n_{\text{Na}} = n_{\text{Cl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{33,3}{58,5} = 0,57 \text{ mol}$

Osmolarité (notée C^0 dans le cours) = $\Sigma \text{molarités} = \Sigma \frac{n_i}{V_{\text{solution}}} = \left(\frac{n_{\text{Na}^+}}{V_{\text{solution}}} \right) + \left(\frac{n_{\text{Cl}^-}}{V_{\text{solution}}} \right) = \frac{(0,57+0,57)}{(800 \times 10^{-3})} = 1,423 \text{ mol.L}^{-1}$.

NB : il est important de comprendre qu'une mole de NaCl se dissout en 1 mole de Na^+ et 1 mole Cl^-

	NaCl	->	Na^+	Cl^-
t=0 (avant dissociation)	1		0	0
t = t _{après dissociation}	0		1	1

- D. Faux. On utilise l'osmolarité car la constante nous est donnée en $^{\circ}\text{C.L.mol}^{-1}$.
 $|\Delta T| = K \times \text{osmolarité} = 1,86 \times 1,423 = 2,647^{\circ}\text{C} = 2,647^{\circ}\text{K}$. Ebulliométrie → augmentation de la température par rapport à la température du solvant T_0 (100°C) → la température d'ébullition de la solution est $T = T_0 + |\Delta T| = 100 + 2,647^{\circ}\text{C} = 102,647^{\circ}\text{C}$.
- E. **Vrai**.

QCM n°5 : B, D, E

- A. Faux. Si une osmole peut diffuser à travers une membrane, elle n'est pas osmotiquement active. En revanche, dans le cas d'une membrane idéalement semi-perméable (qui est perméable au solvant et imperméable au soluté), une osmole est osmotiquement active.
- B. **Vrai**. $\text{Osmolalité} = \frac{|\Delta T|}{K} = \frac{0,02}{0,52} = 3,8462 \cdot 10^{-2} \text{ mol.kg}^{-1} = 38,462 \cdot 10^{-3} \text{ mol.kg}^{-1} = 38,5 \text{ mmol.kg}^{-1}$.
- C. Faux. solution diluée → molarité = ρ_{solution} molalité (cf cours). Si, de plus, $d_{\text{solution}}=1$ alors $\rho_{\text{solution}} = 1 \text{ Kg.L}^{-1}$ → molarité (mol.L^{-1}) = molalité (mol.Kg^{-1}) (cf qcm 2) . → osmolarité (mol.L^{-1}) = osmolalité (mol.Kg^{-1}) → osmolarité (mol.L^{-1}) = $38,46 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

- D. **Vrai.** Calcul du coefficient de Van't Hoff $i = (\alpha \times (\gamma - 1) + 1) = (1 \times (5 - 1) + 1) = 5$. α est le coefficient de dissociation. $\alpha = 1$ dans ce qcm car l'électrolyte se dissocie totalement dans l'eau (électrolyte fort). γ est le nbre de moles d'ions que va produire une mole d'électrolyte $\rightarrow \gamma = 5$ dans ce qcm car une mole de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ donne 3 moles de Ca^{2+} et 2 moles de PO_4^{3-} , soit 5 moles d'ions.
- E. **Vrai.** $\text{Osmolarité} = i \times \text{Molarité} \rightarrow \text{Molarité} = \frac{\text{osmolarité}}{i} = \frac{38,46 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}}{5} = 7,6923 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
 \rightarrow dans le volume de la solution ($2 \text{ dm}^3 = 2 \text{ L}$), on a $2 \times 7,6923 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,5385 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ donc $m_{\text{soluté}} = n_{\text{soluté}} \times M_{\text{soluté}} = 1,5385 \cdot 10^{-2} \times (40 \times 3 + 31 \times 2 + 16 \times 8) = 4,769 \text{ g}$

QCM n°6 : A, C, D

A. **Vrai.** $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$.

On sait que : $C_{\text{mol}(\text{NaCl})} = \frac{n}{V_{\text{solution}}} = \frac{m}{V_{\text{solution}} \times M}$ soit $m_{\text{NaCl}} = C_{\text{mol}} \times V_{\text{solution}} \times M$. On ne connaît pas la concentration molaire donc nous commençons par la calculer :

NaCl se dissocie complètement donc $\alpha = 1$ et $\gamma = 2$ (car 1 mole dissociée de NaCl donne deux mole d'ions, cf équation de la réaction de dissociation). Donc $C_{\text{mol}(\text{NaCl})} = \frac{\text{Cosmo}(\text{NaCl})}{\alpha \times (\gamma - 1) + 1} = \frac{0,296}{1 \times (2 - 1) + 1} = 0,148 \text{ mol.L}^{-1}$.

On peut maintenant calculer la masse de NaCl :

$$m_{\text{NaCl}} = C_{\text{mol}} \times V_{\text{solution}} \times M = 0,148 \times 1,5 \times (23 + 35,5) = 12,987 \text{ g.}$$

B. **Faux.** $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$.

L'acide acétique se dissocie partiellement et on sait que $\alpha = 0,46$ et $\gamma = 2$ (même raisonnement que pour NaCl). On a : $\text{Osmolarité}_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \text{Osmolarité}_{\text{totale}} - \text{Osmolarité}_{\text{HNO}_3}$

$$\text{Donc on peut calculer } C_{\text{mol}} = \frac{0,652 - 0,296}{0,46 \times (2 - 1) + 1} = 0,243835 \text{ mol.L}^{-1}.$$

On obtient $0,1795 \text{ mol.L}^{-1}$ si on considère que ça se dissocie totalement.

C. **Vrai.** $m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_{\text{mol}} \times V_{\text{solution}} \times M = 0,243835 \times 1,5 \times (4 \times 1 + 12 \times 2 + 16 \times 2) = 21,94 \text{ g.}$

$$\text{Osmolarité} = \sum \text{molarités} = \sum \frac{n_i}{V_{\text{solution}}} = \left(\frac{n_{\text{Na}}}{V_{\text{solution}}} \right) + \left(\frac{n_{\text{Cl}}}{V_{\text{solution}}} \right) = \frac{(0,57 + 0,57)}{(800 \times 10^{-3})} = 1,425 \text{ mol.L}^{-1}.$$

D. **Vrai.** D'après la loi de la cryométrie de Raoult on a : $|\Delta T| = K \cdot x_p$, avec la x_p fraction molaire du soluté sur la solution. On appelle ici "soluté", l'ensemble des composés dissociés dans la solution aqueuse. K , dans ce qcm, est donné en K.L.mol^{-1} , on va donc utiliser l'osmolarité totale de la solution pour déterminer l'abaissement cryoscopique, qui est le suivant : $|\Delta T| = 1,86 \times 0,652 = +1,21 \text{ K}$ ou $+1,21^\circ\text{C}$ (notons que ΔT est une différence de température, on obtient donc la même valeur numérique que cette différence soit exprimée en K ou en $^\circ\text{C}$) \rightarrow abaissement cryoscopique : température de congélation de la solution $T = T_0 - |\Delta T| = 0^\circ\text{C} - 1,21^\circ\text{C} = -1,21^\circ\text{C}$.

E. **Faux.** Il s'agit d'appliquer la loi de Van't Hoff : $\pi = R \times T \times C^0 = 8,31 \times (273 + 12) \times 652 = 1544,2 \text{ kPa}$. (avec $C^0 =$ osmolarité de la solution ou osmolarité totale).

QCM n°7 : A, C, E

A. **Vrai.** Pour information, l'intensité des 4 interactions fondamentales est, dans l'ordre décroissant :

interaction **forte** > interaction électromagnétique > interaction faible > interaction **gravitationnelle**.

B. **Faux.** L'interaction électromagnétique assure la cohésion des atomes et des molécules essentiellement, mais elle est présente partout avec une intensité plus ou moins importante par rapport à d'autres interactions. Dans le noyau, elle a une action répulsive étant donné que les protons sont chargés positivement mais elle est **moins forte** en intensité que l'interaction forte, c'est pourquoi, le noyau ne se dissocie pas.

C. **Vrai.** A l'échelle du noyau, l'intensité de l'interaction gravitationnelle est faible car la masse des nucléons est faible. On peut donc la négliger par rapport aux autres forces (interaction forte, interaction faible et interaction électromagnétique). Cf calcul en ED.

D. **Faux.** A l'échelle du noyau atomique, l'interaction gravitationnelle est négligeable.

E. **Vrai.** De même que les liaisons hydrogènes

QCM n°8 : C, D

Remarque : en théorie le corps humain est constitué de cellules qui produisent de l'énergie en dégradant certains éléments en composés utilisables (catabolisme) et consomment de l'énergie en produisant, à partir de ces composés utilisables, d'autres éléments (cf cours d'UE1 de Mme Mary). L'Homme étant un être homéotherme (température constante ou maintenue dans un intervalle étroit), la différence

énergétique entre catabolisme et anabolisme (appelée énergie ou puissance métabolique) est censée être intégralement éliminée par l'organisme par les biais que nous connaissons (perspiration, évaporation de la sueur...), sinon la température augmenterait en permanence, conduisant inéluctablement à la mort. Ainsi, la somme des énergies (ou puissances) dues aux procédés d'élimination thermique devrait être égale à la puissance métabolique, ce qui n'est malencontreusement pas le cas dans cet exercice... De plus il peut être utile de préciser qu'un être humain est considéré en hypothermie lorsque sa température corporelle est inférieure à 35°C. *Pour l'anecdote, l'hypothermie la plus sévère recensée concerne un enfant de deux ans dont la température corporelle était de 12°C et qui survécut malgré tout (warrior).*

A. Faux. $\Phi = h_{c1} \times S \times (T_A - T_B) = (3.5 + 5.2 \times 0.7) \times 1.7 \times (33 - 19) = 170 \text{ W}$.

B. Faux. $\Phi = h \times S \times (T_A - T_B) = 4 \times 1.7 \times (33 - 19) = 95 \text{ W}$.

C. **Vrai.** $\Phi = h_{c2} \times S \times (T_A - T_B) = (8.7 \times 2.5^{0.6}) \times 1.7 \times (33 - 19) = 359 \text{ W}$.

D. **Vrai.** $\Phi < 0.15 \times P \Rightarrow \Phi < 18.75 \Rightarrow h_{c1} \times S \times \Delta T < 18.75 \Rightarrow (3.5 + 5 \times 0.5) \times 1.7 \times \Delta T < 18.75$

$$\Delta T < \frac{18.75}{(3.5 + 5 \times 0.5) \times 1.7} \text{ avec } \Delta T = T_{\text{corps}} - T_{\text{pièce}}. \text{ Donc : } T_{\text{pièce}} > T_{\text{corps}} - \frac{18.75}{(3.5 + 5 \times 0.5) \times 1.7}$$

$$\rightarrow T_{\text{pièce}} > 33 - \frac{18.75}{(3.5 + 5 \times 0.5) \times 1.7} \rightarrow T_{\text{pièce}} > 31.2^\circ\text{C}.$$

E. Faux. $\Phi < 0.25 \times P \Rightarrow \Phi < 31.25 \Rightarrow h \times S \times \Delta T < 31.25 \Rightarrow 4 \times 1.7 \times \Delta T < 31.25$

$$\Delta T < \frac{31.25}{4 \times 1.7} \text{ avec } \Delta T = T_{\text{corps}} - T_{\text{pièce}}. \text{ Donc : } T_{\text{pièce}} > T_{\text{corps}} - \frac{31.25}{4 \times 1.7} \rightarrow T_{\text{pièce}} > 33 - \frac{31.25}{4 \times 1.7}$$

$$\rightarrow T_{\text{pièce}} > 28.4^\circ\text{C}.$$

QCM n°9 : B, E

A. Faux.

$Q_{\text{perspiration}} \text{ (tout s'évapore)} = m_{\text{eau}} \cdot L_{\text{vaporisation}} = 700.580 = 406 \text{ kcal}$.

$Q_{\text{sueur}} \text{ (s'évapore à 80\%)} : 375 \times 0.8 = 300 \text{ mL d'eau qui seront vaporisés}$.

Donc $Q_{\text{sueur}} = m_{\text{eau}} \cdot L_{\text{vaporisation}} = 300 \times 580 = 174 \text{ kcal}$.

$Q_{\text{alvéoles}} \text{ (tout s'évapore)} = m_{\text{eau}} \cdot L_{\text{vaporisation}} = 300.580 = 174 \text{ kcal}$.

Donc, $Q_{\text{totale}} = Q_{\text{perspiration}} + Q_{\text{sueur}} + Q_{\text{alvéoles}} = 406 + 174 + 174 = 754 \text{ kcal}$.

B. **Vrai.**

C. Faux. Puissance dissipée = $E(\text{J})/t(\text{s}) = (754 \cdot 10^3 \cdot 4,18) / (24 \cdot 3600) = 36,47 \text{ W}$

D. Faux. C'est l'évaporation de la sueur à la surface de la peau qui est responsable de l'élimination de chaleur. La vaporisation concerne le passage de l'état liquide à l'état gazeux de manière provoquée alors que l'évaporation est une réaction spontanée.

E. **Vrai.** La masse d'eau éliminée par respiration dépend de l'humidité de l'air inspiré : si celui-ci est sec, elle est maximale. A l'inverse, si l'air est saturé d'humidité, elle sera nulle. Il en va de même pour la vitesse d'évaporation dm/dt .

QCM n°10 : C, E

A. Faux. Calcul du flux thermique : $\phi = (\sigma \times S \times \Delta T) / L$. On applique la formule de la loi de Fourier : $\phi = (80 \times 50 \cdot 10^{-4} \times 16) / 15 \cdot 10^{-2} = 42,66666667 \text{ W} \approx 42,7 \text{ W}$ et pas kW.

B. Faux. Le transfert de chaleur se fait par conduction et non par convection.

C. **Vrai.** $\phi = dE/dt$ donc $dE = \phi \times dt$. Application : $dE = \phi \times 60 = 2560 \text{ J} = 2,56 \text{ kJ}$.

D. Faux. L'unité est $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, que l'on peut retrouver par une analyse dimensionnelle de la loi de Fourier

E. **Vrai.** La convection est un échange d'énergie par mouvement macroscopique de matière.

QCM n°11 : F

A. Faux. On sait que les deux corps sont thermiquement isolés, c'est-à-dire qu'aucune source de chaleur n'existe à part les deux corps A et B. La température du corps A est plus élevée que celle du corps B, il va donc y avoir transfert de chaleur de A vers B. Le corps A va donc fournir une certaine quantité de chaleur jusqu'à atteindre une température d'équilibre, quantité que le corps B recevra jusqu'à atteindre cette même température d'équilibre. On peut donc dire qu'à l'équilibre : $Q_B = -Q_A$. On peut donc dire que : $c_B m_B (T_e - T_B) = -c_A m_A (T_e - T_A)$.

On remplace selon les expressions données dans l'énoncé : $(1/2)c_A \times (4/3)m_A \times (T_e - 0.5T_A) = -c_A m_A (T_e - T_A)$. Ainsi : $(4/6) \times (T_e - (1/2)T_A) = T_A - T_e$. Ce qui équivaut à dire que : $(2/3)T_e - (1/3)T_A = T_A - T_e$ donc $(5/3)T_e = (4/3)T_A$, ce qui donne $T_A = (5/4)T_e$. ATTENTION : il faut se mettre en USI (donc la température en Kelvin) pour l'application numérique !

Applications numériques : $T_A = 1,25 \times (25 + 273) = 372,5 \text{ K} \Leftrightarrow 99,5^\circ\text{C} \Leftrightarrow 211,1^\circ\text{F}$

$T_B = (1/2)T_A$ donc $T_B = 0,5 \times 372,5 = 186,25 \text{ K} \Leftrightarrow -86,75 \text{ °C} \Leftrightarrow -124,15 \text{ °F}$

- B. Faux.
- C. Faux.
- D. Faux.
- E. Faux.

QCM n°12 : F

- A. Faux. $P_A = \sigma \times S \times T_0^4$. On applique la formule : $P_A = 5,67 \cdot 10^{-8} \times 4\pi \times 0,5^2 \times (29+273)^4 = 1482 \text{ W}$.
- B. Faux. $P = \sigma \times S \times (T^4 - T_0^4)$ avec T_0 la température du milieu. On a donc $P = 5,67 \cdot 10^{-8} \times 4\pi \times 0,5^2 \times (305^4 - 302^4) \approx 59,76 \text{ W}$.
- C. Faux. $P = dE/dt$ donc $dE = P \times dt$. Application : $dE = P \times 180 \approx 10\,756,56 \text{ J}$.
- D. Faux.
- E. Faux. On applique ici la loi de Wien pour avoir la valeur de la longueur d'onde du pic d'émissivité : $\lambda_m = b/T$. Application numérique : $\lambda_m = 3 \cdot 10^{-3}/305 \approx 9,836 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 9,84 \text{ }\mu\text{m}$. Donc la longueur d'onde du pic d'émissivité se situe dans le domaine de l'IR.

QCM n°13 : A, B, E

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.** Si dans un même liquide au repos 2 points sont au même niveau horizontal, alors la pression en ces 2 points est identique.
- C. Faux. $P_C = P_D$
 $P_{\text{Atm}} + \rho_2 \cdot g \cdot h_2 = P_{\text{Atm}} + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_1$
 $\rho_2 = (h_1 \times \rho_{\text{Hg}})/h_2 = (6 \times 13600)/20 = 4080 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- D. Faux.
- E. **Vrai.** $d = \rho/\rho_{\text{eau}} = 4,08$.

QCM n°14 : C, E

- A. Faux. $P = \rho_{\text{corps}} \cdot V \cdot g = 1,5 \times 9,81 \times 1350 = 19865 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- B. Faux. $A = \rho_{\text{fluide}} \cdot V \cdot g = 1,5 \times 9,81 \times 1000 = 14715 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- C. **Vrai.** $P_{\text{app}} = P - A = 5150,25 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
- D. Faux. $P_{\text{app}} > 0$ donc le corps s'enfonce. Le corps serait immobile, en suspension dans le fluide, si son poids apparent était nul (ce qui correspond à l'égalité des masses volumiques ou des densités entre le fluide et le corps immergé)
- E. **Vrai.** car $P_{\text{app}} = P - A$

QCM n°15 : A, B, C, E

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.**
- C. **Vrai.** $Pv = nRT$ (loi des gaz parfaits)
- D. Faux. glotte fermée $\rightarrow n = \text{cst}$. Comme $T = \text{cst} \rightarrow PV = \text{cst}$. Si plongeur remonte \rightarrow , P diminue et V augmente \rightarrow déchirure pulmonaire. C'est quand le plongeur remonte qu'il risque une déchirure pulmonaire
- E. **Vrai.** $V = (n \cdot R \cdot T)/P = (8,31 \cdot 273)/101325 = 0,0224 \text{ m}^3 = 22,4 \text{ L}$