



# TUTORAT UE 3b 2015-2016 – Biophysique CORRECTION Séance annales

Concours 2013/2014

## QCM n°1 : A, B, C, E.

- A. **Vrai** :  $\text{pH} = \text{pKa} + \log \left( \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right) = 5$   
 $\Rightarrow \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 10^{0,3} = 1,99 \approx 2 \Rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2 \times [\text{CH}_3\text{COOH}]$ .
- B. **Vrai** : Les constantes d'équilibres varient avec la température.
- C. **Vrai** : On mélange 2 fois plus de sel que d'acide donc  $V_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 2 \times V_{\text{CH}_3\text{COOH}}$   
 Or on sait que  $V_{\text{tot}} = 150 \text{ mL}$  donc  $V_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 100 \text{ mL}$  et  $V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 50 \text{ mL}$   
 Dans la solution A on a :  
 $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2 \times 50 \cdot 10^{-3} = 0,01$  ;  $n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,2 \times 100 \cdot 10^{-3} = 0,02$   
 On rajoute  $10^{-3}$  moles d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$   
 $\text{pH} = \text{pKa} + \log \left( \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{H}_3\text{O}^+]} \right) = \text{pKa} + \log \left( \frac{0,02 - 0,001}{0,01 + 0,001} \right) = 4,94$ .
- D. Faux : La propriété d'une solution tampon est que lors d'une dilution le pH reste constant.
- E. **Vrai** :  $\text{pKa} - 1 < \text{pH} < \text{pKa} + 1$  soit  $3,7 < \text{pH} < 5,7$ .

## QCM n°2 : B, C.

- A. Faux : A l'équivalence, pH différent de 7 donc c'est une courbe de dosage d'une monobase faible (R-NH<sub>2</sub>) par un monoacide fort (HCl).
- B. **Vrai** : A la demi équivalence  $\text{pH} = \text{pKa} = 9,1$ .
- C. **Vrai** : A la neutralisation :  $n_{\text{acide ajouté}} = n_{\text{base initial}} = x$  ;  $V_{\text{acide ajouté}} = 40 \text{ mL}$ .  
 $\Rightarrow n_{\text{acide}} = C_a \times V_a = 0,1 \times 40 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ mol}$ .  
 $\Rightarrow [X] = \frac{n}{V} = \frac{0,004}{10 \cdot 10^{-3}} = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- D. Faux : Équivalence = pt de neutralisation : on a 1 sel de base faible et d'acide fort  
 = acide faible (R-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)  
 $n_{\text{R-NH}_3^+} = n_{\text{aY ajoutées}} = n_{\text{bX initial}} = 4 \times 10^{-3}$   
 $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pKa} - \frac{1}{2} \log \left[ \frac{[\text{R-NH}_3^+]}{(10+40) \cdot 10^{-3}} \right] = 0,5 \times 9,1 - 0,5 \times \log \frac{4 \cdot 10^{-3}}{(10+40) \cdot 10^{-3}} = 5,1$ .
- E. Faux :  $\text{pH} = \text{pKa} + \log \left[ \frac{[\text{Base}]}{[\text{Acide}]} \right] \Rightarrow \text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\text{Non ionisé}}{\text{Ionisé}}$   
 $\Rightarrow n_i / i = 10^{\text{pH} - \text{pKa}} = 10^{-7,1} = 7,9 \cdot 10^{-8} \Rightarrow n_i = 7,9 \cdot 10^{-8} \times i \Rightarrow n_i < i$ .

## QCM n°3 : D.

- A. Faux : La concentration en bicarbonate du sang artériel du sujet A est inférieure à celle du sujet B.
- B. Faux : Cf item A.
- C. Faux : La valeur de la pCO<sub>2</sub> du sujet B est plus élevée que celle du sujet A.
- D. **Vrai** : Cf item C.
- E. Faux : le pH est identique pour les deux sujets. De plus, l'augmentation des bicarbonates compense celle de la pCO<sub>2</sub> dans la formule donc les deux rapports sont identiques pour les deux sujets.

### QCM n°4 : D.

- A. Faux : La concentration en bicarbonates du sang artériel du sujet A est inférieure à celle du sujet B.
- B. Faux : Cf item A.
- C. Faux : Le pH du sujet A est inférieur à celui du sujet B.
- D. **Vrai** : Cf item C.
- E. Faux : La pCO<sub>2</sub> est la même pour les deux sujets mais la concentration en bicarbonates est plus élevée chez le sujet B donc il aura un rapport plus grand que le sujet A.

### QCM n°5 : C, E.

- A. Faux :  $T_s = \Delta P \times R = 20.10^3 \times 1,4.10^{-2} = 280 \text{ N.m}^{-1}$ .
- B. Faux :  $T_s = \Delta P \times R = 25.10^3 \times 1,4.10^{-2} = 350 \text{ N.m}^{-1}$  et pas Pa.
- C. **Vrai** : En effet, cette loi traduit l'équilibre entre les forces de distensions (= dilatation du vaisseau) et les forces de constriction (= tension superficielle).
- D. Faux : Il correspond à l'intersection de la composante ELASTISQUE de la tension superficielle avec la droite dont l'équation est  $T_s = \Delta P \times R$ .
- E. **Vrai** : Ce choc hypovolémique induit une hypotension majeure. Il y a fermeture des artères rénales pour un  $\Delta P$  plus élevée.

### QCM n°6 : A, C, D, E.

- A. **Vrai** :  $P_{c=0} = RQ_1^2 \frac{\tau}{r_1} = 4.10^8 \times \left(\frac{4,5.10^{-3}}{60}\right)^2 \times \frac{0,4}{1} = 0,9 \text{ W}$  ou  $0,9 \text{ J.s}^{-1}$ .
- B. Faux : Cf item A.
- C. **Vrai** :  $P_{c=} = RQ_1^2 \left(\frac{\tau}{r_1}\right)^2 = 4.10^8 \times \left(\frac{4,5.10^{-3}}{60}\right)^2 \times \left(\frac{0,4}{1}\right)^2 = 0,360 \text{ W}$ .
- D. **Vrai**.
- E. **Vrai** : En effet, cette augmentation de la puissance fournie par le cœur permet une compensation de cette baisse de la capacitance.

### QCM n°7 : B, C, E.

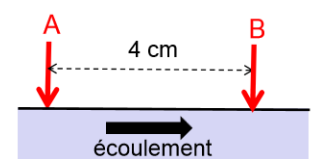
- A. Faux :  $\Delta P = T_{\text{plafond}} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{r_2} = \frac{\Delta P}{T_{\text{plafond}}} - \frac{1}{r_1} = \frac{20.10^3}{250} - \frac{1}{14.10^{-3}} = 8,57 \text{ m}^{-1} \Rightarrow r_2 = 0,117 \text{ m}$ .
- B. **Vrai** : Cf item A.
- C. **Vrai** :  $\Delta P = T_{\text{plancher}} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{r_2} = \frac{1}{r_1} - \frac{\Delta P}{T_{\text{plancher}}} = \frac{1}{14.10^{-3}} - \frac{20.10^3}{350} = 157,14 \text{ m}^{-1}$   
 $\Rightarrow r_2 = 0,07 \text{ m} = 7 \text{ cm}$ .
- D. Faux : Cf item C.
- E. **Vrai** : En effet,  $T_{\text{plancher}} > T_{\text{plafond}}$  et avec la formule  $T_s = \gamma \times e \times \frac{\Delta L}{L}$  on voit que  $e_{\text{plancher}} > e_{\text{plafond}}$  donc les anévrismes sont plus fréquents au niveau du plafond.

### QCM n°8 : A, C, E.

- A. **Vrai** :  $Re = \frac{\rho \times V_{\text{moy}} \times d}{\eta} = \frac{1000 \times 1,08 \times 0,15 \times 2.10^{-3}}{4,2.10^{-3}} = 77,14$ .
- B. Faux :  $77,14 < 2400$ , le régime d'écoulement est donc laminaire.
- C. **Vrai** :  $Q = V_{\text{moy}} \times S = V_{\text{moy}} \times \pi \times r^2 = 0,15 \times \pi \times (1.10^{-3})^2 = 4,712.10^{-7} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$   
 $\Rightarrow 4,712.10^{-7} \times 60 \times 10^6 = 28,27 \text{ mL.min}^{-1}$ .
- D. Faux :  $\Rightarrow 4,712.10^{-7} \times 3600 \times 10^3 = 1,696 \text{ L.h}^{-1}$ .
- E. **Vrai** : L'écoulement est laminaire donc le profil de vitesse est bien parabolique.

### QCM n°9 : A, C, D

- A. **Vrai**.  $R = \frac{8\eta}{\pi \times r^4} \Delta l = \frac{8 \times 4,2 \times 10^{-3}}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^4} \times 4 \times 10^{-2} = 4,278 \times 10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}$   
A noter que  $\text{Pa.s.m}^{-3} = (\text{N.m}^{-2}).\text{s.m}^{-3} = \text{N.s.m}^{-5} = (\text{kg.m.s}^{-2}).\text{s.m}^{-5} = \text{kg.s}^{-1}.\text{m}^{-4}$
- B. Faux. Cf item A.
- C. **Vrai**. Le sang est un fluide réel, la charge dissipée sous forme de chaleur correspond à la résistance à l'écoulement :  $\Delta E_R = E_A - E_B$   
 $\Delta E_R = (P_A + \rho g h_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2) - (P_B + \rho g h_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2)$  comme nous sommes dans une artère horizontale, en présence d'un fluide supposé newtonien :



$$\Delta E_R = RQ = P_A - P_B \rightarrow P_B = P_A - RQ = 19 \times 10^3 - 4,278 \times 10^8 \times 4,712 \times 10^{-7} = 18\,798,4 \text{ Pa}$$

$$= \frac{18\,798,4}{133,4} \text{ mmHg} = 140,91 \text{ mmHg (car } 1 \text{ mmHg} = 133,4 \text{ Pa)}$$

D. **Vrai.** Cf item C.

E. Faux. Comme l'artère est verticale, il faut ajouter à la formule la composante de pesanteur :

$$\Delta E_R = (P_A + \rho g h_A) - (P_B + \rho g h_B) = P_A - P_B + \rho g (h_A - h_B)$$

$$\text{Donc } P_B = P_A + \rho g (h_A - h_B) - \Delta E_R = 19\,222 \text{ Pa}$$

$$h_A - h_B = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m} (>0 \text{ car B est situé en dessous de A})$$

$$\rightarrow P_B \text{ (verticale)} > P_B \text{ (horizontale).}$$

### QCM n°10 : A,C

A. **Vrai.**

B. Faux. Hors équilibre thermodynamique, l'échange de matière, pour un constituant donné, se fait de la phase où son potentiel chimique est le plus grand vers la phase où son potentiel chimique est le plus petit.

C. **Vrai.**

D. Faux. Lorsqu'un système évolue à température et pression fixées, son enthalpie libre décroît spontanément ( $\Delta G < 0$ ) jusqu'à atteindre un état d'équilibre ( $\Delta G = 0$ ).

E. Faux. Si les concentrations en composé i sont égales dans les deux compartiments et si les concentrations en composé j sont égales dans les deux compartiments, alors on est à l'équilibre thermodynamique.

### QCM n°11 : A, C, D

A. **Vrai.** La membrane laisse passer à la fois les ions et le glucose. A l'équilibre, les potentiels chimiques de chaque soluté dans les 2 compartiments sont égaux.

$$\mu(\text{Na}^+)_1 + \mu(\text{Cl}^-)_1 + \mu(\text{glucose})_1 = \mu(\text{Na}^+)_2 + \mu(\text{Cl}^-)_2 + \mu(\text{glucose})_2$$

Cela se traduit par une égalité des concentrations de chaque soluté dans les 2 compartiments.

$$[\text{Na}^+]_1 + [\text{Cl}^-]_1 + [\text{glucose}]_1 = [\text{Na}^+]_2 + [\text{Cl}^-]_2 + [\text{glucose}]_2 \rightarrow \text{osmolarité } 1 = \text{osmolarité } 2$$

B. Faux.  $\mu(\text{Na}^+)_1 + \mu(\text{Cl}^-)_1 + \mu(\text{glucose})_1 = \mu(\text{Na}^+)_2 + \mu(\text{Cl}^-)_2 + \mu(\text{glucose})_2$

C. **Vrai.** Par définition, on a à l'équilibre  $\mu(\text{glucose})_1 = \mu(\text{glucose})_2$

D. **Vrai.** Dans l'énoncé, on nous dit que le seuil de coupure de la membrane est nettement supérieur à la masse molaire du glucose. Cette membrane laisse donc diffuser le glucose.

E. Faux. On définit la différence de pression entre les 2 compartiments  $\Delta\pi = RT\Delta\omega$

On a démontré dans l'item 1 que  $\Delta\omega = 0$  (osmolarités égales), la différence de pression est donc nulle.

### QCM n°12 : C, D, E

A. Faux. Comme la membrane est non déformable et ne laisse passer que le solvant, on retrouve ici 2 flux de solvant:

$J_E$  = un flux diffusif de (1) vers (2) pour diluer le compartiment 2

$J_V$  = un flux convectif de (2) vers (1) à cause de l'hyperpression dans le compartiment 2 d'osmolarité supérieure

Comme ces flux se compensent, il n'y a pas de dilution du compartiment 2 et il ne peut pas y avoir de transfert de soluté. On a donc une inégalité d'osmolarité et donc de potentiel chimique entre les 2 compartiments.

B. Faux. On calcule :  $\omega_1 = \frac{n}{V} = \frac{m}{V} = \frac{0,25}{3} = 4,629 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

Dans le compartiment 2, la dissociation de 2 mmol de NaCl donne 2 mmol  $\text{Na}^+$  et 2 mmol de  $\text{Cl}^-$ .

$$\omega_2 = \frac{n}{V} = \frac{4 \times 10^{-3}}{3} = 1,33 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}. \text{ On conclut } \omega_2 > \omega_1$$

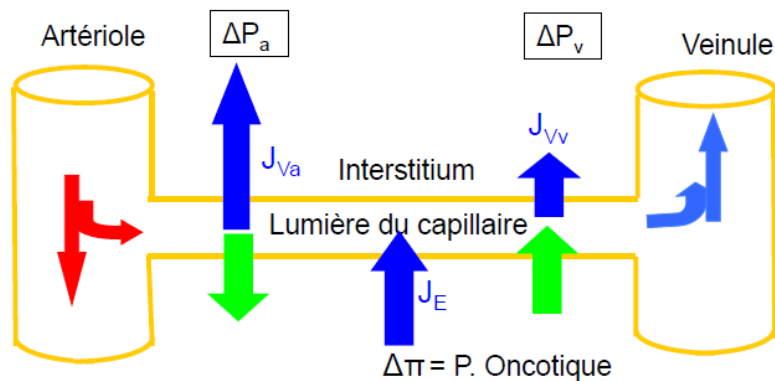
C. **Vrai.**  $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = 1,33 \times 10^{-3} - 4,629 \times 10^{-4} = 0,870 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = 0,870 \text{ mol.m}^{-3}$

D. **Vrai.**  $\Delta\pi = RT\Delta\omega = 8,31 \times 293 \times 0,870 = 2119,2 \text{ Pa} = 15,88 \text{ mmHg}$

E. **Vrai.** La dissociation de 2 mmol de  $\text{CaCl}_2$  donne 2 mmol de  $\text{Ca}^{2+}$  et 4 mmol de  $\text{Cl}^-$ .

Par rapport au NaCl, on aura donc une augmentation de l'osmolarité et ainsi de  $\Delta\pi$ .

### QCM n°13 : C



- A. Faux. A la fin du capillaire, la pression hydrostatique est responsable d'un flux convectif sortant vers l'interstitium. De plus, c'est la pression oncotique qui va permettre l'élimination des déchets métaboliques produits par les tissus, en les ramenant vers la lumière du capillaire.
- B. Faux. La pression oncotique est responsable d'un flux diffusif entrant vers la lumière du capillaire (le flux se dirige du milieu le moins concentré au milieu le plus concentré).
- C. **Vrai.** Une insuffisance cardiaque va empêcher le cœur de ramener correctement le sang, cela va entraîner une augmentation de la pression hydrostatique et par conséquent une augmentation du flux sortant ( $J_v$ ). Il va donc y avoir une accumulation de liquide au niveau de l'interstitium, c'est un œdème.
- D. Faux. Une lésion de la membrane du capillaire va augmenter le coefficient de filtration de l'eau et donc favoriser la sortie de l'eau vers le milieu interstitiel (augmentation du flux sortant). Cela va entraîner un œdème.
- E. Faux. Une insuffisance hépatique entraîne une baisse de la protéinémie. Cela va diminuer la différence de pression oncotique entre le capillaire et l'interstitium, et donc diminuer le flux entrant vers la lumière du capillaire (dû à cette pression oncotique). Il va y avoir une accumulation de liquide dans le milieu interstitiel et donc l'apparition d'un œdème.

#### QCM n°14 : B, D, E

- A. Faux.  $\gamma = \omega^2 \cdot x$  avec  $x$  : rayon de centrifugation et  $\omega$  en  $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

$$\text{Donc } \omega = \sqrt{\frac{\gamma}{x}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^4 \times 9,81}{11 \cdot 10^{-2}}} = 1156,60 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$1 \text{ tours} = 2\pi \rightarrow N = \frac{1156,6}{2\pi} = 184,08 \text{ tours} \cdot \text{s}^{-1} \times 60 = 11044,73 \text{ tours} \cdot \text{min}^{-1}$$

- B. **Vrai.** Cf item A.

C. Faux.  $S = \frac{VS}{\omega^2 x} = \frac{6 \cdot 10^{-8}}{1,5 \cdot 10^4 \times 9,81} = 4,077 \cdot 10^{-13} \text{ s} \approx 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

Rappel : 1 Svedberg =  $10^{-13} \text{ s}$

- D. **Vrai.** Cf item C.

E. **Vrai.**  $S = \frac{VS}{\omega^2 x} = \frac{M}{Nf} \left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right)$

#### QCM n°15 : B,D

A. Faux.  $M = \frac{RTS}{D \times \left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right)} = \frac{8,31 \times 293 \times 4,077 \cdot 10^{-13}}{8 \cdot 10^{-11} \times \left(1 - \frac{1000}{1300}\right)} = 53,776 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 53766 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Attention, dans cette

formule on utilise la constante des gaz parfaits qui est une grandeur physique exprimée en  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , c'est-à-dire en  $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Si on fait l'analyse de dimensions de cette formule, les kg se retrouvent dans la masse molaire, qui sera exprimée en  $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$  et non directement en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- B. **Vrai.** Cf. A

C. Faux. Cf. A Une masse molaire s'exprime toujours en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  et non pas en  $\text{g}$

D. **Vrai.** Attention, ce n'est pas parce que la température apparait dans la formule pour calculer la masse molaire lors d'une sédimentation :  $M = \frac{RTS}{D \times \left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right)}$  que la masse molaire d'une macromolécule sera

modifiée par la température ambiante. En effet, c'est la constante de diffusion  $D_i$  qui dépend de la

température :  $D_i = \frac{RT}{Nf}$  on peut donc exprimer la formule précédente comme :  $M = \frac{RTS}{\frac{RT}{Nf} \times (1 - \frac{\rho'}{\rho})} = \frac{SNf}{(1 - \frac{\rho'}{\rho})}$

Aucune de ces grandeurs ne dépend de la température.

- E. **Faux.** Lors d'une centrifugation à l'équilibre, on effectue une centrifugation pendant un temps très long (pour faire sédimenter des très petites particules par exemple), et dans ce cas, on ne peut pas négliger la diffusion s'opposant à la sédimentation.

### QCM n°16 : B, C, D, E

- A. **Faux.** Une membrane peut être assimilée à un ensemble de circuits « en série » car côte à côte, mais chaque circuit est composé d'une résistance et d'une capacité en **parallèle**.
- B. **Vrai.** Ce seuil est toujours le même pour une même cellule, ce qui dépendra de l'intensité du courant c'est le déclenchement ou non du potentiel d'action en fonction de si le seuil est atteint ou non.
- C. **Vrai.** Durant le pré-potentiel, tout se passe comme si on chargeait les capacités de la membrane. Cette charge suit une loi exponentielle :  $\Delta E = RI \times (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$  jusqu'à atteindre le potentiel seuil si l'intensité et le temps d'application sont suffisants.
- D. **Vrai.** Au plus l'intensité du courant est importante pour un courant supraliminaire (courant permettant le déclenchement du potentiel d'action), au plus le potentiel seuil sera atteint rapidement, et donc au plus le potentiel de pointe se déclenche vite.
- E. **Vrai.** La chronaxie correspond au temps de latence pour une intensité valant deux fois la rhéobase. Il se calcule facilement grâce à la formule :
- $$t = RC \times \ln(2) = 2000 \times 1,5 \cdot 10^{-6} \times \ln(2) = 2,079 \cdot 10^{-3} s = 2,1 ms$$