



# TUTORAT UE 3b 2015-2016 – Biophysique

## Colle n°1 – Semaine du 22/02/2016

Séance préparée par les tuteurs de l'ATP et du TSN

### Données :

Accélération de la pesanteur	$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
Constante de Faraday	$F = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$
Constante des gaz parfaits	$R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Masse volumique de l'eau	$\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$
1 mmHg = 133,4 Pa	

Dans les exercices, le sang est considéré comme un fluide newtonien.

### QCM n°1 : Concernant l'activité et la force ionique. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Plus il y aura d'interactions électrostatiques entre les molécules d'un soluté, plus le coefficient d'activité sera proche de 1.
- B. Le coefficient d'activité  $\gamma$  peut avoir une valeur supérieure à 1.

**On mélange 1 L d'une solution 1 de bromure de calcium ( $\text{CaBr}_2$ ) à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  avec 1 L d'une solution 2 de cyanure de lithium ( $\text{LiCN}$ ) à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ , on obtient alors une solution 3. L'ensemble est totalement dissocié.**

- C. La force ionique de la solution 1 est de  $0,3 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- D. La force ionique de la solution 2 est de  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- E. La force ionique de la solution 3 est de  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

### QCM n°2 : Soit le couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ a un $\text{pK}_a$ de 10,7 à $25^\circ \text{C}$ . On dispose de $V = 100 \text{ mL}$ d'une solution d'ammoniac de concentration $C = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à $25^\circ \text{C}$ . Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Cette base est une base forte.
- B. Le pH de la solution d'ammoniac est 11,6.
- C. Dans la solution d'ammoniac, la concentration en ions  $\text{OH}^-$  vaut  $7,2.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- D. L'addition de 15 mL d'une solution d'acide chlorhydrique à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  à 100 mL solution d'ammoniac conduit à l'obtention d'une solution d'acide faible.
- E. La solution ainsi obtenue a un pH de 2,8.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°3 :** On veut doser une solution d'acide butanoïque  $C_3H_7COOH$  par de la soude  $NaOH$ . Pour cela on prélève 70 mL de la solution d'acide butanoïque que l'on dose par une solution de soude à  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ . A l'équivalence, le volume de soude versé est égal à 30 mL. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

Donnée :  $pK_a (C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-) = 4,85$

- A. Le pH de la solution initiale d'acide a pour valeur 2,17.
- B. Pour avoir un pH de 4,85, il faut ajouter 30 mL de soude à la solution initiale d'acide butanoïque.
- C. A l'équivalence, le pH de la solution obtenue est égal à environ 8,51.
- D. Lorsque le volume de soude versé est de 60 mL, le pH de la solution obtenue est d'environ 12,06.
- E. L'acide butanoïque et la soude sont respectivement un acide fort et une base forte.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°4 :** On prépare 20 mL d'une solution contenant 5,88 g d'acide phosphorique noté  $H_3PO_4$  ( $MM = 98 \text{ g.mol}^{-1}$ ). Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'acide phosphorique est une tribase.
- B. La concentration en acide phosphorique est de  $3 \text{ g.L}^{-1}$ .
- C. La concentration en acide phosphorique est de  $294 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- D. On est en présence d'une solution normale.
- E. On a une solution à 3N.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°5 :** Concernant les solutions tampons. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Une solution tampon est constituée d'un acide fort et sa base conjuguée ou d'une base forte et de son acide conjugué.
- B. Leur rôle est de limiter les variations de pH lors d'une dilution ou de l'ajout d'un acide ou d'une base.
- C. Pour réaliser une solution tampon, on doit mettre les espèces en quantité strictement égale.
- D. À volume donné, le pouvoir tampon est indépendant de la concentration des espèces en solution.
- E. Dans les systèmes biochimiques, les tampons inhibent les activités enzymatiques.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses

**QCM n°6 :** Un patient ingère une grande quantité de barbiturique ( $R-COOH$ ) dont le  $pK_a = 7,6$ . Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La constante d'acidité de ce barbiturique est de  $2,5 \cdot 10^{-8}$ .
- B. Au pH sanguin, la fraction diffusible est égale à 6 fois la fraction non diffusible.
- C. Pour limiter l'intoxication, on place le patient en acidose.

On prépare un mélange équimolaire de cet acide barbiturique et de sa base conjuguée à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- D. Le pH de cette solution tampon est de 7,6.
- E. Le pH de 300 mL de cette solution dans laquelle on a ajouté  $10^{-1}$  mole d'acide chlorhydrique est égal à 7,3.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°7 :** Les résultats d'une analyse de sang donnent les résultats suivants :  $pH = 7,4$  et  $pCO_2 = 70 \text{ mmHg}$ . Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La concentration en  $CO_2$  dissous est de  $2,1 \text{ mmol.L}^{-1}$ .
- B. La concentration en bicarbonates plasmatiques est de  $32 \text{ mmol.L}^{-1}$ .
- C. Il peut s'agir d'une acidose métabolique ou d'une alcalose respiratoire totalement compensées.
- D. La veille le pH était de 7,6, il s'agit donc d'une alcalose métabolique.
- E. Le  $CO_2$  plasmatique total est de  $39,8 \text{ mmol.L}^{-1}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

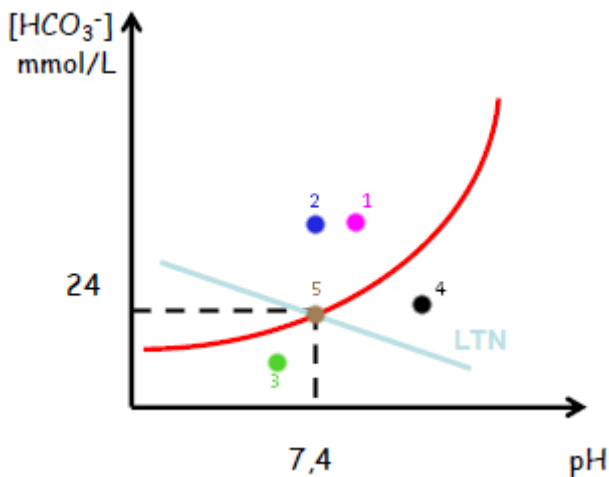
**QCM n°8 : Un patient fait une crise d'asthme dans le service de pneumologie. (L'asthme diminue sa capacité à renouveler l'air de ses poumons). Dans un premier temps. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**

- A. La pCO<sub>2</sub> du sang artériel diminue.
- B. Le pH sanguin diminue, le patient est en acidose respiratoire.

**Dans un second temps :**

- C. Le rein va augmenter la sécrétion de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.
- D. Le pH augmente, le point représentatif de l'équilibre acido basique se déplaçant le long de la ligne tampon normale (ou une de ses parallèles).
- E. Le rapport  $\frac{HCO_3^-}{0,03 \cdot pCO_2}$  tend vers 20.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°9 : Concernant les 5 patients caractérisés par 5 points et 5 numéros sur ce diagramme de Davenport. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**



- A. Le patient 1 est en alcalose métabolique partiellement compensée.
- B. Le patient 2 présente soit une acidose respiratoire totalement compensée, soit une alcalose métabolique totalement compensée.
- C. Le patient 3 présente une compensation respiratoire.
- D. Le patient 4 est en alcalose respiratoire pure.
- E. Le patient 5 peut présenter cet état acido-basique juste après une compensation respiratoire ou rénale totale.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°10 : Un infirmier pas très réveillé confond plusieurs poches de perfusion et pose à un patient (dont l'équilibre acido-basique est normal) une poche de bicarbonates. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**

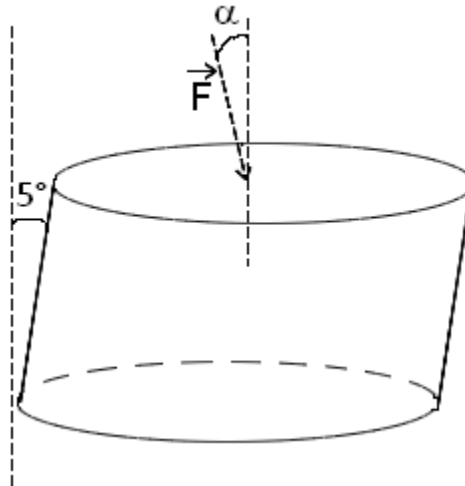
**Dans un premier temps chez le patient :**

- A. Sur le diagramme de Davenport, le point représentatif de l'équilibre acido-basique se déplace le long de la ligne tampon normale.
- B. Sur le diagramme de Davenport, le point représentatif de l'équilibre acido-basique se déplace vers la droite.
- C. Le sujet présente une alcalose métabolique.

**Dans un second temps chez le patient :**

- D. Le poumon va tenter de compenser ce trouble par hyperventilation.
- E. Durant la compensation du trouble, le point représentatif de l'équilibre acido-basique se déplace vers la gauche du diagramme de Davenport.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°11 :** Un disque intervertébral artificiel, composé de chrome-cobalt est assimilé à un corps élastique. Il se présente sous la forme d'un cylindre de section égale à  $12\text{cm}^2$ . Afin de tester les propriétés mécaniques de ce disque nous appliquons une force de  $800\text{N}$  dirigée selon un angle  $\alpha$  par rapport à la normale entraînant une inclinaison du disque de  $5^\circ$  par rapport à la verticale (voir schéma ci-dessous). Le module de cisaillement du cylindre vaut  $2\text{MPa}$ . Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).



- A. La contrainte de cisaillement exercée sur le disque intervertébral vaut  $1,75\text{ kPa}$ .
- B. La force de cisaillement exercée sur le disque intervertébral vaut  $300\text{N}$ .
- C. L'angle  $\alpha$  vaut  $8^\circ$ .
- D. La contrainte de pression exercée sur le disque intervertébral vaut  $8 \cdot 10^5\text{ Pa}$ .
- E. Si le module de cisaillement augmente pour une même contrainte de cisaillement, alors l'inclinaison du disque augmente.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°12 :** Un réseau capillaire est constitué de deux réseaux : un glomérulaire et un tubulaire qui sont placés en série. Le réseau glomérulaire précède le réseau tubulaire. Ces réseaux sont tous deux constitués d'un grand nombre de capillaires disposés en parallèle, identiques par le diamètre ( $11\ \mu\text{m}$ ) et par la longueur unitaire ( $1,7\text{ mm}$ ). On considère le sang comme un liquide Newtonien et son écoulement est de type laminaire. Le débit du sang est constant et vaut  $2,3\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  tandis que sa viscosité est de  $2,9 \cdot 10^{-3}$  Poiseuille. Les pressions d'entrée et de sortie sont respectivement de  $8,3\text{ kPa}$  et  $7,6\text{ kPa}$  au niveau glomérulaire tandis qu'elles sont de  $3,8\text{ kPa}$  et de  $2,9\text{ kPa}$  au niveau tubulaire. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La résistance associée à un capillaire est de  $1,37 \cdot 10^{16}\text{ Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- B. La résistance associée à un capillaire est de  $8,57 \cdot 10^{14}\text{ Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- C. La résistance associée au réseau tubulaire est de  $2,3 \cdot 10^7\text{ Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- D. La résistance résultante, entre la fin du réseau glomérulaire et la fin du réseau tubulaire est de  $1,4 \cdot 10^8\text{ Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- E. La puissance dépensée dans le réseau tubulaire est de  $34,5\text{ W}$ .

**QCM n°13 : Concernant le régime d'écoulement dans les vaisseaux. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**

- A. Dans le cas d'un régime d'écoulement laminaire, le profil de vitesse est aplati.
- B. On peut prévoir la variation de la vitesse moyenne en fonction de la subdivision progressive des vaisseaux : de l'aorte vers les capillaires la section globale augmente et la vitesse moyenne augmente également.
- C. On observe un régime d'écoulement turbulent dans les vaisseaux uniquement dans les conditions pathologiques.
- D. En présence d'une plaque d'athérome, le diamètre du vaisseau diminue (sténose vasculaire), ce qui entraîne une diminution du nombre de Reynolds.
- E. Dans le cas d'une fistule artério-veineuse fémorale profonde, on observe une perte de charge  $\Delta E$  importante avec pour conséquence une augmentation de la vitesse moyenne et un régime d'écoulement turbulent.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°14 : Considérons le cas d'une artère rectiligne. Suite à une contrainte, on observe une déformation de son rayon  $\varepsilon = 5\%$ . On donne son diamètre  $d = 6$  mm, l'épaisseur de sa paroi  $e = 1.2$  mm, et son module de Young  $\gamma = 3$  MPa. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**

- A. La contrainte  $\sigma$  vaut  $1.5 \times 10^5$  N.m<sup>-2</sup>.
- B. La tension superficielle qu'exerce la paroi de cette artère est de  $180 \cdot 10^3$  N.m<sup>-1</sup>.
- C. La tension superficielle qu'exerce la paroi de cette artère est de  $180$  N.m<sup>-2</sup>.
- D. La pression transmurale capable de maintenir l'artère à son rayon initial est de  $60$  kPa.
- E. La pression transmurale capable de maintenir l'artère à son rayon initial est de  $225$  mmHg.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°15 : Lors d'un cours de cardiologie, on demande aux étudiants de calculer plusieurs paramètres d'un cœur dont les gros troncs artériels sont totalement élastiques. Pour assurer le débit sanguin, la puissance mécanique fournie par ce cœur est de  $8$  W. La durée de systole, quant à elle, est de  $0.25$  s. La résistance est de  $1200$  kPa.s.L<sup>-1</sup> et le débit à la sortie du ventricule gauche est de  $0.2$  L.s<sup>-1</sup>. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**

- A. Le débit en sortie des gros troncs est de  $0.15$  L.s<sup>-1</sup>.
- B. Le débit en sortie des gros troncs est de  $4.9$  L.min<sup>-1</sup>.
- C. La pression artérielle est de  $98$  kPa.
- D. Le temps que mettra ce cœur pour effectuer un cycle cardiaque est de  $0.61$  s.

**Si on considère les gros troncs totalement rigides, alors :**

- E. La puissance mécanique fournie par le cœur pour assurer le débit sanguin est de  $18$  W.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°16 : On contrôle, au sein d'une aorte de  $2$  cm de rayon, l'écoulement du sang d'un patient. Ce sang est assimilé à un liquide newtonien de viscosité de  $7 \cdot 10^{-3}$  Poiseuilles et de densité de  $1,04$ . Il s'écoule à une vitesse moyenne de  $30$  cm.s<sup>-1</sup>. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).**

- A. Le nombre de Reynolds est de  $891$ .
- B. Le nombre de Reynolds est de  $1783$ .
- C. Le sang suit un régime laminaire.

**Un autre patient possède une aorte de même dimension. Son sang est assimilé à un liquide newtonien de viscosité  $5 \cdot 10^{-3}$  Poiseuilles et de densité de  $1,04$ . Pour obtenir un régime d'écoulement turbulent, la vitesse moyenne du sang de ce patient doit être supérieur à :**

- D.  $1,20$  cm.s<sup>-1</sup>.
- E.  $60$  cm.s<sup>-1</sup>.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.