

PASS TOUT EN
QCM

**PHYSIQUE,
BIOPHYSIQUE**

PARCOURS
SANTÉ
& L.A.S

**Salah Belazreg
Frédérique Belazreg**

EDISCIENCE

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du

droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2021

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-082896-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Avant-propos	V
--------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

QCM THÉMATIQUES : PHYSIQUE ET BIOPHYSIQUE

Chapitre 1. Biophysique des solutions	3
QCM.....	3
Corrigés.....	20
Chapitre 2. Mécanique	49
QCM.....	49
Corrigés.....	64
Chapitre 3. Mécanique des fluides	87
QCM.....	87
Corrigés.....	104
Chapitre 4. Thermodynamique.....	124
QCM.....	124
Corrigés.....	134
Chapitre 5. Électricité	149
QCM.....	149
Corrigés.....	155
Chapitre 6. Ondes.....	163
QCM.....	163
Corrigés.....	174
Chapitre 7. Physique atomique.....	188
QCM.....	188
Corrigés.....	202

Chapitre 8. Œil et instruments d'optique	218
QCM.....	218
Corrigés.....	225
Chapitre 9. Physique nucléaire	233
QCM.....	233
Corrigés.....	241
Chapitre 10. Physiologie médicale	254
QCM.....	254
Corrigés.....	261

SECONDE PARTIE

CONCOURS BLANCS

Chapitre 1. Premier concours blanc de physique	271
QCM.....	271
Corrigés.....	278
Chapitre 2. Deuxième concours blanc de physique	280
QCM.....	280
Corrigés.....	287
Chapitre 3. Troisième concours blanc de physique	290
QCM.....	290
Corrigés.....	297
Chapitre 4. Premier concours blanc de biophysique.....	301
QCM.....	301
Corrigés.....	307
Chapitre 5. Deuxième concours blanc de biophysique.....	309
QCM.....	309
Corrigés.....	316
Chapitre 6. Troisième concours blanc de biophysique	319
QCM.....	319
Corrigés.....	326

Avant-propos

Cet ouvrage s'adresse principalement aux étudiants inscrits en PASS et en Licence option Accès Santé (L.AS), mais il intéressera également les étudiants en classes préparatoires bio-véto, agro ainsi que les étudiants préparant les examens de premier cycle des universités en vue des études de sciences naturelles.

Cet ouvrage comporte 10 chapitres qui abordent l'ensemble des thèmes classiques de la physique et de la biophysique enseignés en PASS et en mineure Santé des L.AS. Elle est réhaussée d'un nouveau chapitre comportant des questions sur la biophysique cardiaque et sur l'activité électrique du cœur. C'est le complément indispensable des ouvrages de physique et de biophysique de la même collection.

Les QCM proposés dans cet ouvrage sont extraits des annales des concours de médecine et de pharmacie des universités de Bordeaux, Brest, Lille, Lyon, Poitiers et Tours.

Fruit d'une longue expérience d'enseignement, cet ouvrage de QCM, tous entièrement résolus, se veut un soutien pratique et efficace pour la préparation des concours. Chaque chapitre propose :

- des QCM classés par niveau de difficulté ;
- des corrections détaillées et comprenant de nombreuses illustrations ;
- des remarques pour éviter les pièges des concours ;
- enfin, des compléments pour mieux approfondir le cours.

Comme pour les autres ouvrages, il nous reste à souhaiter aux étudiants courage, obstination et réussite.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Madame Laurence Bordenave, Professeure à l'université de Bordeaux 2, Monsieur Damien Huglo, Maître de conférence à l'université de Lille ainsi qu'à Monsieur Rémy Perdrisot, Professeur à l'université de Poitiers, pour les annales qu'ils nous ont fournies.

Nous remercions également les éditions Dunod pour le soin apporté à la réalisation de cet ouvrage.

Malgré le soin apporté à la rédaction, certaines améliorations sont peut-être possibles. Nous remercions d'avance tous ceux qui voudraient bien nous le signaler.

Poitiers, Juillet 2021

Les auteurs

Partie 1

**QCM thématiques :
Physique et
Biophysique**

1. CONCENTRATIONS ET ÉQUILIBRES PHYSIQUES

L'énoncé suivant est commun aux questions 1 et 2.

On dispose d'une solution aqueuse A d'acide éthanóique CH_3COOH à 852 g d'acide par litre de solution.

Données.

- Masse molaire de l'acide éthanóique : $M = 60 \text{ g. mol}^{-1}$.
- Masse volumique de la solution A : $\rho = 1,070 \text{ kg.L}^{-1}$

1 La molalité de la solution est :

- a. $1,42 \text{ mol. kg}^{-1}$
- b. $5,90 \text{ mol. kg}^{-1}$
- c. $14,22 \text{ mol. kg}^{-1}$
- d. $65,14 \text{ mol. kg}^{-1}$
- e. aucune bonne réponse

2 À partir de la solution A, on désire réaliser une autre solution B de molarité $0,71 \text{ mol.L}^{-1}$.

Quels sont les volumes de la solution A et d'eau à mélanger ?

- a. 50 cm^3 de la solution A et 950 cm^3 d'eau.
- b. 100 cm^3 de la solution A et 900 cm^3 d'eau.
- c. 200 cm^3 de la solution A et 800 cm^3 d'eau.
- d. 350 cm^3 de la solution A et 650 cm^3 d'eau.
- e. 400 cm^3 de la solution A et 600 cm^3 d'eau.

3 Le dosage d'un sérum a donné les résultats suivants :

sodium : 134 meq.L^{-1} ; autres cations : 13 meq.L^{-1} ;
chlorure : 103 meq.L^{-1} ; bicarbonates : 16 meq.L^{-1} ;
urée : 4 g.L^{-1} ; glucose : 1 g.L^{-1} ; protéines : 85 g.L^{-1} .

Partie 1 • QCM thématiques : Physique et Biophysique

Données.

Masses molaires en g.mol⁻¹ :

- *Urée : 60*
- *Glucose : 180*

La concentration équivalente totale de ce sérum est :

- a. 13 meq.L⁻¹
- b. 134 meq.L⁻¹
- c. 121 meq.L⁻¹
- d. 147 meq.L⁻¹
- e. 294 meq.L⁻¹

- 4** On prépare une solution par dissolution de soude NaOH et de glucose.
Le rapport des masses est :

$$r = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{glucose})} = \frac{2}{9}$$

Par mesure cryoscopique, on trouve une osmolarité totale $\omega = 0,03 \text{ osmol.L}^{-1}$.

Les molarités respectives en glucose et en soude sont :

- a. $C_1 = 0,015 \text{ mol.L}^{-1}$; $C_2 = 0,015 \text{ mol.L}^{-1}$
- b. $C_1 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$; $C_2 = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$
- c. $C_1 = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$; $C_2 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$
- d. $C_1 = 0,005 \text{ mol.L}^{-1}$; $C_2 = 0,025 \text{ mol.L}^{-1}$
- e. $C_1 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$; $C_2 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$

L'énoncé suivant est commun aux questions 5, 6 et 7.

Une solution de chlorure de calcium est obtenue par dissolution d'une masse $m = 11,11 \text{ g}$ de CaCl_2 dans un litre d'eau. On suppose la dissolution totale et sans variation de volume.

Données.

Masses molaires en g.mol⁻¹ :

Cl : 35,5 ; Ca : 40,1

- 5** Les concentrations molaires en ions Ca^{2+} et Cl^- sont :
- a. $[\text{Ca}^{2+}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
 - b. $[\text{Ca}^{2+}] = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-] = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$
 - c. $[\text{Ca}^{2+}] = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
 - d. $[\text{Ca}^{2+}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-] = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$
 - e. $[\text{Ca}^{2+}] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-] = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$

6 L'osmolarité totale de la solution est :

- a. 0,10 osm.L⁻¹
- b. 0,20 osm.L⁻¹
- c. 0,30 osm.L⁻¹

Le coefficient d'ionisation est :

- d. $i = 2$
- e. $i = 3$

7 La concentration équivalente de la solution est :

- a. 0,20 eq.L⁻¹
- b. 0,30 eq.L⁻¹
- c. 0,35 eq.L⁻¹
- d. 0,40 eq.L⁻¹
- e. 0,50 eq.L⁻¹

8 L'abaissement cryoscopique d'une solution aqueuse de chlorure de sodium à la concentration $c = 9,0 \text{ g.L}^{-1}$ est $\Delta\theta = -0,57 \text{ }^\circ\text{C}$.

Données.

- $M(\text{Na}) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$.
- $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.
- *Constante cryoscopique de l'eau* : $k_C = 1,86 \text{ }^\circ\text{C.L.mol}^{-1}$

L'osmolarité de la solution est :

- a. $\omega = 0,153 \text{ osm.L}^{-1}$
- b. $\omega = 0,306 \text{ osm.L}^{-1}$
- c. $\omega = 0,459 \text{ osm.L}^{-1}$

Pour une telle solution, le chlorure de sodium :

- d. n'est pas complètement dissocié dans l'eau car la solution est saturée.
- e. est complètement dissocié dans l'eau.

9 Le plasma peut être assimilé à une solution aqueuse à 70 g.L^{-1} d'albumine et de masse volumique $\rho = 1,03 \text{ g.mL}^{-1}$.

- a. Dans un litre de plasma, il y a 55,5 mol d'eau.
- b. Un litre de plasma correspond à un volume d'eau de 960 mL.
- c. La masse de sodium par litre de plasma est donc de 3,27 g.
- d. La molalité en ions K^+ est de 5,0 mmol/kg d'eau.
- e. La concentration pondérale en ions HCO_3^- est de 1716 mg/kg d'eau.

Partie 1 • QCM thématiques : Physique et Biophysique

Données.

- Molarité des ions en mmol.L^{-1} :
 $\text{Na}^+ : 142$; $\text{K}^+ : 5,0$; $\text{HCO}_3^- : 27$.
- Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} :
 $\text{H} : 1$; $\text{C} : 12$; $\text{O} : 16$; $\text{Na} : 23$; $\text{K} : 39,1$.

L'énoncé suivant est commun aux questions 10 et 11.

On a dosé dans le sang d'un patient l'ensemble des cations, le glucose, l'urée et mesuré l'abaissement cryoscopique de son sérum. Les résultats obtenus sont :

$$[\text{Na}^+] = 145 \text{ mosm.L}^{-1} ; [\text{K}^+] = 5 \text{ mosm.L}^{-1} ; [\text{Ca}^{2+}] = 2,5 \text{ mosm.L}^{-1} ;$$
$$[\text{Mg}^{2+}] = 1,5 \text{ mosm.L}^{-1} ;$$
$$[\text{glucose}] = 1 \text{ g.L}^{-1} ; [\text{urée}] = 1,8 \text{ g.L}^{-1} ; \Delta\theta = -0,60 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Données.

- Constante cryoscopique de l'eau : $K_c = 1,86 \text{ }^\circ\text{C.L.osmol}^{-1}$
- Masses molaires en g.mol^{-1} : glucose : 180 ; urée : 60
- Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$
- Le faraday : $\mathcal{F} = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$

10 La concentration équivalente totale du sérum de ce patient est :

- a. 312 meq.L^{-1}
- b. 158 meq.L^{-1}
- c. 156 meq.L^{-1}
- d. 323 meq.L^{-1}
- e. 316 meq.L^{-1}

11 L'osmolarité efficace du sérum de ce patient est :

- a. $292,6 \text{ mosm.L}^{-1}$
- b. $322,6 \text{ mosm.L}^{-1}$
- c. 312 mosm.L^{-1}
- d. 30 mosm.L^{-1}
- e. 287 mosm.L^{-1}

2. PH DES SOLUTIONS AQUEUSES

L'énoncé suivant est commun aux questions 12 et 13.

La température corporelle de l'être humain est de $37 \text{ }^\circ\text{C}$.

Données.

Produit ionique de l'eau : $K_e = 1,9.10^{-14}$ à $37 \text{ }^\circ\text{C}$.

12 Le pH d'une solution neutre à la température de 37 °C est :

- a. 7,0
- b. 7,14
- c. 6,86

Le sang humain a un pH de 7,39. À 37 °C, le sang humain est :

- d. basique
- e. neutre

13 Dans l'estomac, le pH peut atteindre une valeur de 1,2.

Les concentrations des ions hydronium et hydroxyde valent respectivement :

- a. $6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$
- b. $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$ et $6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- c. $6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $3,0 \cdot 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$
- d. $6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $3,2 \cdot 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$
- e. $3,0 \cdot 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$ et $6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

14 Dans l'intestin, le pH est voisin de 8,5.

Les concentrations des ions hydronium et hydroxyde valent respectivement :

- a. $3,2 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ et $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$
- b. $3,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ et $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$
- c. $3,2 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ et $5,9 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$
- d. $3,2 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ et $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$
- e. $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ et $3,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$

L'énoncé suivant est commun aux questions 15 et 16.

À l'aide d'une solution S_0 d'acide chlorhydrique de concentration $C_0 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, on prépare 200 mL de solution S_1 de concentration $C_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

15 Pour préparer la solution S_1 à partir de la solution S_0 il faut mélanger :

- a. 100 mL d'eau avec 100 mL de S_0
- b. 140 mL d'eau avec 60 mL de S_0
- c. 180 mL d'eau avec 20 mL de S_0
- d. 190 mL d'eau avec 10 mL de S_0
- e. 195 mL d'eau avec 5 mL de S_0

Partie 1 • QCM thématiques : Physique et Biophysique

16 Dans une fiole jaugée de 500 mL, on introduit 5 mL de S_1 et on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Le pH des solutions S_0 et S_1 valent respectivement :

a. $\text{pH}_0 = 1,4$; $\text{pH}_1 = 1,7$

b. $\text{pH}_0 = 1,4$; $\text{pH}_1 = 2,7$

Dans une fiole jaugée de 500 mL, on introduit 5 mL de S_1 et on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Le pH de la solution ainsi préparée est de :

c. 3,4

d. 4,0

e. 4,7

L'énoncé suivant est commun aux questions 17 et 18.

Une solution S_1 d'un monoacide HA de concentration $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un pH égal à 1,3.

17 Laquelle de ces 2 propositions est vraie.

a. Le monoacide HA est un acide fort

b. Le monoacide HA est un acide faible.

Pour obtenir une solution S_2 de pH égal à 2,0, à 50 mL de la solution S_1 il faut ajouter :

c. 100 mL d'eau

d. 150 mL d'eau

e. 200 mL d'eau

18 On mélange 3 mL de la solution S_1 avec 5 mL de la solution S_2 et on ajoute à ce mélange 10 mL d'une solution de soude de concentration $C_3 = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le pH de la solution obtenue est :

a. 1,62

b. 1,78

c. 2,11

d. 2,19

e. 3,15

L'énoncé suivant est commun aux questions 19 et 20.

On dissout une masse $m = 22,6 \text{ g}$ d'acide sulfurique, H_2SO_4 , dans un volume $V = 5,0 \text{ L}$ d'eau. La dissolution n'entraîne pas de variation de volume et est totale.

Données.

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1}

H : 1 ; O : 16 ; S : 32

19 En supposant que les deux acidités soient fortes, le pH de la solution est :

- a. 0,98
- b. 1,00
- c. 1,02
- d. 1,04
- e. 1,27

20 En réalité, la 1^{re} acidité est forte ($pK_{a1} = 0$) mais la 2^e acidité est faible ($pK_{a2} = 2$). Le pH de la solution est :

- a. 1,02
- b. 1,04
- c. 1,15
- d. 1,27
- e. Aucune de ces réponses.

L'énoncé suivant est commun aux questions 21, 22 et 23.

On dispose de 20 mL d'une solution de potasse (KOH) de concentration $C_b = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

21 Le pH de la solution est :

- a. 1,0
- b. 2,0
- c. 10
- d. 12
- e. 12,5

22 On ajoute à la solution précédente, une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Pour atteindre l'équivalence, il faut verser un volume de :

- a. 3,4 mL
- b. 5,7 mL
- c. 6,1 mL
- d. 7,2 mL
- e. 8,5 mL

23 À l'équivalence, la concentration en ions K^+ est :

- a. $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Partie 1 • QCM thématiques : Physique et Biophysique

- b. $6,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- c. $7,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- d. $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- e. $7,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

L'énoncé suivant est commun aux questions 24, 25 et 26.

Soient deux solutions : l'une d'un acide faible AH ($K_a = 2 \cdot 10^{-5}$), l'autre d'une base totalement dissociée BOH (masse molaire : 40 g.mol^{-1}).

La solution de l'acide faible AH a pour concentration $C_a = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et la solution de base est obtenue par dissolution de 200 mg de BOH dans un volume v_b de 250 mL d'eau.

24 Le pH de la solution AH est :

- a. 2,00
- b. 2,72
- c. 3,17
- d. 3,35
- e. 4,70

25 Le coefficient de dissociation de l'acide faible AH est :

- a. $\alpha = 0,5\%$
- b. $\alpha = 2,8\%$
- c. $\alpha = 3,5\%$
- d. $\alpha = 4,4\%$
- e. $\alpha = 9,2\%$

26 On complète à 1 litre la solution de base BOH de volume v_b , en y ajoutant un volume v_a de la solution d'acide faible AH.

Le pH du mélange obtenu (avec une précision de 0,01 unité de pH) est :

- a. 2,50
- b. 2,92
- c. 3,00
- d. 4,00
- e. 5,00

L'énoncé suivant est commun aux questions 27 et 28.

On considère une solution d'une base faible, notée B, de coefficient de dissociation $\alpha = 0,2$ et de concentration molaire $C = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

27 La constante de basicité k_b du couple BH^+/B est :

- a. $4,0 \cdot 10^{-4}$
- b. $4,5 \cdot 10^{-4}$
- c. $4,0 \cdot 10^{-5}$
- d. $4,5 \cdot 10^{-5}$
- e. $5,0 \cdot 10^{-5}$

28 Le pH de la solution est :

- a. 8,50
- b. 9,51
- c. 10,30
- d. 10,34
- e. 10,58

L'énoncé suivant est commun aux questions 29, 30 et 31.

On considère une solution S d'ammoniaque, monobase notée B, de concentration $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données.

- pK_b de l'ammoniaque : $pK_b = 4,75$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Masse molaire du chlorure d'ammonium : $M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

29 Laquelle de ces propositions est vraie.

- a. L'ammoniaque est une base forte.
- b. L'ammoniaque est une base faible.
- c. La constante d'acidité de l'ammoniaque est $k_a = 5,62 \cdot 10^{-10}$
- d. L'acide conjugué de l'ammoniaque s'écrit AH.
- e. Le pH de cette solution S est $\text{pH} = 11,1$

30 Le coefficient de dissociation (ou d'ionisation) de l'ammoniaque est :

- a. $\alpha = 1,0$
- b. $\alpha = 1,33 \cdot 10^{-2}$
- c. $\alpha = 0,9867$
- d. $\alpha = 7,5 \cdot 10^{-5}$
- e. Il manque une donnée.

31 On ajoute à un volume V de la solution S un volume égal d'une solution aqueuse de chlorure d'ammonium à $1,47 \text{ g/L}$.

Le coefficient d'ionisation de l'ammoniaque dans le mélange est :

a. $1,0 \cdot 10^{-3}$

b. $1,8 \cdot 10^{-3}$

Le pH du mélange est :

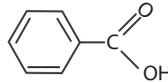
c. $\text{pH} = 5,45$

d. $\text{pH} = 8,95$

e. $\text{pH} = 9,81$

32 L'acide benzoïque est un additif alimentaire qu'on rencontre dans certains boissons (E 210).

Sa formule brute est $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$ et sa formule développée est la suivante :



On réalise une solution aqueuse d'acide benzoïque à la concentration massique $c = 2 \text{ g.L}^{-1}$. Une mesure de pH donne $\text{pH} = 3,0$.

Données.

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1}

H : 1 ; C : 12 ; O : 16.

a. La concentration molaire de la solution est $C = 1,64 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

b. L'acide benzoïque est un acide fort.

c. Le coefficient de dissociation de cet acide vaut 0,061.

d. La constante d'acidité de cet acide vaut $5 \cdot 10^{-5}$.

e. L'osmolarité vaut $32,8 \text{ mosmol.L}^{-1}$.

3. MÉLANGES TAMPON ET TROUBLES ACIDOBASIQUES

L'énoncé suivant est commun aux questions 33, 34 et 35.

Soit une solution A, solution d'un acide faible, de concentration $C_a = 0,24 \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pK}_a (\text{AH}/\text{A}^-) = 5$.

Soit une solution B contenant 80 mmol de sel de sodium de ce même acide faible ($\text{pK}_a (\text{AH}/\text{A}^-) = 5$).

33 Le pH de la solution A est :

- a. 1,59
- b. 2,42
- c. 2,81

Le coefficient de dissociation α de cet acide faible est :

- d. 0,64%
- e. 4,2%

34 Le pH de la solution B est :

- a. 8,85
- b. 8,95
- c. 9,07

Son coefficient de dissociation α' est :

- d. $1,1 \cdot 10^{-4}$
- e. $1,1 \cdot 10^{-2}$

35 Un mélange C est réalisé avec 250 mL de la solution A et 750 mL de la solution B.

Le pH du mélange est :

- a. 3
- b. 5
- c. 7
- d. 8
- e. 9

L'énoncé suivant est commun aux questions 36, 37 et 38.

Le sang peut être assimilé à une solution ionique dont le pH est quasiment constant. Le pH sanguin est de 7,4 : 7,39 dans le sang artériel et 7,36 dans le sang veineux. Une variation de 0,4 unité de pH provoque le coma puis la mort.

Des mécanismes de régulation interviennent pour maintenir le pH dans des limites tolérées. L'une des réactions se traduit par l'équilibre :



Données.

- pK_a des couples acide/base à 37 °C $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}) / \text{HCO}_3^-$: $pK_a = 6,1$.

36 Grâce à l'élimination rapide du dioxyde de carbone dissous dans le sang (dont le volume est estimé à 5 L), la concentration en dioxyde de carbone au niveau des poumons reste constante égale à $1,18 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

La quantité de matière d'acide carbonique dans le sang est :

- a. $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- b. $3,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- c. $4,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- d. $5,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- e. $6,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

37 Pour $\text{pH} = 7,4$, la concentration en ions HCO_3^- est :

- a. $2,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- b. $2,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- c. $3,05 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- d. $2,85 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- e. $2,35 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

38 On veut comparer la variation du pH sanguin *in vivo* et *in vitro*.

Mesure *in vivo* : on ajoute $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ d'une base forte (de la soude). Le pH sanguin après addition de la base est :

- a. 7,40
- b. 7,42

Mesure *in vitro*. On prélève un échantillon sanguin de volume $v = 10 \text{ mL}$ auquel on ajoute 10^{-5} mol d'une base forte (quantité ramenée au volume de 10 mL de sang). La valeur du pH après addition de la soude est :

- c. 7,48
- d. 8,23
- e. 8,52

L'énoncé suivant est commun aux questions 39, 40, 41 et 42.

Un patient, insuffisant respiratoire, a un pH artériel égal à 7,3 et une pression partielle en CO_2 égale à 60 mmHg.

On rappelle que chez un sujet normal :

$$\text{pH} = 7,4 ; P_{\text{CO}_2} = 40 \text{ mmHg} ; [\text{HCO}_{3(\text{aq})}^-] = 24 \text{ mmol.L}^{-1}.$$

Pente de la droite d'équilibration du CO_2 : $p = -21 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot (\text{unité de pH})^{-1}$

Données.

- Coefficient de Henry : $a = 0,03 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{mmHg}^{-1}$
- $\text{p}K_a$ du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$: 6,1

39 La concentration en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- est :

- a. 24,5 mmol.L⁻¹
- b. 28,5 mmol.L⁻¹

La concentration en CO_2 dissous est :

- c. 1,60 mmol.L⁻¹
- d. 1,80 mmol.L⁻¹
- e. 2,05 mmol.L⁻¹

40 Ce patient souffre :

- a. d'une acidose respiratoire
- b. d'une alcalose respiratoire
- c. d'une acidose mixte
- d. d'une alcalose mixte
- e. d'une alcalose métabolique

41 On perfuse au patient une solution de bicarbonate de sorte à ramener le pH à 7,4 ; la pression en CO_2 est maintenue constante.

La nouvelle concentration en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- est :

- a. 35,9 mmol.L⁻¹
- b. 36,2 mmol.L⁻¹

La concentration en CO_2 dissous est :

- c. 1,60 mmol.L⁻¹
- d. 1,80 mmol.L⁻¹
- e. 2,05 mmol.L⁻¹

42 La pente de la droite d'équilibration est :

- a. -41 mmol.L⁻¹.(unité de pH)⁻¹
- b. -42 mmol.L⁻¹.(unité de pH)⁻¹
- c. -45 mmol.L⁻¹.(unité de pH)⁻¹
- d. -47 mmol.L⁻¹.(unité de pH)⁻¹
- e. -49 mmol.L⁻¹.(unité de pH)⁻¹

4. TRANSPORT TRANSMEMBRANAIRE. TRAVAIL OSMOTIQUE

L'énoncé suivant est commun aux questions 43, 44 et 45.

Un dispositif de rein artificiel a une surface de diffusion (section totale des pores de la membrane) $S = 10^4 \text{ cm}^2$.

Données.

- La longueur moyenne des pores est $\Delta x = 50 \text{ }\mu\text{m}$.
- Le coefficient de diffusion de l'urée est $D = 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

43 Le débit initial d'urée soustraite à un malade ayant une urémie de $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ est :

- a. $1,52 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$
- b. $1,57 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$
- c. $1,62 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$
- d. $1,67 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$
- e. $1,72 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$

44 On suppose que la concentration en urée reste négligeable dans le liquide de dialyse au cours du temps. Le volume V à épurer est la somme des volumes plasmatiques, extra et intracellulaires, qu'on admettra égal à 50 L .

Dans ces conditions, l'urémie diminue à partir de la concentration initiale C_0 selon la loi :

$$C = C_0 e^{-kt} \text{ avec } k = \frac{DS}{V\Delta x}$$

La constante d'épuration k est :

- a. $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
- b. $2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
- c. $3 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
- d. $4 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
- e. $5 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

45 La concentration de l'urée sanguine sera ramenée à une valeur normale de $0,25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ au bout de :

- a. $1\,200 \text{ s}$
- b. $2\,400 \text{ s}$
- c. $3\,550 \text{ s}$
- d. $7\,490 \text{ s}$
- e. $8\,540 \text{ s}$

- 46** Un soluté moléculaire A de masse molaire moléculaire M et de coefficient de diffusion D peut traverser une paroi poreuse séparant deux compartiments notés (1) et (2).

On place dans le compartiment (1) une solution à la concentration $c_1 = 45 \text{ g.L}^{-1}$ en soluté A, et dans le compartiment (2) de l'eau pure. La paroi séparant les deux compartiments présente une surface $S = 1 \text{ m}^2$ et est percée de $N = 10^7$ pores circulaires de diamètre $d = 30 \mu\text{m}$. L'épaisseur de la paroi est $\Delta x = 0,1 \text{ mm}$.

Données.

- Coefficient de diffusion à 27°C : $D = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- Masse molaire moléculaire du soluté : $M = 45000 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

La quantité de matière (en mol) du soluté A qui va traverser la paroi de (1) vers (2) pendant la première minute de diffusion est :

- a. $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
- b. $5,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
- c. $6,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
- d. $6,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$
- e. $6,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$
- 47** Un récipient est séparé en deux compartiments de volumes égaux par une membrane dialysante, imperméable aux seules macromolécules. On verse dans les deux compartiments une même solution de chlorure de sodium de molarité 430 mmol.L^{-1} . On dissout ensuite dans le compartiment (1) du protéinate de sodium. Lorsque la dissolution du protéinate de sodium et l'équilibre des ions entre les deux compartiments sont réalisés, on mesure en (1) les osmolarités :

$[\text{Na}^+]_1$	$[\text{Cl}^-]_1$
$445 \text{ mosmol.L}^{-1}$	$425 \text{ mosmol.L}^{-1}$

À l'équilibre, les osmolarités des deux ions diffusibles dans le compartiment (2) sont :

- a. $[\text{Na}^+]_2 = [\text{Cl}^-]_2 = 440 \text{ mosmol.L}^{-1}$
- b. $[\text{Na}^+]_2 = 425 \text{ mosmol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-]_2 = 445 \text{ mosmol.L}^{-1}$
- c. $[\text{Na}^+]_2 = 440 \text{ mosmol.L}^{-1}$; $[\text{Cl}^-]_2 = 430 \text{ mosmol.L}^{-1}$
- d. $[\text{Na}^+]_2 = [\text{Cl}^-]_2 = 430 \text{ mosmol.L}^{-1}$
- e. $[\text{Na}^+]_2 = [\text{Cl}^-]_2 = 435 \text{ mosmol.L}^{-1}$
- 48** Deux compartiments, notés (1) et (2), sont séparés par une membrane dialysante. On place de part et d'autre de la membrane une solution de chlorure de sodium de concentration massique $c_1 = 5,85 \text{ g.L}^{-1}$. On ajoute dans le compartiment (1) du protéinate de sodium à 10 mmol.L^{-1} .

Partie 1 • QCM thématiques : Physique et Biophysique

Données.

- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Le faraday : $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

La protéine porte 20 charges par molécule. À l'équilibre, les osmolarités des ions Na^+ et Cl^- en mosmol.L⁻¹ sont :

a.

$[\text{Na}^+]_1$	$[\text{Cl}^-]_1$	$[\text{Na}^+]_2$	$[\text{Cl}^-]_2$
100	100	133,3	133

b.

$[\text{Na}^+]_1$	$[\text{Cl}^-]_1$	$[\text{Na}^+]_2$	$[\text{Cl}^-]_2$
266,7	66,7	133,3	133

Le potentiel transmembranaire à la température de 37 °C est :

- c. 15,2 mV
- d. 17,9 mV
- e. 19,3 mV

49 Lorsqu'un organe modifie la concentration d'une substance en l'augmentant, il fournit un travail.

Si l'on considère que ce travail est réversible, l'équation du travail de compression isotherme réversible d'un gaz parfait s'applique en remplaçant P_1 et P_2 par les pressions osmotiques π_1 et π_2 , soit :

$$W = nRT \ln \frac{\pi_1}{\pi_2}$$

ou encore :

$$W = nRT \ln \frac{\omega_1}{\omega_2}, \text{ où } \omega \text{ représente l'osmolarité}$$

Si $\omega_2 > \omega_1$, le travail est négatif, ce qui signifie avec les conventions choisies qu'il faut fournir de l'énergie au système. Ainsi, lorsque le rein élimine dans l'urine une substance plus concentrée que dans le plasma, il consomme de l'énergie. Cette énergie est fournie par l'oxydation des sucres (cycle de Krebs).

Données.

- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- Constante cryoscopique de l'eau : $K_c = 1,86 \text{ }^\circ\text{C.L.osmol}^{-1}$
- Osmolarité totale d'un plasma normal : $\omega = 310 \text{ mosmol.L}^{-1}$.
- La température du corps est à 37 °C.

Pour un sujet normal, l'extraction journalière d'urine correspond à un volume de 2 L. L'abaissement cryoscopique est $\Delta\theta = -1,68 \text{ }^\circ\text{C}$.

La quantité de matière d'urine extraite par jour est :

- a. 0,903 mosmol
- b. 1,806 mosmol

Le travail osmotique fourni par les reins d'un sujet normal est :

- c. 3680 J
- d. 4280 J
- e. 4980 J

50 Un récipient est séparé par une membrane dialysante en deux compartiments, notés (1) et (2), de volumes respectifs $V_1 = 2,4$ L et $V_2 = 4,0$ L. Ces deux compartiments contiennent respectivement 0,6 mol d'urée et 0,8 mol de glucose. La membrane dialysante a une surface $S = 200$ cm² et une épaisseur $e = 0,10$ mm.

Données.

- *Masses molaires moléculaires en g.mol⁻¹ :*

Urée : 60 ; Glucose : 180

- *Coefficient de diffusion de l'urée : $D_{urée} = 1,0 \cdot 10^{-9}$ m⁻².s⁻¹.*

Les flux molaires initiaux du glucose et d'urée valent :

- a. $2,5 \cdot 10^{-3}$ mol.m⁻².s⁻¹ et $2,5 \cdot 10^{-3}$ mol.m⁻².s⁻¹
- b. $1,4 \cdot 10^{-3}$ mol.m⁻².s⁻¹ et $2,5 \cdot 10^{-3}$ mol.m⁻².s⁻¹
- c. $2,5 \cdot 10^{-3}$ mol.m⁻².s⁻¹ et $1,4 \cdot 10^{-3}$ mol.m⁻².s⁻¹

À l'équilibre, les concentrations massiques en glucose et urée dans les deux compartiments sont :

- d. 5,63 g.L⁻¹ et 16,9 g.L⁻¹
- e. 5,63 g.L⁻¹ et 22,5 g.L⁻¹

Corrigés

1. CONCENTRATIONS ET ÉQUILIBRES PHYSIQUES

- 1 a. b. c. d. e.

La quantité de matière d'acide éthanoïque contenue dans un litre de solution est :

$$n = \frac{852}{60} = 14,2 \text{ mol}$$

Comme $\rho = 1,17 \text{ kg.L}^{-1}$, alors 1 litre de la solution A pèse 1070 g.

La masse d'eau dans un litre de solution est donc : $m_{\text{eau}} = 1070 - 852 = 218 \text{ g}$.

La molalité représente la quantité de matière de l'espèce chimique dissoute par unité de masse de solvant. Si on note par b la molalité de la solution A, alors :

$$b = \frac{14,2}{218} \times 1000 = 65,14 \text{ mol.kg}^{-1}$$

- 2 a. b. c. d. e.

La solution B de molarité $C = 0,71 \text{ mol.L}^{-1}$ doit contenir une masse d'acide de :

$$m_B = 0,71 \times 60 = 42,6 \text{ g par litre de solution}$$

Déterminons le volume de la solution de A contenant une telle masse d'acide éthanoïque.

$$V_A = \frac{42,6}{852} \times 1000 = 50 \text{ cm}^3$$

Pour obtenir un litre de la solution B, on doit mélanger 50 cm^3 de la solution A et 950 cm^3 d'eau.

- 3 a. b. c. d. e.

La concentration équivalente de ce sérum est donnée par :

$$C_{\text{eq}(\text{totale})} = \underbrace{\sum_i z_i^+ C_i^+}_{\text{(concentration équivalente des cations)}} + \underbrace{\sum_j |z_j^-| C_j^-}_{\text{(concentration équivalente des anions)}}$$

Comme une solution est électriquement neutre, alors $\sum_i z_i^+ C_i^+ = \sum_j |z_j^-| C_j^-$, de sorte que :

$$C_{\text{eq}(\text{totale})} = 2 \sum_i z_i^+ C_i^+$$

Déterminons la concentration équivalente des cations de ce sérum :

$$C_{\text{eq}(\text{cations})} = 1 \times 134 + 1 \times 13 = 147 \text{ meq.L}^{-1}$$

La concentration équivalente totale est donc $C_{\text{eq}(\text{totale})} = 294 \text{ meq.L}^{-1}$.