

**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE  
SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL**

**ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES  
ET CHIMIQUES**

**Durée de l'épreuve : 2 heures  
Coefficient : 3**

**ÉPREUVE DU MARDI 20 JUIN 2017**

Le sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.  
L'annexe, page 8/8, est à rendre avec la copie.  
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

*L'usage de la calculatrice est autorisé.*

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

La course à pied est l'un des meilleurs moyens de s'entretenir physiquement. La chimie et la physique apportent des réponses aux questions que peut se poser le coureur.

### **CHIMIE (12,5 points)**

#### **EXERCICE I (7,5 points) : Quel sucre pour s'alimenter et que devient-il pendant l'effort ?**

Dans l'alimentation d'un coureur, ces sucres ont un rôle important, cité dans les deux extraits de publication encadrés.

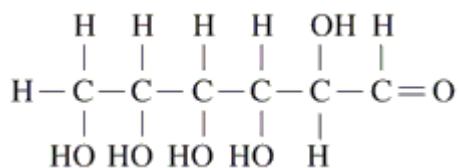
À l'approche de votre objectif, vous devez assurer des réserves glycogéniques optimales dans le foie et dans les muscles. [...] Le muscle assure ses réserves en glycogène uniquement à partir de glucose, en effet le fructose ne peut pas pénétrer dans le muscle faute de récepteurs. Il convient donc de privilégier les aliments contenant du glucose, à savoir les féculents.

*D'après Running Coach – HS n°9 – janvier / février 2016 - p 54*

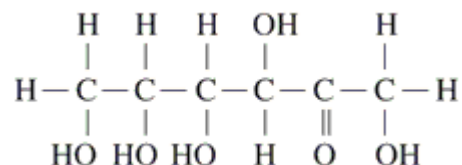
Le fructose du miel est un sucre dit lent car son passage dans le sang est retardé par rapport au glucose. Sa concentration ne subira pas de forte augmentation, il ne provoquera pas de variation notable du taux d'insuline. Par conséquent le fructose permettra au muscle de continuer à utiliser normalement les graisses pour ses besoins énergétiques ; cela peut être important si on fait du sport pour maigrir.

<http://entrainement-sportif.fr/fructose-sport-miel.htm>

1. Le glucose et le fructose ont les formules semi-développées suivantes :



Glucose



Fructose

1.1 Déterminer la formule brute de ces deux molécules.

1.2 Expliquer pourquoi ces deux molécules sont isomères.

1.3 Nommer la molécule qui possède le groupe caractéristique d'un aldéhyde et représenter ce groupe.

2. Une solution aqueuse de glucose réagit avec le réactif de Fehling de couleur bleue.

Décrire par un schéma annoté ce test de caractérisation du glucose par le réactif de Fehling.

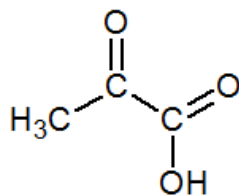
3. Un sportif prépare trois jours avant son marathon, un bidon d'un volume de 1,0 L d'une solution aqueuse de glucose de concentration C égale à 0,20 mol.L<sup>-1</sup>. Calculer la masse m de glucose dont ce sportif a besoin pour préparer cette solution.

Donnée :

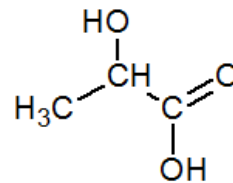
Masse molaire du glucose :  $M = 180,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .

4. Expliquer, en s'aidant des deux textes introduisant l'exercice, pourquoi ce sportif privilégie une boisson au glucose plutôt qu'au fructose.

5. Lors de l'effort sportif, le glucose est dégradé par l'organisme en acide pyruvique. Selon les conditions d'oxygénation, l'acide pyruvique sera dégradé à son tour soit en dioxyde de carbone et en eau (milieu aérobie), soit en acide lactique (milieu anaérobie). Dans la suite, on s'intéresse à la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique suite à une oxygénation insuffisante.



acide pyruvique



acide lactique

5.1 Préciser, à l'aide des formules semi-développées, l'origine du caractère acide de ces deux molécules.

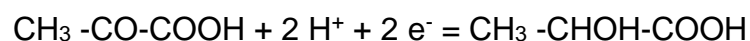
5.2 L'acide lactique possède un atome de carbone asymétrique. Recopier cette molécule et repérer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique.

5.3 Expliquer le caractère asymétrique de cet atome de carbone.

5.4 Nommer la propriété que donne la présence de cet atome de carbone asymétrique à la molécule.

5.5 L'acide pyruvique se transforme en acide lactique en milieu insuffisamment oxygéné.

On donne la demi-équation correspondant au couple oxydant réducteur acide pyruvique/ acide lactique ( $\text{CH}_3\text{-CO-COOH} / \text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ ) :



L'acide pyruvique subit une réduction lorsqu'il se transforme en acide lactique. Proposer une explication.

**EXERCICE II (5 points) : Comment déterminer sa lactatémie (concentration sanguine en acide lactique) ?**

Lorsque l'intensité de l'effort augmente, une oxygénation insuffisante entraîne une augmentation de la concentration en acide lactique dans le sang.

Deux allures de course permettent de programmer des entraînements spécifiques plus efficaces.

L'allure de course nommée « **endurance** », également appelée « **seuil aérobie** » correspond à une concentration sanguine en acide lactique comprise entre  $2 \text{ mmol.L}^{-1}$  et  $4 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

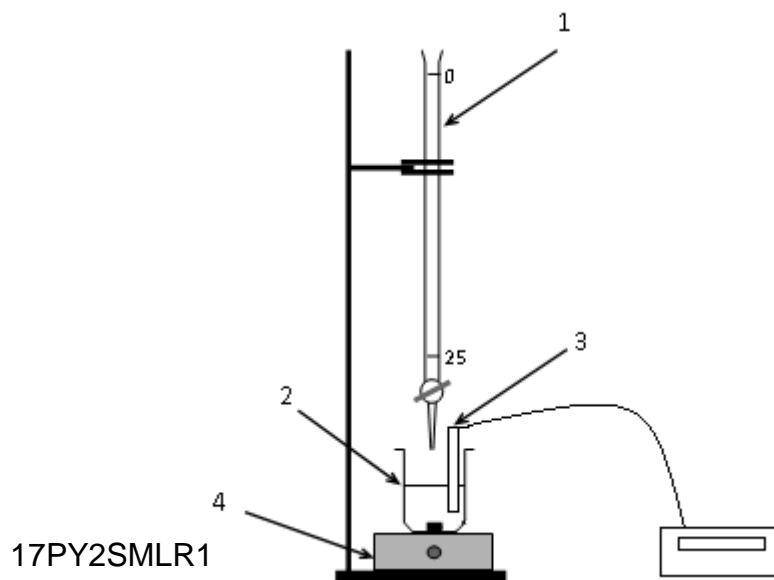
L'allure de course nommée « **endurance active** », également appelée « **seuil anaérobie** » correspond à une concentration sanguine en acide lactique supérieure à  $4 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

Un sportif s'entraînant à la vitesse  $10 \text{ km.h}^{-1}$  souhaite savoir si cette vitesse correspond à une allure de course « endurance » ou « endurance active ». On réalise le test suivant sous contrôle médical.

- On effectue un prélèvement sanguin dont le volume  $V$  vaut  $1,0 \text{ mL}$ .
- On acidifie le prélèvement sanguin pour transformer tous les ions lactate en acide lactique.
- On en extrait le précipité d'acide lactique  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ . Celui-ci est alors dissous dans de l'eau et on obtient une solution d'acide lactique de concentration  $C_a$  et de volume  $V_a = 50,0 \text{ mL}$ .
- On réalise alors un dosage de cette solution de volume  $V_a$  égal à  $50,0 \text{ mL}$  par une solution aqueuse de soude ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_b$  égale à  $2,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .

1. Écrire l'équation de la réaction chimique qui a lieu lors du dosage de l'acide lactique par l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$ . La base conjuguée de l'acide lactique est l'ion lactate  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COO}^-$ .

2. On utilise pour ce dosage le montage suivant. Donner sur la copie, le nom de chaque élément numéroté.



3. Montrer sur le graphique du **document en annexe page 8/8 à rendre avec la copie**, grâce à la méthode des tangentes, que le volume de solution de soude versé à l'équivalence  $V_{bE}$  vaut 12,5 mL.

4. À l'équivalence, on a la relation suivante :  $C_a \times V_a = C_b \times V_{bE}$ .

4.1 Déduire de cette relation l'expression littérale de la concentration  $C_a$ .

4.2 Vérifier par le calcul que la concentration  $C_a$  est égale à  $5,0 \times 10^{-5}$  mol.L<sup>-1</sup>.

4.3 Montrer que la concentration en acide lactique  $C$  dans le prélèvement sanguin est égale à  $2,5 \times 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> en tenant compte des conditions expérimentales.

4.4 Prévoir que le sportif n'a pas encore atteint son seuil d'anaérobie.

Donnée :  $1 \text{ mmol.L}^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

### **PHYSIQUE (7,5 points)**

#### **EXERCICE III : Comment la physique vient-elle au service de la course à pied ?**

1. Les revues spécialisées font de plus en plus la promotion de la foulée dite naturelle ou « attaque médio-pied » qui consiste à attaquer le sol non pas du talon mais de l'avant du pied. Cette gestuelle a l'avantage de diminuer l'effet traumatisant des impacts répétés en profitant de l'élasticité de la cheville.

Pour désigner cette technique, on parle aussi de « **foulée légère** ».

En effet, les traces laissées au sol (par exemple dans du sable ou de la terre meuble) sont moins marquées quand on utilise cette foulée.

1.1 On peut estimer la surface de l'avant du pied  $S_a$  à environ 100 cm<sup>2</sup> et la surface du talon  $S_t$  à environ 30 cm<sup>2</sup>. L'intensité de la force pressante  $F$  exercée sur le sol est de 1000 N.

Calculer les pressions  $p_a$  et  $p_t$  correspondant aux deux types de foulée.

Donnée :  $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$

1.2 En comparant les deux pressions, expliquer l'emploi de l'expression « foulée légère ».

2.

« Toute activité physique s'accompagne d'une perte d'eau via la transpiration donnant la sueur et la respiration. Il est donc important de compenser ces pertes. Un coureur perd environ 1 litre d'eau par heure pour les footings à allures lentes et jusqu'à 2,5 litres par heure pour des allures de courses élevées, pour une même température extérieure. Ces pertes sont accentuées par des températures extérieures élevées [...] Pour éviter une surcharge pondérale dans l'estomac, il est important de boire par petites quantités, souvent répétées. [...] Cela réduit les difficultés de digestion et permet une meilleure absorption du liquide. »

*D'après <http://www.conseils-courseapied.com/entrainement/nutrition-sportive/hydratation-du-coureur-a-pied.html>*

Certains coureurs utilisent une poche à eau contenue dans leur sac à dos et pourvue d'un long tuyau qui sort du sac dans lequel le coureur aspire pour se réhydrater.

2.1 Un coureur se prépare pour un jogging lent d'une durée de 2 h 30. Il ne fait pas trop chaud. En s'aidant du texte, déterminer le volume d'eau minimal à emporter en prenant en compte les conditions de ce jogging.

2.2 Pour conserver une bonne oxygénation, il souhaite que la durée de l'ingestion d'un volume  $V$  de 50 mL d'eau soit inférieure à une durée  $\Delta t$  de 2,0 s.

2.2.1 Rappeler la relation entre le débit  $D$  (en  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), le volume  $V$  (en  $\text{m}^3$ ) et la durée  $\Delta t$  (en s).

2.2.2 En déduire que le débit minimal  $D$  permettant de satisfaire cette condition vaut  $2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Donnée :  $1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

2.3 L'écoulement n'est possible que si le sportif aspire. La pression au niveau de sa bouche est plus faible qu'à l'autre extrémité du tuyau située sur la poche à eau.

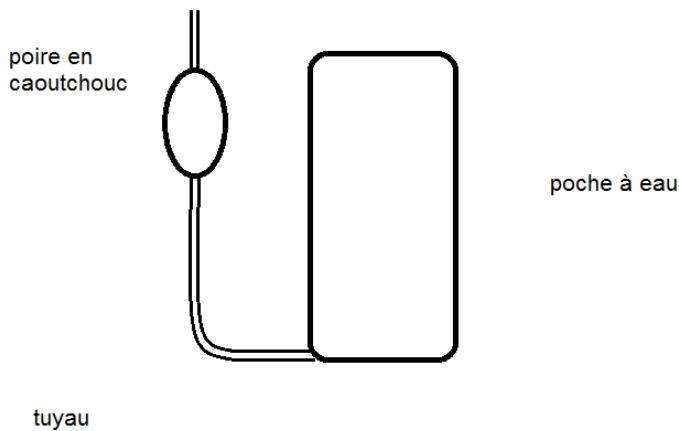
2.3.1 En déduire que la valeur de la perte de charge  $\Delta p$  le long de l'écoulement est égale à  $2,5 \times 10^2 \text{ Pa}$ .

Données :  $D = \frac{\Delta p}{R}$

Résistance hydraulique du tuyau :  $R = 1,0 \times 10^7 \text{ Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$

2.3.2 On précise qu'un être humain crée facilement une dépression égale à  $1,0 \times 10^4 \text{ Pa}$  en aspirant. Justifier que le coureur pourra facilement ingérer son volume d'eau en deux secondes.

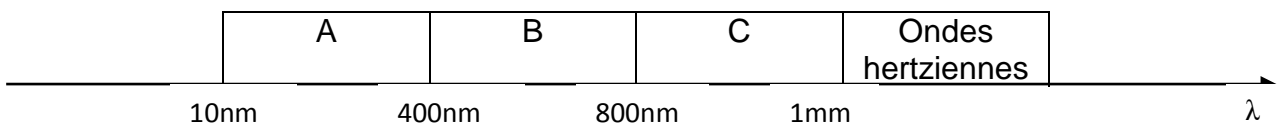
2.4 En réalité la dépression nécessaire est bien supérieure à celle évoquée à la question précédente.



Expliquer l'intérêt d'équiper les poches à eau d'une poire en caoutchouc.

3. Le sportif enregistre sa séance grâce à sa montre connectée équipée d'une fonction GPS. Il pourra ensuite consulter de nombreuses données et statistiques sur l'internet.

Le système GPS permet à un récepteur de déterminer sa position en recevant des informations émises par des satellites en orbite autour de la terre. Ces informations sont transmises sous forme d'ondes électromagnétiques invisibles pour l'œil humain. Leur fréquence  $\nu$  vaut 1575 MHz. Plusieurs domaines de longueur d'onde sont représentés sur le schéma ci-dessous et correspondent à des types d'ondes électromagnétiques différents.



3.1 Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  des ondes émises par le satellite.

3.2 Attribuer à chaque domaine A, B et C le type d'onde électromagnétique correspondant (visible, infrarouge, ou ultraviolet).

Données : célérité des ondes électromagnétiques :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$   
 $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

3.3 Prévoir que ces ondes sont invisibles pour l'œil humain.

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

### CHIMIE : EXERCICE II : question 3 :

Dosage de l'acide lactique d'un prélèvement sanguin par une solution de soude de concentration  $c_b = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

