

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 2 heures

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Calculatrice**

Le sujet comporte **7** pages

PHYSIQUE CHIMIE **20 points**

Les annexes A et B sont à rendre avec la copie

SUJET

Physique chimie et pratique du sport

Le sujet traite du métabolisme, des mouvements et des échanges énergétiques dans le domaine du sport. Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A (12 points)

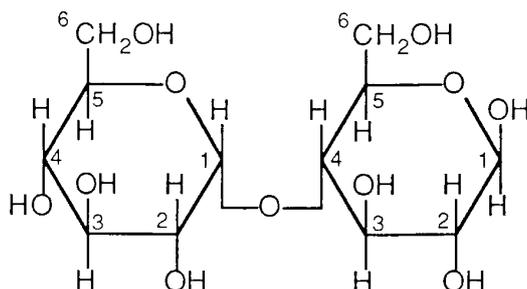
1. L'alimentation du sportif avant une compétition

Avant de pratiquer un effort intense, le sportif prépare son organisme en l'hydratant suffisamment et en lui apportant les nutriments essentiels.

Quelques jours avant une compétition, l'athlète privilégie dans son alimentation des aliments tels que du pain blanc ou des pâtes, constitués majoritairement d'amidon.

Lors de la digestion, ce dernier est hydrolysé en maltose puis en glucose, directement assimilable par l'organisme.

La formule cyclique du maltose $C_{12}H_{22}O_{11}$ est la suivante :



- 1.1. Citer la famille biochimique à laquelle appartient le maltose.
 - 1.2. Reproduire et nommer le groupement fonctionnel qui apparaît majoritairement dans cette molécule.
 - 1.3. En s'appuyant sur le **document 1**, proposer un protocole opératoire au laboratoire :
 - 1.3.1. de l'hydrolyse acide de l'amidon ;
 - 1.3.2. du test montrant que cette hydrolyse aboutit à un sucre réducteur : le glucose.
- Note : On pourra, si besoin, s'aider de schémas.

2. L'hydratation du sportif : choisir la bonne eau

Après l'effort, pour compenser les pertes en eau et en sels minéraux des sportifs, les médecins nutritionnistes recommandent l'absorption d'eaux minérales dites « bicarbonatées », dont la concentration massique en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- est élevée.

On dispose d'une eau minérale dont on souhaite savoir si elle est indiquée pour la réhydratation d'un sportif. On procède, pour cela, au dosage colorimétrique des ions hydrogénocarbonate de cette eau par de l'acide chlorhydrique.

Tous les renseignements nécessaires à la résolution sont donnés dans le document 2.

- 2.1. Donner l'équation support de la réaction de dosage : réaction des ions HCO_3^- avec les ions H_3O^+ .
- 2.2. Cocher dans la liste proposée en **annexe A (à rendre avec la copie)**, le matériel nécessaire pour effectuer ce dosage.
- 2.3. Indiquer, en justifiant, le changement de couleur attendu à l'équivalence.
- 2.4. Donner, en justifiant, la relation à l'équivalence entre V_{AE} , V_{B} , C_{A} et C_{B} .
- 2.5. En exploitant les résultats du dosage, expliquer si cette eau est indiquée, ou non, pour la réhydratation d'un sportif.

3. La fatigue du sportif et ses manifestations

Suite à un effort intense et court, un sprinter ressent des troubles physiques.

Une analyse de sang pendant la phase de récupération montre que la concentration en ions oxonium dans son sang a pour valeur : $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = 7,9 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 3.1. Proposer une explication à sa fatigue, en s'aidant du **document 3.a**.
- 3.2. Cette valeur anormale du pH est due à une baisse de la concentration en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- dans le sang. A l'aide du **document 3.b**, expliquer pourquoi, en conséquence, la concentration en dioxyde de carbone dans le sang : $[\text{CO}_{2(\text{aq})}]$ doit diminuer pour que le pH garde une valeur constante.

PARTIE B (8 points)

Des scientifiques américains ont étudié le mouvement de Usain Bolt (sprinter détenteur du record mondial actuel du 100 m), de masse $m = 94$ kg, lors d'une course sur une piste rectiligne de 100 m.

Pour cette étude, le mouvement du sprinter a été assimilé à celui d'un point matériel en mouvement rectiligne horizontal.

On utilise les résultats de mesures effectuées lors d'une de ses courses pour estimer sa puissance moyenne.

1. Etude du mouvement d'un sprinter

Les questions numérotées de 1.1. à 1.3 s'appuient sur **les documents de l'annexe B à rendre avec la copie**. Elles sont indépendantes les unes des autres. **Les tracés justifiant les réponses devront apparaître sur cette annexe.**

1.1. À l'aide de la courbe 1,

1.1.1. estimer la durée Δt de la course du sprinter ;

1.1.2. en déduire sa vitesse moyenne en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ puis en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

1.2. A l'aide des données du document donné en annexe B,

1.2.1. donner, en justifiant, la date à partir de laquelle on peut estimer que le sprinter possède un mouvement uniforme ;

1.2.2. donner la position à cette date ;

1.2.3. estimer la valeur de la vitesse atteinte.

On ne s'intéresse qu'au mouvement du sprinter sur l'axe horizontal. Dans ces conditions, on considère qu'il est soumis à une **force résultante unique** horizontale \vec{F} .

1.3. L'intensité de cette force varie au cours du temps. En appliquant la deuxième loi de Newton à l'instant $t = 0$ s puis en fin de course et en s'aidant de la **courbe 3**, calculer :

- l'intensité \vec{F} de cette force au départ de la course (à $t = 0$ s).
- l'intensité \vec{F} de cette force à la fin de la course.

2. Etude énergétique du système « sprinter » lors de la course.

2.1. On admet que le travail de la force résultante \vec{F} sur la totalité de la course se calcule en appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre le point de départ et le point d'arrivée de la course. Montrer que sa valeur $W(\vec{F})$ est de l'ordre de : 6 800 J.

2.2. En déduire la puissance moyenne P de la force résultante \vec{F} sur l'ensemble de la course et qui pourra être assimilée à la puissance moyenne du sprinter.

2.3. Comparer cette puissance à la puissance moyenne d'un cheval : 735 W.

DOCUMENT 1

Liste de matériel et produits à disposition au laboratoire

| Matériel | Produits |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- tubes à essai,- pipettes à usage unique,- bain marie,- spatule. | <ul style="list-style-type: none">- amidon,- eau,- acide chlorhydrique concentré,- liqueur de Fehling. |

Données :

- l'hydrolyse acide de l'amidon se déroule à température élevée et peut être catalysée par de l'acide chlorhydrique,
- la liqueur de Fehling qui est un réactif caractéristique des sucres réducteurs a une couleur bleue,
- le test à la liqueur de Fehling se réalise à chaud.

DOCUMENT 2

Données relatives à la question 2

Eaux de réhydratation : Une eau minérale est dite « bicarbonatée » si la teneur en ions hydrogénocarbonate est supérieure à 600 mg.L⁻¹.

Renseignements sur les différentes espèces chimiques participant au dosage :

- La solution d'acide chlorhydrique a pour formule : (H₃O⁺_(aq) + Cl⁻_(aq))
- L'ion hydrogénocarbonate HCO₃⁻ : base faible qui appartient au couple : H₂CO₃/HCO₃⁻

Le dosage :

- Volume de la prise d'essai d'eau à doser : V_B = 10,00 mL.
- Solution titrante : solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A = 5,00 × 10⁻² mol.L⁻¹.
- La concentration molaire de l'ion HCO₃⁻ que l'on cherche à déterminer est notée : C_B
- Indicateur coloré choisi : le vert de bromocrésol. Zones de virage du vert de bromocrésol :

| Valeur du pH | pH < 3,8 | 3,8 < pH < 5,4 | pH > 5,4 |
|--------------|----------|----------------|----------|
| couleur | jaune | vert | bleu |

- Les espèces H₂CO₃, HCO₃⁻, H₃O⁺ et Cl⁻ sont incolores en solution aqueuse.
- Volume de solution dosante versée lors du changement de couleur de l'indicateur coloré : V_{AE} = 9,3 mL

Masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate : M (HCO₃⁻) = 61,0 g.mol⁻¹

DOCUMENT 3

Information sur le pH sanguin

DOCUMENT 3.a : Normes et définitions des troubles acido-basiques

| | | valeurs normales | |
|----|---------------------|------------------|----------------------|
| pH | pH < 7,35 : acidose | 7,35 - 7,45 | pH > 7,45 : alcalose |

DOCUMENT 3.b : La régulation du pH sanguin

(d'après : « Biochimie des activités physiques et sportives » par J. Poortmans)

Tout ce qui constitue l'être vivant est extrêmement sensible à la moindre variation de pH.

La concentration des ions oxonium H_3O^+ est donc étroitement régulée dans les milieux biologiques afin de **maintenir le pH sanguin constant**.

La concentration en ions oxonium dans le sang dépend de la concentration en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- et de celle du dioxyde de carbone CO_2 dissous dans le sang selon la relation :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6,1} \times \frac{[\text{CO}_{2(\text{aq})}]}{[\text{HCO}_{3(\text{aq})}^-]} \quad | \quad 37^\circ\text{C} \text{ (température du corps)}$$

Ainsi, pour que le terme $[\text{H}_3\text{O}^+]$ reste constant, il faut que le rapport $\frac{[\text{CO}_{2(\text{aq})}]}{[\text{HCO}_{3(\text{aq})}^-]}$ reste également constant.

Par ailleurs, une augmentation de la concentration en dioxyde de carbone $[\text{CO}_{2(\text{aq})}]$ entraîne physiologiquement une augmentation du renouvellement d'air dans les poumons et donc de la fréquence respiratoire.

MEX

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance : 19

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

ANNEXE A (à compléter et à rendre avec la copie)

CHIMIE question 2.2

Cocher, dans la colonne de droite, le matériel à utiliser pour réaliser le dosage des ions hydrogénocarbonate dans une eau minérale destinée à la réhydratation des sportifs.

| Matériel | |
|--|--|
| cristallisoir | |
| tube à essai | |
| erlenmeyer de 500 mL | |
| erlenmeyer de 100 mL | |
| bécher de 100 mL | |
| burette graduée | |
| pipette graduée de 10,00 mL | |
| pipette jaugée de 10,00 mL | |
| balance | |
| éprouvette de 10 mL | |
| fiolle jaugée de 100,00 mL | |
| pH-mètre | |
| propipette (ou poire aspirante) | |
| agitateur magnétique + barreau aimanté | |
| potence | |

MEX

EXAMEN :

Nom :
(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

Prénoms :

EPREUVE :

Date de naissance :

19

Centre d'épreuve :

Date :

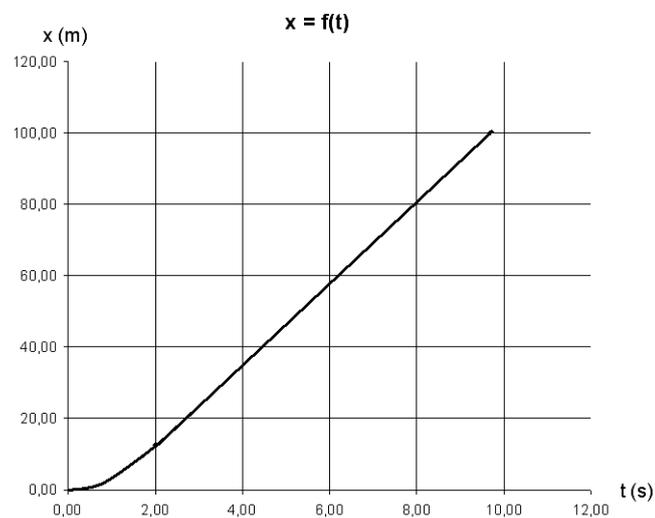
N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

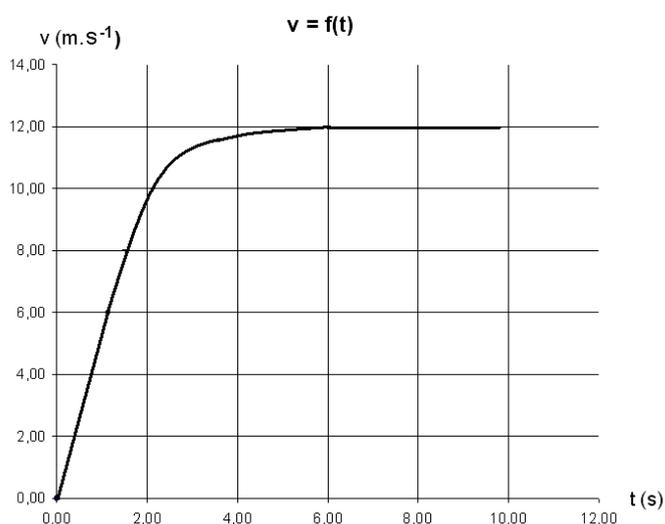
ANNEXE B (à compléter et à rendre avec la copie)

Modélisation des performances d'un sprinter de haut niveau d'après « The European Journal of Physics »

Courbe 1 : Représentation de la position x du sprinter en fonction du temps



Courbe 2 : Représentation de la vitesse v du sprinter en fonction du temps



Courbe 3 : Représentation de l'accélération a du sprinter en fonction du temps

