

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

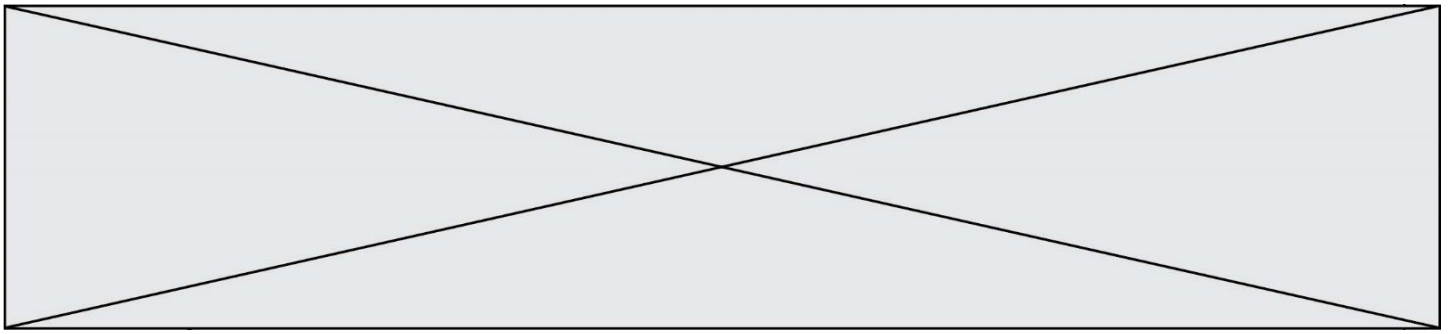
Nombre total de pages : 9

PARTIE A

Qui peut griller une tranche de pain en pédalant ? (10 points)

Un court-métrage de l'Académie des arts de Suède a attiré l'attention de plus de 1 million d'internautes. Il présente un défi soumis à Robert Förstemann, un coureur cycliste allemand de presque 100 kg, spécialiste de la piste. Le défi qui lui était proposé consistait à faire griller une tranche de pain avec la seule énergie qu'il produisait en pédalant avec ses impressionnantes cuisses de 74 centimètres de circonférence.

L'énergie musculaire du cycliste est transformée en électricité grâce à une dynamo actionnée par la rotation du pédalier. L'ensemble alimente un grille-pain. Pour que l'appareil fonctionne, il faut que le champion produise une puissance de 700 W. Au départ, Robert semble sûr de lui. Au fil du test, le rythme cardiaque de l'athlète augmente, son souffle s'accélère et son visage se creuse sous l'intensité de l'effort qu'il produit. Deux minutes plus tard, le cycliste a fourni au grille-pain 0,021 kWh (76 kJ) suffisant pour sortir une tranche légèrement brunie. Le cycliste s'effondre, incapable de continuer, et s'allonge sur le sol pour récupérer de l'intense effort qu'il vient de produire.



D'après Le Monde (Roland Lehoucq - 14/07/15)

L'objectif de cet exercice est d'étudier la performance physique de Robert Förstemann en la comparant avec la consommation énergétique d'un grille-pain. Enfin, on cherche à évaluer la quantité de sucre à ingérer pour compenser l'énergie fournie lors de cet effort.

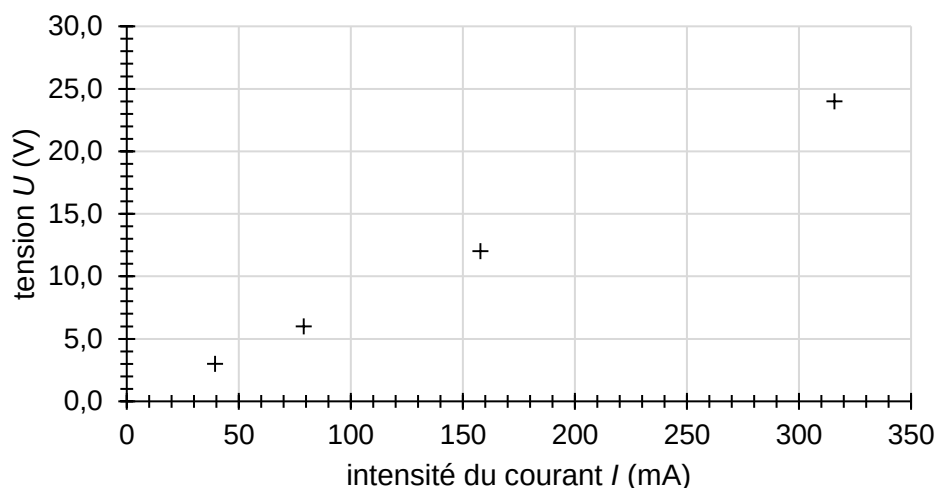
<http://cycling.today/>



1. Performance de Robert Förstemann

- 1.1. Schématiser la chaîne énergétique de la dynamo du vélo utilisé par Robert Förstemann. On suppose que le rendement de cette dynamo n'est pas de 100 %.
- 1.2. Le grille-pain est conçu pour fonctionner normalement sous une tension de 230 V et pour fournir une puissance de 700 W. Montrer que la valeur de l'intensité du courant qui traverse le grille-pain en fonctionnement normal est d'environ 3 A.
- 1.3. Nommer l'effet responsable de l'élévation de température dans le grille-pain. Dédurre de la question précédente la valeur de la résistance R du circuit électrique de cet appareil.

Une simulation de la caractéristique du circuit électrique du grille-pain est donnée ci-dessous. Elle relie la tension U appliquée à l'intensité du courant électrique I qui traverse le circuit électrique du grille-pain.



- 1.4. Indiquer la loi qui modélise la caractéristique du circuit électrique du grille-pain, retrouver la valeur de la résistance du circuit électrique du grille-pain et comparer le résultat à celui de la question précédente.
- 1.5. À partir des données contenues dans l'article du Monde, déterminer la valeur de la puissance moyenne fournie par Robert Forstemann. Estimer, en prenant $R = 76 \Omega$, la

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	
	N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

valeur moyenne de la tension et de celle de l'intensité du courant de fonctionnement du grille-pain durant la performance. Commenter.

1.6. Estimer, en effectuant un bilan énergétique, la valeur de la vitesse maximale que pourrait atteindre le cycliste à vélo initialement immobile en 5 secondes sur un terrain plat en développant une puissance de 630 W. Commenter.

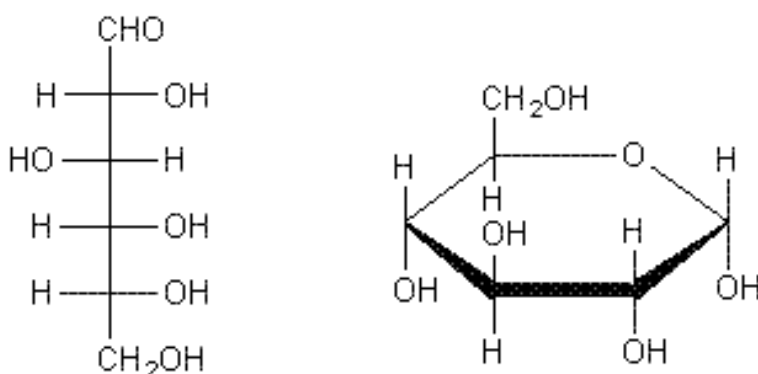
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

2. Récupérer après l'effort

Après un effort intense, tel que celui fourni par Robert Förstemann, l'organisme a besoin de glucides simples tels que le saccharose, appelés sucres rapides, disponibles rapidement pour reconstituer les ressources en énergie de l'organisme. Dans cette partie, nous cherchons à déterminer la quantité nécessaire de sucre (saccharose) à ingérer pour récupérer après l'effort fourni par Robert Förstemann.

Le saccharose, sucre de table habituel, est un composé organique de formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$. Son assimilation par l'organisme s'effectue après son hydrolyse (réaction avec l'eau du saccharose) qui forme du glucose et du fructose, deux sucres de même formule brute.

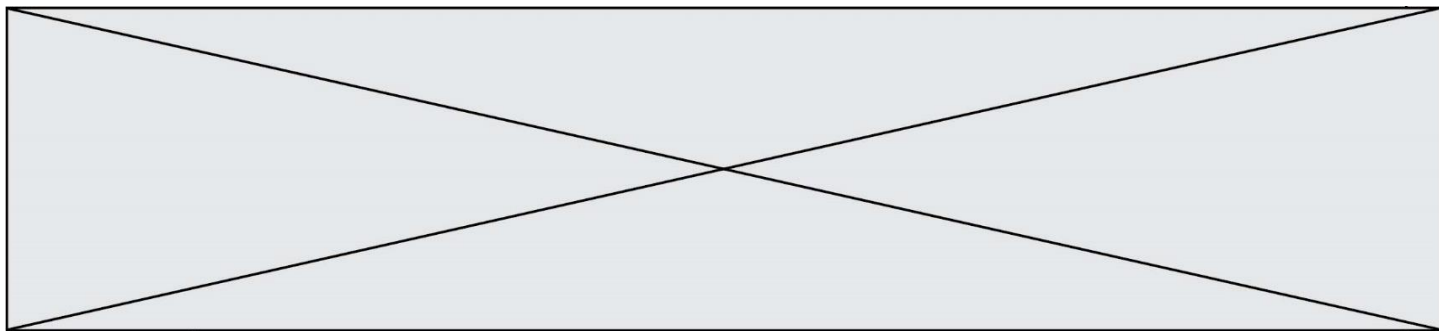
La molécule de glucose peut adopter une configuration à chaîne ouverte ou cyclique, comme l'illustre les deux représentations du glucose suivantes :



D'après <http://www.societechimiquedefrance.fr/saccharose.html>

Données :

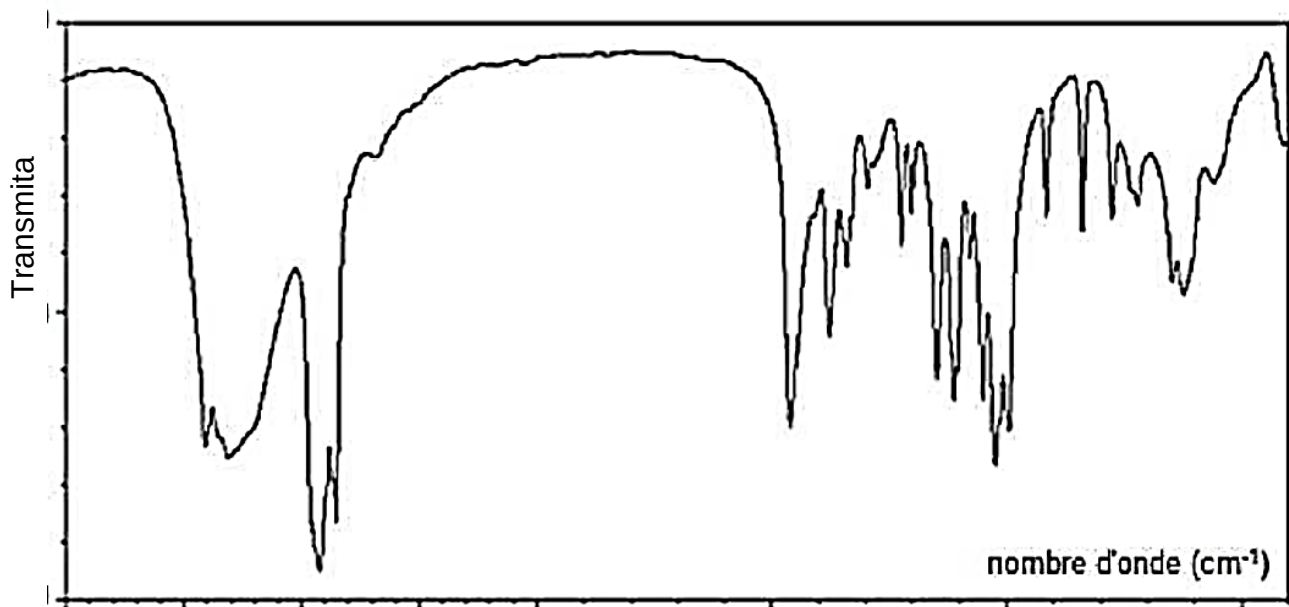
- 1 cal = 4,18 J ;
- masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹) : M(O) = 16 ; M(C) = 12 ; M(H) = 1 ;
- une boîte de sucre de masse nette $m = 1,0$ kg contient 168 morceaux ;
- l'énergie molaire fournie par la combustion (oxydation complète) du saccharose est $5,8 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$;



- bandes d'absorption IR de quelques liaisons chimiques :

famille	liaison	nombres d'onde (cm^{-1})
cétone	$\text{C} = \text{O}$	1705 - 1725
aldéhyde	$\text{C}_{\text{tri}} - \text{H}$	2700 - 2900
	$\text{C} = \text{O}$	1720 - 1740
acide carboxylique	$\text{O} - \text{H}$	2500 - 3200
	$\text{C} = \text{O}$	1740 - 1800
ester	$\text{C} = \text{O}$	1730 - 1750
alcool	$\text{O} - \text{H}_{\text{lié}}$	3200 - 3450
	$\text{O} - \text{H}_{\text{libre}}$	3600 - 3700

2.1. Le spectre infrarouge obtenu par analyse d'un échantillon de glucose est fourni ci-dessous. Déduire de ce spectre la configuration majoritaire du glucose dans l'échantillon étudié. Justifier.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Nombre

4000 3000 2000 1500 1000

*D'après National Institute of Advanced Industrial Science and technology –
<http://sdfs.aist.go.jp>*

- 2.2. Écrire l'équation de la réaction modélisant l'hydrolyse du saccharose.
- 2.3. Vérifier que l'oxydation complète d'un morceau de sucre libère une énergie d'environ 24 kcal.
- 2.4. En déduire la quantité de sucre que Robert Förstemann doit ingérer pour compenser l'effort réalisé en supposant que l'énergie musculaire a été intégralement transférée au grille-pain. Commenter.

PARTIE B

Synthèse d'un ester et convoyage de médicaments (10 points)

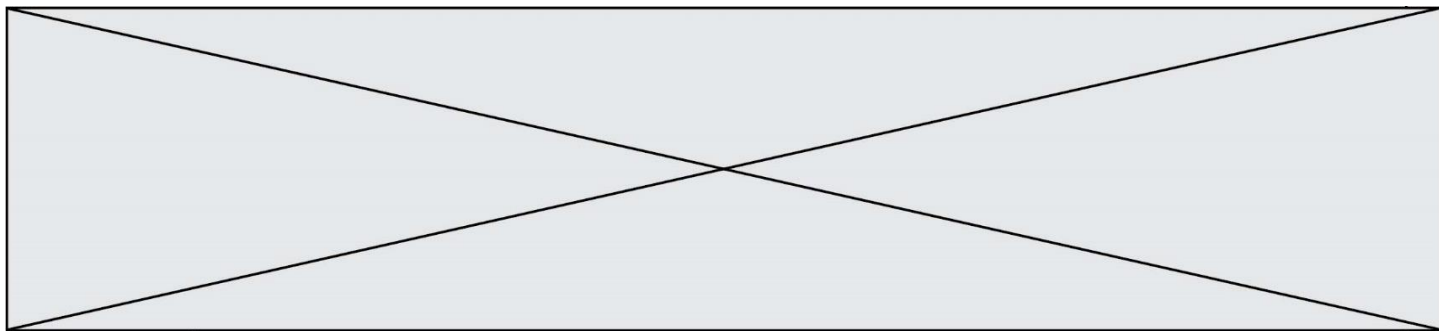
I. Synthèse de l'éthanoate de benzyle au laboratoire

Le jasmin est un arbuste originaire d'Inde, très cultivé dans les régions chaudes. L'odeur de fleur de jasmin correspond à la combinaison de plusieurs espèces chimiques et entre dans la composition de nombreux parfums. L'une des espèces responsables de la senteur du jasmin est l'éthanoate de benzyle. Cet ester est préparé par action de l'acide éthanoïque sur l'alcool benzylique ; cette transformation est non totale, lente et un catalyseur, l'acide sulfurique, est ajouté pour la rendre plus rapide.

Données :

- Propriétés physico-chimiques des espèces mises en jeu :

Espèces chimiques	Alcool benzylique	Acide éthanoïque	Éthanoate de benzyle	Eau salée saturée
Formule brute	C ₇ H ₈ O	C ₂ H ₄ O ₂	C ₉ H ₁₀ O ₂	



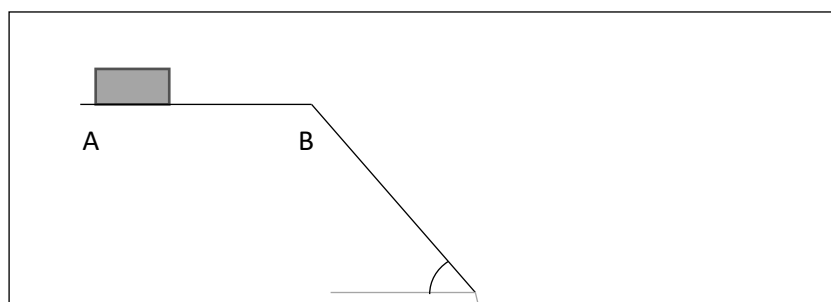
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	108,0	60,0	150,0	
Masse volumique (g.mL ⁻¹)	1,05	1,05	1,06	1,20
Solubilité dans l'eau	Faible	très grande	très faible	
Solubilité dans l'eau salée	plus faible que dans l'eau	très grande	insoluble	

Protocole de synthèse mis en œuvre :

- Sous la hotte, muni de gants et de lunettes, introduire 15 mL d'acide éthanoïque, 12 mL d'alcool benzylique, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce dans un ballon. Chauffer à reflux ce mélange pendant 30 minutes. Laisser refroidir.
 - Introduire dans l'ampoule à décanter le mélange réactionnel et 50 mL d'une solution saturée de chlorure de sodium. Agiter puis laisser décanter. Récupérer la phase qui contient l'éthanoate de benzyle (phase organique).
 - Sécher la phase organique en y ajoutant quelques cristaux de sulfate de magnésium anhydre.
 - Vérifier la pureté du produit obtenu par spectroscopie infrarouge.
- Nommer chacune des 4 étapes du protocole notées de a à d.
 - Quel est l'intérêt du montage à reflux?
 - Schématiser et légender l'ampoule à décanter après décantation, en précisant la composition de chaque phase. Justifier la position relative des phases.
 - Écrire l'équation de la réaction modélisant la synthèse de l'éthanoate de benzyle sachant qu'il se forme également de l'eau.
 - On obtient 6,0 g d'éthanoate de benzyle analysé comme pur. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse. Commenter cette valeur.

II. Système de convoyage pour les médicaments

Dans une pharmacie, afin d'optimiser la durée de délivrance des médicaments, un toboggan est installé entre le premier étage et le rez-de-chaussée. Un robot combiné à un automate dispose le médicament sur un tapis roulant, en fonction des commandes. Le pharmacien réceptionne le produit à l'étage inférieur pour le donner au client. Le schéma du dispositif est représenté ci-dessous.



Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	(Les numéros figurent sur la convocation.) / /
	N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité
 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

On considère une boîte de médicament de masse 300 g placée sur un tapis. Elle est modélisée par un point matériel de centre d'inertie G. Le trajet parcouru par la boîte est divisé en 3 parties :

- une surface horizontale AB. Il s'agit d'un tapis roulant permettant de faire avancer la boîte de médicament à une vitesse constante $v_0 = 0,3 \text{ m.s}^{-1}$;
- Un plan incliné BC de longueur 1,58 m et formant un angle $\alpha = 55^\circ$ avec l'horizontale. La valeur de la force F modélisant les frottements exercés sur la boîte de médicaments sur cette portion est $F = 0,30 \text{ N}$;
- Une portion de C à D où la boîte est en chute libre, dans un panier au point D.

On néglige l'action exercée par l'air. L'intensité du champ de pesanteur terrestre vaut $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

6. Effectuer le bilan des actions modélisées par des forces s'exerçant sur la boîte de médicaments sur les différents trajets entre A et D.
7. Que peut-on dire des forces s'exerçant sur la boîte entre les points A et B ?
8. Sur le trajet BC.
 - 8.1. Schématiser, **sur l'annexe à rendre avec la copie**, les forces qui s'exercent sur la boîte de médicament, sans souci d'échelle.
 - 8.2. Donner l'expression littérale du travail de chaque force.
 - 8.3. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, donner l'expression littérale de la vitesse v_C de la boîte de médicaments lorsqu'il arrive en C puis calculer sa valeur.
9. La boîte est réceptionnée dans un panier situé à une hauteur h sous le point C. Indiquer, sans faire de calculs, les paramètres sur lesquels on peut jouer pour que la boîte de médicament ne soit pas déformée à la réception.

