

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

ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

CLASSE : Première

E3C : E3C1 E3C2 E3C3

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 : 8

PARTIE A

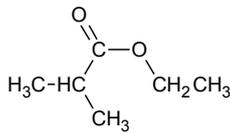
Des esters qui flattent nos cellules olfactives (10 points)

Les esters sont des espèces chimiques qui ont souvent une odeur agréable (rose, jasmin, lavande...). Ils sont parfois à l'origine d'arômes naturels fruités et sont très fréquemment synthétisés pour être utilisés comme arômes alimentaires.

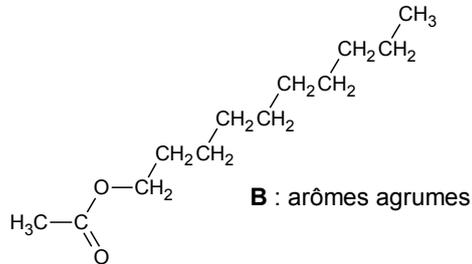
L'un des enjeux est désormais de produire les espèces chimiques en respectant les critères de la chimie verte, notamment en utilisant moins de solvants, des réactifs et solvants peu toxiques, en produisant moins de déchets et en économisant l'énergie.

Les synthèses réalisées sous micro-ondes répondent aux critères de la chimie verte et sont de plus en plus utilisées à l'échelle du laboratoire, mais également à l'échelle industrielle. Cet exercice propose d'étudier quelques esters présents dans les arômes alimentaires et de comparer les rendements d'une estérification effectuée selon deux protocoles, l'un effectué avec un chauffage usuel et l'autre sous micro-ondes.

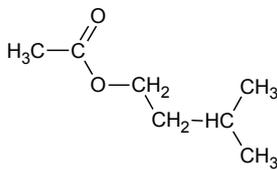
Esters présents dans des arômes alimentaires.



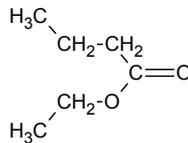
A : arôme de fraise



B : arômes agrumes



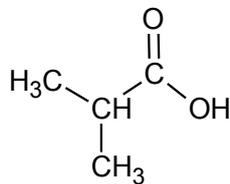
C : arôme de banane



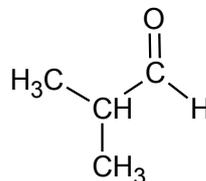
D : arôme d'ananas

1. L'arôme de fraise

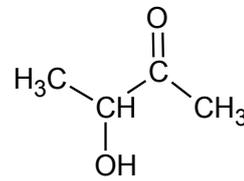
L'acide méthylpropanoïque est l'un des réactifs utilisés pour la synthèse de l'ester **A**, il est présent parmi les trois composés oxygénés **E**, **F** et **G** dont les formules semi-développées sont données ci-dessous.



E



F

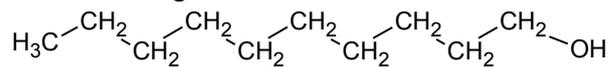


G

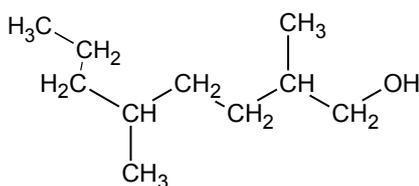
- 1.1. Recopier les formules des molécules de ces trois composés, puis entourer et nommer les familles de composés associées.
- 1.2. Identifier l'acide méthylpropanoïque parmi les trois composés **E**, **F** et **G**. Justifier son nom.

2. L'arôme d'agrumes

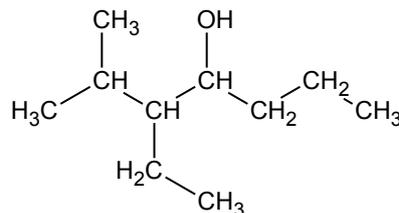
Le composé **H**, dont une formule est représentée ci-après, est un des réactifs utilisés pour synthétiser l'ester **B** à l'arôme d'agrumes.



H



I



J

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 : / /

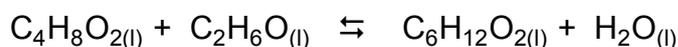
 Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 2.1. Les composés **H**, **I** et **J** sont-ils des isomères ? Justifier.
- 2.2. Le composé **H** est appelé décan-1-ol. Justifier son nom.
- 2.3. Représenter, sur votre copie, la formule topologique du composé **I**, puis entourer sa chaîne carbonée la plus longue et nommer le(s) groupe(s) substitués(s) sur cette chaîne et caractéristique(s) éventuel(s).

3. Synthèse d'un ester à l'arôme d'ananas : comparaison des rendements obtenus par deux protocoles différents

L'équation de la réaction modélisant la synthèse de l'ester **D** de formule brute $C_6H_{12}O_2$ présent dans l'arôme d'ananas est :



Données

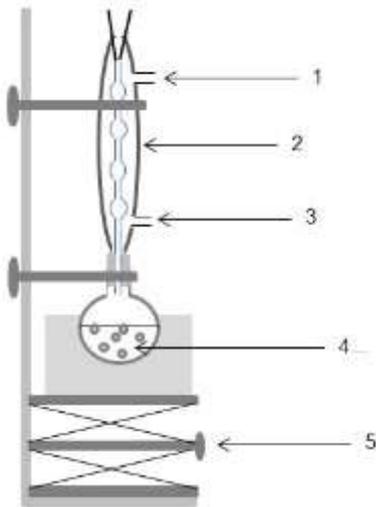
Caractéristiques physiques de quelques composés

	Éthanol	Acide butanoïque	Ester D
Solubilité dans l'eau	forte	forte	faible
Température d'ébullition (°C)	79	164	121
Masse volumique (g.cm ⁻³)	0,79	0,96	0,88
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	46	88	116

Il est possible de réaliser la synthèse de l'ester **D** selon deux protocoles.

Protocole n°1 : **synthèse par chauffage à reflux**

Ce protocole permet d'obtenir un rendement maximal de 67% si les deux réactifs sont introduits en quantités de matière égales. Pour l'augmenter, il est possible entre autres, d'introduire l'un des réactifs en excès. C'est le choix fait dans le protocole qui suit.



- Introduire dans un ballon, 40,0 mL d'éthanol, 40,0 mL d'acide butanoïque et 1,0 mL d'acide sulfurique concentré.
- Chauffer à reflux pendant 30 min
- Refroidir jusqu'à température ambiante puis verser le contenu du ballon dans un bécher contenant 100 mL d'eau salée.
- Transvaser le mélange dans une ampoule à décanter.
- Isoler et laver la phase organique. On obtient une masse de 35,7 g d'ester.

Protocole n°2 : **synthèse sous micro-ondes**

Pour ce protocole, on choisit délibérément de mélanger les deux réactifs en quantités de matière égales.

- Introduire dans un bécher, 25,4 mL d'éthanol (soit $4,36 \times 10^{-1}$ mol), 40 mL d'acide butanoïque (soit $4,36 \times 10^{-1}$ mol) et 1 mL d'acide sulfurique concentré.
- Placer le bécher dans le four à micro-ondes et irradier la solution par de courtes périodes à 1000 W.
- Transvaser le mélange dans une ampoule à décanter.
- Isoler et laver la phase organique. On obtient une masse de 47,5 g d'ester.

3.1. Étude du protocole n°1

3.1.1. Légénder le schéma du dispositif de chauffage à reflux en attribuant à chaque chiffre (1, 2, 3, 4, 5), l'indication la plus pertinente. Et décrire le rôle de chacun de ces éléments

3.1.2. Expliquer l'intérêt de verser, après les 30 min de chauffage, le mélange réactionnel refroidi dans de l'eau salée.

3.2. Détermination du rendement obtenu en suivant le protocole n°1

3.2.1. Déterminer le réactif limitant lors de la mise en œuvre du protocole n°1.

3.2.2. En déduire le rendement de la synthèse. Commenter.

3.3. Calculer le rendement de la synthèse obtenu à partir du protocole n°2. Proposer, en quelques lignes, une analyse comparative critique des deux protocoles.

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

PARTIE B

L'exploit d'Alan Eustace (10 points)



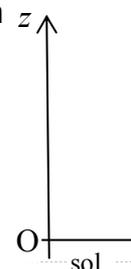
D'après <http://www.koreaherald.com>

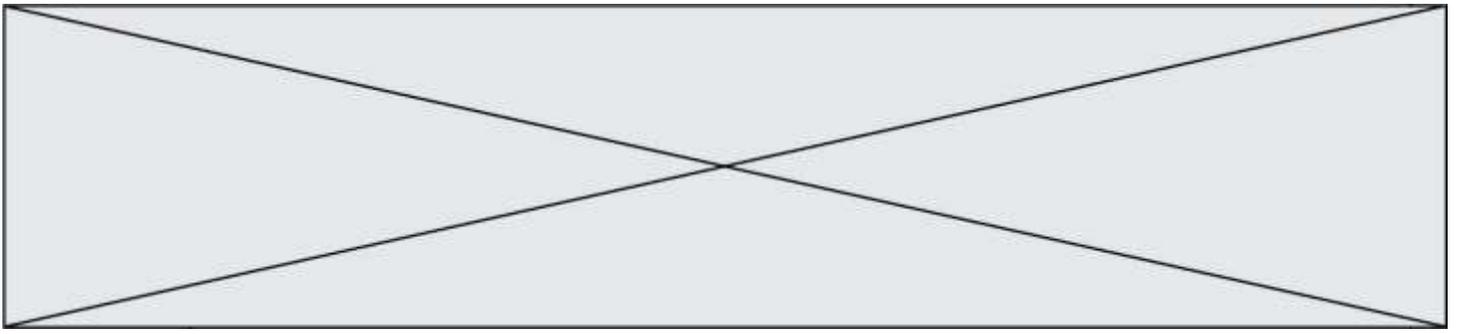
Données :

- masse du système {Alan Eustace et son équipement} : $m = 120 \text{ kg}$;
- intensité de la pesanteur à la surface de la Terre : $g = 9,8 \text{ N/kg}$;
- on considère que le champ de pesanteur est uniforme entre 30 km et 42 km d'altitude, de norme : $g_A = 9,7 \text{ N/kg}$.

L'étude du saut d'Alan Eustace est conduite dans le référentiel terrestre. Alan Eustace et son équipement sont modélisés par un point matériel de masse m . La position d'Alan Eustace est repérée par son altitude z sur un axe vertical orienté vers le haut, l'origine étant au sol.

Alan Eustace s'est laissé tomber à une date choisie comme origine des temps ($t = 0 \text{ s}$) à partir d'un point A d'altitude $z_A = 41 \text{ 148 m}$ par rapport au sol.





1. Énergie potentielle de pesanteur du système

1.1. Champ de pesanteur au cours de la chute.

1.1.1. Quelle est l'origine de la variation observée entre les valeurs de g et g_A ?

1.1.2. Calculer l'écart relatif donné par $\frac{g-g_A}{g}$ et exprimé en %. Conclure.

1.2. Travail du poids au cours du saut.

1.2.1. En considérant que le poids du système {Alan Eustace et son équipement} est constant, établir l'expression du travail du poids du système lors du déplacement d'Alan Eustace de A jusqu'au sol en fonction de m , g , et z_A .

1.2.2. Calculer la valeur de ce travail.

1.3. Énergie potentielle de pesanteur.

1.3.1. « Le poids est une force conservative » ; expliquer cette expression.

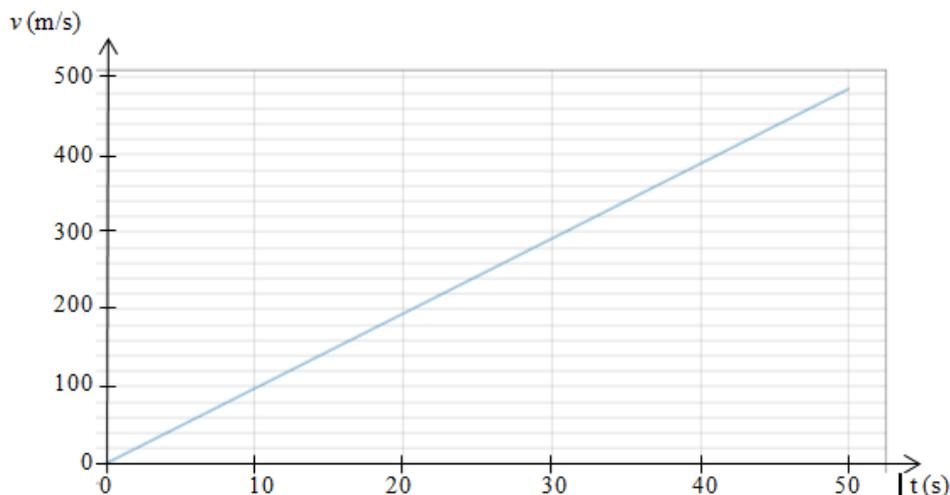
1.3.2. Définir l'énergie potentielle de pesanteur E_p du système et montrer que son expression est $E_p = mgz$ si on choisit une altitude de référence à préciser.

2. Modélisation de la première phase du mouvement par une chute libre

Alan Eustace atteint un point B, d'altitude z_B , après 50 s de chute.

Durant cette phase du mouvement, l'hypothèse est faite que la seule force s'exerçant sur le système {Alan Eustace et son équipement} est le poids.

Dans ce cas, on peut montrer que la chute est verticale. Un logiciel de simulation permet d'obtenir la courbe donnant la valeur de la vitesse v d'Alan Eustace en fonction du temps t .



2.1. Montrer que ce modèle n'est pas compatible avec la donnée du texte introductif relative à la vitesse maximale atteinte.

2.2. Proposer une hypothèse expliquant l'écart entre valeur calculée et valeur expérimentale.

3. Étude énergétique de la première phase du mouvement

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

On considère que la chute d'Alan Eustace durant les cinquante premières secondes est verticale.

L'action mécanique exercée par l'air sur Alan Eustace et son équipement est modélisée par une force de frottement fluide \vec{f} supposée constante.

L'altitude z_B d'Alan Eustace après 50 s de chute est égale à 30 375 m.

3.1. Calcul de la valeur de la force de frottement fluide f dans le cadre de ce modèle.

3.1.1. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. Calculer la valeur de l'énergie cinétique à la fin de cette première phase.

3.1.2. Exploiter ce théorème et montrer que la valeur de la force de frottement est de l'ordre de $4 \cdot 10^2$ N.

3.1.3. Comparer la valeur obtenue au poids du système et conclure quant à la pertinence du modèle de la chute libre.

3.1.4. Discuter également de la pertinence de la modélisation de l'action de l'air par une force de frottement constante. On pourra s'interroger sur le lien entre la valeur de cette force et celle de la valeur de la vitesse d'Alan Eustace.

3.2. L'extrait de programme donné ci-dessous et rédigé en langage Python, permet de visualiser les énergies cinétique, potentielle et mécanique du système {Alan Eustace + son équipement} durant la première phase du mouvement.

05. to, dt, tmax = 0, 1, 50

06. vo = 0

07. zo = 0 # ordonnée à t = 0 s, axe vertical orienté vers le haut

08.

09. z=zo

10. t=to

11. Eco=0 #énergie cinétique à to

12. Eppo=0 #énergie potentielle de pesanteur à to

13. Emo=0 #énergie mécanique à to

14.

15. g=9,7 #intensité de pesanteur en N/kg

16. m=120 #masse en kg

17.

18. ##### Création des listes #####

19. tps=[0]

20. zlist= [z]

21. v=[0]

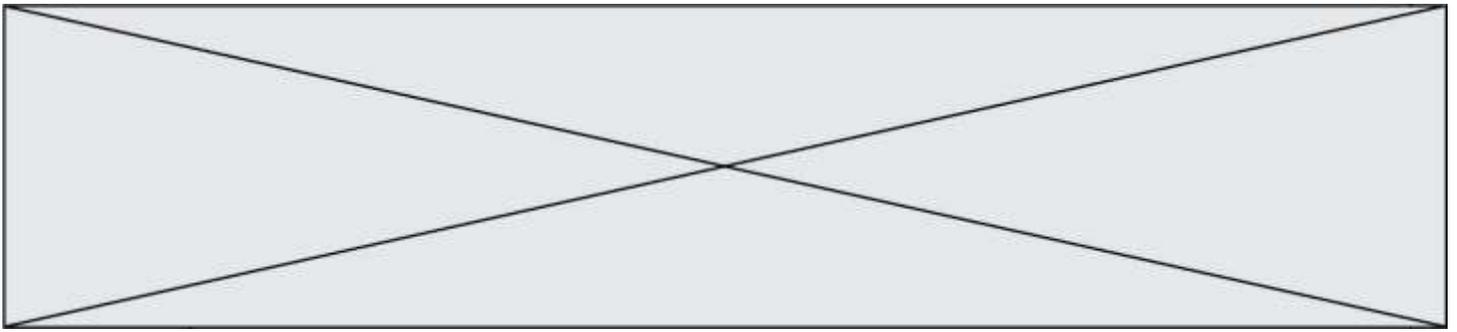
22. Eclist=[Eco]

23. Epplist=[Eppo]

24. Emllist=[Emo]

25.

26. while t<tmax :



```
27.    t = t + dt
28.    tps.append(t)
29.
30.    v1 = vo + (-0.000044*vo*vo+9,7)*dt
31.    vo=v1
32.
33.    ##### Calculs de #####
34.    z=z-vo*dt          #ordonnée à la date t
35.    Ec=0.5*m*vo**2    #énergie cinétique à la date t
36.    Epp=mgz           #énergie potentielle de pesanteur à la date t
37.                    #Epp = 0 à t = 0 s
38.    Em=Ec+Epp         #énergie mécanique à la date t
```

- 3.2.1.** À quelle ligne peut-on lire le choix de l'origine de l'axe vertical ici utilisée ?
À quelle position d'Alan Eustace correspond cette origine ?
- 3.2.2.** En déduire que l'ordonnée d'Alan Eustace au cours du saut est négative pour ce choix d'origine.
- 3.2.3.** Montrer que l'expression donnée à la ligne 36 est cohérente avec le commentaire de la ligne 37. Comment varie l'énergie potentielle de pesanteur au cours du saut ? Quel est son signe ?