

EPREUVE REGIONALE DE SCIENCES PHYSIQUES TERMINALE S2 DUREE : 4 HEURES.

Exercice 1: Synthèse de la menthone à partir du menthol (04 points)

Le menthol et la menthone sont deux espèces chimiques organiques présentes dans certaines espèces de menthe.

Le menthol est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

La menthone entre dans la composition de certains parfums et arômes naturels ; elle est obtenue par oxydation, en milieu acide, du menthol.

Dans cet exercice, on s'intéresse à la synthèse de la menthone à partir du menthol, réalisable au laboratoire du lycée.

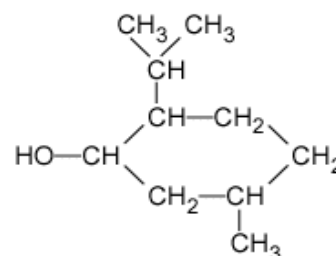
Données :

	Menthol	Menthone
Couleur	Blanche	Incolore
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	156	154

1.1. La formule semi-développée du menthol est représentée ci-contre :

Donner le nom du menthol en utilisant les règles de la nomenclature officielle. Justifier le fait que le menthol fasse partie de la famille des alcools.

(0,75 pt)



1.2. Sachant que lors de l'oxydation ménagée du menthol en menthone seul le groupe caractéristique est modifié et que la menthone appartient à la famille des cétones, représenter la formule semi-développée de la molécule de menthone. Donner son nom en utilisant les règles de la nomenclature officielle.

(0,5 pt)

1.3. L'oxydation du menthol en menthone s'effectue en milieu acide par l'ion permanganate MnO_4^- (aq) qui appartient au couple oxydant-réducteur MnO_4^- (aq) / Mn^{2+} (aq).

Ecrire l'équation bilan de cette réaction d'oxydoréduction. Justifier le fait que le menthol subit une oxydation.

(0,75 pt)

1.4. On réalise, au laboratoire du lycée, l'oxydation d'une masse $m = 15,6 \text{ g}$ de menthol par un volume $V = 200 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de permanganate de potassium dont la concentration en ions permanganate est $C = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$. Le mélange est acidifié par quelques millilitres d'acide sulfurique concentré.

1.4.1. Montrer que, lors de cette oxydation, le menthol est le réactif limitant.

(0,75 pt)

1.4.2. Déterminer la masse théorique maximum m_{th} de menthone que l'on peut obtenir.

(0,75 pt)

1.4.3. On transvase le contenu du ballon dans une ampoule à décanter et on y ajoute 20 mL d'un solvant extracteur. On agite puis on laisse reposer. On observe la séparation de 2 phases, la phase organique surnageant.

La séparation de la menthone du solvant extracteur se fait en réalisant une distillation. En fin d'opération on obtient une masse $m_{exp} = 10,3 \text{ g}$ de distillat que l'on considère être de la menthone pure.

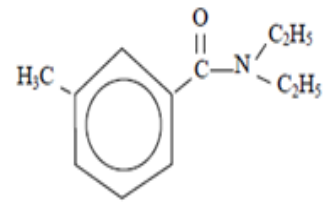
Déterminer le rendement de cette synthèse. Conclure.

(0,5 pt)

Exercice 2 : (04 points)

Pour nous, les moustiques ne sont parfois qu'un désagrément. Mais leur prolifération peut avoir des conséquences dramatiques. Depuis fort longtemps, on utilise des molécules chimiques pour lutter contre les moustiques.

2.1. Le DEET est un liquide légèrement jaune à la température ambiante destiné à être appliqué sur la peau ou les vêtements. Il offre une protection contre les moustiques, puce et de nombreux autres insectes piqueurs. La formule semi-développée de sa molécule est représentée ci-contre.



2.1.1. Recopier la formule semi-développée de la molécule. Entourer le(s) groupe(s) fonctionnel(s) présent(s) et le(s) nommer. (0,75 pt)

2.1.2. Le DEET peut être préparé en utilisant l'acide 3-méthylbenzoïque, le chlorure de thionyle et une amine.

2.1.2.1. Donner la formule semi-développée, le nom et la classe de l'amine. (0,75 pt)

2.1.2.2. Ecrire les équations-bilans des réactions correspondant à cette préparation. (1 pt)

2.1.2.3. Donner le nom du DEET en nomenclature officielle. (0,5 pt)

2.2. Le DEET est très efficace contre les moustiques et autres insectes piqueurs mais il est toxique à forte concentration. Son utilisation à forte dose est déconseillée. Le produit IR3535 est utilisé aussi contre les moustiques ; il est légèrement moins efficace que le DEET mais moins nocif. Parmi les informations indiquées sur ce produit, on relève : Nom: ester d'éthyle de l'acide 3-(N-acétyl-N-butyl) aminopropanoïque ; formule: $C_{11}H_{21}NO_3$

Ecrire, à l'aide de ces données, la formule semi-développée de la molécule de IR3535. (1 pt)

Exercice 3: (06 points)

Le 10 février 2018, lors des jeux olympiques (JO) d'hivers PyeongChang, dans des conditions difficiles en raison d'un vent important, l'Allemand Andreas Wellinger a réalisé sur le tremplin HS109 d'Alpensia, un saut qui lui a permis d'obtenir la médaille d'or.

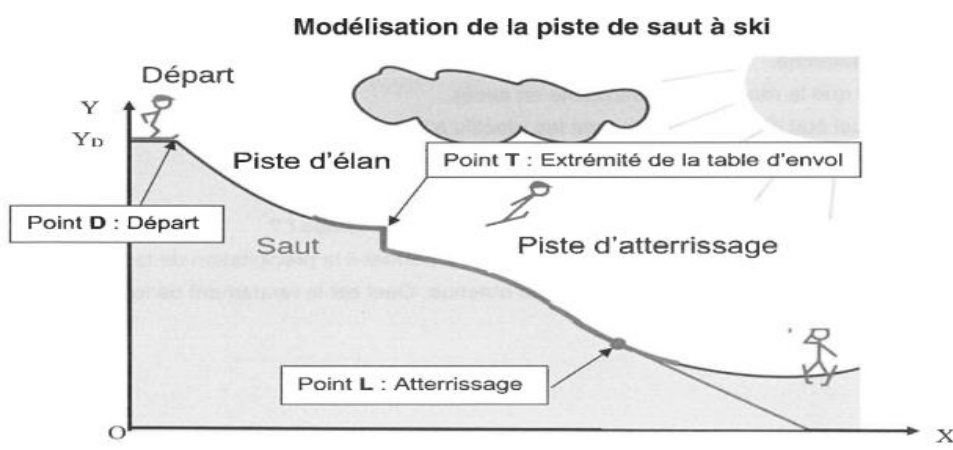
L'exercice consiste à faire l'étude du mouvement d'Andreas Wellinger sur la piste d'élan et lors du saut dans le cadre d'un modèle simplifié et de comparer les résultats obtenus aux mesures réalisées le jour de l'épreuve Olympique.

Données :

- Accélération de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- Masse de Andreas Wellinger avec son équipement : $m = 70 \text{ kg}$;
- Altitude du point de départ D : $y_D = 98 \text{ m}$;
- Altitude du point d'envol T (bout de la table d'envol) : $y_T = 65 \text{ m}$;
- Inclinaison de la table d'envol : $\alpha = 11^\circ$;
- Vitesse de décollage mesurée : $V_T = 83,3 \text{ km.h}^{-1}$.

Cette étude sera menée dans le référentiel terrestre, le système (skieur + équipement) sera considéré comme un point matériel. On négligera tout type de frottement.

Au départ de l'épreuve, au point D, la vitesse du skieur est nulle. La valeur de l'énergie potentielle de pesanteur est nulle en $y = 0$.



3.1. Etude du mouvement du skieur sur la piste d'élan du tremplin

3.1.1. Calculer la valeur de l'énergie mécanique E_{mD} du système au point D. **(0,5 pt)**

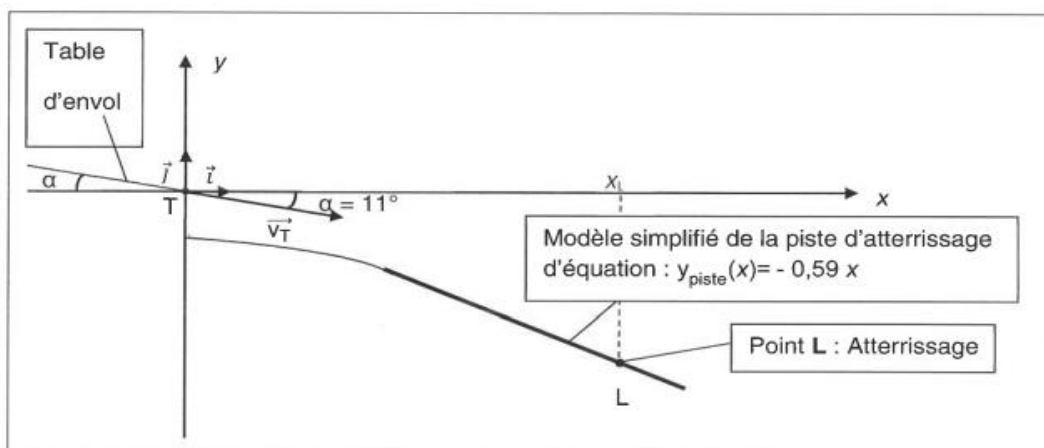
3.1.2. Exprimer l'énergie mécanique E_{mT} du système au point T en fonction de la masse m du système, de l'accélération g de la pesanteur, de l'altitude y_T du point T et de la vitesse V_T au point T. **(0,5 pt)**

3.1.3. En utilisant une approche énergétique, établir l'expression littérale de la valeur V_T de la vitesse du système au bout de la table d'envol en fonction de g , y_D et y_T . Calculer sa valeur numérique. **(0,5 pt)**

3.1.4. Le résultat obtenu par calcul pour la vitesse de décollage V_T est-elle en accord avec la valeur mesurée le jour de l'épreuve. Commenter. **(0,75 pt)**

3.2. Etude du mouvement du skieur lors du saut

Pour cette étude, on utilise le repère orthonormé (T, \vec{i}, \vec{j}) , T étant le point situé au bout de la table d'envol. On modélise de manière simplifiée l'allure de la piste d'atterrissage par une droite d'équation $y_{\text{piste}}(x) = -0,59x$. On notera x_L l'abscisse du point d'atterrissage L.



3.2.1. Déterminer les coordonnées du vecteur accélération lors du saut. **(0,5 pt)**

3.2.2. Etablir les équations horaires du point matériel M représentant le système étudié lors du saut dans le champ de pesanteur. **(1 pt)**

3.2.3. En déduire l'équation de la trajectoire du point matériel M. Quelle est sa nature ? **(0,75 pt)**

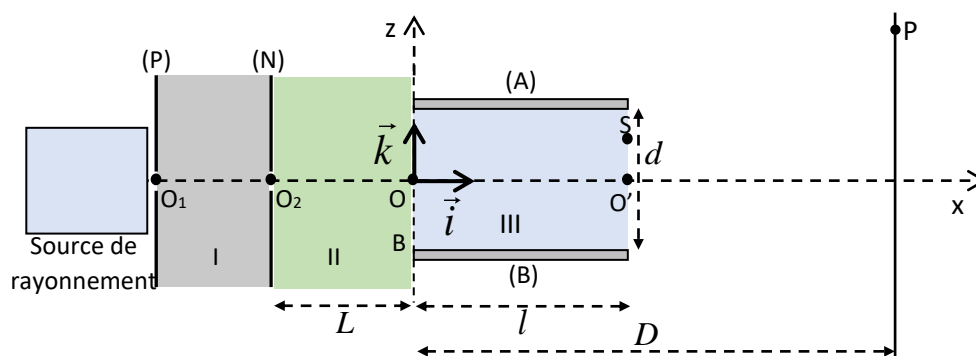
3.2.4. Le jour de l'épreuve Olympique, la longueur réelle mesurée lors du saut étudié a été de 113 m. cette longueur correspond à la longueur TL sachant que le point d'atterrissage L a une abscisse réelle égale à 97 m.

Le cadre du modèle précédent permet-il de rendre compte de la valeur réelle de l'abscisse du point d'atterrissage ? Commenter. **(1,5 pt)**

Exercice 4: (06 points)

Des hélions, particules $\alpha({}_2^4\text{He}^{2+})$ de masse $m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ kg, sont émis avec une vitesse négligeable à travers l'ouverture O_1 d'une plaque P. Ils traversent successivement trois régions I, II, III d'une enceinte où l'on a fait le vide. On négligera l'action de la pesanteur devant celle des champs électriques.

La région I est limitée par les plaques (P) et (N), planes, parallèles et perpendiculaires au plan du schéma, entre lesquelles existe une tension $U_0 = |U_{PN}| = |V_P - V_N| = 2000$ V. Grâce à cette tension, les hélions sont accélérés entre O_1 et O_2 où ils acquièrent une vitesse \vec{v}_0 .



- 4.1. Quel est le signe de U_{PN} ? Justifier votre réponse. **(0,25 pt)**
- 4.2. Représenter, dans la région I, le vecteur champ électrique \vec{E}_I . **(0,25 pt)**
- 4.3. Déterminer dans cette région l'expression du vecteur accélération \vec{a}_I de l'hélium en fonction de m , e , \vec{E}_I . Montrer que l'équation horaire $v_x(t)$ s'écrit de la forme : $v_x(t) = \frac{2eE_I}{m} t$. En déduire la nature de son mouvement dans la région I. **(0,5 pt)**
- 4.4. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, montrer que la variation d'énergie cinétique de l'hélium entre le point d'entrée O_1 et le point de sortie O_2 du condensateur est égale à :
 $E_C(O_2) - E_C(O_1) = 2eU_0$. **(0,5 pt)**
- 4.5. En déduire l'expression de la vitesse v_0 de l'hélium à la sortie du premier condensateur en O_2 en fonction de m , e et U_0 . Déterminer sa valeur numérique et commenter le résultat. $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ **(0,5 pt)**
- 4.5. Dans la région II, le champ électrique est nul. Quel est la nature du mouvement des hélium ? Quelle est alors leur vitesse en O ? **(0,25 pt)**
- 4.6. Après avoir franchi la région II, de longueur $O_2O = L = 50 \text{ cm}$, les hélium pénètrent en O dans la région III. Entre les armatures planes (A) et (B), parallèles au plan de la figure, distantes de $d = 5 \text{ cm}$, et de longueur $\ell = 20 \text{ cm}$, existe une tension U_{AB} telle que $U = |U_{AB}| = 5000 \text{ V}$. Les particules sortent de cette région au point S.
- 4.6.1. Représenter le vecteur champ électrique \vec{E}_{III} , supposé uniforme, qui existe dans la région III. En déduire le signe de U_{AB} . **(0,50 pt)**
- 4.6.2. Etablir, dans le repère (O, \vec{i}, \vec{k}) , les équations horaires du mouvement des particules dans la région III. Montrer que l'équation de la trajectoire des hélium dans cette région s'écrit : $z(x) = \frac{U}{4dU_0} x^2$. **(0,75 pt)**
- 4.6.3. Quelles sont les coordonnées du point S ? Quelle est la durée du trajet d'une particule entre O et S ? **(0,75 pt)**
- 4.7. A la sortie de la région III, les particules déviées filent vers un écran placé perpendiculairement à l'axe (Ox) et à une distance $D = 40 \text{ cm}$ du point O. Le point P représente un point d'impact.
- 4.7.1. Exprimer, en fonction de U_0 , U , d et ℓ , la déviation électrostatique β subie par les particules. Calculer sa valeur numérique. **(0,75 pt)**
- 4.7.2. Déterminer, en fonction de U_0 , U , d , ℓ , et D , l'expression de la déflexion électrostatique Y subie par les particules α . Faire l'application numérique. **(0,75 pt)**
- 4.7.3. Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes de l'hélium ? Justifier votre réponse. **(0,25 pt)**

FIN DE SUJET