

DEUXIEME DEVOIR DU PREMIER SEMESTRE
DUREE : 4 HEURES

Exercice 1 (04 points)

Données : masses molaires atomiques en g.mol^{-1} C : 12 ; H : 1 ; O : 16

Les esters ont souvent une odeur agréable généralement à l'origine des arômes naturels et sont très utilisés en parfumerie. On s'intéresse à un ester A qui, par hydrolyse, donne des composés organiques B et C.

1. Etude du composé organique B de formule brute $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

1.1. La combustion complète d'une mole de B a nécessité 6 moles de dioxygène et a produit uniquement 90 g d'eau et 176 g de dioxyde de carbone.

1.1.1. Ecrire l'équation bilan de la combustion du composé B dans le dioxygène. **(0,5 pt)**

1.1.2. Montrer que la formule brute de B est $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Ecrire les formules semi- développées possibles du composé B puis les nommer. **(0,75 pt)**

1.2. L'oxydation ménagée de B conduit à un composé B' qui donne un précipité jaune avec la 2, 4-D.N.P.H mais est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

1.2.1. Quelle est la fonction chimique de B'. En déduire celle de B. **(0,5 pt)**

1.2.2. Identifier le composé B. **(0,25 pt)**

2. Etude du composé organique C

Pour identifier C on le fait réagir avec le pentachlorure de phosphore PCl_5 Ce qui conduit à un composé organique C'. Ce composé C' donne le N- méthylmethanamide par réaction avec la méthanamine.

2.1. Ecrire la formule semi- développée du N- méthylmethanamide puis celle de C'. **(0,5 pt)**

2.2. En déduire la fonction chimique, le nom et la formule semi-développée de C. **(0,5 pt)**

3. Etude du composé organique A

3.1. A partir des études précédentes trouver La formule semi-développée et le nom de l'ester A. **(0,5 pt)**

3.2. Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse de A conduisant à la formation de B et C. **(0,5 pt)**

3.3. Quel autre dérivé D de C autre que C' peut-on utiliser pour préparer A ? **(0,5 t)**

Exercice 2 : Préparation de deux amides isomères (04 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

Un chimiste réalise deux séries d'expérience aboutissant chacune à la formation d'un composé non cyclique, de formule brute $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$, dont la molécule contient deux atomes de carbone tétraédrique.

PARTIE A

Le produit $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$ final obtenu dans cette première partie est notée A. L'addition d'eau sur le propène conduit à une masse $m = 240 \text{ g}$ d'un mélange de deux alcools B et C, dont l'un B, est primaire et représente 1% de la masse m.

1. Donner les noms et les formules de B et C, ainsi que la classe de C. (0,75 pt)
2. Après avoir été séparés l'un de l'autre, les alcools B et C sont respectivement oxydés en D et E par un excès de solution acidifiée de dichromate de potassium. Donner la formule et le nom des composés organiques D et E. (0,5 pt)
3. En l'absence de dérivés chlorés, A se prépare en deux étapes à partir de la solution aqueuse de D.
 - 3.1. Ecrire l'équation-bilan de chacune des deux étapes. (0,5 pt)
 - 3.2. Nommer le produit intermédiaire F et le produit final A. (0,25 pt)
 - 3.3. Calculer la masse maximale de A susceptible d'être obtenue. (0,5 pt)

PARTIE B

Un isomère A' de A peut se préparer en deux étapes.

1. L'acide éthanoïque est tout d'abord transformé en chlorure d'acyle G. Donner le nom et la formule semi développée de G. (0,5 pt)
2. G réagit ensuite avec une amine primaire H pour donner A'.
 - 2.1. Donner le nom et la formule semi développée de H et de A' après avoir établi l'équation-bilan de la réaction. (0,75 pt)
 - 2.2. Indiquer la propriété de l'atome d'azote de l'amine H mise en évidence au cours de la réaction réalisée. (0,25 pt)

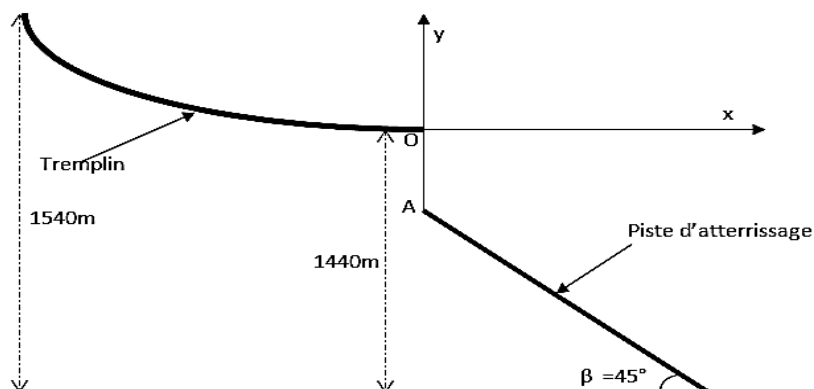
Masses molaires (g.mol^{-1}) : H = 1 ; C = 12 ; N = 14 ; O = 16

Exercice 3 : Saut à ski (03 points)

Dans toute cette étude d'un saut à ski, on néglige les frottements de l'air sur le skieur bien qu'en réalité ce dernier utilise manifestement la résistance de l'air dans la phase aérienne.

On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Un sauteur à ski, de masse $m = 75 \text{ kg}$, s'élance sur un tremplin dont la piste est telle que le sauteur est à une altitude de $h_1 = 1540 \text{ m}$ au départ et à une altitude de $h_2 = 1440 \text{ m}$ à l'extrémité du tremplin qui est une piste de longueur $l = 150 \text{ m}$ qui se termine par une partie rectiligne (voir figure).



1. Quelle est la valeur de la vitesse du sauteur quand il quitte le tremplin en O, sachant que les frottements de la neige sur les skis sont équivalents à une force unique de valeur constante égale à $f = 400 \text{ N}$? (1 pt)
2. Ecrire les équations horaires du centre d'inertie G du skieur dans le système d'axes (Ox, Oy). En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire. (1,5 pts)

3. La piste d'atterrissage pour les sauteurs est plane et inclinée de 45° par rapport à l'horizontale. Elle passe par un point A situé sur la verticale du point O, à **5m** en dessous de ce dernier. Déterminer à quelle distance du point A le skieur touche le sol. **(0,5 pt)**

Exercice 4 : Le trébuchet (05 points)

Le trébuchet est une machine de guerre utilisée au Moyen Âge au cours des sièges de châteaux forts. Le projectile pouvait faire des brèches dans les murailles des châteaux forts situés à plus de 200 m du trébuchet. Son principe de fonctionnement est le suivant :

Un contrepoids relié à un levier est maintenu à une certaine hauteur par des cordages. Il est brusquement libéré. Au cours de sa chute, il agit sur un levier au bout duquel se trouve une poche en cuir dans laquelle est placé le projectile. Lors de sa libération, le projectile de la poche se trouve à une hauteur $H = 10 \text{ m}$ et est projeté avec une vitesse \vec{V}_0 faisant un angle α avec l'horizontale.



Les mouvements du contrepoids et du projectile s'effectuent dans un champ de pesanteur uniforme.



Figure 1.
Tir à trébuchet

Données : Masse du projectile $m = 130 \text{ kg}$; Intensité du champ de pesanteur $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$; Hauteur du projectile au moment du lancer : $H = 10 \text{ m}$; Masse volumique de l'air $\rho_{\text{air}} = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$; Volume du projectile $V = 50 \text{ L}$. Le système étudié est le projectile. Les frottements de l'air sur le projectile seront négligés dans cette étude. Le champ de pesanteur \vec{g} est parallèle à l'axe Oz .

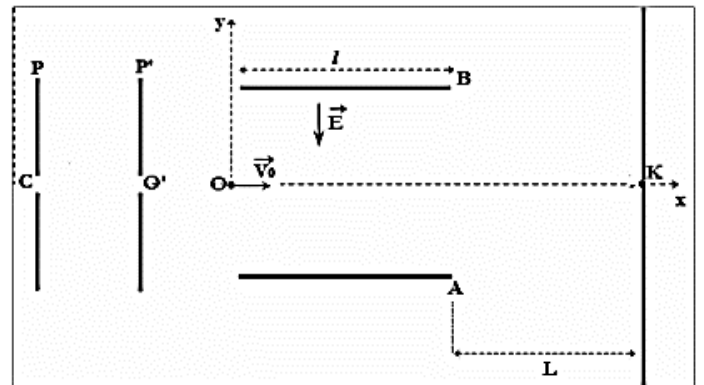
1. Donner les caractéristiques (sens, direction et valeur) du poids \vec{P} et de la poussée d'Archimède \vec{P}_A qui s'exercent sur le projectile. **(0,5 pt)**
2. Est-il judicieux de négliger par la suite la poussée d'Archimède ? **(0,25 pt)**
3. Déterminer les coordonnées a_x et a_z du vecteur accélération du centre d'inertie du projectile dans le repère indiqué. **(0,75 pt)**
4. Donner l'expression des coordonnées du vecteur vitesse initiale \vec{V}_0 , notées v_{0x} et v_{0z} , en fonction de v_0 et α . **(0,5 pt)**
5. Déterminer l'expression des composantes horizontale et verticale $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur vitesse \vec{v} du système au cours de son mouvement. **(0,5 pt)**

6. En déduire la nature du mouvement du projectile en projection sur l'axe horizontal. Justifier. (0,25 pt)
7. Déterminer l'expression des équations horaires du mouvement du projectile : $x(t)$ et $z(t)$. (0,5 pt)
8. En déduire l'équation de la trajectoire. Quelle est la nature de la trajectoire du projectile ? (0,5 pt)
9. En utilisant l'expression de l'équation de la trajectoire obtenue à la question 8., indiquer les paramètres de lancement qui jouent un rôle dans le mouvement du projectile. (0,5 pt)
10. Dans le cas où le projectile est lancé avec une vitesse initiale horizontale, montrer que l'abscisse de son point de chute est : $x = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$ (1 pt)
11. Avec quelle vitesse initiale v_0 horizontale, le projectile doit-il être lancé pour atteindre la base du mur du château situé à une distance $x = 100 \text{ m}$? (0,25 pt)

EXERCICE 5 (04 points)

Une particule α (${}^4_2\text{He}^{2+}$) de masse $m = 6,65 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ sort d'une source, pratiquement sans vitesse par l'ouverture C. Il est soumis à l'action d'une tension accélératrice U_0 .

1. Quelle est la vitesse v_0 lorsqu'il passe en O'. (0,5 pt)
2. Quelle est temps mis par la particule pour aller de C à O' ? (0,5 pt)
3. Sortant de O', la particule α arrive en O milieu des plaques A et B, de longueur l , séparées d'une distance d'où règne une tension $U > 0$.



- 3.1. Quelle est la nature du mouvement entre O' et O. Justifier. (0,5 pt)
- 3.2. Déterminer l'équation de la trajectoire de la particule entre les plaques A et B. (1 pt)
- 3.3. Déterminer les coordonnées du point de sortie S ainsi que la vitesse en ce point. (0,5 pt)
- 3.4. Déterminer la condition à laquelle doit satisfaire la tension U pour que la particule sorte du champ électrostatique \vec{E} sans heurter la plaque. (0,5 pt)
4. Un écran fluorescent (E) est placé perpendiculairement à l'axe Ox, à la distance L de l'extrémité du condensateur AB. Déterminer l'ordonnée Y sur l'axe Oy du point d'impact de la particule α sur l'écran (E). (0,75 pt)

On donne :

- Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
- Tension entre C et O' : $U_0 = 1,04 \cdot 10^4 \text{ V}$;
- La distance séparant les plaques P_1 et P_2 est $d = 2 \text{ cm}$;
- Tension entre les plaques A et B : $U = 5000 \text{ V}$;
- Longueur des plaques A et B : $l = 10 \text{ cm}$;
- Distance entre la condensateur et l'écran : $L = 15 \text{ cm}$
- Distance entre les plaques A et B