



République Du Sénégal  
Un Peuple – Un But – Une Foi



MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE  
INSPECTION D'ACADEMIE DE TAMBACOUNDA  
CRFPE DE TAMBACOUNDA

JANVIER 2024

NIVEAU TS2

DUREE 4 HEURES

## EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES COMPOSITION PREMIER SEMESTRE TERMINALE S2

### EXERCICE 1 : (04 points)

Le menthol est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique. La formule semi-développée du menthol est représentée ci-contre :

1.1. 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. (1 pt)

1.2. Préciser la fonction chimique de la molécule organique A qui dérive de l'oxydation ménagée du menthol, écrire la formule semi-développée de cette molécule. Donner son nom en utilisant les règles de la nomenclature officielle.

(1 pt)

L'oxydation du menthol s'effectue en milieu acide par l'ion dichromate  $Cr_2O_7^{2-}$  qui appartient au couple oxydant-réducteur  $Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$ .

1.3. Ecrire l'équation bilan de cette réaction d'oxydoréduction. Justifier le fait que le menthol subit une oxydation. (1 pt)

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 dichromate de potassium dont la concentration en ions dichromate est  $C = 0,5 \text{ mol. L}^{-1}$ . Le mélange est acidifié par quelques millilitres d'acide sulfurique concentré.

1.4. Déterminer la masse théorique maximum  $m_{th}$  de la molécule organique A que l'on peut obtenir.

(1 pt)

### EXERCICE 2 : (04 points)

On souhaite préparer un composé A, le N-éthyl-2-méthylpropanamide à partir d'un alcool B.

2.1. Donner la formule semi-développée et la fonction chimique du composé A. (0,5pt)

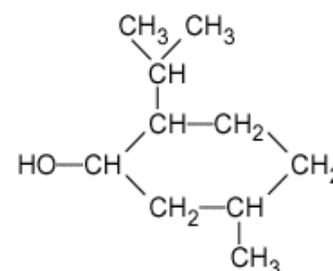
2.2. Plusieurs étapes sont nécessaires pour réaliser la synthèse de A.

2.2.1. D'abord, on réalise l'oxydation ménagée d'un alcool B en le faisant réagir avec un excès d'une solution acidifiée de dichromate de potassium. On obtient un produit organique C.

Donner les formules semi-développées des composés B et C. Quel est le nom de l'alcool B ? (0,75pt)

2.2.2. Ensuite, on fait réagir C avec une amine. Un composé D, intermédiaire entre A et C est alors obtenu. Ecrire l'équation bilan de la réaction correspondante. Donner le nom du composé D. (0,5pt)

2.2.3. Enfin, la déshydratation du composé D par chauffage conduit au composé A.



Calculer la masse de produit A obtenue, à partir de 40 g de D, si le rendement de cette réaction est de 78% (0,75pt). On donne les masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{N}) = 14$ .

2.3. Ecrire l'équation d'hydrolyse de A et nommer les produits obtenus.

(0,75pt)

2.4. Dans la pratique il est possible d'utiliser à la place du composé C un dérivé E de C obtenu par action du chlorure de thionyle sur C. Justifier ce choix, écrire l'équation bilan de la réaction entre le chlorure de thionyle  $\text{SOCl}_2$  et C, nommer le composé organique E formé.

(0,75pt)

### EXERCICE 3 : (06 points)

Le saut au ski Freestyle est une discipline olympique qui est l'équivalent sur neige du trampoline ou de la gymnastique. Les skieurs s'élançant à plus de  $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  sur une rampe et montent à une hauteur suffisante. Dans la partie A, on utilise un modèle simplifié pour prévoir, à partir des équations horaires, comment varie la durée du saut ainsi que la distance et la hauteur maximales théoriques en fonction de l'angle  $\alpha$  de la rampe avec l'horizontale. Dans la partie B, on examine la hauteur réellement atteinte à partir des données expérimentales dans le cadre d'une étude énergétique.

On s'intéresse au mouvement du centre de masse G d'un skieur qui s'élançe depuis une rampe, à une hauteur initiale  $H_0$ , avec une vitesse initiale dont le vecteur  $\vec{v}_0$  est incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale (voir figure 1 ci-contre). Dans tout l'exercice, le référentiel terrestre est supposé galiléen. Les axes sont choisis de telle sorte que le plan  $(\text{Ox}, \text{Oz})$  contienne la trajectoire.

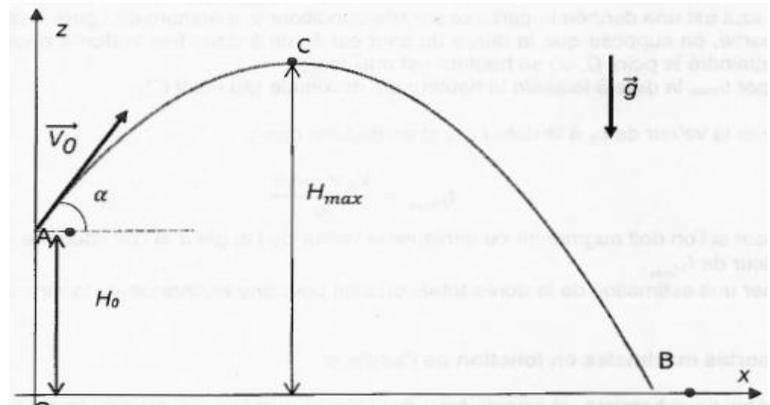


Figure 1 - Schématisation de la trajectoire du centre de masse G

Dans tout l'exercice, le référentiel terrestre est supposé galiléen. Les axes sont choisis de telle sorte que le plan  $(\text{Ox}, \text{Oz})$  contienne la trajectoire.

#### Données :

- Masse du skieur avec son équipement :  $m = 80 \text{ kg}$
- Valeur du champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- Valeur de la hauteur initiale  $H_0 = 3,60 \text{ m}$
- Valeur de la vitesse initiale :  $V_0 = 17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Rappel : La fonction sinus est croissante sur l'intervalle  $[0, 90^\circ]$ .

#### Partie A - Étude théorique portant sur l'influence de l'angle $\alpha$ entre la rampe et le plan horizontal

Dans cette partie, on fait les hypothèses simplificatrices suivantes : on néglige les frottements de l'air sur le skieur ; on néglige les rotations du skieur sur lui-même. La seule force appliquée sur le skieur est donc son poids.

3.1. Déterminer, à partir de la deuxième loi de Newton, les expressions littérales des coordonnées  $a_x$  et  $a_z$  du vecteur accélération  $\vec{a}$  du centre de masse G du skieur.

(0,25 x 2 pt)

3.2. Établir les expressions des coordonnées  $v_x(t)$  et  $v_z(t)$  du vecteur vitesse du centre de masse G et en déduire les équations horaires  $x(t)$  et  $z(t)$  et l'équation de la trajectoire du centre de masse G.

(0,25 x 3pt)

#### Durée du saut en fonction de l'angle $\alpha$

Dans cette partie, on suppose que la durée du saut est égale à deux fois la durée nécessaire au skieur pour atteindre le point C, où sa hauteur est maximale.

On désigne par  $t_{H_{\max}}$  la date à laquelle la hauteur est maximale (au point C).

3.3. Préciser la valeur de  $V_z$  à la date  $t_{H_{\max}}$  et en déduire que :  $t_{H_{\max}} = \frac{v_0 x \sin \alpha}{g}$ . **(0,25pt + 0,5 pt)**

3.4. Etablir l'expression littérale de la hauteur maximale  $H_{\max}$  du skieur. Calculer sa valeur pour  $\alpha = 30^\circ$ . **(0,5pt)**

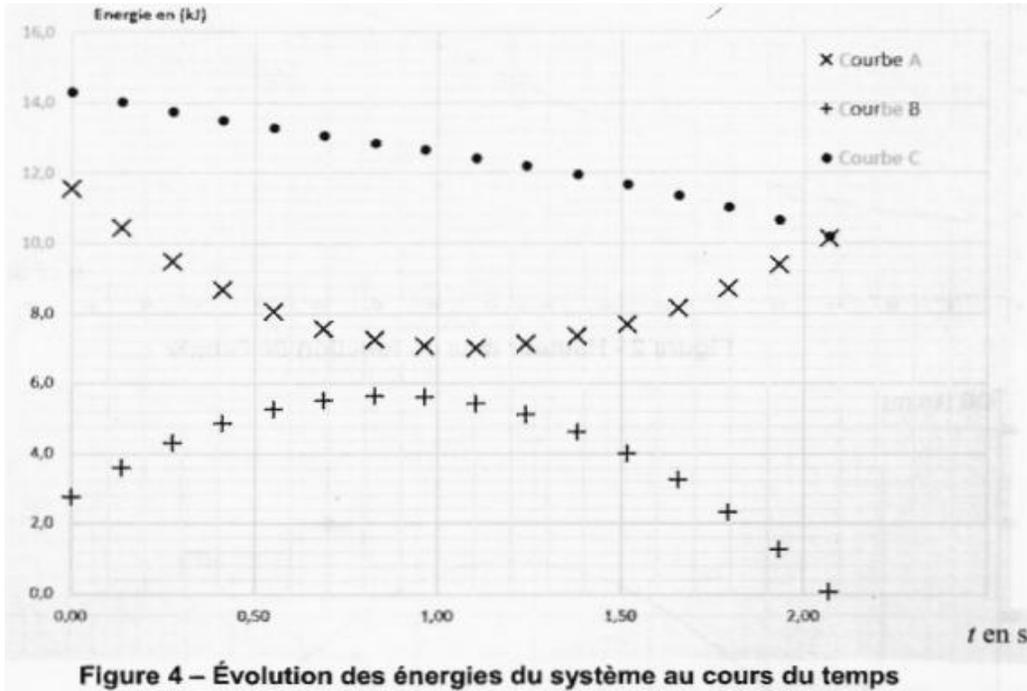
3.5. Préciser si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de l'angle  $\alpha$  si l'on souhaite augmenter la valeur de  $t_{H_{\max}}$ . Justifier votre réponse. **(0,5pt)**

3.6. Calculer la durée totale du saut pour une inclinaison de la rampe de  $30^\circ$ . En déduire la distance OB du centre de masse du skieur. **(0,5pt)**

**Partie B - Étude de la hauteur du saut à partir de l'étude énergétique**

On nomme  $E_c$  l'énergie cinétique du skieur,  $E_p$  son énergie potentielle et  $E_m$  son énergie mécanique. Lors du saut, ces différentes énergies ont été calculées à l'aide des informations fournies sur la vidéo du saut.

L'évolution de chacune au cours du temps est représentée sur la figure 4 ci-dessous. On a posé  $E_p(z = 0) = 0$ .



3.7. Identifier parmi les courbes A, B, C de la figure 4 celles représentant l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie mécanique. Justifier ces choix. **(0,25 x 4pt)**

3.8. Expliquer en quoi les résultats expérimentaux permettent de considérer que l'action de l'air sur le skieur n'est pas négligeable. **(0,5pt)**

3.9. Déterminer la valeur de l'altitude maximale  $H_{\max}$  du centre de masse du skieur. Conclure. **(0,5pt)**

3.10. En s'appuyant sur des résultats expérimentaux tirés de la figure 4 de la partie B et sur l'étude théorique menée dans la partie A, donner une valeur approchée de la portée du saut enregistré. Expliquer. **(0,5pt)**

**EXERCICE 4 : (06 points)**

On donne :  $|q| = 2e$  ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $E_1 = E = 2 \cdot 10^4 \text{ V/m}$  ;  $m = 4 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $d_1 = 11,25 \text{ cm}$  ;  $d = 10 \text{ cm}$  ;  $L = 2d$  ;  $D = L$   
 Une particule X de masse  $m$  et de charge  $q$  est accélérée entre les armatures  $P_A$  et  $P_B$  d'un condensateur où règne un champ électrique uniforme de vecteur  $\vec{E}_1$  après sa sortie sans vitesse de la chambre d'ionisation. Dans tout l'exercice, on néglige le poids devant la force électrique.

4.1. Préciser le signe de la charge  $q$  de  $X$ , puis établir l'expression de sa vitesse en  $O_2$  en fonction de la charge élémentaire  $e$ , de l'intensité du champ électrique  $E_1$ , de la masse  $m$  et de la distance  $d_1$ . En déduire sa valeur. **(1,25pt)**

4.2. A  $t = 0s$ , la particule  $X$  pénètre avec la vitesse  $V_0$  entre les armatures  $P_1$  et  $P_2$  où règne un champ électrique uniforme de vecteur  $\vec{E}$  et émerge au point  $S$ .

4.2.1. Représenter les plaques  $P_1$  et  $P_2$  en y précisant le signe de leurs charges puis représenter le vecteur champ électrique  $\vec{E}$ . **(0,5pt)**

4.2.2. Etablir les équations paramétriques du mouvement de  $X$  en fonction de la charge élémentaire  $e$ , du champ électrique  $E$ , de la masse  $m$ , de la vitesse  $V_0$ , de la distance  $d$  et du temps  $t$ . **(0,5pt x 2)**

4.2.3. Montrer que l'équation de la trajectoire peut se mettre sous la forme :

$$y = \frac{eE}{mV_0^2} x^2 + d \quad (0,5pt)$$

En déduire la condition d'émergence de la particule  $X$ . **(0,25pt)**

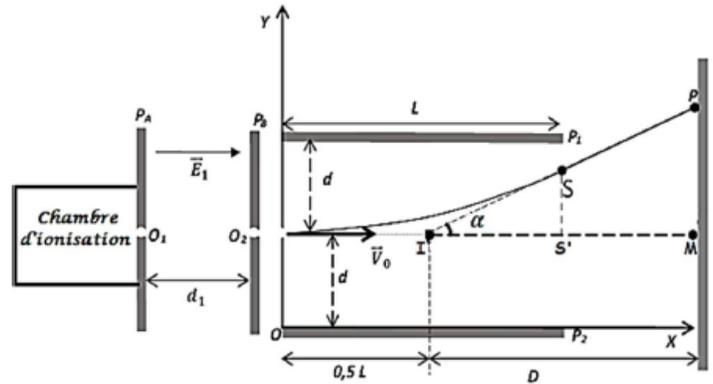
4.2.4. Déterminer les coordonnées du point de sortie  $S$ . On posera  $V_0 = 4.10^5 m/s$ . **(0,5pt x 2)**

4.3. A sa sortie des plaques  $P_1$  et  $P_2$ ,  $X$  se déplace le long du segment  $[SP]$  avec  $P$  son point d'impact sur l'écran.

4.3.1. Montrer que la tangente de l'angle  $\alpha$  peut s'exprimer selon la relation suivante :

$$\tan \alpha = \frac{4eEd}{mV_0^2} \quad (0,5pt)$$

4.3.2. Etablir en fonction de la charge élémentaire  $e$ , du champ électrique  $E$ , de la distance  $d$ , de la masse  $m$  et de la vitesse  $V_0$ , l'expression de la déflexion électrique  $MP$ . En déduire sa valeur. **(0,5pt x 2)**



**FIN DE SUJET**