

**Exercice 1 : Mouvement du centre d'inertie-chute libre (04 points)**

Les frottements sont négligeables.

Une bille supposée ponctuelle de masse  $m$  est abandonnée en un point A d'une piste dont la figure représente le tracé AOBC dans un plan vertical. La bille passe par le point O avec une vitesse  $V_0$ . AO fait un angle  $\alpha$  avec l'horizontale ; OBC circulaire, de rayon  $r$ , tangente en O à AO (voir figure 1).

1. a) Etablir en fonction de  $V_0$ ,  $r$ ,  $\theta$ ,  $g$  et  $\alpha$ , l'expression de la vitesse  $V_M$  du mobile en un point M défini par l'angle  $\theta = (\vec{IB}, \vec{IM})$ . (0,75 pt)

b) En déduire l'expression de l'intensité de la réaction  $R_M$  de la piste sur la bille en M. (0,75 pt)

2. a) Quelle doit être la vitesse minimale notée  $V_{O1}$  que doit avoir la bille lors de son passage en O pour qu'elle puisse atteindre le point C. (0,5 pt)

b) Quelle est la vitesse  $V_C$  correspondant ? (0,5 pt)

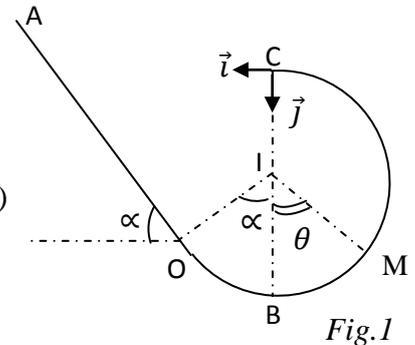
c) A quelle distance minimale  $\ell_1$  du point O telle que  $\ell_1 = AO$  la bille a été abandonnée sans vitesse initiale ? (0,5pt)

3. On suppose que la bille possède en C la vitesse calculée en 2. b).

a) Etudier le mouvement de la bille après son passage en C. (0,5 pt)

b) Etablir l'équation de sa trajectoire. (0,5 pt)

On donne :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $m = 25 \text{ g}$  ;  $r = 20 \text{ cm}$  ;  $\alpha = 30^\circ$



**Exercice 2: Mouvement de particules chargées (06 points)**

On néglige le poids des particules et on assimilera la masse d'un ion à la somme des masses des nucléons. On donne la charge élémentaire  $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$ .

Masse du proton = masse du neutron =  $m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$ .

1. Des ions potassium,  $K^+$  sortent d'une chambre d'ionisation et pénètrent avec une vitesse négligeable par un trou  $O_1$  dans l'espace entre deux plaques  $P_1$  et  $P_2$ . Quand une tension  $U_0$  est appliquée entre les plaques, les ions atteignent le trou  $O_2$  avec une vitesse  $v_0$ .

a) Donner l'expression de l'énergie cinétique  $E_C$  d'un ion de masse  $m$  au point  $O_2$  en fonction des potentiels  $V_{P1}$  et  $V_{P2}$  de  $P_1$  et  $P_2$ . (1pt)

b) En déduire laquelle des deux plaques est au plus grand potentiel et donner l'expression de  $v_0$  en fonction de  $e$ ,  $m$  et  $U_0$ . (1pt)

c) Calculer la valeur de  $v_0$  pour les ions  ${}^{39}_{19}K^+$  dans le cas où  $U_0 = 4.10^3 \text{ V}$ . (1pt)

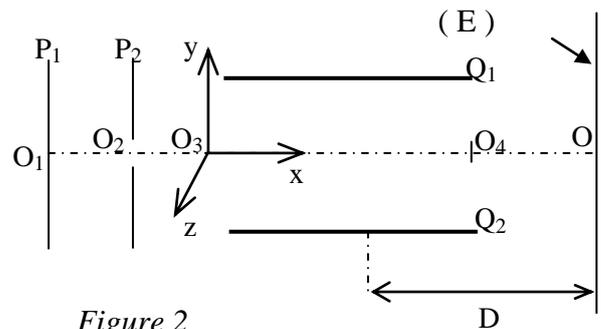


Figure 2

2. Les ions sortent de  $O_2$  et pénètrent en  $O_3$  entre les armatures horizontales  $Q_1$  et  $Q_2$  d'un condensateur plan avec la vitesse  $v_0$  parallèle aux armatures (figure 2);  $d$  est la distance entre  $Q_1$  et  $Q_2$  dont la longueur est  $\ell = O_3O_4$ . La tension  $U_{Q_2Q_1}$  est constante et positive.

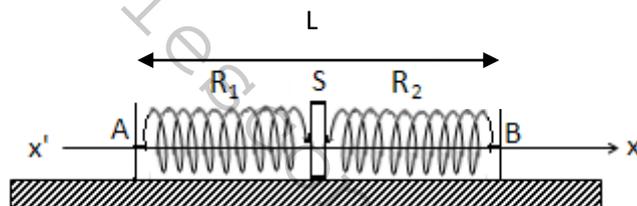
- Etablir l'équation de la trajectoire de l'ion à l'intérieur du condensateur. (1pt)
- Montrer que hors du condensateur ( $Q_1, Q_2$ ) la trajectoire d'un ion est une droite dont le prolongement coupe le segment  $[O_3O_4]$  en son milieu. (1pt)
- (E) est un écran luminescent situé à la distance  $D$  du milieu de  $[O_3O_4]$ . Etablir la déflexion électrique  $Y$  de l'ion sur l'écran en fonction de  $e, m, v_0, \ell, d, U$  et  $D$ . (0,5pt)
- Quel est l'aspect de l'écran dans le cas où le potassium utilisé contient 3 isotopes  $^{39}\text{K}$ ,  $^{41}\text{K}$  et  $^{42}\text{K}$  ?

**Application numérique :**  $\ell = 10 \text{ cm}$  ;  $d = 4 \text{ cm}$  ;  $D = 40 \text{ cm}$  ;  $U_{Q_2Q_1} = 200 \text{ V}$ . (0,5pt)

### Exercice 3 (5 points)

Un solide ponctuel  $S$  de masse  $m = 0,20 \text{ kg}$  mobile sur une table à coussin d'air horizontale, est accroché à deux ressorts  $R_1$  et  $R_2$  identiques de masse négligeable entre deux points  $A$  et  $B$  comme l'indique la figure ci-dessous.

La longueur à vide de chaque ressort est  $\ell_0 = 15 \text{ cm}$  et la constante de raideur  $k = 10 \text{ N/m}$ . la distance des points d'attache  $A$  et  $B$  vaut  $L = 40 \text{ cm}$ .

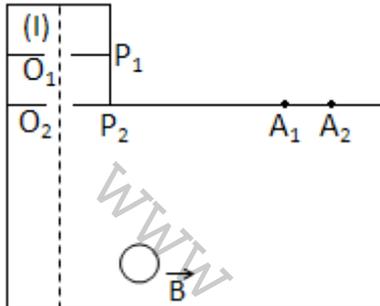


- Déterminer à l'équilibre l'allongement  $x_0$  de chaque ressort. (1,5 points)
- Le solide  $S$  étant en équilibre, on l'écarte horizontalement de 3 cm vers B et on le lâche sans vitesse initiale à la date  $t = 0$  ; l'origine  $O$  des abscisses coïncidant avec la position du centre d'inertie  $G$  du solide  $S$  à l'équilibre. On néglige les frottements.
  - Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie du solide. (0,75 point)
  - Ecrire l'équation horaire du mouvement du centre d'inertie du solide en précisant les valeurs numériques de l'amplitude  $X_m$ , de la pulsation  $\omega$  et de la phase initiale  $\varphi_0$  (1,75 points)
  - A quel instant le solide passe-t-il par l'abscisse 1,5 cm en allant dans le sens négatif des elongations pour la première fois ? (1 point)

**Exercice 4** (5 points)

On envisage la séparation d'un mélange naturel d'isotopes du nickel à l'aide d'un spectrographe de masse. On néglige le poids des ions devant les forces magnétiques.

L'échantillon est introduit dans la chambre d'ionisation (I). Les ions  $\text{Ni}^{2+}$  produits sont accélérés dans le vide entre 2 plaques parallèles  $P_1$  et  $P_2$  par une tension  $U$  de valeur absolue 3880V.



1-) Préciser sur un schéma, justification à l'appui, le sens du vecteur champ électrique  $\vec{E}$  entre  $P_1$  et  $P_2$  et représenter la tension  $U$ . (2 points)

2-) Déterminer la vitesse  $v_1$  des ions  $^{58}\text{Ni}^{2+}$  à leur passage par le trou  $O_2$ . (1,5 points)

3) Déterminer la distance  $A_1A_2$  séparant les points d'impact des ions  $^{58}\text{Ni}^{2+}$  et  $^{60}\text{Ni}^{2+}$ . (1,5 points)

On donne :  $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$  ;  $B = 0,50 \text{ T}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$