

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 α 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 , θ , g et α , 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)

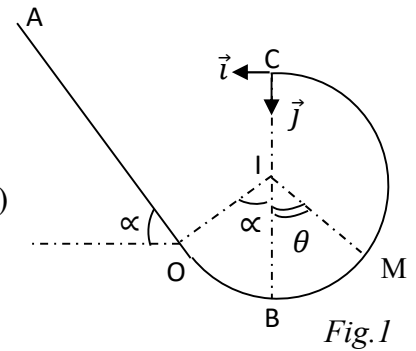
c) A quelle distance minimale ℓ_1 du point O telle que $\ell_1 = AO$ la bille a été abandonnée sans vitesse initiale ? (0,5pt)

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 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Masse du proton = masse du neutron = $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

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 ${}^{39}_{19}\text{K}^+$ dans le cas où $U_0 = 4 \cdot 10^3 \text{ V}$. (1pt)

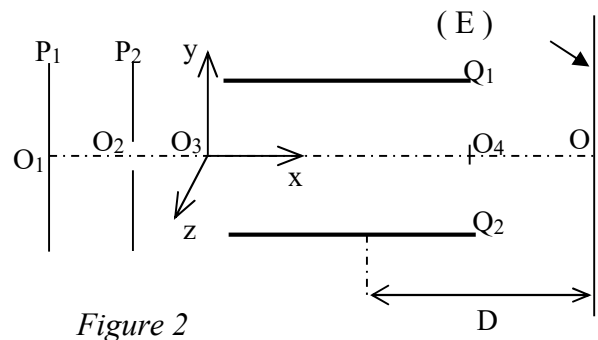


Figure 2

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 \vec{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.

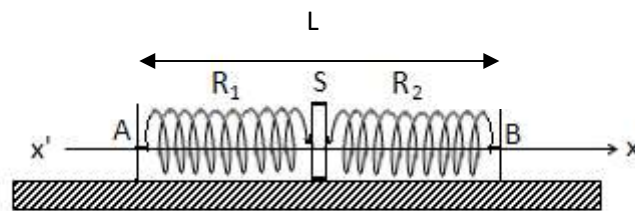
- Etablir l'équation de la trajectoire de l'ion à l'intérieur du condensateur. (1pt)
- Montrer que hors du condensateur (Q_1, Q_2) la trajectoire d'un ion est une droite dont le prolongement coupe le segment $[O_3O_4]$ en son milieu. (1pt)
- (E) est un écran luminescent situé à la distance D du milieu de $[O_3O_4]$. Etablir la déflection électrique Y de l'ion sur l'écran en fonction de e, m, v_0, ℓ, d, U et D . (0,5pt)
- Quel est l'aspect de l'écran dans le cas où le potassium utilisé contient 3 isotopes ^{39}K , ^{41}K et ^{42}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 $L = 40 \text{ cm}$.

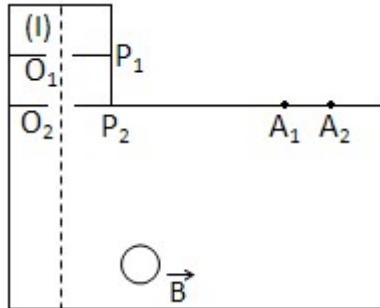


- Déterminer à l'équilibre l'allongement x_0 de chaque ressort. (1,5 points)
- Le solide S étant en équilibre, on l'écarte horizontalement de 3 cm vers B et on le lâche sans vitesse initiale à la date $t = 0$; l'origine O des abscisses coïncidant avec la position du centre d'inertie G du solide S à l'équilibre. 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 ω et de la phase initiale φ_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 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 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$