

Yaoundé le 16 mai 2024

Concours d'entrée en première année

EXERCICE 1 : MOUVEMENT DANS LES CHAMPS DE FORCES ET LEURS APPLICATIONS. 9 POINTS

L'exercice comporte deux parties indépendantes.

Partie A : Démarrage d'une voiture sur une route rectiligne horizontale.

On suspend au plafond d'une automobile, un pendule constitué par un fil inextensible de masse négligeable auquel est fixée une bille de masse $m = 100 \text{ g}$ dont on néglige les dimensions. L'automobile démarre (*en marche avant*) sur une portion de route rectiligne et horizontale avec une accélération $a = 2 \text{ m.s}^{-2}$ et le pendule s'incline vers l'arrière d'un angle α . On prendra $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

1. Dans un premier temps on étudie le mouvement du pendule.
 - 1.1. Énoncer le principe de l'inertie pour un point matériel. **0,50pt**
 - 1.2. Un repère lié à la voiture est-il galiléen ? Justifier la réponse. **1,00pt**
 - 1.3. On étudie le mouvement du pendule dans le repère lié à un arbre au bord de la route. Déterminer l'angle d'inclinaison α du pendule et en déduire la tension T du fil. **1,00pt**
2. La masse totale de l'automobile (pendule et conducteur compris) est $M = 800 \text{ kg}$. On admet que l'action du moteur est équivalente à une force \vec{F} parallèle à la route de même sens que le déplacement et dont l'intensité vaut 1800 N .
 - 2.1. Montrer qu'il existe des forces qui s'opposent au mouvement de la voiture. **1,00pt**
 - 2.2. En supposant que ces forces équivalent à une force \vec{f} parallèle à la route, de sens contraire au mouvement, déterminer son intensité. **1,00pt**

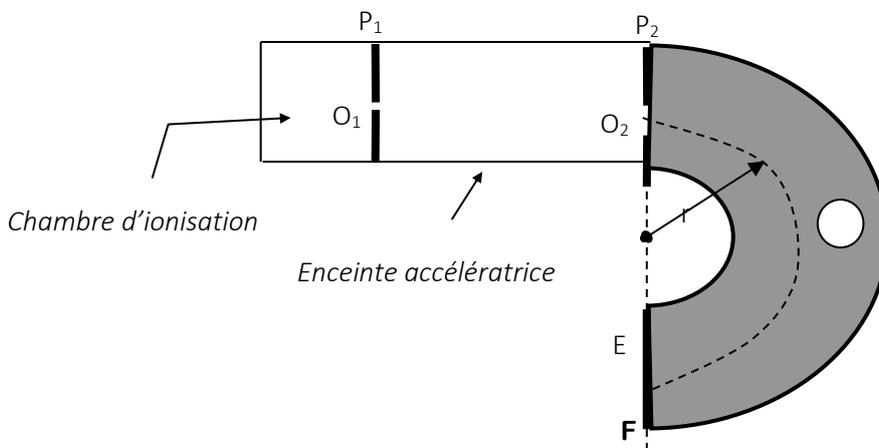
Partie B : Action d'un champ électrique et d'un champ magnétique sur des ions.

Des ions ${}^6_3\text{Li}^+$ sortant d'une chambre d'ionisation à travers une petite ouverture O_1 ménagée au milieu de la plaque P_1 avec une vitesse nulle par rapport au référentiel du laboratoire supposé galiléen, pénètrent dans une enceinte où ils sont accélérés par une tension $U = 1200 \text{ V}$. Les ions sortent de cette enceinte par un orifice O_2 ménagé au milieu de la plaque P_2 et pénètrent avec une vitesse \vec{v} , dans une cavité hémicylindrique (*partie grisée sur la figure ci-dessous*). Il règne dans cette cavité un champ magnétique uniforme \vec{B} orthogonal à la vitesse et d'intensité $B = 0,12 \text{ T}$ qui dévie les ions vers la plaque photographique EF disposée dans le même plan que P_2 . On néglige l'action de la pesanteur sur les ions.

1. Reproduire la figure et indiquer :
 - 1.1. La direction et le sens du champ électrique entre P_1 et P_2 . **1,00pt**
 - 1.2. Le sens du champ magnétique dans la cavité hémicylindrique. **0,50pt**

2. Établir l'expression de la valeur de la vitesse \vec{v} d'un ion à l'entrée de la cavité hémicylindrique, en fonction de e , m , et U ; où m est la masse de l'ion et e la charge élémentaire. **1,00pt**
3. Montrer que le mouvement d'un ion dans la cavité est circulaire uniforme. **1,00pt**
4. Exprimer le diamètre D du cercle support de la trajectoire d'un ion en fonction de m , e , B et U , puis calculer sa valeur numérique. **1,00pt**

Données : Masse de l'ion ${}^6_3\text{Li}^+$: $m = 1,0 \times 10^{-26} \text{ kg}$, Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

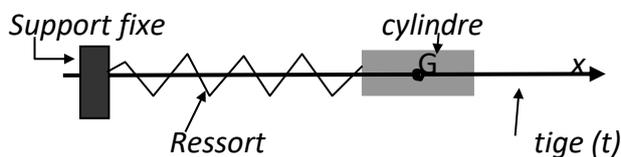


EXERCICE 2 : LES SYSTEMES OSCILLANTS. 6,5 POINTS

L'exercice comporte deux parties indépendantes.

Partie A : Oscillateur mécanique.

Un cylindre homogène en acier est fixé par l'une de ses bases à un ressort à spire non jointives et à réponse linéaire de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$, enfilé sur une tige métallique lisse et lubrifiée par un fluide visqueux. L'autre extrémité du ressort et de la tige, sont fixées à un support vertical fixe.

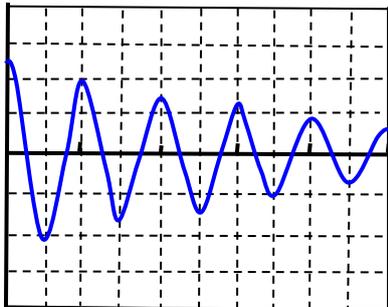


Le mouvement du cylindre le long de la tige métallique s'effectue avec frottement visqueux dont la somme des actions est représentée par une force unique $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$, où \vec{v} est la vitesse instantanée du centre d'inertie du cylindre. On écarte le cylindre de sa position d'équilibre en déplaçant son centre d'inertie G d'une distance $x_0 = +5 \text{ cm}$ puis on l'abandonne sans vitesse initiale à une date prise comme origine des dates.

1. En appliquant les lois de Newton sur le mouvement, écrire l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie du cylindre. **1,00pt**
2. Le cylindre effectue des oscillations pseudo-périodiques de pseudo-période $T = 0,5$ s dont l'amplitude diminue progressivement à cause des pertes d'énergie dues aux frottements.
 - 2.1. En admettant que la pseudo-période a même expression que la période propre du même oscillateur non amorti, calculer la masse du cylindre. **1,00pt**
 - 2.2. Calculer à la date $t = 0$ s la valeur E_0 de l'énergie mécanique de l'oscillateur. On ne tiendra pas compte de la pesanteur. **1,00pt**

Donnée : $\pi^2 = 10$.

Partie B : Oscillateur électrique.



Les réglages de l'oscilloscope sont :

Vitesse de balayage : 5 ms / div.

Sensibilité verticale : 5 V / div.

Le graphe ci-contre est un enregistrement de l'évolution au cours du temps de la tension aux bornes d'un condensateur de capacité $C = 22,5 \mu F$ préalablement chargé sous une tension U . Il a été obtenu à l'écran d'un oscilloscope à mémoire auquel on a connecté à la date $t = 0$ s un circuit électrique comprenant, montés en série, le condensateur précédent et une bobine d'inductance $L = 0,12$ H.

1. Faire le schéma du circuit et indiquer les branchements nécessaires à l'oscilloscope pour obtenir l'enregistrement ci-dessus. **1,00pt**
2. Montrer à l'aide de l'enregistrement que la résistance de la bobine n'est pas négligeable. **0,50pt**
3. Déterminer à l'aide de l'enregistrement la pseudo-période T des oscillations et la comparer à la période propre T_0 des oscillations du même circuit LC si la résistance de la bobine était négligeable. **0,50pt**
4. Calculer les énergies électriques E_0 et E_1 emmagasinées par le condensateur respectivement aux instants $t = 0$ et $t = T$. **1,00pt**
5. Que vaut l'intensité du courant dans le circuit à la date $t = T$? Justifie la réponse. **0,50pt**

EXERCICE 3 : PHENOMENES CORPUSCULAIRES. 4,5 POINTS

1. Le nucléide ${}_{15}^{32}\text{P}$ est radioactif β^- , de période $T = 14,3$ jours ; sa désintégration donne naissance au nucléide ${}_{Z}^A\text{Y}$.
 - 1.1. Définir : période radioactive. **0,50pt**
 - 1.2. Quel nombre de neutrons renferme le nucléide ${}_{15}^{32}\text{P}$? **0,50pt**
 - 1.3. Ecrire l'équation de la désintégration du nucléide ${}_{15}^{32}\text{P}$ en précisant A et Z. **0,50pt**
 - 1.4. Calculer en MeV l'énergie libérée lors de la désintégration du nucléide ${}_{15}^{32}\text{P}$. **1,00pt**

2. A l'instant $t = 0$, on prépare un échantillon de phosphore ${}_{15}^{32}\text{P}$ dont l'activité radioactive est $A_0 = 3,6 \cdot 10^9 \text{ Bq}$.
 - 2.1. Calculer en jours, la durée Δt nécessaire pour que l'activité nucléaire du phosphore ${}_{15}^{32}\text{P}$ soit égale à 28 % de A_0 . **1,00pt**
 - 2.2. Déterminer en joules l'énergie libérée pendant la durée Δt . **1,00pt**

Données : $m(\beta^-) = 5,485 \cdot 10^{-4} \text{ u}$; $m({}_{15}^{32}\text{P}) = 31,9840 \text{ u}$; $m({}_Z^A\text{Y}) = 31,9822 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

Fin de l'épreuve.