

Physique

Baccalauréat Scientifique

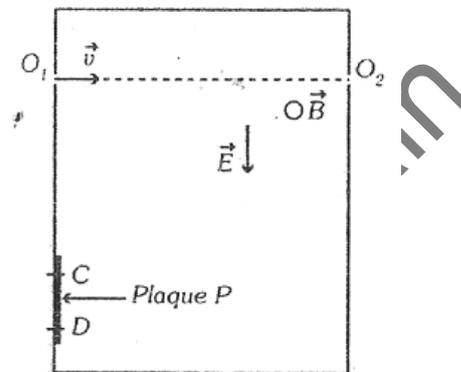
Session de 2014

Série C-E

EXERCICE I : Mouvements dans les champs de forces et leurs applications 6 points

A. action des champs électrique et magnétique sur un faisceau d'électrons - 3,5 points

Des particules de masse $m = 6,65 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ pénètrent dans une région où règnent un champ magnétique \vec{B} et un champ électrique \vec{E} , uniformes et orthogonaux entre eux et à la vitesse \vec{v} des particules à l'entrée O_1 de la région comme l'indique la figure ci-dessous. On constate que certaines des particules ont une trajectoire rectiligne horizontale et sont recueillies en O_2 appartenant à la droite $(O_1; \vec{v})$. Ces particules sont dites sélectionnées. On négligera leur poids devant les autres forces.

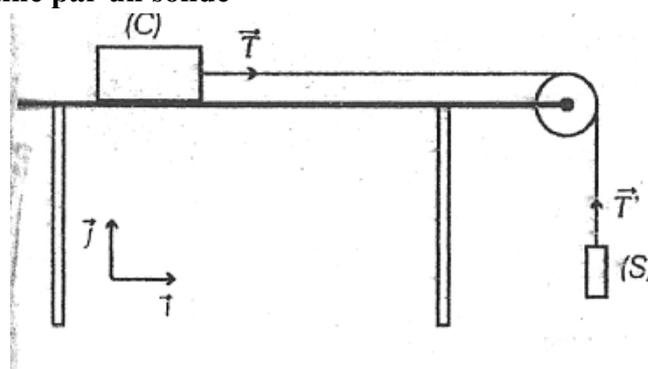


On donne : $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $B = 9 \cdot 10^{-3} \text{ T}$; $E = 5 \cdot 10^3 \text{ V/m}$

1. Donner en justifiant la réponse, le sens du vecteur champ magnétique B .
2. Montrer que la valeur v_0 de la vitesse des particules sélectionnées ne dépend ni de la masse des particules, ni de leur charge électrique. Puis calculer sa valeur numérique.
3. On supprime le champ électrique. Les particules viennent alors heurter une plaque P placée verticalement dans la région (voir la figure). La mesure de l'écart entre les points d'impact extrêmes des particules sur la plaque donne $CD = 30,00 \text{ m}$.
 - 3.1. Donner la nature du mouvement des particules dans la région puis donner l'expression de la grandeur caractéristique de leur trajectoire.
 - 3.2. Calculer les valeurs v_{max} et v_{min} respectivement de la vitesse maximale et de la vitesse minimale des particules en admettant que la valeur v_0 de la vitesse des particules sélectionnées est leur moyenne $v_0 = \frac{v_{min} + v_{max}}{2}$

B. chariot entraîné par un solide -

2,5 points



On considère un chariot (C) de masse m , mobile sans frottement sur une table lisse et relié par un fil inextensible de masse négligeable à un solide (S) de masse M qui pend dans le vide. Le fil passe par la gorge d'une poulie de masse négligeable et sans frottement. On nomme respectivement \vec{T} et \vec{T}' les forces que le fil exerce que le chariot et sur le solide (voir figure ci-dessus).

1. On commence par retenir le chariot, tout le dispositif étant donc immobile. Exprimer \vec{T} et \vec{T}' dans la base (\vec{i}, \vec{j}) précisée sur la figure.
2. On lâche le chariot. En faisant un bilan des forces, indiquer sans calcul comment la force \vec{T} est modifiée.
3. A l'instant t , la vitesse du centre d'inertie du chariot est : $v_c = v_c \vec{i}$ et son accélération est $a_G = a_G \vec{i}$. Donner à cet instant les expressions vectorielles de la vitesse et de l'accélération du solide (S).
4. Ecrire la deuxième loi de Newton pour le chariot d'une part et pour le solide (S) d'autre part.
5. En déduire l'expression de la valeur de l'accélération du chariot et celle de la tension du fil.

EXERCICE II : Oscillations libres et forcées dans un dipôle électrique

6 points

Un générateur maintient entre les bornes A et B d'un circuit électrique une tension alternative sinusoïdale de fréquence variable et de valeur efficace constante $U_{AB} = 60V$. Ce circuit comporte en série un résistor de résistance R et un dipôle D dont on ne connaît pas les grandeurs caractéristiques. Pour une pulsation du courant $\omega = 500 \text{ rad/s}$; on mesure les valeurs efficaces des grandeurs physiques suivantes :

- Valeur efficace de l'intensité du courant dans le circuit : $I = 0,4A$;
- Valeur efficace de la tension aux bornes du résistor : $U_R = 36V$
- Valeur efficace de la tension aux bornes du dipôle D : $U_D = 48V$

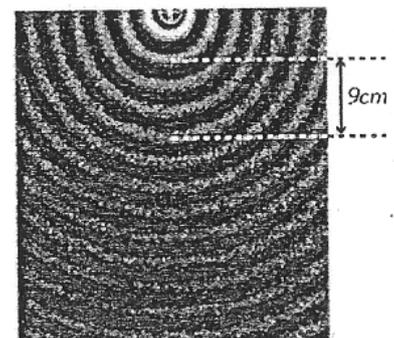
On donne l'indication suivante : le dipôle D peut être un résistor, un condensateur, une bobine ou une association en série d'une bobine et d'un condensateur.

1. Montrer que le dipôle D n'est pas un résistor et calculer son impédance.
2. Le circuit consomme une puissance électrique $\mathcal{P} = 15W$. Montrer que le dipôle D comporte une résistance non nulle ; calculer cette résistance R_D puis le facteur de puissance du dipôle D.
3. On augmente progressivement la fréquence du courant, on constate que la tension efficace aux bornes du dipôle D diminue. Pour une fréquence pour laquelle la pulsation est $\omega_1 = 1000 \text{ rad/s}$, on mesure les tensions aux bornes du dipôle D et du résistor, on obtient : $U'_D = 24V$ et $U'_R = 36V$.
 - 3.1. Montrer, sans calcul, que D est une association en série d'une bobine et d'un condensateur.
 - 3.2. Etablir à partir des valeurs des tensions efficaces que la pulsation correspond à la fréquence de résonance du circuit.
 - 3.3. Calculer les valeurs de l'inductance L de la bobine et de la capacité C du condensateur.

EXERCICE III : Etude d'ondes avec une cuve à ondes

4 points

La lame d'un vibreur est solidaire à une pointe qui effectue un mouvement vertical de même fréquence que la lame. Lorsque le vibreur est mis en marche à la fréquence $f = 20 \text{ Hz}$, la pointe frappe la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes au centre O de la cuve. Une membrane placée sur la paroi de la cuve empêche la réflexion des ondes mécaniques ainsi produites.



1. Nommer le type d'onde (transversal ou longitudinal) qui se propage à la surface de l'eau et proposer une expérience simple permettant de mettre ce type d'ondes en évidence.

2. On utilise un éclairage stroboscopique qui immobilise apparemment les ondes. L'image de la surface de l'eau est recueillie sur papier blanc placé en dessous de la cuve, représentée par la figure ci-dessus ; elle est 1,5 fois plus grande que la réalité. Déterminer la longueur d'onde et en déduire la célérité des ondes sachant que les bandes claires représentent les crêtes.
3. La fréquence des éclairs est fixée à 21 Hz. Décrire ce que l'on observe à la surface de l'eau et calculer la célérité apparente des ondes.
4. La lame du vibreur est maintenant solidaire d'une fourche munie de deux points O_1 et O_2 distantes de 5 cm, qui effleurent la surface de l'eau. La lame vibre à la fréquence de 20 Hz.
 - 4.1. Décrire le phénomène observé à la surface de l'eau en éclairage normal.
 - 4.2. Donner la position et le nombre des points du segment (O_1, O_2) qui vibrent avec une amplitude maximale.

EXERCICE IV : Exploitation des résultats d'une expérience

4 points

Le radon 222 est un gaz radioactif émetteur α . On désire déterminer le volume V_0 d'un échantillon ainsi que la demi-vie du radon 222. Pour cela, on emprisonne ce gaz dans une ampoule dans les conditions où le volume molaire vaut 25 l/mol ; puis on mesure l'activité A de l'échantillon à différentes dates t . Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

t (jour)	0	10	20	30	40	50	60	70
A(Bq)	A_0	$1,65 \cdot 10^{11}$	$2,73 \cdot 10^{10}$	$4,51 \cdot 10^9$	$7,46 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$	$2,03 \cdot 10^7$	$3,37 \cdot 10^6$

1. Citer deux applications de la radioactivité.
2. Définir l'activité A d'une substance radioactive et établir que $A = \lambda N$, où λ est la constante radioactive et N le nombre de noyaux présents à la date t dans l'échantillon.
3. Tracer sur le papier millimétré, le graphe $\ln A = f(t)$, où \ln désigne le logarithme népérien. Echelles : 1 cm pour 5 jours en abscisses et 2 cm pour 5 unités sur l'axe des ordonnées.
4. Déterminer à partir du graphe, la constante radioactive du radon 222 et l'activité initiale A_0 .
5. En déduire le volume V_0 de l'échantillon et la demi-vie du radon 222.

On donne le nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.