



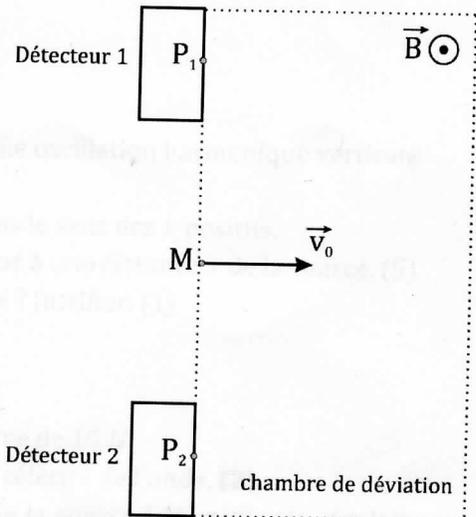
BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B, C	Durée de l'épreuve : 3 heures Date de l'épreuve : 17 septembre 2019

A. Spectrographe de masse avec filtre de vitesse (18)

Des ions de masse m et de charge $q > 0$ entrent au point M dans la chambre de déviation d'un spectrographe de masse avec une vitesse \vec{v}_0 comme indiquée sur la figure. Ils y sont soumis à un champ magnétique uniforme $\vec{B} \perp \vec{v}_0$.

Les ions se déplacent sur une trajectoire plane et finissent par atteindre l'un des détecteurs au point P_1 ou P_2 .

Le mouvement a lieu dans le vide et on néglige le poids des ions.

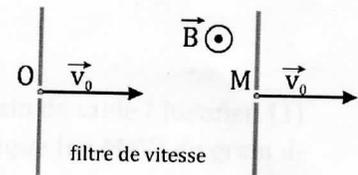


1. Donner l'expression vectorielle de la force magnétique \vec{f} agissant sur les ions.

Reproduire la partie utile de la figure, représenter \vec{f} (en 2 points distincts) et indiquer la trajectoire suivie par les ions. (2)

2. Montrer que le mouvement des ions entre M et le point d'impact est **uniforme et circulaire**. Etablir l'expression du **rayon** R de leur trajectoire. (5)

Avant d'atteindre le point M, les ions ont traversé un filtre de vitesse. Dans ce filtre règne le même champ magnétique \vec{B} uniforme que dans la chambre de déviation. Il y existe également un champ électrique uniforme \vec{E} .



Au point O, les ions ont des vitesses différentes. Seuls les ions qui, en O, possèdent la vitesse \vec{v}_0 peuvent atteindre le point M (et entrer dans la chambre de déviation). Leur vecteur vitesse ne change pas à l'intérieur du filtre.

3. Trouver, en justifiant, l'orientation du vecteur \vec{E} ainsi que l'expression de son intensité (en fonction de v_0 et de B). Reproduire et compléter la figure (\vec{E} et force(s) agissant sur un ion). (4)
4. Qu'est-ce qui arrive à un ion ayant une vitesse $v < v_0$? Justifier. (2)

On suppose dans la suite que $v_0 = \frac{E}{B}$.

5. Lorsque $E = 25 \frac{kV}{m}$, $B = 500 mT$, $q = +e$, on observe que la distance entre M et le point d'impact (P_1 ou P_2) vaut 43,32 cm. En déduire la masse m (en u) des ions. (3)
6. On maintient fixe \vec{E} et on triple l'intensité du champ magnétique \vec{B} (dans le filtre de vitesse et dans la chambre de déviation). Indiquer, comment varie ... (par rapport à la situation initiale)
 - a. ...la vitesse des ions capables d'entrer dans la chambre de déviation. Justifier sans calcul. (1)
 - b. ...le rayon de leur trajectoire dans la chambre de déviation. Justifier sans calcul. (1)

B. Pendule élastique (9)

1. Etablir, à l'aide d'un raisonnement énergétique, l'équation différentielle d'un pendule élastique horizontal non amorti. Une figure convenable (avec repère) est exigée. (5)
2. L'amplitude du mouvement vaut 50 cm et la raideur du ressort vaut $40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.
 A un instant donné, on constate que $x = 40 \text{ cm}$ et $v_x = -150 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$. L'abscisse x est mesurée à partir de la position d'équilibre du pendule.
 - a. Calculer l'énergie mécanique du pendule. (1)
 - b. Trouver la masse du corps accroché au ressort. (3)

C. Ondes progressives (10)

Une source, fixée à une extrémité d'une corde horizontale, impose une oscillation harmonique verticale d'équation $y_s(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$.

On néglige l'amortissement et toute réflexion. L'onde se propage dans le sens des x positifs.

1. Etablir l'équation d'onde décrivant à l'instant t l'état du point situé à une distance x de la source. (5)
2. Est-ce que l'onde ainsi produite est transversale ou longitudinale ? Justifier. (1)
3. En fait, l'équation horaire de la source s'écrit, en unités SI,

$$y_s(t) = 0,05 \cdot \sin\left(250\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

La corde, dont 3 m ont une masse de 18 g , est tendue par une force de 15 N .

- a. Calculer la période (temporelle), la longueur d'onde et la célérité de l'onde. (2)
- b. Quelle est l'équation horaire du point M situé à 50 cm de la source ? Simplifier le résultat autant que possible. (2)

D. Relativité et dualité onde-corpuscule (9)

Un grain de sable de $200 \mu\text{g}$ se déplace à une vitesse de $0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

1. Faut-il effectuer des calculs relativistes pour décrire le mouvement du grain de sable ? Justifier. (1)
2. Calculer la quantité de mouvement (en unité SI) ainsi que l'énergie cinétique (en MeV) du grain de sable. (2)
3. Quelle est la longueur d'onde de de Broglie associée au grain de sable ? Peut-il être diffracté s'il vole à travers une porte typique (largeur = 80 cm , hauteur = 2 m) ? Justifier. (1+1)
4. A quelle vitesse (l'indiquer en % de c) une particule α doit-elle se déplacer pour que son énergie cinétique soit égale à celle du grain de sable ? (3)
5. Que vaut la quantité de mouvement de la particule α précédente ? (1)

E. Radioactivité (14)

1. Etablir la loi de décroissance radioactive. (6)
2. Définir, à l'aide d'une phrase, l'activité d'un échantillon radioactif et indiquer son unité SI (nom entier). (2)

Le strontium-89 est un émetteur β^- utilisé pour traiter différents types de cancer. Sa demi-vie vaut $50,57$ jours et sa masse atomique vaut $88,9 \text{ u}$. Le produit de la désintégration est stable.

3. Ecrire l'équation de désintégration. Est-ce que le nombre de **neutrons** est conservé lors de cette désintégration ? (2)
4. On injecte un échantillon de strontium-89 ayant une activité de 148 MBq .
 - a. Combien de grammes de strontium-89 ont été injectés ? (3)
 - b. Que vaut l'activité au bout de 7 jours ? (1)