UNIVERSITÉ D'ORLÉANS
SEFCO

Année universitaire 2017-2018

DAEU - B

ÉPREUVE DE PHYSIQUE
Session du 7 Juin 2018
de 8h00 à 12h00

Aucun document autorisé
Calculatrice non alphanumériques acceptée.

Le candidat a obligatoirement à traiter les quatre (4) problèmes.

<u>Problème 1</u> : Mesure de la masse de l'électron

La première détermination historique de la masse de l'électron passait par une mesure expériementale du quotient entre sa charge et sa masse. Le dispositif utilise deux armatures métalliques A et B, planes, parallèles à un axe horizotale (Ox), distantes de d, de longueur ℓ, placées dans le vide (Fig.1).

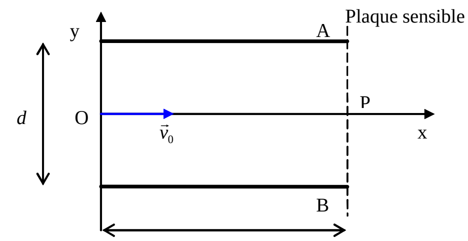


Fig. 1

Un faisceau d'électrons pénètre en O entre ces armatures. Chaque électron a une masse m, une charge $-e$ et une vitesse initiale $\overrightarrow{\mathrm{v}}_0$ parallèle à (Ox). À la sortie des armatures, les électrons laissent une trace sur une plaque sensible.

Lorsque la tension U_{AB} entre les plaques est nulle, cette trace est au point P. Elle est en C lorsque $U_{AB} = 400$ Volts, les points P et C étant distants de 14 mm.

<u>*Données*</u> : $\mathrm{v}_0 = 2,50 \times 10^7$ m.s^{-1}, $d = 4,00$ cm, $\ell = 10,0$ cm, $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

1. Le point C est-il plus proche de A ou de B ? Justifier la réponse.

2. En négligeant le poids de l'électron, montrer que les coordonnées de son vecteur accélération sont:
$$\overrightarrow{\mathrm{a}} = \begin{pmatrix} 0 \\ \\ \dfrac{eU_{AB}}{md} \end{pmatrix}$$

3. Déduire les coordonnées du vecteur vitesse de cet électron puis les équations horaires de sa position.

4. En déduire l'expression de la date t_c à laquelle l'électron arrive en $x = \ell$, et montrer que l'ordonnée du point C s'écrit
$$y_c = \frac{eU_{AB}\ell^2}{2md\mathrm{v}_0^2}.$$

5. En déduire l'expression du rapport $\dfrac{e}{m}$ en fonction de y_c, ℓ, v_0, U_{AB} et d. Calculer sa valeur et en déduire celle de la masse m de l'électron.

<u>Problème 2</u> : Lob au tennis

Lors d'un lob au tennis, un joueur tape dans la balle de masse $m = 55$ g, à une hauteur $h = 1,0$ m du sol, en lui donnant une vitesse de valeur $\mathrm{v}_0 = 12$ m.s^{-1} et inclinée d'un angle $\alpha = 45°$ par rapport à l'horizontale.

La coordonnée horizontale de la vitesse de la balle est constante au cours du mouvement et vaut $\mathrm{v}_{0x} = \mathrm{v}_0 \cos\alpha$.

La force de frottements de l'air et la poussée d'Archimède sont négligeables dans un premier temps.

1. Calculer l'énergie mécanique initiale de la balle. Justifier qu'elle est constante au cours du mouvement.

2. Déterminer l'altitude maximale atteinte par la balle (en ce point, la composante verticale du vecteur vitesse $\overrightarrow{\mathrm{v}}$ est nulle).

3. Déterminer la vitesse v de la balle quand elle touche le sol.

4. En réalité, cette vitesse vaut $\mathrm{v} = 10$ m.s^{-1}. Quelle force est responsable de cette différence ? Calculer alors le travail de cette force lors du lob.

<u>Problème 3</u> : Lumière - Onde électromagnétique

Les lasers à dioxyde de carbone sont utilisés dans la découpe et la soudure en industrie et aussi en chirurgie.

Un milieu transparent est caractérisé par un indice optique $n = \dfrac{c}{v}$ où $c = 3,0 \times 10^8$ m.s^{-1} est la célérité de la lumière dans le vide et v la célérité de la lumière dans le milieu considéré.

L'eau possède un indice optique $n_{\mathrm{eau}} = 1,3$.

Un laser à dioxyde de carbone émet une radiation de longueur d'onde dans le vide égale à $\lambda = 10,6$ μm.

1. Calculer la période T et la fréquence f de l'onde électromagnétique issue de ce laser.

2. Dans l'eau, quelles grandeurs physiques parmi les suivantes sont modifiées: célérité v, période T, fréquence f, longueur d'onde λ ?

3. Pour chaque grandeur modifiée, trouver sa nouvelle valeur dans l'eau.

<u>Problème 4</u> : Un pendule battant la seconde

<u>Document</u> :

« Dans les premières horloges mécaniques, une masse accrochée à une corde enroulée autour d'un axe horizontal permettait d'entraîner une seule aiguille dans un mouvement de rotation. La chute de la masse étant accélérée, on trouva un moyen de réguler son mouvement en bloquant sa chute à intervalles de temps réguliers (échappement). Ces horloges fonctionnaient quelques heures et étaient peu précises.

Le physicien hollandais Christian Huygens (1629-1695) montre que la période exacte d'un pendule dépend de sa longueur ℓ et de la pesanteur g.

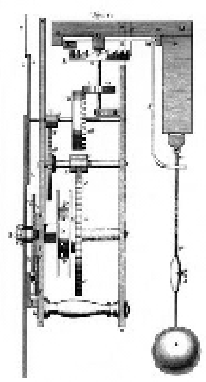
Elle vaut :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

Il décide d'utiliser un pendule battant la seconde pour réguler le mouvement des horloges. Il ajoute un dispositif, constitué d'une masse et d'un système d'engrenages, *pour entretenir les oscillations qui ont tendance à s'amortir.*

L'échappement à ancre permet de laisser passer une à une les dents d'une roue, ce qui libère et bloque alternativement la chute de la masse à intervalles de temps égaux.

Le mouvement régulier de la roue est transmis à des aiguilles par un jeu d'engrenages. Cette horloge à pendule dérive seulement de quelques secondes en 24 h, mais mesure le temps qui dépend de la valeur de g.»



Questions :

1. Dans l'horloge à pendule, quel est le rôle de la masse ?

   Quel est le rôle du dispositif d'échappement à ancre ?

2. Par une analyse dimensionnelle, vérifier que la relation donnée par C. Huygens est bien homogène à un temps.

3. Déterminer la longueur d'un pendule de Huygens battant la seconde à Paris, sachant que la valeur du champ de la pesanteur à Paris est $g = 9,812$ m.s^{-2}.

4. Quels transferts d'énergie ont lieu au cours des oscillations d'un pendule?

5. Expliquer la phrase en italique dans le texte.