

EPREUVE DE PHYSIQUES, Séries C, D, E et GCE A-LEVEL 2010

Durée (Time) : 03 Heures (Hours)

EXERCICE 1 : La trajectoire d'un boulet de canon (5 pts)

On souhaite étudier la trajectoire du centre d'inertie G du boulet de canon de masse m . L'étude est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. Le repère d'étude est (O, \vec{i}, \vec{j}) et l'origine des dates est choisi à l'instant où le boulet part du point O (voir aussi figure 1).

La vectrice vitesse initiale \vec{v}_0 du point G est incliné d'un angle α (appelé angle de tir) par rapport à l'horizontale.

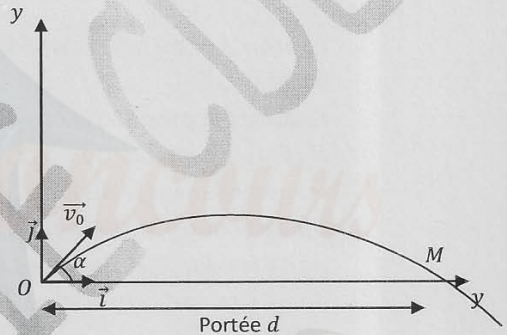
Données :

Volume du boulet : $V = 16 \text{ dm}^3 = 16 \text{ L}$

Masse du boulet : $m = 100 \text{ kg}$

Valeur du champ de pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Masse volumique de l'air : $\rho = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$



- 1.1.1. La poussée d'Archimède : Donner l'expression littérale de la valeur F de la poussée d'Archimède et calculer
- 1.1.2. Le poids : Calculer la valeur P du poids du boulet après avoir précisé son expression littérale.
- 1.1.3. Dans cet exercice, on pourra négliger la poussée d'Archimède devant le poids, si la valeur de ce dernier est au moins cent fois plus grande que celle de la poussée d'Archimède. Montrer que l'on est dans cette situation.
- 1.1.4. Pendant le vol, compte tenu de la masse, de la vitesse et de la forme du boulet, on fait l'hypothèse que les forces de frottement dans l'air sont négligeables devant le poids.

En tenant compte de la remarque et des résultats précédents, établir le bilan des forces exercées sur le système En tenant compte de la remarque et des résultats précédents, établir le bilan des forces exercées sur le système (le boulet) pendant le vol.

EXERCICE 2 : Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau (5pts)

La célérité des ultrasons dans l'air $v_{air} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ est plus faible que la célérité des ultrasons dans l'eau de mer v_{eau} . Un émetteur produit simultanément des salves

d'ondes ultrasonores dans un tube rempli d'eau de mer et dans l'air (voir figure 2). A une distance de l'émetteur d'ondes ultrasonores, sont placés deux récepteurs, l'un dans l'air et l'autre dans l'eau de mer. Le récepteur A est relié à l'entrée A du système d'acquisition d'un ordinateur et le récepteur B à l'entrée B. L'acquisition commence lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B du système.

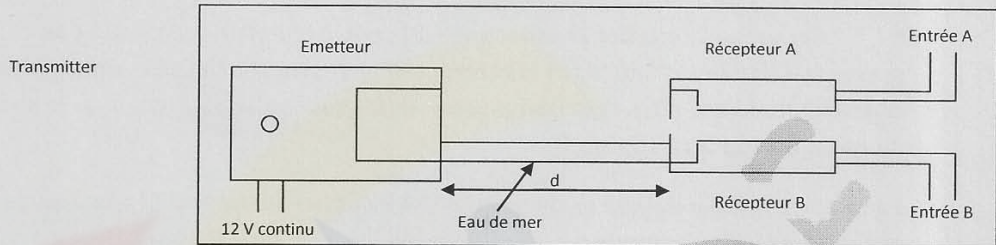


Figure 2

1. Pourquoi est-il nécessaire de déclencher l'acquisition lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B ?
2. Donner l'expression du retard Δt entre la réception des ultrasons par les deux récepteurs en fonction de t_A et t_B , durées que mettent les ultrasons pour parcourir respectivement la distance d dans l'air et dans l'eau de mer.
3. On détermine Δt pour différentes distances d entre l'émetteur et les récepteurs. On traite les données avec un tableur et on obtient le graphe $\Delta t = f(d)$ de la figure 3.
 - 3.1. Donner l'expression de Δt en fonction de d , v_{air} et v_{eau} .
 - 3.2. Justifier l'allure de la courbe.
 - 3.3. Déterminer graphiquement le coefficient directeur de la droite $\Delta t = f(d)$. En déduire la valeur de la célérité v_{eau} des ultrasons dans l'eau en prenant $v_{air} = 340 \text{ ms}^{-1}$.

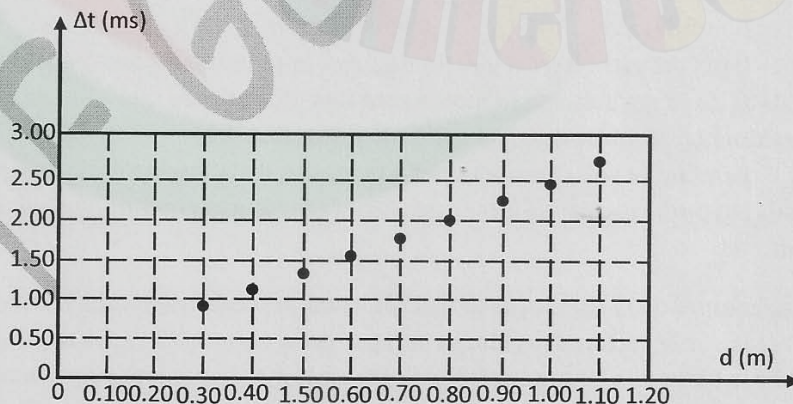
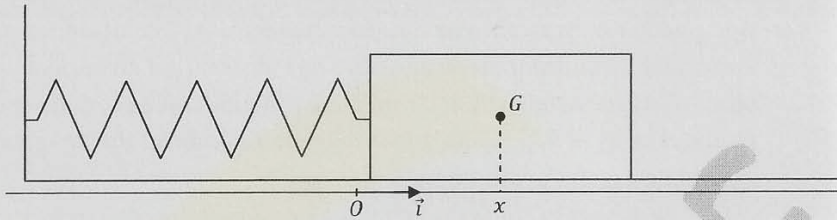


Figure 3

EXERCICE 3 : Oscillateur mécanique horizontal parfait (5 pts)

Un pendule élastique est constitué d'un mobile de masse $m = 80 \text{ g}$ pouvant se déplacer sur un banc à cousin d'air horizontal. Ce mobile est attaché à un point fixe par

un ressort de masse négligeable à spires non jointives de raideur k . La position du mobile est repérée par l'abscisse par l'axe (O, \vec{i}) . A l'équilibre, la position du centre d'inertie G coïncide avec le point O , origine des abscisses. On considère que le mobile n'est soumis à aucune force de frottement.



1. Indiquer l'expression vectorielle de la force \vec{F} de rappel du ressort en fonction de l'abscisse x du centre d'inertie du mobile et de \vec{i} vecteur unitaire.
2. Faire l'inventaire des forces qui s'exerce sur le mobile. Reproduire le schéma de la figure 4 et représenter ces forces.
3. A l'aide de la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle du mouvement
4. Un dispositif d'enregistrement de position x du mobile permet de mesurer la valeur T_0 de la période du mouvement $T_0 = 0,20 \text{ s}$. Quelle est la valeur numérique de la raideur k du ressort sachant que $T_e = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$?

EXERCICE 4 : Influence d'une bobine dans un circuit électrique (5pts)

On réalise le circuit présenté à la figure 5. Ce circuit est constitué d'une source de tension idéale de force électromotrice E_1 , d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un conducteur ohmique de résistance R_1 de même valeur que r et de deux lampes à incandescence identiques (L_1) et (L_2) de résistance R_{lampe} .

Données :

Valeur de la f.é.m. : $E_1 = 24 \text{ V}$

Valeurs données par le condensateur : $L = 1 \text{ H}$, $r = R = 7 \Omega$

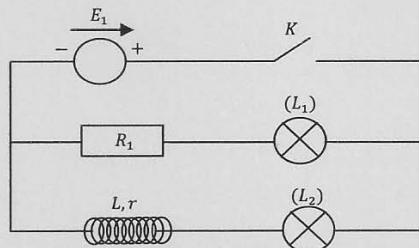


Figure 5

1. Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, les deux lampes ne s'allument pas simultanément : une lampe brille quasi - instantanément, l'autre brille avec retard.
Quelle lampe s'allume la première, Pourquoi l'autre lampe s'allume-t-elle avec retard ?
2. On appelle τ la constante de temps caractérisant l'évolution temporelle de l'intensité du courant électrique lors de l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine d'inductance L . dans le cas étudié $R = R_1 + R_{lampe}$. La durée nécessaire pour atteindre la luminosité maximale est de l'ordre de 5τ .
 - 2.1. Exprimer la constante de temps τ en fonction de l'inductance L et de la résistance R .
 - 2.2. Vérifier par analyse dimensionnelle, que l'expression obtenue est homogène à un temps.

Justifier par un calcul d'ordre de grandeur le fait que ce phénomène est détectable par un observateur. On prendra $R = 10 \Omega$. Il est à noter que l'oeil est capable de distinguer deux images consécutives séparées d'au moins $0,1 \text{ s}$.