

EPREUVE DE PHYSIQUES BAC CDE (GCE-AL) 2013

Exercice 1 (4 pts)

Une benne transporte un objet de masse m positionné comme indiqué sur la **figure 1** ci contre. La benne se soulève à vitesse constante et au bout de 30 s, l'objet se met à glisser et le chauffeur arrête immédiatement la benne. L'angle entre le plancher de la benne et l'horizontal est $\alpha = 30^\circ$. La force de frottement statique, quand elle est maximale, s'exprime $f_{fmax} = \mu R$, R étant la réaction entre le plancher et l'objet. Prendre $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

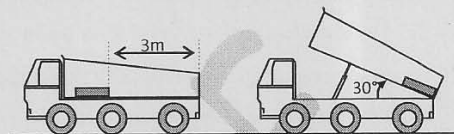


Figure 1

1. Quelles sont les forces agissantes sur l'objet ?
2. Démontrer que le coefficient de frottement statique entre le plancher de la benne et l'objet est $\mu_{stat} = \frac{1}{2}$.

L'objet ne s'arrête pas ; il glisse avec une accélération uniforme et se déplace de 2m en 2s jusqu'au bout de la benne fermée. Cette accélération est due à la différence entre la gravitation et la force de frottement dynamique qui s'exprime $f_{fdyn} = \mu_{dyn} R$.

3. Calculer l'accélération de l'objet.
4. Donner l'expression du coefficient de frottement dynamique lors de l'accélération de l'objet. Quelle est sa valeur numérique.

Exercice 2 (7 pts)

Un circuit électrique comprend : une résistance R , une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C montés en série ; aux borne de l'ensemble, on maintient une différence de potentiel sinusoïdale u de valeur efficace U constant et de fréquence f variable (**voir figure 2**). On désigne par I la valeur efficace du courant et par Z l'impédance du circuit.

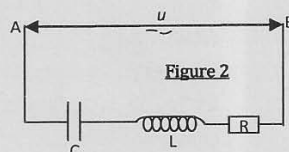


Figure 2

1. On se propose d'étudier les variations de la puissance moyenne P absorbée par le circuit en fonction de la fréquence (ou de la pulsation $\omega = 2\pi f$).

Données numériques : $U = 3,0 \text{ V}$; $R = 5,0 \Omega$; $L = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ H}$; $C = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ F}$; prendre $\frac{1}{\pi} = 0,318$.

- 1.1 Calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ du circuit en utilisant la construction de Fresnel. Exprimer $\cos \varphi$ en fonction de Z et de R .
- 1.2 en déduire l'expression de P à partir de U , R et Z d'une part, R et I d'autre part. (φ désigne la différence de phase entre l'intensité et la tension).
- 1.3 On dit que le circuit est en résonance lorsque la puissance est maximale. Calculer numériquement
 - a) f_0 , Z_0 , I_0 , P_0 les valeurs de f , Z , I , P à la résonance.
 - b) Le coefficient de surtension : $Q = \frac{U_L}{U} = \frac{L\omega_0}{R}$, (U_L : tension efficace aux borne de la bobine à la résonance).

- c) Mettre P sous la forme $P = \frac{P_0}{1 + \frac{X^2}{R^2}}$ en posant $Z^2 = R^2 + X^2$, X représente la partie réactive de l'impédance.
- 1.4 Montrer qu'il existe deux valeurs f_1 et f_2 de f , de part et d'autre de f_0 pour lesquelles P prend la valeur $P_1 = P_2 = \frac{P_0}{2}$. Pour cela, il suffira d'étudier les variations de P avec f (sans calculer f_1 et f_2). Calculer les valeurs de Z , I et $\cos\varphi$ correspondant à P_1 et P_2 .
- 1.5 On appelle affaiblissement en décibels (dB) l'expression $a = 10 \log \frac{P}{P_0}$ (logarithme décimal). Exprimer a en fonction de I et I_0 . Calculer numériquement a_1 et a_2 pour $f = f_1$ et $f = f_2$.
2. On étudie P au voisinage de la résonance et l'on pose $w = w_0 + \Delta w = w_0(1 + \varepsilon)$ avec $\varepsilon = \frac{\Delta w}{w_0}$, variante relative de fréquence ; on supposera $\varepsilon \ll 1$.
- 2.1 Exprimer $\frac{X}{R}$ et P en fonction de ε et de Q . on rappelle la formule d'approximation $(1 + \varepsilon)^n = 1 + n\varepsilon$ si $\varepsilon \ll 1$.
- 2.2 En supposant l'expression précédente encore valable pour P_1 et P_2 , en déduire les valeurs approchées de f_1 et f_2 . Calculer la bande passante $B = f_1 - f_2$ et la bande passante relative $\frac{B}{f_0}$ du circuit.

Exercice 3 (6 pts)

La T.E.P., Tomographie par Emission de Positons est une technologie de médecine nucléaire qui utilise des molécules marquées avec un isotope émetteur de positons pour imager le fonctionnement ou le dysfonctionnement d'organismes vivants. On utilise principalement le fluorodesoxyglucose FDG marqué au fluor 18 pour ce type d'examen.

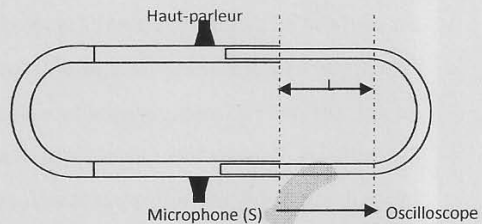
- Production du radio-isotope émetteur de position :** le ^{18}F ou fluor 18 est produit dans un cyclotron en bombardant par des protons de haute énergie une cible contenant du ^{18}O , un isotope de l'oxygène. Le fluor 18 se désintègre par émission β^+ produisant de l'oxygène dans son état fondamental.
 - Ecrire la réaction nucléaire correspondant à la formation de ^{18}F et nommer les produits de la réaction.
 - Donner la composition du noyau de fluor 18.
 - Ecrire la réaction nucléaire de désintégration β^+ du ^{18}F et nommer les produits de cette réaction.
 - Le ^{18}F a une demi-vie $t_{1/2}$ de 110 minutes. Définir et calculer sa constante radioactive λ .
- Préparation du FDG marqué au fluor 18 et injection au patient :** un automate permet de remplacer un groupement OH du glucose par du fluor 18, la molécule marquée obtenue a des propriétés analogues au glucose normal que l'on injecte au patient. Un tissu organique anormal (par exemple une tumeur cancéreuse) consomme plus de glucose qu'un tissu sain et concentre donc la radioactivité.
 - On injecte au patient à 10h une dose de solution glucosée présentant une activité de 300Mbq. Calculer le nombre de noyaux fluor 18 qu'il reçoit.
 - On ne laisse sortir le patient que lorsque son activité n'est plus que 1% de sa valeur initiale. A quelle heure pourra-t-il quitter la salle d'examen ?

Données : Masse du positon et de l'électron : $9,1.10^{-31}\text{kg}$; vitesse de la lumière dans le vide $c = 3.10^8\text{m/s}$; $1\text{eV} = 1,6.10^{-19}\text{J}$.

Exercice 4 (3 pts)

Le « trombone » de Konig est un dispositif permettant de mesurer des longueurs d'ondes acoustiques (**voir figure 3**). On se propose d'utiliser ce dispositif afin de déterminer la célérité d'ondes acoustique dans l'argon.

Figure 3



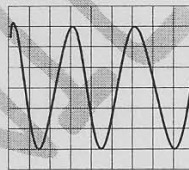
Un haut- parleur émet l'onde à l'entrée E. un microphone placé à la sortie S permet de recueillir le signal après que l'onde s'est propagée dans les deux branches du « trombone ».

On appellera d_1 la distance parcourue dans la branche fixe (partie gauche) et d_2 la distance réglable, parcourue par l'onde dans la branche mobile (partie droite).

Lorsque la partie mobile est glissée au maximum dans la partie fixe ($L = 0$), les distances sont égales dans les deux branches.

On réalise l'enregistrement (**voir figure 4**) : Base de temps : $100\mu\text{s}/\text{div}$; Sensibilité : $1\text{V}/\text{div}$

Figure 4



1. Déterminer la période et la fréquence des ondes acoustiques utilisées.
2. De quel type d'ondes s'agit-il ?
3. A quelle condition sur L l'onde arrivant par la branche droite est-elle en phase avec l'onde arrivant par la branche gauche ?

On admet que les signaux observés correspondent à la somme des ondes qui se sont propagées dans les deux branches.

4. Qu'observe-t-on si les deux ondes arrivent en opposition de phase en S ?
5. Qu'observe-t-on si les deux ondes arrivent en S en phase ?
6. On fait maintenant varier la longueur L ; on observe qu'il faut faire varier L de $5,4\text{ cm}$ entre deux positions où les ondes sont en phase. Déterminer la longueur d'onde des ondes utilisées.
7. En déduire la célérité des ondes utilisées dans cette étude.