

**EPREUVE DE PHYSIQUES, Séries C,D,E et GCE A-LEVEL 2009**

Durée (Time) : 4 Heures (Hours)

**EXERCICE I :(3pts)**

Dans une canalisation de transfert de livres d'une librairie, un conteneur de masse  $M = 2Kg$  lâché sans vitesse initiale d'un étage situé en un point B parvient à l'étage inférieur suivant un coude BC en forme de quart de cercle de centre O et de rayon  $BO = R = 5\text{ mètres}$ . Le conteneur subit de la part de la canalisation une force de frottement de valeur constante  $F_t = 8N$ .

1. Quelle est la vitesse du conteneur au point C ?
2. Arrivé au point C, le conteneur poursuit son mouvement dans un tube horizontal.  $F_t$  est inchangé. En quel point le conteneur s'arrêtera t-il ?  $g = 9,8\text{ m/s}^2$

**EXERCICE II :(6pts)**

Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur L et d'une sphère métallique de masse m. On néglige tout d'abord les phénomènes d'amortissement. Lorsque le pendule est en équilibre, on communique à la sphère une vitesse horizontale  $V_0$ .

Données:  $L = 3cm$  ;  $V_0 = 0,030\text{ m/s}$  ;  $m = 0,010\text{ Kg}$  ;  $g = 9,8\text{ m/s}^2$

- 1.1. Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur du pendule en fonction de son élongation angulaire  $\alpha$ .
- 1.2. Que devient cette expression dans l'approximation des petits angles ?
2. Exprimer l'énergie mécanique du pendule en fonction de son abscisse angulaire  $\alpha$  et de sa vitesse angulaire  $\dot{\alpha} = \frac{d\alpha}{dt}$ . Donner sa forme dans l'approximation des petits angles.
3. Calculer l'amplitude angulaire  $\alpha_0$  du mouvement. L'approximation des petits angles est-elle justifiée ?
4. Pour un mouvement effectué sous de petits angles avec la verticale,  
 $V = \alpha \cdot \left(\frac{2E_m}{mgL}\right)^{-1/2}$  et  $W = \dot{\alpha} \cdot \left(\frac{2E_m}{mL^2}\right)^{-1/2}$ . V et W sont appelés coordonnées réduites de position et de vitesse,  $E_m$  désigne l'énergie mécanique du pendule.
- 4.1. Tracer la courbe joignant les points de coordonnées V et W (portrait de phase). Dans quel sens cette courbe est-elle parcourue au cours du temps ?
- 4.2. Le mouvement du pendule est maintenant amorti lentement. Représenter sommairement son portrait de phase. On définira les coordonnées réduites en utilisant la valeur initiale  $E_{m0}$  de l'énergie mécanique.

**EXERCICE III : (6pts)**

On rappelle que la norme de la force de gravitation subie par un point matériel de masse  $m$  à la distance  $(R+h)$  du centre est  $F = \frac{mG_0R_T^2}{(R_T+h)^2}$  où  $R_T$  est le rayon de la terre et  $h$  l'altitude (On donne  $R_T = 6400 \text{ km}$ ,  $G_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

1. Un satellite décrit autour de la Terre une orbite circulaire à une altitude  $h$  à la vitesse constante  $= 7 \times 10^3 \text{ m/s}$ . Calculer  $h$  ainsi que la durée  $T$  d'une révolution.
2. Quand dit-on qu'un satellite est géostationnaire ? A quelle distance  $h'$  doit graviter le satellite précédent pour être géostationnaire ? On donne la durée du jour sidéral :  $86400 \text{ s}$ .
3. L'énergie potentielle de gravitation du système (satellite-terre) s'écrit  $E_p = -\frac{mG_0R_T^2}{R_T+h}$  où  $m$  est la masse du satellite. Déterminer l'expression de l'énergie mécanique totale du système en fonction de  $m, G_0, R_T, h$ .

**EXERCICE IV : (5pts)**

Entre deux bornes A et B d'une portion de circuit, sont montés en série, une résistance pure  $R = 200\Omega$ , une inductance non résistive  $L = 2H$  et un condensateur de capacité  $C = 10 \mu F$ . On maintient entre A et B une ddp sinusoïdale de valeur efficace  $U = 220 \text{ V}$  et de fréquence  $f = 100 \text{ Hz}$ .

- 1.1. Calculer la réactance  $X = \frac{L\omega - 1}{C\omega}$ , l'impédance  $Z$  et l'intensité efficace  $I$  traversant cette portion de circuit ;
- 1.2. Construire le diagramme de Fresnel représentant les valeurs instantanées des tensions aux bornes de chaque appareil. En déduire le déphasage  $\varphi_1$  existant entre l'intensité  $i$  et la tension  $u$  aux bornes du circuit. Lequel des deux effets, inductif ou capacitif est prépondérant ?
  2. On remplace entre A et B le circuit précédent par un circuit analogue dans lequel  $R' = 100\Omega$  ;  $L' = 4H$  ;  $C' = 20 \mu F$ , la différence de potentiel est inchangée ;
    - 2.1. Calculer la réactance  $X'$  et l'impédance  $Z'$  du circuit à  $100 \text{ Hz}$
    - 2.2. Pour quelle valeur  $f'_i$  de la fréquence, l'intensité efficace est-elle maximale ? Calculer alors l'intensité correspondante.
    - 2.3. On appelle coefficient de surtension  $Q$  du circuit le rapport entre la tension efficace  $U_C$  aux bornes du condensateur à la tension  $U$  du circuit à la résonance. Exprimer  $Q$  en fonction de  $R', C', f'$  d'une part, et en fonction de  $R', L', et f'$  d'autre part.  $f'$  désigne la fréquence à la résonance. Calculer  $Q$ .
3. On associe maintenant en série entre A et B les deux circuits précédents,  $R, L, C, R', L'$  et  $C'$ . La ddp entre A et B est inchangée.



- 3.1. Montrer que le nouveau circuit est équivalent à un circuit série  $R''L''C''$  dont on calculera les valeurs. En déduire les valeurs de la réactance  $X_1$ , de l'impédance  $Z_1$  et de l'intensité efficace  $I_1$  à  $f = 100\text{Hz}$ .
  - 3.2. Calculer le déphasage  $\varphi$  existant entre l'intensité et la tension.
  - 3.3. Montrer qu'il est possible de trouver une autre fréquence  $f_2$  pour laquelle le déphasage  $\varphi$  aura la même valeur absolue.
  - 3.4. Montrer que  $ff_2 = f_0^2$ ,  $f_0$  étant la fréquence de la résonance. Calculer  $f_2$ .
- N.B. Dans tout l'exercice on prendra  $\pi^2 = 10$ .

**EXERCICE V : (5pts)**

Soit :  $h_1 = 50\text{ cm}$  ;  $h_2 = 10\text{ cm}$  ;  $g = 9,8\text{ N.Kg}^{-1}$  ;  $P_{atm} = 10^5\text{ Pa}$  ;  $\rho_h = 850\text{ Kg.m}^{-3}$  ;  $\rho_{Mercure} = 850\text{ Kg.m}^{-3}$

1. Calculer la pression absolue et la pression effective du gaz ;
2. Calculer la pression absolue et la pression effective au fond du réservoir ;
3. Quelle est l'indication du manomètre M gradué en pression relative ?

