UNIVERSITE MOULAY ISMAIL

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS-MEKNES

Concours d'entrée en Première année de l'ENSAM de Meknès
Filières : Sciences Mathématiques A et B

Meknès, le 09 Aout 2011

Epreuve de Physique
Durée : 2h 30

- *L'épreuve contient 6 pages*
- *Répondre dans la feuille : « Fiche des réponses »*
- *Toute application numérique manquant l'unité ne sera pas comptée*

Les pages 5/6 et 6/6 sont des fiches des réponses à rendre.

Exercice 1.

Soit un ascenseur de masse M, destiné à soulever une charge dont la masse maximale est notée m. Son mouvement vers le haut est freiné par une force de frottement $\vec{f}$, supposée constante. On désigne par T la force de traction, développée par le moteur de l'ascenseur pour faire monter la charge. Soit v la vitesse de montée du système (ascenseur+charge). On donne : $M = 1000\,Kg$, $m = 800\,Kg$, $f = 4000\,N$, $g = 10\,m/s^2$.

1. Exprimer la force de traction T nécessaire au soulèvement du système à une vitesse constante en fonction de M, m, g et f. Calculer la puissance P_1 que doit fournir le moteur pour $v = 3\,m/s$.
2. Exprimer la puissance P_2 que doit fournir le moteur pour réaliser une accélération constante de module γ vers le haut en fonction de M, m, g, γ, f et la vitesse instantanée v (on néglige l'inertie du moteur). Calculer cette puissance à l'instant $t = 2\ s$ si le départ était à vitesse nulle et $\gamma = 0.8\,m/s^2$.
3. Le câble de traction (de masse négligeable) de l'ascenseur s'enroule sur le moteur au moyen d'un tambour de rayon R, le tambour a une inertie J par rapport à son axe (Fig.1). A un moment donné, le tambour se trouve sans liaison avec le moteur et le système est alors en chute libre. Trouver l'accélération γ du système en fonction de M, m, J, R, g et f.
4. Calculer la distance parcourue pour une durée d'une seconde, en négligeant le moment d'inertie J du tambour, (indication : le frottement est toujours existant (force f=4000 N) et vitesse initiale nulle).

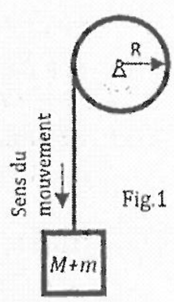


Fig.1

Exercice 2.

Soit une bille de masse m, en chute au sein d'un fluide (Fig.2), dans le champ de pesanteur uniforme d'accélération $\vec{g} = -g\vec{z}$, lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur h. La bille est assimilée à un point matériel (son volume est nul), sa position est repérée par la cote $z(t)$ relativement à l'axe vertical ascendant (Oz) du repère galiléen $R(Oxyz)$, ses coordonnées $x(t)$ et $y(t)$ sont constamment nulles.

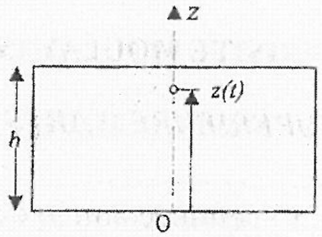


Fig. 2

Cas I : La poussée d'Archimède et le frottement du fluide sont négligés.

5. Exprimer l'accélération γ de la bille en fonction de g. En utilisant les conditions initiales, déterminer l'équation horaire $z(t)$ du mouvement de la bille.

Cas II : La poussée d'Archimède est toujours négligée, mais le frottement du fluide n'est plus négligé et il est représenté par une force telle que $\vec{f}=-\alpha\vec{v}$ agissant sur la bille ; $\vec{v}$ étant le vecteur vitesse instantanée de la bille et α est une constante positive.

6. Etablir l'équation différentielle du mouvement de la bille.
7. On admet que la vitesse peut se mettre sous la forme $v(t)=\frac{-mg}{\alpha}+A\ e^{-t/\tau}$, où A et τ sont des constantes à identifier : déterminer A et τ en fonction de m, g et α.
8. déterminer la position $z(t)$ de la bille en fonction de $m, \alpha,\ g,\ h$ et le temps t.

Exercice 3.

On considère un pendule pesant constitué d'une plaque homogène de forme carrée, de côté $2b$, de centre de gravité G, de masse m, située dans le champ de pesanteur d'accélération g suivant l'axe vertical (Ox) ; elle est suspendue au milieu de l'un de ses côtés (fig.3) et réalise, dans le repère galiléen $R(Oxyz)$, des oscillations autour de sa position d'équilibre, sans frottement. Pour une position quelconque, la plaque est repérée par l'angle θ que forme la droite (OG) avec la verticale. On donne le moment d'inertie de la plaque par rapport à l'axe (Oz) : $J=\frac{5mb^2}{3}$.

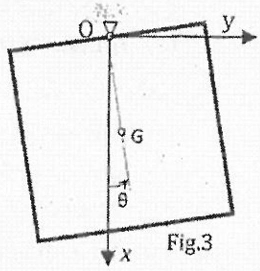


Fig.3

9. Exprimer l'énergie potentielle E_p de la plaque, en fonction de $m,\ g$, b et θ. On prendra $E_p=0$ pour $\theta=0$.
10. Exprimer son énergie cinétique E_c et son énergie mécanique E_m, en fonction de $b, m,\ g, \theta$ et $\dot{\theta}$.
11. Si à l'instant initial, la plaque est lâchée sans vitesse initiale à partir de l'angle θ_m, déterminer la vitesse maximale v_{max} de son centre de masse en fonction de $b,\ g$ et θ_m.
12. En utilisant la loi de conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement de la plaque.

Dans la suite, on considère les petites oscillations de la plaque, on rappelle que $\cos^2\theta\approx 1-\theta^2/2$ et $\sin\theta\approx\theta$ pour θ petit. On donne pour les applications numériques : $\theta_m=\pi/20$, $b=0.1$m et $g=10$ m/s².

13. Calculer la période T du mouvement de la plaque autour de sa position d'équilibre. Déterminer l'équation horaire du mouvement de la plaque (avec application numérique).
14. Exprimer puis calculer les composantes γ_x et γ_y de l'accélération du cendre de gravité G, à l'instant $t=T/4$.
15. Exprimer puis calculer les composantes R_x et R_y de la force du support sur la plaque au poit O, à l'instant $t=T/4$.

Exercice 4.

Le montage ci-contre comporte un générateur idéal de force électromotrice constante E =24V, deux condensateurs de capacités respectives : C_1 = 10 μF et C_2 = 150 μF et une bobine d'inductance L.

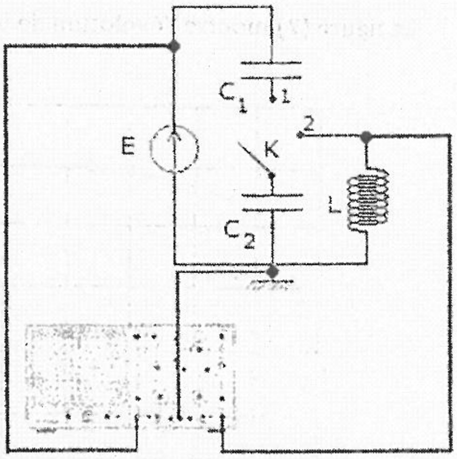


Fig.4

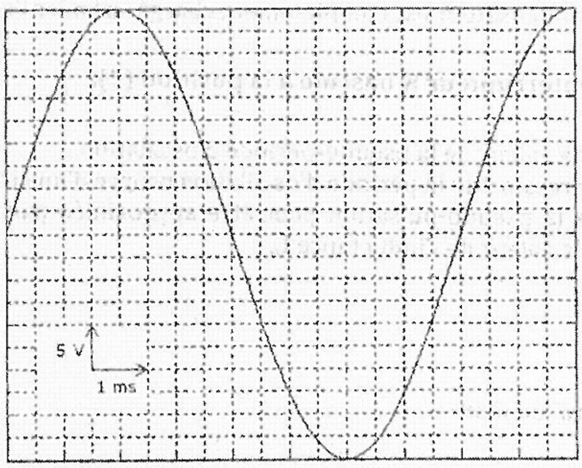
L'interrupteur k est en position (1).

16. Donner l'expression de la capacité équivalente C des deux capacités C_1 et C_2.
17. Calculer sa valeur numérique.
18. Donner l'expression de la tension aux bornes de la capacité C_2 lorsque les deux condensateurs sont complètement chargés.
19. Calculer sa valeur numérique.
20. Donner l'expression de la charge électrique Q_2 du condensateur C_2.

L'interrupteur k est en position (2).

La figure (5) illustre la tension aux bornes de la bobine L.

Fig.5



21. Donner l'équation différentielle vérifiée par cette tension qu'on note $u_L(t)$.
22. Donner l'expression de la tension $u_L(t)$.
23. Donner l'expression de la période propre T_0 des oscillations en fonction de L et C_2.
24. Calculer sa valeur numérique.
25. Déduire la valeur de l'inductance L.

Exercice 5.

Le montage ci-contre comporte un générateur idéal de force électromotrice constante E =15V, deux résistances R_1 et R_2, un condensateur de capacité C = 42 μF et une bobine d'inductance L.

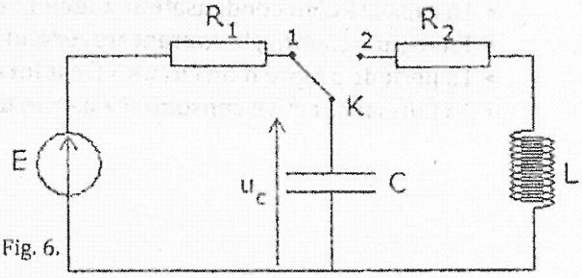


Fig. 6.

La figure (7) montre l'évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

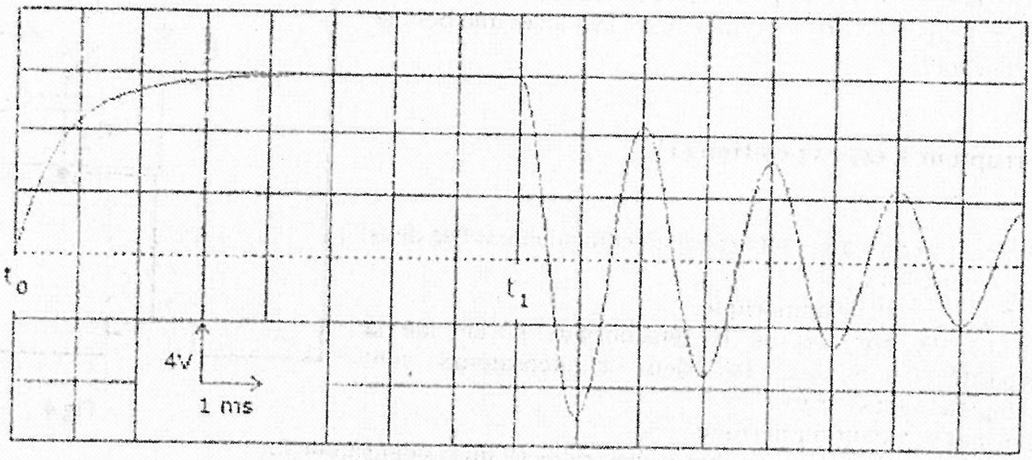


Fig. 7.

A l'instant t_0, l'interrupteur K est en position (1).

26. La constante du temps du circuit RC étant égale à 0.9 ms. Quelle est la valeur de la résistance R_1 ?
27. Une fois le condensateur est complètement chargé, calculer l'énergie qui y est emmagasinée.

A l'instant t_1, l'interrupteur K bascule à la position (2).

28. Déterminer la valeur de la pseudo-période d'oscillation.
29. Donner l'expression de la période d'oscillation propre d'un circuit LC.
30. Sachant que la pseudo-pulsation peut être approximée par la pulsation propre d'un circuit LC, déterminer la valeur de l'inductance L.

Exercice 6.

Répondre par vrai ou faux.

- Quand la fréquence du courant augmente, l'impédance d'un condensateur augmente.
- Quand la fréquence du courant augmente, l'impédance d'une bobine augmente.
- La valeur efficace d'une tension sinusoïdale de valeur maximale 5V est égale à 3.53V.
- La valeur maximale du déphasage entre deux tensions sinusoïdales est égale à π rad.
- La capacité équivalente de deux condensateurs en série est toujours de valeur plus faible que la plus faible des deux capacités.
- La résistance équivalente de deux résistances en parallèle est toujours de valeur plus faible que la plus faible des deux résistances.
- La capacité d'un condensateur augment d'autant plus que l'épaisseur de son diélectrique est faible.
- En régime continu, le courant traversant un condensateur est toujours nul.
- La période propre d'un circuit LC est inversement proportionnelle à la capacité.
- La puissance active consommée par un dipôle est toujours supérieure à la puissance apparente.