

UNIVERSITE MOULAY ISMAIL
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS-MEKNES

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

Meknès, le 09 Aout 2011

Epreuve de Physique

Durée : 2h 30

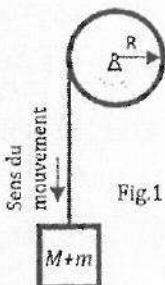
- *L'épreuve contient 6 pages*
- *Répondre dans la feuille : « Fiche des réponses »*
- *Toute application numérique manquant l'unité ne sera pas comptée*

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 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 : $M = 1000 \text{ Kg}$, $m = 800 \text{ Kg}$, $f = 4000 \text{ N}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

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 $v = 3 \text{ m/s}$.
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 $t = 2 \text{ s}$ si le départ était à vitesse nulle et $\gamma = 0.8 \text{ m/s}^2$.
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 $f=4000 \text{ N}$) et vitesse initiale nulle).



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 $\bar{g} = -g\hat{z}$, 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.

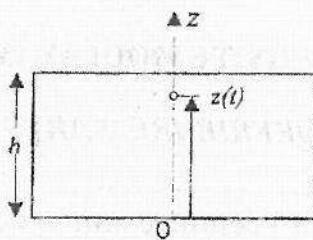


Fig. 2

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.

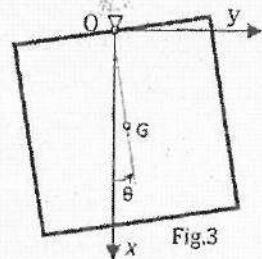
6. Etablir l'équation différentielle du mouvement de la bille.

7. On admet que la vitesse peut se mettre sous la forme $v(t) = \frac{-mg}{\alpha} + A e^{-\alpha t}$, 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 , α , 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) : $J = \frac{5mb^2}{3}$.



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_k et son énergie mécanique E_m , en fonction de b , m , g , θ et $\dot{\theta}$.
11. Si à l'instant initial, la plaque est lâchée sans vitesse initiale à partir de l'angle θ_0 , déterminer la vitesse maximale v_{max} de son centre de masse en fonction de b , g et θ_0 .
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 : $\theta_0 = \pi/20$, $b = 0.1\text{m}$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$.

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_z de l'accélération du centre de gravité G , à l'instant $t = T/4$.
15. Exprimer puis calculer les composantes R_x et R_z de la force du support sur la plaque au point 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 : $C_1 = 10 \mu F$ et $C_2 = 150 \mu F$ et une bobine d'inductance L .

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 .

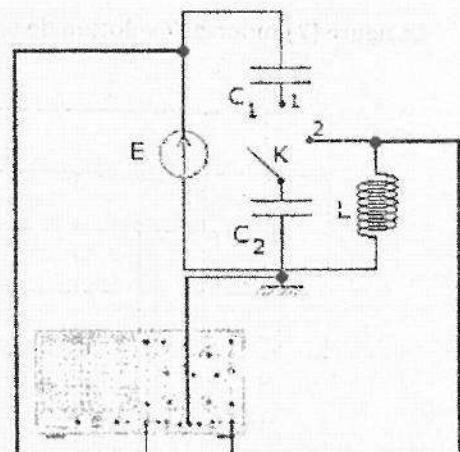
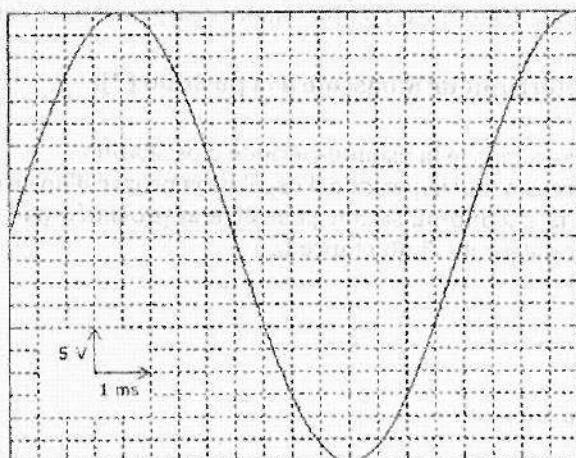


Fig.4

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 $C = 42 \mu F$ et une bobine d'inductance L .

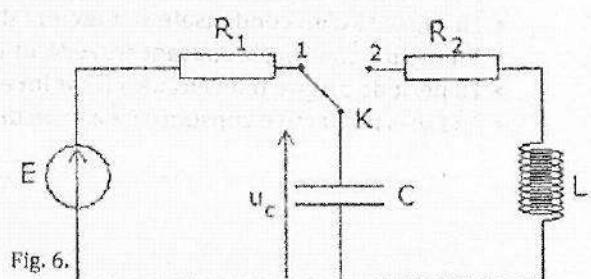


Fig. 6.

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

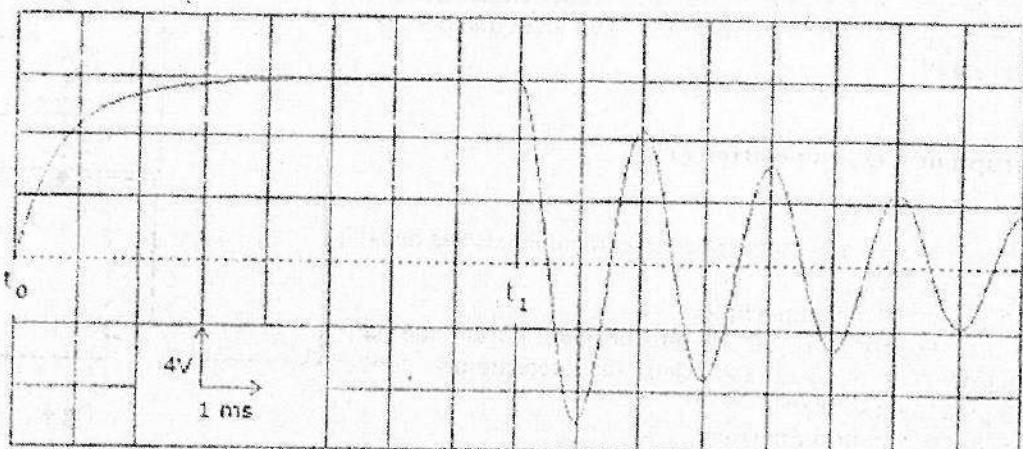


Fig. 7.

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 augmente 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.