

# 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

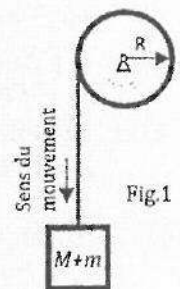
- L'épreuve contient 6 pages
- Répondre dans la feuille : « Fiche des réponses »
- Toute application numérique manquant l'unité ne sera pas comptée

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  $\tilde{f}$ , 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  $P_i$  que doit fournir le moteur pour  $v = 3 \text{ m/s}$ .
2. Exprimer la puissance  $P_i$  que doit fournir le moteur pour réaliser une accélération constante de module  $\gamma$  vers le haut en fonction de  $M$ ,  $m$ ,  $g$ ,  $\gamma$ ,  $f$  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  $\gamma$  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  $\vec{g} = -g\vec{z}$ , 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.

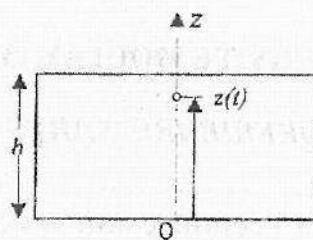


Fig. 2

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

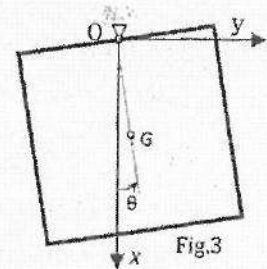
- Exprimer l'accélération  $\gamma$  de la bille en fonction de  $g$ . En utilisant les conditions initiales, déterminer l'équation horaire  $z(t)$  du mouvement de la bille.

**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  $\alpha$  est une constante positive.

- Etablir l'équation différentielle du mouvement de la bille.
- On admet que la vitesse peut se mettre sous la forme  $v(t) = \frac{-mg}{\alpha} + A e^{-t/\tau}$ , où  $A$  et  $\tau$  sont des constantes à identifier : déterminer  $A$  et  $\tau$  en fonction de  $m, g$  et  $\alpha$ .
- 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  $\theta$  que forme la droite (OG) avec la verticale. On donne le moment d'inertie de la plaque par rapport à l'axe (Oz) :  $J = \frac{5mb^2}{3}$ .



- Exprimer l'énergie potentielle  $E_p$  de la plaque, en fonction de  $m, g, b$  et  $\theta$ . On prendra  $E_p = 0$  pour  $\theta = 0$ .
- Exprimer son énergie cinétique  $E_c$  et son énergie mécanique  $E_m$ , en fonction de  $b, m, g, \theta$  et  $\dot{\theta}$ .
- Si à l'instant initial, la plaque est lâchée sans vitesse initiale à partir de l'angle  $\theta_0$ , déterminer la vitesse maximale  $v_{\max}$  de son centre de masse en fonction de  $b, g$  et  $\theta_0$ .
- 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  $\theta$  petit. On donne pour les applications numériques :  $\theta_0 = \pi/20$ ,  $b = 0.1\text{m}$  et  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- 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).
- Exprimer puis calculer les composantes  $\gamma_x$  et  $\gamma_y$  de l'accélération du centre de gravité  $G$ , à l'instant  $t = T/4$ .
- Exprimer puis calculer les composantes  $R_x$  et  $R_y$  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  $C_2$ .

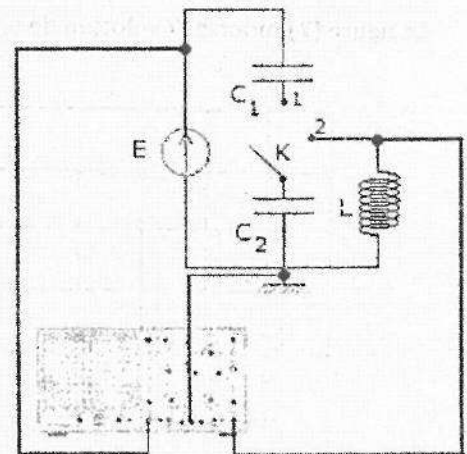
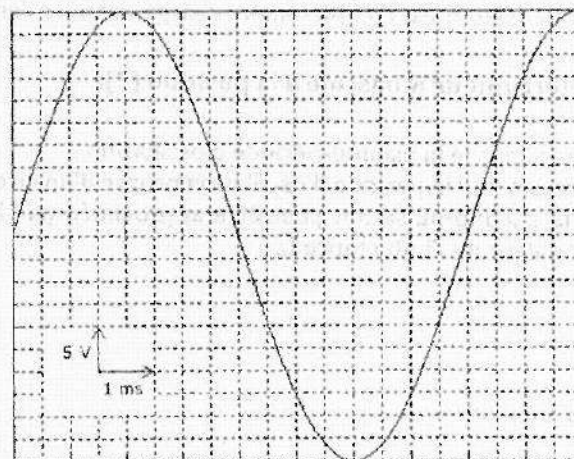


Fig.4

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  $L$ .

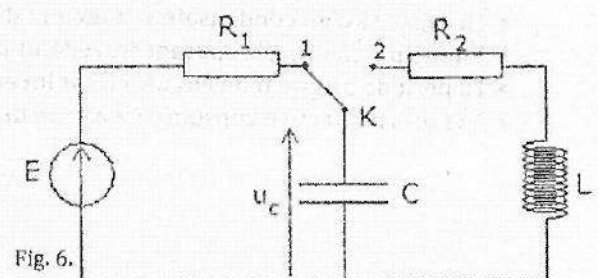


Fig. 6.



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

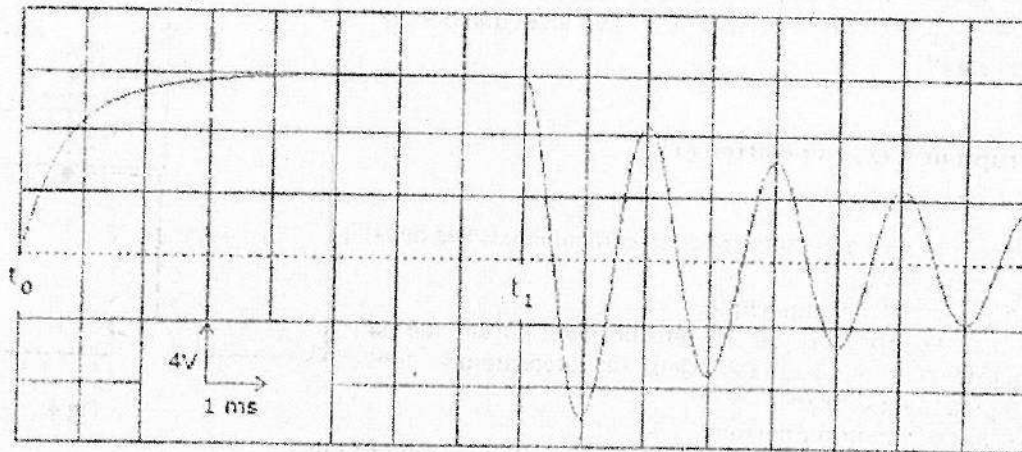


Fig. 7.

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  $\pi$  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.