Concours d'entrée en 1ère année des années préparatoires de l'ENSAM Casablanca-Meknès

SERIES : SCIENCES EXPERIMENTALES ET BRANCHES TECHNIQUES

Epreuve de physique

Durée: 2h20min **Le 2 Août 2014**

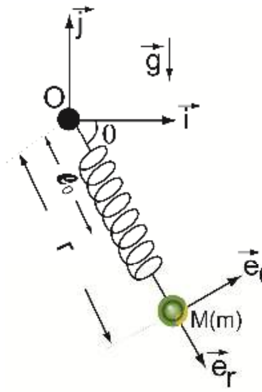
- *L'épreuve contient 4 pages. Elle est composée de deux parties indépendantes : une partie rédaction et une partie QCM.*
- *Répondre dans la feuille « fiche de réponse ».*
- *L'usage de la calculatrice programmable est strictement interdit.*

PARTIE REDACTION

Physique I: (Mécanique) (Les parties A et B sont indépendantes)

Partie A

Le ressort étudié a une masse négligeable, une longueur à vide l_0 et une constante de raideur k. Une de ses extrémités est accrochée à une pointe O liée à un mur. Dans l'autre extrémité est attaché un point matériel M de masse m=5kg. Le système (Masse m + Ressort) tourne librement dans un plan vertical autour de O. Le mouvement peut être repéré dans les deux référentiels suivants:

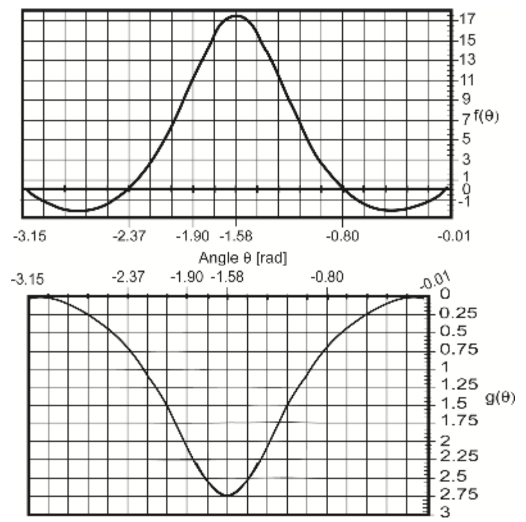


- $\mathcal{R}\left(O,\vec{i},\vec{j}\right)$ un référentiel fixe considéré galiléen et lié au mur,
- $\mathcal{R}_s$ un référentiel tournant muni de la base polaire $\left(O,\vec{e}_r,\vec{e}_\theta\right)$ où M est repéré par ses coordonnées polaires r et θ.

L'angle $\theta\left(\vec{i},\vec{e}_r\right)$ est compté positivement dans le sens trigonométrique. A l'équilibre, le système (Masse m + Ressort) est stabilisé à une position verticale du faite de la pesanteur terrestre. On prendra g=9.81m/s^2 et on négligera les frottements de l'air.

1. Exprimer les différentes forces s'exerçant sur la masse M.
2. Lorsque le système est à l'équilibre, exprimer la distance à l'origine r_e du point M.
3. Exprimer le vecteur $\vec{j}$ dans la base polaire.

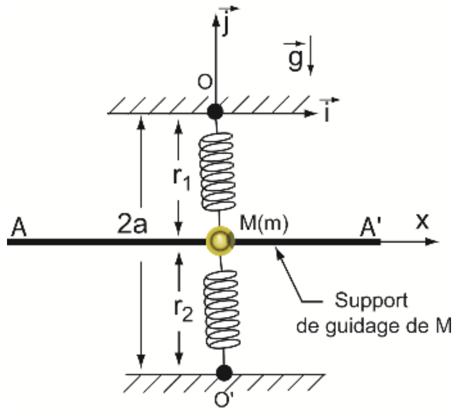
Le point M est maintenant lâché sans vitesse initiale et sans imposer de compression au ressort avec un angle $\theta=0$ (horizontalement). Un système de capteur permet le suivi temporel de la position du point M pendant un laps de temps. A partir de cette acquisition de données, les deux fonctions suivantes sont calculées: $g\left(\theta\right)=r-l_0$ et $f\left(\theta\right)=r\dot{\theta}^2-\ddot{r}$.



4. Donner l'expression de la vitesse $\vec{v}\left(M/\mathcal{R}\right)$.
5. Donner l'expression de l'accélération $\vec{\gamma}\left(M/\mathcal{R}\right)$.
6. En projetant sur la base polaire l'équation vectorielle issue de l'application du principe fondamental de la dynamique sur le point M, donner les deux équations différentielles en r et en θ.
7. Ré-exprimer l'équation différentielle contenant le terme $\ddot{r}$ à l'aide des fonctions $f\left(\theta\right)$ et $g\left(\theta\right)$.
8. A partir des deux figures ci-contre et de l'équation obtenue en 7, déterminer la valeur moyenne de $\left(k/m\right)$.
9. D'après les questions précédentes calculer k et l_0. (On prend $r_e=298cm$)

Partie B

Supposant maintenant que la masse M(m) est reliée à deux ressorts, identiques à celui étudié précédemment dans la partie A, placés verticalement (figure ci-contre). Les extrémités O et O' des ressorts sont fixées à des points fixes et distants de $2a$, avec $a > l_0$. A l'équilibre, on désignera par r_1 la longueur du ressort OM et par r_2 celle du ressort $O'M$.



10. A l'équilibre, calculer les longueurs r_1 et r_2 des ressorts en fonction de m, g, a et k.

Considérant maintenant que la masse M(m) peut coulisser sur un dispositif convenable assurant un guidage parfait (sans frottement) suivant l'axe AA'. On suppose que l'on peut faire l'approximation $r_1 = r_2 = a$. On déplace horizontalement la masse m avec la distance δ à partir de sa position d'équilibre et on lâche le système sans vitesse initiale.

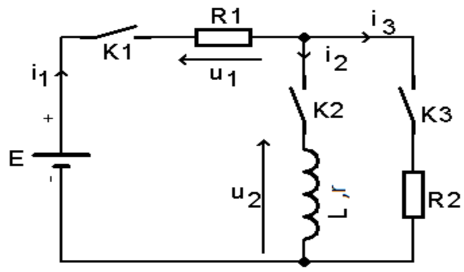
11. Etablir l'équation différentielle du mouvement de la masse m.

12. Dans le cas où $\delta << a$, déduire l'expression de la période T du mouvement de la masse m.

Physique II (Electricité) :

On considère le circuit représenté sur le schéma ci-dessous, il comporte :

- Un générateur de tension continue E.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r.
- Deux conducteurs ohmiques R_1= 10Ω et R_2= 10Ω.
- Trois interrupteurs K_1, K_2 et K_3.

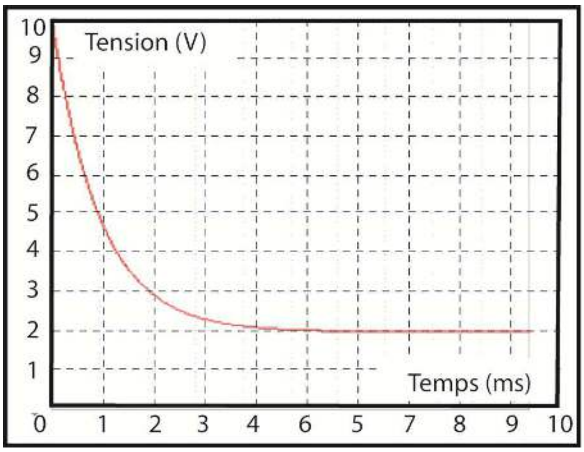


Toutes les parties sont indépendantes et les valeurs des composants peuvent changer d'une partie à l'autre.

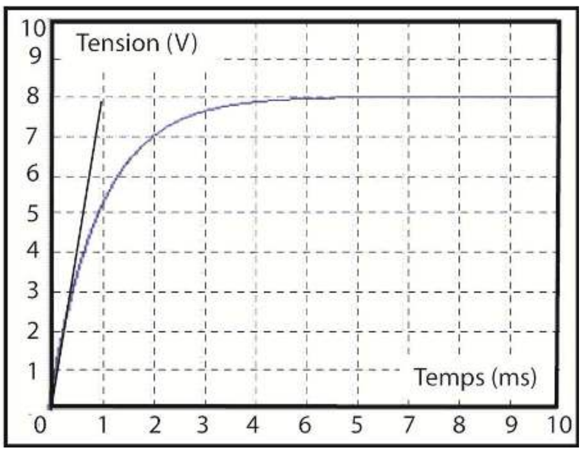
<u>Partie A</u> : K1 et K2 sont fermés et K3 est ouvert.

On note t=0 le temps où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives.

À cet instant, on procède à l'enregistrement de la tension aux bornes de la résistance R1 et de celle aux bornes de la bobine L. On obtient les courbes $\mathbf{y}_1$ = f (**t**) et $\mathbf{y}_2$ = g (**t**).



Courbe y_1= f(t)



courbe y_2= g(t)

1. Identifier la grandeur $\mathbf{y}_1$ (tension aux bornes de la résistance ou tension aux bornes de la bobine).
2. Donner la valeur de la force électromotrice E du générateur de tension.

Le circuit étudié peut être caractérisé par sa constante de temps τ. Pour un circuit (R, L), on pose : $\tau = \frac{L}{R}$

3. Donner l'expression de R en fonction de R1 et r.
4. Donner l'expression de u_1(t) en fonction de E, R1, r et τ.

5. On admet que : $i_1(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$. Calculer la valeur de A.
6. Calculer la valeur de r.
7. Donner la valeur de τ déterminée graphiquement.
8. En déduire la valeur de L.
9. Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine quand le régime permanent est établi.

Partie B : K1, K2 et K3 sont fermés.

Dans cette partie, on note t=0 le temps où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives. On remplace L par une bobine d'inductance L1=10mH et de résistance interne négligeable.

10. A $t=0^+$, calculer l'intensité du courant i_1.
11. Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant $i_2(t)$ et sa dérivée en fonction de E, R1, R2 et L1.
12. Résoudre cette équation différentielle en supposant que l'intensité initiale du courant est $i_2(0)=0$.
13. Donner l'expression en fonction du temps de la tension u_1.
14. Calculer les intensités i_1 et i_3 en régime permanant.
15. Calculer le temps de montée de l'intensité du courant $i_2(t)$, celui-ci étant le temps nécessaire pour passer de 10% à 90%.
16. Calculer la résistance équivalente vue par la source de tension en régime permanant.

Partie C:

Dans cette partie, les interrupteurs **K1, K2 et K3 étaient fermés** pendant un long intervalle de temps. A l'instant t=0 on garde K2 et K3 fermés et on ouvre K1.

17. Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant i_2 et sa dérivée.
18. Etablir en fonction du temps, l'expression de l'intensité du courant i_2.

PARTIE QUESTIONS A CHOIX MULTIPLES

Important: *Cette épreuve est un Q.C.M (questions à choix multiples). Pour chaque question, on vous propose 4 réponses. Cocher la réponse juste par une croix dans la case correspondante.*

Barème : *Une réponse juste : + 2, Pas de réponse : 0, Une réponse fausse ou plus d'une seule réponse :-1*

1. Une balle A est lancée, sans vitesse initiale, à partir du toit d'un immeuble de hauteur H. En même temps, une balle B est lancée avec une vitesse initiale v_o du bas vers le haut du bâtiment. Quand A et B rentrent en collision, on a $v_a=2v_b$. Supposons que la collision se produit à une hauteur h et à l'instant t_c.

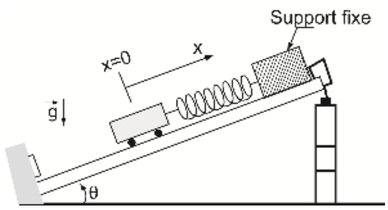
1.1 La vitesse initiale de la balle B est :

a. $v_o = \sqrt{g\left(H + \frac{3gh}{2}\right)}$ **b.** $v_o = \sqrt{\frac{gH + 3gh}{2}}$ **c.** $v_o = \sqrt{H - \frac{3gh}{2}}$ **d.** $v_o = \sqrt{gH + \frac{2h}{H}}$

1.2 Le temps en lequel la collision entre les deux balles se produit est:

a. $t_c = \frac{2}{3}g$ **b.** $t_c = \frac{2}{3}v_0 g$ **c.** $t_c = \frac{2v_0}{3g}$ **d.** $t_c = \frac{v_0}{3g}$

2. Soit un ressort de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k. L'une des extrémités du ressort est fixée et l'autre est liée à un chariot de masse m qui se déplace sans frottement sur un plan incliné d'un angle θ par rapport à l'horizontale. A cause du chariot, le ressort s'étire légèrement tel que $l>l_0$.



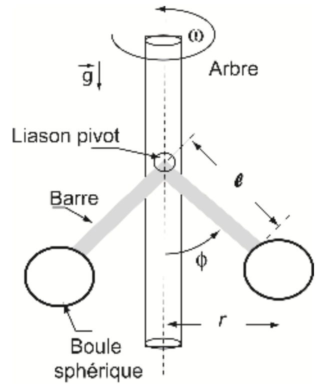
2.1 A l'équilibre, l'expression de l est:

a. $l = l_0 + \frac{mg\sin\theta}{k}$ **b.** $l = \frac{mg\cos\theta}{k}$ **c.** $l = l_0 + mgk\cos\theta$ **d.** $l = mgl_0 + k\sin\theta$

2.2 Maintenant, on déplace le chariot le long de la rampe de façon à comprimer le ressort à partir de la position d'équilibre jusqu'à une distance x_0 de l'origine. Ensuite, on le relâche (On prendra l'origine x=0 la position du chariot à l'équilibre). Donner la vitesse du chariot lorsqu'il revient à sa position d'équilibre ?

a. $\sqrt{gx_0\sin\theta + \frac{k}{2m}x_0^2}$ **b.** $\sqrt{mg\sin\theta + \frac{k}{2m}x^2}$ **c.** $\sqrt{2gx_0\sin\theta + \frac{k}{m}x_0^2}$ **d.** $\sqrt{g\sin\theta + \frac{k}{2m}x_0^2}$

3. La figure ci-contre est un régulateur à boules de James Watt. C'est un système permettant de réguler la vitesse de rotation d'une machine à vapeur. Il est constitué de 2 sphères, chacune est de masse *m* et est attachée à un bras rigide de masse négligeable et de longueur ℓ, lié à un arbre rotatif, et libre de pivoter vers le bas et vers le haut.



3.1. Le système est en marche, les boules sphériques décrivent un cercle de rayon *r* autour de l'arbre de rotation. Quelle est l'accélération des boules ?

a. $\omega l^2 \cos\varphi$ **b.** $\omega^2 l \sin\varphi$ **c.** $\omega l \sin\varphi$ **d.** $\dfrac{\sin\varphi}{\omega l}$

3.2. Quelle est la valeur minimale $\omega_{\min}$ de la vitesse angulaire pour que le dispositif fonctionne correctement ?

a. $\sqrt{gl\sin\varphi}$ **b.** $\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ **c.** $\dfrac{g}{l\omega^2}$ **d.** $\dfrac{l}{g}\cos\varphi$

3.3. Le rayon de la trajectoire des sphères est :

a. $\sqrt{l\left(1-\dfrac{mg^2}{l^2}\cos\varphi\right)}$ **b.** $\sqrt{l\left(1-\dfrac{g^2}{l^2}\cos\varphi\right)}$ **c.** $\sqrt{l\left(1-\dfrac{g^2}{l^2\omega^4}\right)}$ **d.** $\sqrt{l^2-\dfrac{g^2}{\omega^4}}$

4. En alternative, un voltmètre mesure :

a. la valeur maximale de la tension.
b. la valeur minimale de la tension.
c. la valeur efficace de la tension.
d. la valeur instantanée de la tension.

5. L'impédance Z d'un dipôle :
a. est indépendante de la fréquence N de la tension alternative.
b. augmente avec cette fréquence.
c. diminue avec cette fréquence.
d. varie avec cette fréquence.

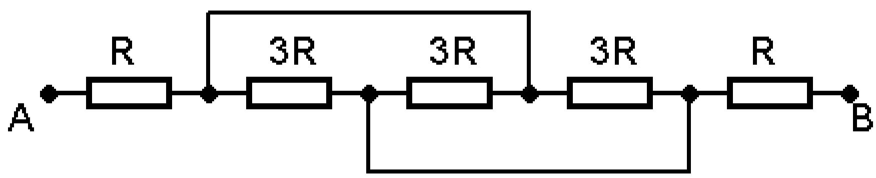
6. Une bobine se comporte comme un conducteur ohmique :
a. lorsque le courant qui la traverse change de valeur.
b. lorsque la tension entre ces bornes change de valeur.
c. en régime permanent.
d. en régime variable.

7. La tension ne peut pas présenter de discontinuité :
a. aux bornes d'un condensateur.
b. aux bornes d'une bobine.
c. aux bornes d'un conducteur ohmique.
d. aux bornes d'un interrupteur.

8. Dans un régime apériodique d'un circuit RLC, le courant :
a. passe par un maximum puis converge vers une valeur finale.
b. converge de façon monotone vers sa valeur finale.
c. oscille en convergeant vers une valeur finale.
d. oscille en divergeant.

9. La constante d'amortissement d'un circuit RLC est :
a. L/R
b. 2L/R
c. LR
d. L/2R

10. Quelle est la résistance équivalente du dipôle AB du montage suivant :



a. 3R
b. 5R
c. 7R
d.11R