

UNIVERSITE MOULAY ISMAIL MEKNES/UNIVERSITE HASSAN II CASABLANCA  
 ECOLES NATIONALES SUPERIEURES D'ARTS ET METIERS-MEKNES/CASABLANCA

Concours d'entrée en Première année de  
 l'ENSAM - Meknès et de l'ENSAM - Casablanca  
 Filières : Sciences Expérimentales et Techniques

Epreuve de Physique  
 Durée : 2h 30 min

24 juillet 2015

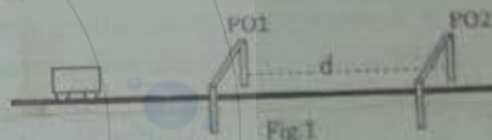
- L'épreuve contient 6 pages
- Répondre dans la feuille « Fiche des réponses » à rendre seule avec la feuille d'examen

**Physique I : Mécanique (cette partie de l'épreuve contient 5 parties indépendantes : I, II, III, IV, V)**

N.B : Chaque question est sur 2 points, la partie V est un QCM. On donne :  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

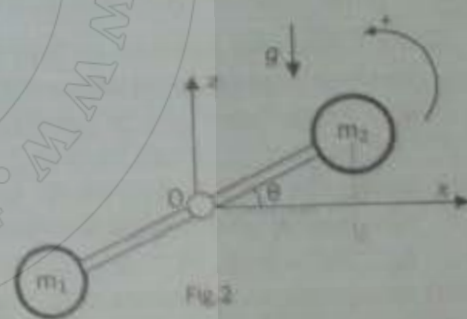
I. Un mobile se déplace le long d'un rail rectiligne avec une accélération constante  $\gamma$ . Pour mesurer sa vitesse, on utilise deux portes optiques PO1 et PO2 (permettant de capter la valeur de la vitesse quand un objet passe devant elle) distantes d'une distance  $d$ . Le mobile est lâché (sans vitesse initiale) à une distance  $d_0$  à gauche de la première porte optique. Il franchit la distance  $d$  en un temps  $T$ , sa vitesse devant la deuxième porte est  $v_2$ .

1. Exprimer la vitesse  $v_1$  du mobile devant la première porte, et son accélération  $\gamma$  en fonction de  $T$ ,  $d$  et  $v_2$ .
2. Calculer la distance  $D$  entre le point de départ et la première porte pour  $T = 0.5\text{s}$ ,  $v_2 = 1.5 \text{ m/s}$  et  $d = 0.5 \text{ m}$ .



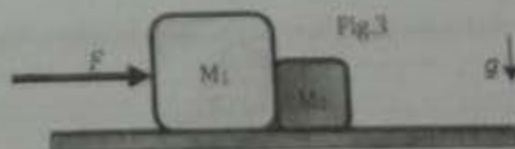
II. On considère le mouvement de rotation d'une tige rigide, de masse  $M$  et de longueur  $l$ , située dans un plan vertical, autour de l'axe (Oz), sans frottement, et qui passe par son centre. On a soudé deux masses ponctuelles  $m_1$  et  $m_2$  aux extrémités de la tige (Fig.2).

3. Exprimer les moments  $M_1$  et  $M_2$  des poids des deux masses en fonction de  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $g$ ,  $l$  et  $\theta$  (respecter le sens positif indiqué).
4. Déterminer l'accélération angulaire  $\alpha$  de la tige en fonction de  $M$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $g$ ,  $l$  et  $\theta$ .



III. On dépose deux blocs l'un contre l'autre de masses  $M_1$  et  $M_2$  sur une surface horizontale lisse, sans frottement, sauf indication. On applique une force horizontale constante  $F$  sur le bloc  $M_1$  comme indiqué sur la figure 3.

5. Énoncer la troisième loi de Newton, puis exprimer l'accélération  $\gamma$  du système en fonction de  $M_1$ ,  $M_2$  et  $F$ .
6. Exprimer la force de contact  $C$  entre les deux blocs en fonction de  $M_1$ ,  $M_2$  et  $F$ .



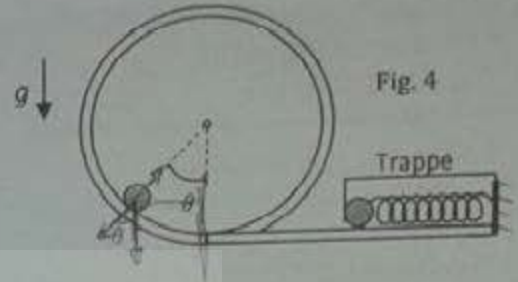
Dans la suite, le frottement entre les blocs et leur support est considéré, les forces de frottement  $F_1$  et  $F_2$  appliquées de la part du support sur  $M_1$  et  $M_2$  respectivement sont telles que : Tant que le bloc  $M_i$  est en équilibre statique, on a :  $F_i \leq \mu_i N_i$  ( $i=1, 2$ ), où  $N_i$  est la composante normale de la réaction du support sur le bloc  $M_i$ . Si le bloc  $M_i$  est en état de mouvement, on a :  $F_i = \mu_i N_i$ .

7. Lors du mouvement du système, déterminer la force de contact entre les deux blocs, en fonction de  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  et  $F$ .

8. Le système est déposé sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale, en considérant  $M_1=2M_2=2M$ ,  $\mu_2=2\mu_1=2\mu$  et  $F=0$ , pour quelle valeur maximale de  $\alpha$ , en fonction de  $\mu$ , le système restera en état statique.



IV. Une masse ponctuelle  $m$  est **poussée** contre un ressort de raideur  $k$  au moyen d'une trappe puis lâchée du repos, la masse n'est pas liée au ressort, mais, elle est juste en contact avec celui-ci avant le départ. Son chemin est composé d'un rail horizontal et d'un rail de forme circulaire de rayon intérieur  $R$  situé dans un plan vertical (Fig.4). Une fois la particule entre dans le chemin circulaire, elle y sera tout le temps. Les frottements sont négligés sauf indication. Soit  $\theta(t)$  l'angle qui décrit la position angulaire de la particule quand elle est sur son chemin circulaire.



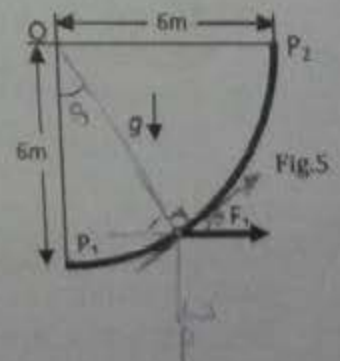
9. Exprimer la composante normale  $R_N$  de la force de réaction du rail sur la masse  $m$  en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $v$ ,  $R$  et  $\theta$ , où  $v$  est la vitesse instantanée de  $m$ . Déterminer l'accélération tangentielle  $\gamma_t$  de  $m$  en fonction de  $g$  et  $\theta$ .
10. Déterminer la plus petite vitesse possible  $v_0$  de la masse  $m$  au point le plus haut de la trajectoire pour qu'elle puisse traverser son chemin en fonction de  $R$  et  $g$ .
11. Déterminer le raccourcissement minimal  $x_0$  du ressort correspondant en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $R$  et  $k$ .
12. Pour une position quelconque, exprimer l'énergie mécanique  $E_m$  de la particule en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $R$ ,  $\theta$ .
13. Déterminer l'équation du mouvement de la particule, exprimer la période du mouvement pour les petites oscillations en fonction de  $g$  et  $R$ .
14. Déterminer l'équation horaire de la particule en tenant compte des conditions initiales :  $\theta(0) = \theta_0$  et une vitesse initiale nulle.
15. A l'instant  $t=T/8$  ( $T$ =période du mouvement), préciser l'angle  $\theta$ , les accélérations normale  $\gamma_n$  et tangentielle  $\gamma_t$ , en fonction de  $\theta_0$ ,  $R$  et  $g$ .

### موقع توجيه نت

V. Répondre aux questions suivantes en cochant la bonne réponse (attention : 2 points pour une réponse juste, (-1 pt) pour une réponse fautive et (0 pt) pour le cas sans réponse) :

16. On fait tourner une bille au bout d'une corde selon une trajectoire circulaire dans le plan vertical, la corde se brise (coupure de la corde) lorsqu'elle est horizontale, la trajectoire de la bille sera :
- a. Parabolique    b. circulaire    c. droite    d. quelconque (imprévisible)
17. Un système de levage soulève au moyen d'un câble une masse verticalement. La masse subit deux forces lors de son mouvement vers le haut : son poids  $P$  et la tension  $T$  du câble. Ces deux forces effectuent respectivement les travaux  $W_P$  et  $W_T$ , lequel des énoncés suivants est vrai :
- a.  $W_P > 0$  et  $W_T > 0$     b.  $W_P < 0$  et  $W_T < 0$     c.  $W_P < 0$  et  $W_T > 0$     d.  $W_P > 0$  et  $W_T < 0$
18. Une particule se déplace dans le plan  $(Oxy)$  selon ses coordonnées :  $(x(t)=2-4t$  et  $y(t) = -3t + t^3)$ , le temps  $(t)$  est en (s) et la position est en cm. A l'instant  $t=2$  s, le module de sa vitesse vaut :
- a.  $|\vec{v}| = 4$  cm/s,    b.  $|\vec{v}| = \sqrt{97}$  cm/s    c.  $|\vec{v}| = 3$  cm/s    d.  $|\vec{v}| = \sqrt{13}$  cm/s
- L'orientation de sa vitesse par rapport à l'axe  $(Ox)$  est à (en radian) :
- a.  $\pi/2 + \arctan(4/9)$     b.  $\arctan(4/9)$     c.  $-\arctan(4/9)$     d.  $\pi/2 - \arctan(4/9)$

Soit une piste lisse en forme de quart de cercle  $(P_1, P_2)$ , de rayon égal à 6 m, située dans un plan vertical (Fig.5). Une masse ponctuelle qui pèse 4 N se déplace de  $P_1$  à  $P_2$  sous l'action de la force  $F_1$  qui est toujours orientée selon l'horizontale et sa grandeur est constante et vaut  $(47/6)$  N.

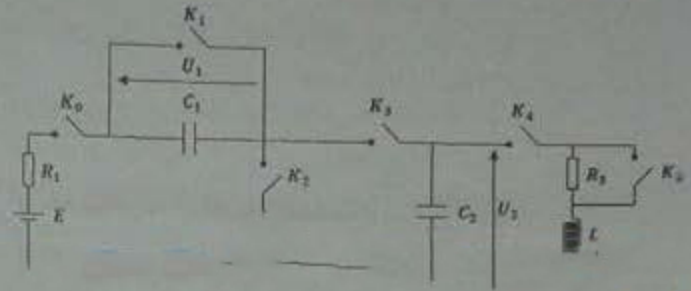


19. La somme des travaux des forces appliquées sur la particule est :
- a. 23 J    b. 71 J    c.  $47\sqrt{2}$  J    d. -23 J
20. Sachant que la vitesse en  $P_1$  était de 4 m/s sa vitesse en  $P_2$  est :
- a.  $\sqrt{131}$  m/s    b. 0 m/s    c.  $3\sqrt{7}$  m/s    d.  $2\sqrt{10}$  m/s

**Physique II : Electricité (cette partie de l'épreuve contient un problème et un QCM)**  
 N.B. Chaque question est notée sur deux points.

**Problème :** Le circuit, schématisé sur la figure ci-contre, comporte :

- Un générateur de tension continue :  $E = 10V$  ;
- Une bobine idéale :  $L$
- Deux condensateurs :  $C_1$  et  $C_2$  ;
- Trois résistances :  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  ;
- Six interrupteurs :  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  et  $K_5$ .



Le circuit sera soumis à un régime permanent à l'instant  $t_0$ .

**Première expérience :** A l'instant  $t_0$ , on ferme l'interrupteur  $K_0$  et  $K_2$ . Tous les autres interrupteurs sont ouverts.

1. Quelle est la constante du temps ( $\tau$ ) du circuit ?
2. Etant donné que  $U_1(0) = 0$ , quelle est la durée nécessaire, en fonction de  $\tau$  pour que la tension  $U_1$  soit égale à  $9.5 V$  ?

Au bout d'un certain temps  $t_1$ , la tension  $U_1$  atteint une valeur permanente.

3. Quelle est la valeur permanente du courant traversant la résistance  $R_1$  ?
4. Quelle est la valeur de la tension  $U_1(t_1)$  ?
5. Quelle est l'énergie emmagasinée par le condensateur à l'instant  $t_1$  en fonction de la tension  $U_1(t_1)$  ?

**Deuxième expérience :** A l'instant  $t_0 = 0$ , on ferme les interrupteurs  $K_0$  et  $K_3$ . Tous les autres interrupteurs sont ouverts.

Les tensions  $U_1(t)$  et  $U_2(t)$  atteignent leurs valeurs permanentes.

A l'instant  $t_1$ , alors que le régime permanent est établi, on ouvre l'interrupteur  $K_0$ , et on ferme l'interrupteur  $K_2$ . L'interrupteur  $K_3$  étant toujours fermé.

Donner l'équation différentielle qui caractérise la tension  $U_2(t)$  après l'instant  $t_1$ .

Quelle est la durée pour que la tension  $U_2(t)$  soit égale à la moitié de sa valeur permanente ?

**Troisième expérience :** On ferme l'interrupteur  $K_4$ , l'interrupteur  $K_5$  étant toujours ouvert.

8. L'équation différentielle qui caractérise le courant  $I_3$ , traversant la résistance  $R_3$ , est donnée par :

$$\frac{d^2 I_3}{dt^2} + \alpha \frac{dI_3}{dt} + \beta I_3 = 0$$

Expliciter les expressions des coefficients  $\alpha$  et  $\beta$ .

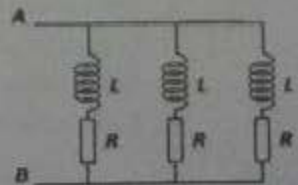
9. Quelle sera la valeur permanente de la tension  $U_2$  ?
10. Si l'on avait fermé l'interrupteur  $K_5$  simultanément avec l'interrupteur  $K_4$ , quelle aurait été la fréquence d'oscillation du courant  $I_3$  ?

**Partie QCM :** Questions à choix multiples

1. Trois bobines identiques, d'inductances  $L$  et de résistances internes  $R$ , sont mises en parallèle entre les points  $A$  et  $B$ .

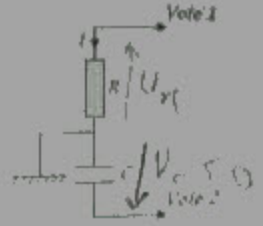
Le dipôle  $AB$  est alors équivalent à :

- a. Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $R$ .
- b. Une bobine d'inductance  $3L$  et de résistance interne  $R/3$ .
- c. Une bobine d'inductance  $L/3$  et de résistance interne  $3R$ .
- d. Une bobine d'inductance  $3L$  et de résistance interne  $3R$ .



2. La capacité équivalente de 5 condensateurs, de capacité  $C$ , misés en série est :
- Toujours supérieure à  $C$ .
  - Égale à  $C$ .
  - Toujours inférieure à  $C$ .
  - Égale à  $5C$ .

3. On essaie de déduire la valeur du courant  $I$  à l'aide d'un oscilloscope à deux voies. Cette valeur :
- Ne peut jamais être déduite à l'aide d'un oscilloscope.
  - Est proportionnelle à la mesure sur la voie 1.
  - Est proportionnelle à la mesure sur la voie 2.
  - Est proportionnelle à la mesure sur la voie 1 et la voie 2.



4. Un condensateur de capacité  $C$ , initialement déchargé, se charge à travers une résistance  $R$ . La tension permanente à ses bornes est égale à  $20V$ . L'instant où la tension aux bornes de la résistance a égalé  $7.4V$  est :
- $RC$
  - $3RC/2$
  - $3RC$
  - $0.5RC$

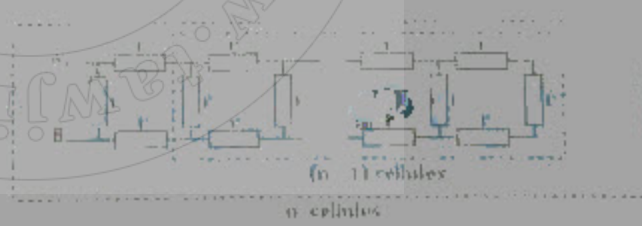
5. Une résistance  $R$  et une bobine d'inductance  $L$  sont en parallèle. La tension à leurs bornes est sinusoïdale de pulsation  $\omega$ . Pour quelle valeur de  $R$ , le courant efficace traversant la résistance est le double du courant efficace traversant la bobine ?
- $L\omega/2$
  - $L\omega/4$
  - $2L\omega$
  - $4L\omega$

6. Pour mesurer expérimentalement la capacité  $C$  d'un condensateur initialement déchargé, on le charge à courant constant d'intensité  $I = 2mA$ . Au bout de  $t = 5s$ , on mesure aux bornes du condensateur une tension  $U = 10V$ . Il est à déduire alors que la capacité est égale à :
- $5mF$
  - $1mF$
  - $0.5mF$
  - $0.1mF$

7. On observe, à l'aide d'un oscilloscope, l'évolution temporelle d'une grandeur  $y(t)$  dès lors qu'on bascule le commutateur en position 2. La grandeur  $y(t)$  doit être :
- Le courant traversant le circuit RLC
  - La tension aux bornes de la résistance
  - La tension aux bornes du condensateur
  - L'énergie emmagasinée par la bobine



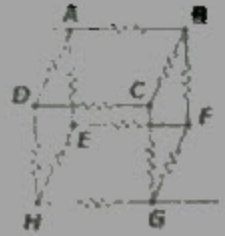
8. La résistance équivalente entre les points A et B obéit à la relation de récurrence :
- $R_n = r(3r + 3R_{n-1}) / (3r + R_{n-1})$
  - $R_n = r(r/3 + R_{n-1}) / (3r + R_{n-1})$
  - $R_n = r(r + 3R_{n-1}) / (3r + R_{n-1})$
  - $R_n = r(2r + R_{n-1}) / (3r + R_{n-1})$



Indication : Essayer pour une cellule puis pour une seconde.

9. Sur les arêtes d'un cube, on a placé des résistances identiques de  $6\Omega$ . La résistance équivalente entre les points A et G vaut :
- $5\Omega$
  - $15\Omega$
  - $6\Omega$
  - $18\Omega$

Indication : pour des raisons de symétrie, on a le même potentiel aux points B, E et D, et le même potentiel aux points C, F et H. les points ayant le même potentiel peuvent être joints par des fils sans changer la résistance équivalente



10. On désire mesurer la valeur d'une résistance. Pour ce faire, on mesure la tension et le courant comme mentionné sur le schéma ci-contre. On applique après la loi d'ohm pour déterminer la valeur de  $R$ .
- Cette valeur est précise.
  - Cette valeur est imprécise suite à une imprécision au niveau de  $I$  et de  $U$ .
  - Cette valeur est imprécise suite à une imprécision au niveau de  $U$ .
  - Cette valeur est imprécise suite à une imprécision au niveau de  $I$ .

