INSTITUT SUPERIEUR DE TECHNOLOGIE

Concours d'entrée 1er CYCLE – Mai 2007

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Nombre de pages : 4

Durée : 3 heures

Calculatrices et documents : interdits

SUJET A RENDRE A LA FIN DE L'ÉPREUVE

COMMENCEZ par inscrire vos noms et prénoms, le centre de passage de l'examen et le numéro de votre place sur le document réponse. Veillez à inscrire vos réponses dans la case correspondante du document réponse. Toute réponse sur un autre support que le document réponse ne sera pas corrigée.

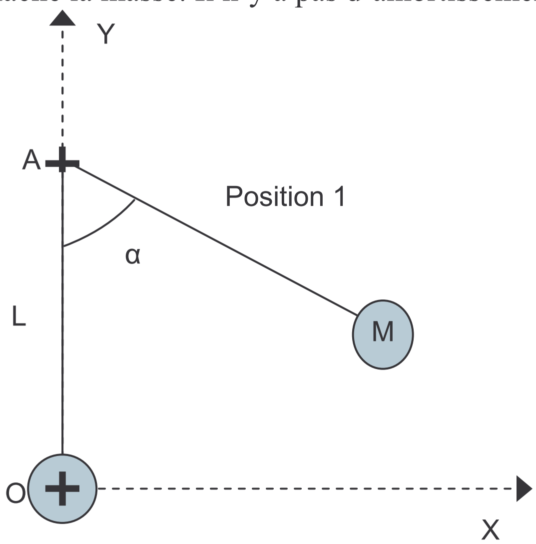
Les surveillants ont pour consigne d'exclure du concours tout candidat qui tente de vouloir copier sur un de ses voisins, d'accéder à des documents quels qu'ils soient, ou d'écrire avant le signal de départ ou après le signal de fin de l'épreuve

Consignes Particulières : Il est impératif de traiter au moins 2 exercices de mécanique et 2 exercices d'électricité. Respectez les emplacements réservés dans le document réponse et justifiez brièvement chacune de vos réponses (sauf pour les exercices 2 et 5).

Mécanique (10 points)

Exercice 1 (2 points)

Une masse M est suspendue à un point fixe A par une tige rigide et indéformable. Elle est initialement sans mouvement. Pour la mettre en mouvement, on la place dans la position 1 (voir figure ci-dessous), puis on lâche la masse. Il n'y a pas d'amortissement au mouvement consécutif à cette action.



Données :

L = 10 mètres ; M = 2 kg ; $g = 10\ N.kg^{-1}$; $\alpha = 60°$

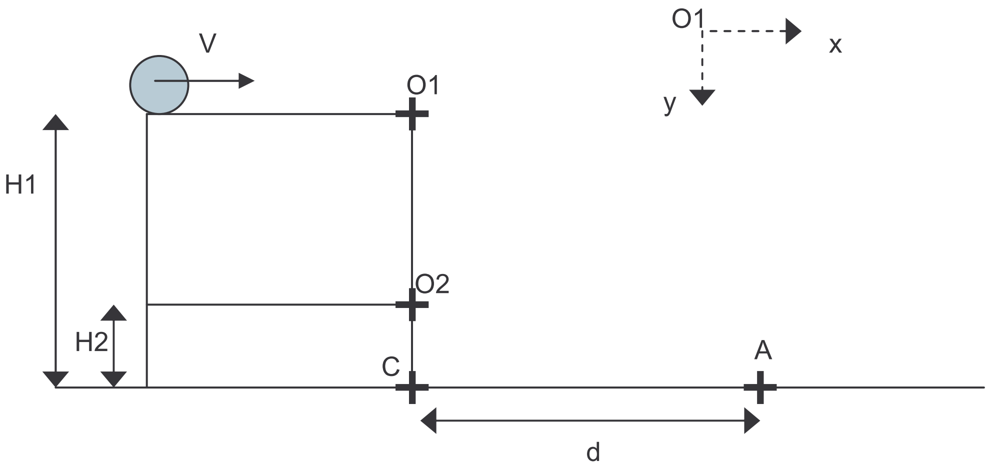
1. Que vaut la force de traction de la tige sur la masse au repos ?
2. Quelle est la nature du mouvement de la masse lorsqu'on la lâche ?
3. Quelle est la vitesse de la masse lorsque celle-ci passe par le point O ? Citer le théorème utilisé.
4. Si la masse n'est soumise à aucune autre force que son propre poids et la traction de la tige, exprimer $\frac{d^2x}{dt^2}$ en fonction de g et α.

Exercice 2 (2,5 points)

NB : Cet exercice adopte le système du **QCM** (Questionnaire à Choix Multiples : voir document réponse pour les explications). Une seule réponse est possible à chaque question. Toute réponse inexacte entraîne le retrait du nombre de points considérés dans le barème. L'annulation ou l'abstention d'une réponse ne sont pas prises en compte, c'est-à-dire ne rapportent ni ne retirent de points.

Une bille de masse M roule sur la partie supérieure d'un échafaudage d'une hauteur H1 à une vitesse initiale constante Vo. Arrivée en O1, elle effectue une chute libre sans frottement et tombe au sol au point A.

1. Au bout de combien de temps après avoir quitté le point O1 la bille touchera-t-elle le sol ?
2. Quelle est la distance d entre les points C et A ?
3. Si la bille avait été sur la partie inférieure de l'échafaudage à la hauteur H2, toujours à la vitesse Vo, combien de temps après avoir quitté O2 la bille aurait-elle touché le sol ?
4. On suppose maintenant que les forces dues à la résistance de l'air ne peuvent être négligées et sont assimilées à une force F horizontale, s'opposant au mouvement.
   A quelle distance du point C la bille touche-t-elle le sol si elle tombe de l'étage supérieur de l'échafaudage avec une vitesse initiale de Vo ?



Données :

M = 2 kg ;
H1 = 20 m ; H2 = 5 m ;
Vo = 2 $m.s^{-1}$; g = 10 $N.kg^{-1}$;
F = 2 N

Exercice 3 (2 points)

La loi de l'attraction universelle est de la forme $F = \varepsilon \dfrac{M1.M2}{d^2}$.

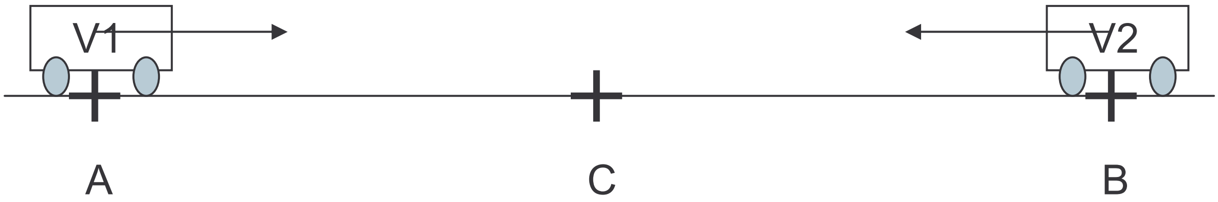
ε est une constante et d la distance en mètres entre deux corps de masses M1 et M2 (en kilogrammes). F est exprimée en Newtons. On note Go l'accélération de la pesanteur au niveau du sol.

1. Exprimer Go en fonction de ε, du rayon R de la terre et de la masse M de la terre, en supposant celle-ci concentrée en son centre.
2. Un satellite artificiel tourne autour de la terre à une altitude z en effectuant un mouvement circulaire uniforme autour de celle-ci. Quelle est son accélération G en fonction de ε, R, M et z ?
   Exprimer ensuite G en fonction de Go, R et z.
3. Quelle est sa vitesse en fonction de Go, R et z?
4. Exprimer la durée de révolution du satellite.

Exercice 4 (3,5 points)

NB : Il est indispensable de détailler vos réponses et d'expliquer la démarche utilisée dans la résolution.

Un véhicule V1 démarre du point A en direction du point B avec une accélération uniforme A1 de 2 m/s². Un véhicule V2 démarre du point B en direction du point A avec une accélération uniforme A2 de 5 m/s².



Données : $\sqrt{2} = 1{,}41$; $\sqrt{3} = 1{,}73$; $\sqrt{5} = 2{,}23$; $\sqrt{10} = 3{,}16$

1. Sachant que la distance L entre A et B est de 100 mètres, à quelle distance du point A les véhicules vont-ils se croiser ?
2. Si à partir du point C, équidistant de A et B le véhicule V2 n'accélère plus, V2 arrivera-t-il en A avant ou après que le véhicule V1 (gardant son accélération uniforme A1) ait rejoint le point B ?

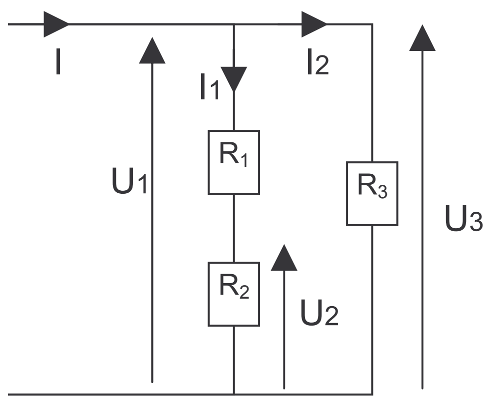
Electricité (10 points)

Exercice 5 (2,5 points)

NB : Cet exercice adopte le système du **QCM** (voir document réponse). Les règles sont les mêmes que pour l'exercice 2.

Données : $R_1 = 10\ \Omega$; $R_2 = 30\ \Omega$; $I_1 = 2$ A et $I_2 = 4$ A

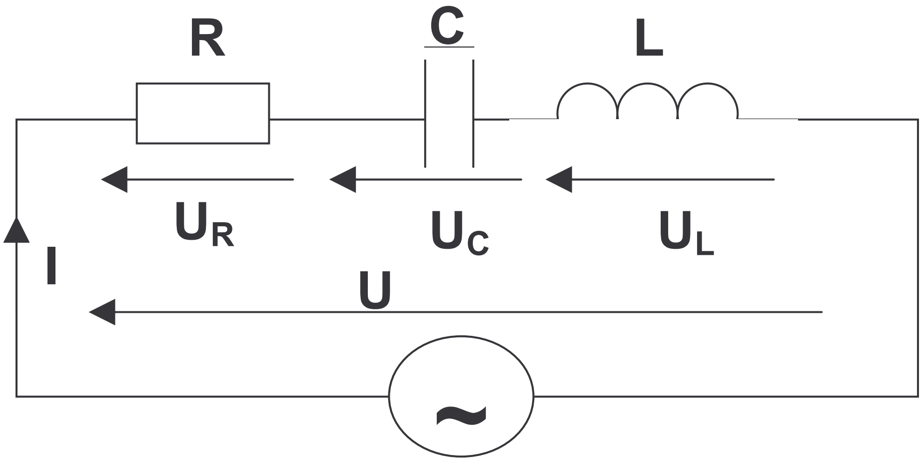
Le schéma ci-dessous représente un circuit électrique dans lequel sont montées les résistances R_1, R_2 et R_3



1. Calculer I.
2. Calculer U_2.
3. Calculer U_1.
4. Quel appareil peut-on utiliser pour mesurer U_1 ? Comment le monter sur le circuit ?
5. Que vaut U_3 ?
6. Calculer R_3.
7. Quelle est la puissance aux bornes de la résistance R_1 ?
8. Quelle est la résistance équivalente aux résistances R_1 et R_2 ?
9. Quelle est la résistance équivalente aux résistances R_1, R_2 et R_3 ?

Exercice 6 (4,5 points)

Le circuit ci-dessous est constitué d'une alimentation de tension alternative fournissant une tension $U(t) = U\sqrt{2}\,\sin(\omega t)$, d'une résistance R en série avec une inductance L et un condensateur C.



Données :

R = 10 Ω ; L = 20 mH ; C = 800 µF

π = 3,1

1. Que représentent t, ω, U, $U\sqrt{2}$? Indiquer leurs unités de mesure en système international.
2. En déduire la période T de ce signal si la fréquence du signal est f = 100 Hz. Que vaut ω ?
3. Quelles unités représentent les lettres Ω, H et F des résistance, inductance et conductance ?
4. Donner les relations liant R, I et U_R, puis L, I et U_L et enfin C, I et U_C.
5. Ecrire la loi des mailles appliquée à ce circuit.
6. A partir des deux questions précédentes, déduire l'équation différentielle de I(t)
7. Quel est le déphasage de la tension U_C par rapport à l'intensité I ?
8. Calculer les valeurs efficaces des tensions U_R, U_L et U_C sachant que la valeur efficace du courant I est de 4 A et que ω = 200 rad/s
9. Représenter les tensions U_R, U_L et U_C et U sur un diagramme de Fresnel. Exprimer le déphasage φ entre l'intensité I(t) et la tension U(t) en fonction des données du problème.
10. Quelle est la puissance active aux bornes du système composé de R, L et C ?

Exercice 7 (3 points)

NB : Cet exercice est l'étude d'un nouveau système.
Aucune notion sur les éléments du nouveau système n'est à connaître initialement.

Un radiateur de résistance R est traversé par un courant périodique d'intensité i(t) = 4 cos (314 t) pendant une durée de 5 heures. On utilise un compteur d'énergie de constante k. On rappelle que l'énergie (avec pour unité le Watt.heure) représente la puissance dissipée pendant une durée donnée. La chaleur Q reçue par le local de la part du radiateur est dépendante de la variation de température du local et de la capacité calorifique µ du local.

Données : R = 30 Ω ; k = 2 $Wh.tr^{-1}$

1. Quelle est la valeur de i à l'instant t = 0 ?
2. Calculer la puissance électrique P du radiateur.
3. Quelle est l'énergie dissipée par effet joule pendant une durée t de 5 heures ?
4. Déterminer le nombre de tours effectués par le compteur pour la mesure de cette énergie.
5. Ce radiateur donne cette énergie à un local, qui la reçoit sous forme de chaleur. On a Q = µ (T-Ti), avec T la température du local et Ti la température initiale de celui-ci.
   Quelle est la température de la pièce au bout de 5 heures, si la température du local est initialement de 20°C et la capacité calorifique de 80 000 J. $°C^{-1}$?