



INSTITUT SUPERIEUR DE TECHNOLOGIE

Concours d'entrée 1^{ER} CYCLE – Mai 2006

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Nombre de pages : 6

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.

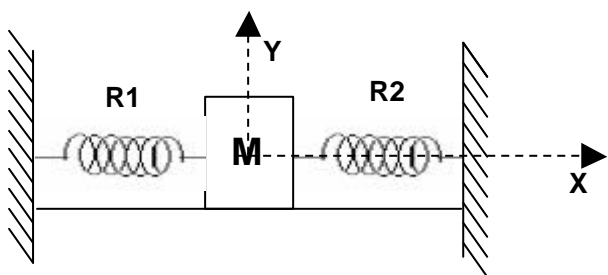
Les surveillants ont pour consigne d'exclure du concours tout candidat qui tente de vouloir copier sur un de ses voisins, d'accéder à des documents quels qu'ils soient, ou d'écrire avant le signal de départ ou après le signal de fin de l'épreuve

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 chacune de vos réponses.

Mécanique (10 points)

Exercice 1 (3 points)

Une masse M est en équilibre sur une table, d'où elle peut glisser sans frottement. Elle est retenue par deux ressorts $R1$ et $R2$ de raideur $K1$ et $K2$.



Données :

$$K1 = 10 \text{ N.m}^{-1} ; K2 = 22 \text{ N.m}^{-1} ; M = 2 \text{ kg.} ; \\ p = 3,2$$

1. A l'instant $t = 0$ s, on déplace la masse M de 10 cm selon l'axe positif des abscisses, de manière à compresser le ressort $R2$ et allonger le ressort $R1$. Quel type de mouvement effectuera la masse si on la lâche ?
2. Quelle est la force exercée par le ressort $R1$ sur la masse M à l'instant $t = 0$ s ? Expliciter chacun des termes.
3. Quelle est l'accélération initiale de la masse ?
4. L'équation différentielle du mouvement de la masse est $\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{K}{M}x = 0$. Que vaut K ?
5. Résoudre cette équation et donner l'équation de mouvement de la masse $X(t)$?

6. Au bout de combien de temps la masse repasse-t-elle par l'abscisse 0 ?

On suppose maintenant qu'il y a des frottements sur la table lors du mouvement de la masse. Ces frottements sont assimilables à une force proportionnelle à la vitesse de la masse sur la table et peuvent s'exprimer tels que $F = a \frac{dx}{dt}$

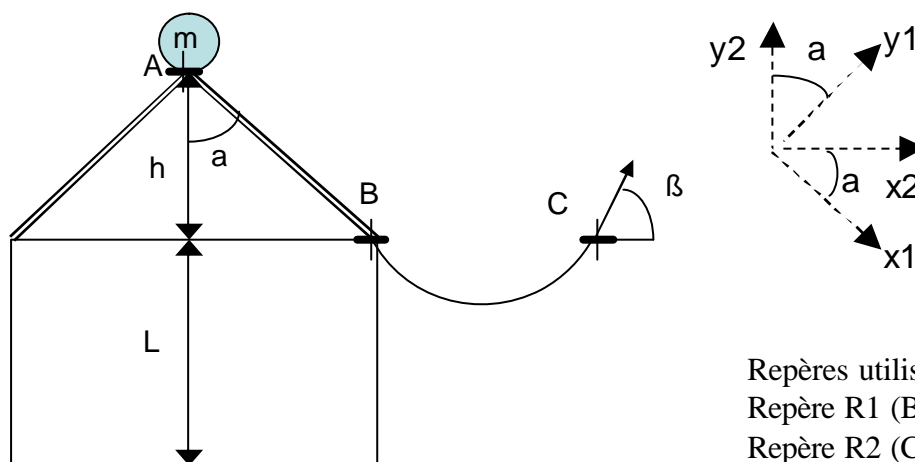
7. Quelle est la nouvelle équation différentielle du mouvement ?

Exercice 2 (5 points)

Cet exercice est composé de deux parties indépendantes.

Une boule de masse $m = 2 \text{ kg}$ est posée en équilibre sur le sommet A d'un toit. Une petite poussée la fait tomber et rouler le long du toit sans frottement. La boule arrive ensuite dans une gouttière en arc de cercle avant de quitter tout contact en point C.

Données : $h = 10 \text{ m}$; $a = 45^\circ$; $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$; $\beta = 60^\circ$; $L = 20 \text{ m}$
 $\sqrt{2} = 1,41$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{215} = 14,6$; $\sqrt{585} = 24$; $13,6^2 = 185$;



Repères utilisés :
 Repère R1 (B, x_1, y_1)
 Repère R2 (C, x_2, y_2)

PARTIE 1 (3 points)

1. Calculer le poids de la boule.
2. Sur le document-réponse, représenter les forces s'exerçant sur la masse lors du trajet du point A au point B.
3. Ecrire le principe fondamental de la dynamique appliqué à la masse m dans le repère R1 lorsqu'elle descend le long du toit.
4. Quelle est la valeur de l'accélération sur ce tronçon ?
5. Quelle est la valeur de la réaction du toit sur la boule ?
6. Quelle est la variation d'énergie potentielle entre le point A et le point B ?
7. Quelle est la vitesse de la boule en B, sachant que la vitesse en A était nulle ?
8. Si la masse a une valeur deux fois plus grande, la vitesse en B sera-t-elle deux fois plus grande, deux fois plus petite ou identique ? Justifier la réponse.
9. Quelle est la vitesse de la boule en C ?

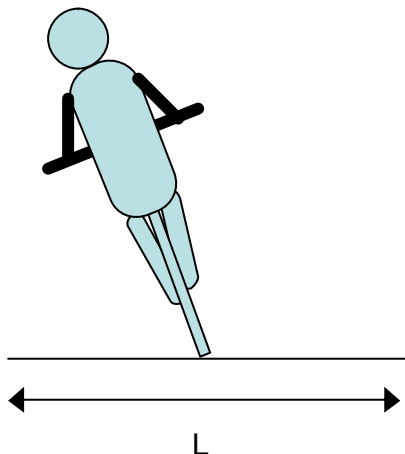
PARTIE 2 (2 points)

On suppose qu'il y a eu des frottements le long du toit et que la vitesse en C est en fait de 16 m/s. On raisonne désormais sur le mouvement à partir du point C.

10. Ecrire le principe fondamental de la dynamique à partir du point C, lorsque la boule n'est plus en contact avec le toit ou la gouttière, sur chacun des axes x_2 et y_2 .
11. En déduire l'équation de la vitesse de la boule en fonction du temps suivant l'axe x_2 .
12. De même, trouver l'équation de la vitesse de la boule en fonction du temps suivant l'axe y_2 .
13. Trouver les équations de mouvements à partir du point C suivant les axes x_2 et y_2 , sachant que le point d'origine du repère est C.
14. Au bout de combien de temps après avoir quitté le point C la boule touchera-t-elle le sol ?
15. A quelle distance de C sur l'axe des abscisses x_2 la boule touchera-t-elle le sol ?

Exercice 3 (2 points)

Un coureur cycliste C1 roule à la vitesse V constante sur une route. Il arrive sur un virage horizontal. Le rayon moyen de la route est R et la largeur de celle-ci L .

**Données :**

$$g = 10 \text{ N.kg}^{-1} ; m = 100 \text{ kg} ; T = 200 \text{ N} ; \\ R = 10 \text{ m} ; L = 5 \text{ m}$$

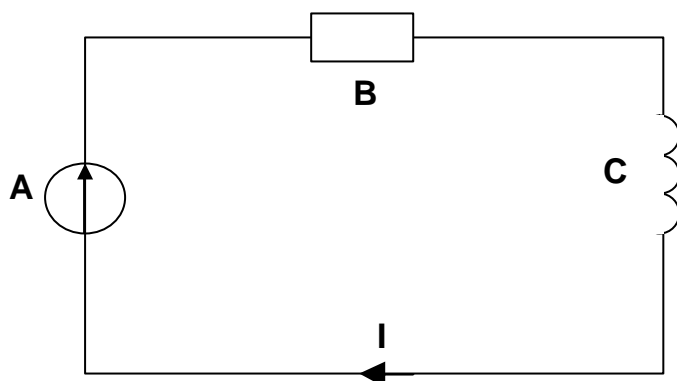
1. Quelle est la nature du mouvement du centre de gravité de l'ensemble vélo-cycliste par rapport au référentiel terre ?
2. Quelle est la nature du mouvement d'un point de la roue du vélo par rapport au centre de gravité du vélo ?
3. Pourquoi le cycliste doit-il se pencher dans le virage pour garder l'équilibre ?

On assimile l'ensemble cycliste-machine à un point matériel de masse m

4. Calculer l'accélération normale du cycliste si sa vitesse est de 5m/s et qu'il aborde le virage sur la partie intérieure au milieu de la route.
5. On suppose maintenant que C1 aborde le virage sur la partie intérieure du virage à la vitesse $V_1 = 3 \text{ m/s}$. Un deuxième coureur C2 arrive au même moment à l'entrée du virage sur la partie extérieure de la route avec une vitesse $V_2 = 5 \text{ m/s}$. Le virage représente un demi-cercle. Qui, de C1 ou C2 arrive en premier à la sortie du virage ?

Electricité (10 points)

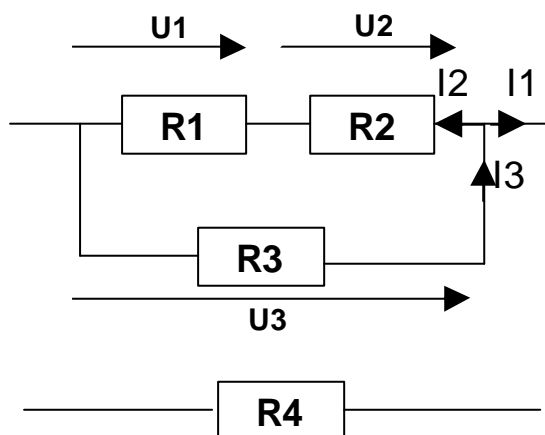
Exercice 4 (1,5 points)



1. Dans le schéma ci-contre, que représentent les éléments A, B et C ?
2. Dans quelles unités (Système International) exprime-t-on leurs grandeurs ?
3. Avec quel appareil peut-on mesurer l'intensité I ? Comment faut-il le brancher ?
4. L'équation différentielle de l'intensité I est :

$$A = B.I + C.\frac{dI}{dt}$$
 Résoudre cette équation différentielle et donner l'équation temporelle du courant I(t)

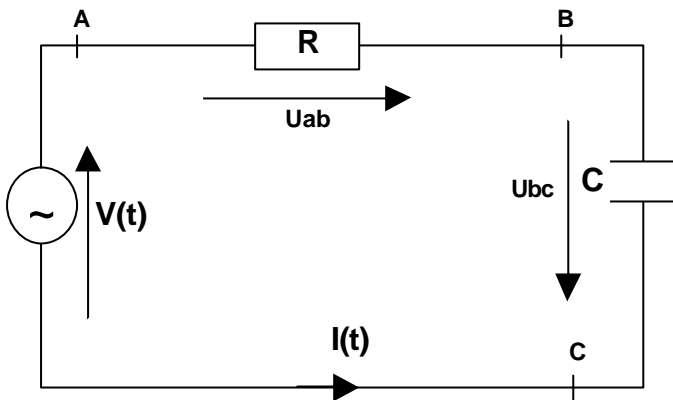
Exercice 5 (1 point)



Données :

$$I_1 = 12 \text{ A} ; I_2 = 4 \text{ A} ; R_1 = 10 \text{ O} ; R_2 = 30 \text{ O}$$

1. Que vaut I3 ?
2. Quelle est la valeur de la résistance équivalente à R1 et R2 ?
3. Que vaut U3 ?
4. Quelle est alors la valeur de R3 ?

Exercice 6 (3,5 points)

Données : $\sqrt{2} = 1,4$; $p = 3,14$

1. On donne $V(t) = V\sqrt{2} \sin \omega t$. Que représentent les grandeurs V et ω ?
2. Si l'on désire que la fréquence d'alimentation soit de 50 Hz et que la grandeur maximale de la tension d'alimentation soit de 140 V, calculer V et ω .
3. Quel est le déphasage entre la tension U_{ab} et le courant $I(t)$?
4. Quel est le déphasage entre le courant $I(t)$ et la tension U_{bc} ?
5. On donne $U_{ab} = 50$ V et la valeur maximale de l'intensité $I_{max} = 2$ A. Quelle est la valeur de la résistance ?
6. Quelle est la valeur de la puissance active aux bornes de la résistance ?
7. Représenter, sans tenir compte des grandeurs, le diagramme de Fresnel des tensions V , U_{ab} et U_{bc} .
8. Quelle doit être la valeur de U_{bc} pour que le déphasage entre le courant $I(t)$ et la tension $V(t)$ soit de $\pi/4$?
9. En déduire la valeur du condensateur.

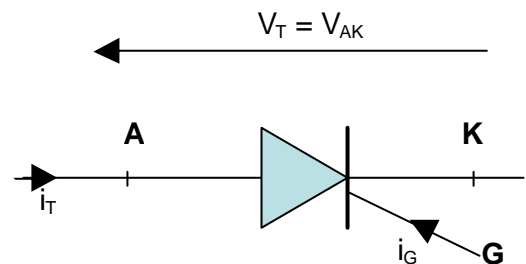
Exercice 7 (4 points)

Cet exercice est l'étude d'un nouveau composant électronique. Aucune notion sur cet élément n'est à connaître initialement.

Le thyristor est un interrupteur électronique. Il est représenté par la figure ci-contre :

Ce composant a trois électrodes, nommées A, K et G.

A représente l'anode, K la cathode et G constitue la gâchette.



Représentation d'un thyristor

Le thyristor a deux états : passant ou bloqué. Lorsqu'il est passant, le thyristor est considéré comme étant un interrupteur fermé entre A et K. Il est ainsi assimilable à un fil. Lorsqu'il est bloqué, c'est alors un interrupteur ouvert entre A et K.

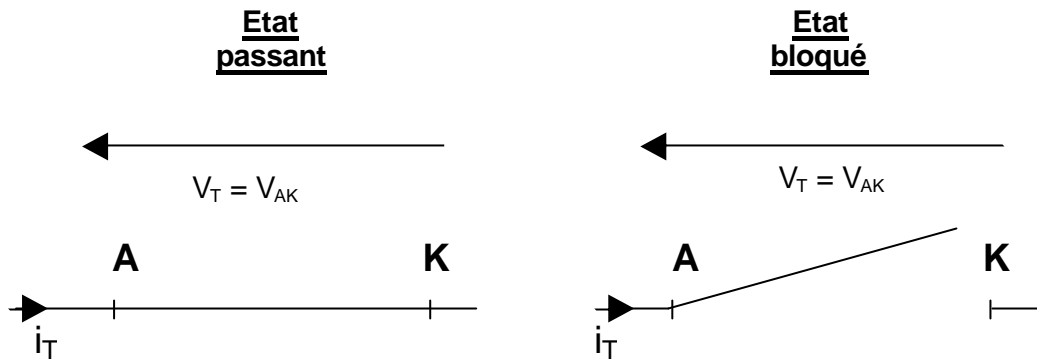
Pour que le thyristor s'amorce, c'est-à-dire devienne passant, deux conditions doivent être remplies :

- La valeur de la tension doit être positive
- Un courant i_g positif doit circuler dans la gâchette.

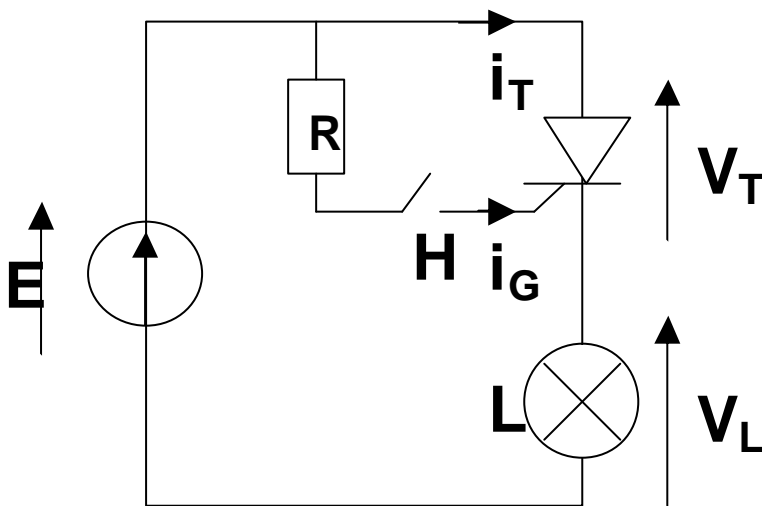
Une fois le thyristor amorcé, on peut supprimer le courant i_g dans la gâchette, il restera passant.

Pour que le thyristor se bloque, il faut que la tension V_{AK} devienne négative.

On a donc :



On réalise le montage ci-après



- Cas A : dans un premier temps, l'alimentation E n'est pas mise sous tension et l'interrupteur H est ouvert
- Cas B : puis, on alimente la source de tension et on laisse l'interrupteur H ouvert
- Cas C : on ferme ensuite l'interrupteur H
- Cas D : on ouvre au bout de 5 minutes l'interrupteur H

Travail à faire : Remplir le tableau du document réponse afin de décrire chaque état.