

Concours d'entrée en première année de l'Ecole Nationale Supérieure
d'Arts et Métiers – Meknès
Filières : Sciences mathématiques A et B

Matière : Physique

Durée totale : 2h15 mn

Remarques importantes : - La rédaction peut être en français ou en arabe.

- Cette épreuve est composée de deux parties indépendantes :

* Une partie Rédaction (la solution détaillée sera rédigée sur la feuille de rédaction).

* Une partie R.S.F (les réponses seront notées sur la fiche de réponse).

On donne $g=10\text{m/s}^2$

Partie Rédaction

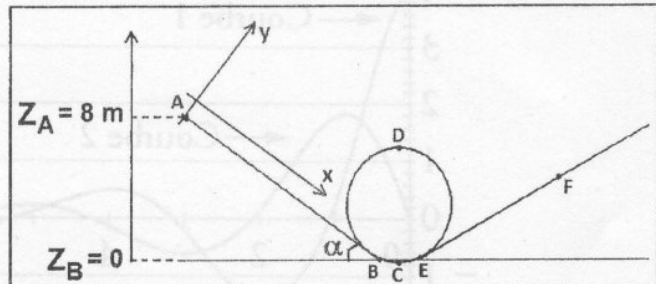
Exercice 1 (Rédiger la solution détaillée sur la feuille de rédaction)

On étudie le mouvement d'un wagonnet contenant deux personnes (ce système est considéré ici comme un point matériel de masse $m=195\text{ kg}$). Le système se déplace du point A au point F en passant par la piste circulaire BCED. Le schéma est représenté ci-dessous.

• **Mouvement sur la piste rectiligne AB**

Le système glisse sans frottements sur la piste AB. Il part du point A d'abscisse $x_A=0$, à la vitesse $V_A = 1\text{m/s}$.

L'angle formé par la piste avec l'horizontale est $\alpha = 53^\circ$. La hauteur du point A est $Z_A = 8,0\text{m}$ et celle du point B est $Z_B=0$ (Les hauteurs sont mesurées par rapport au plan horizontal passant par le point B).



1- Exprimer puis calculer la vitesse V_B au point B en utilisant le théorème de l'énergie cinétique.

2- Combien de temps dure le mouvement sur la piste AB ?

3- Déterminer la réaction normale R de la piste (R est la force exercée par la piste AB sur le système).

• **Mouvement sur la piste circulaire BCED**

Le système arrive au point B à la vitesse $V_B = 12,68\text{ m/s}$. Il effectue la piste circulaire B-C-E et D dans le plan vertical. On considère, pour simplifier l'étude, que $Z_B = Z_C = Z_E = 0$ et $V_C = V_B = 12,68\text{ m/s}$, le rayon du cercle est $r = 3,0\text{ m}$.

4- Pour que le wagonnet reste en contact avec la piste au point D, il faut que sa vitesse en ce point soit supérieure à $5,5\text{m/s}$. Le wagonnet possède-t-il une vitesse suffisante au point D pour effectuer le trajet circulaire ? Justifier votre réponse.

• **Mouvement sur la piste rectiligne EF**

Un système d'aiguillage a permis au wagonnet de sortir de la piste circulaire au point E et se dirige maintenant au point F (point d'arrivée). Au point E non loin de B et C, la vitesse est $V_E = 12,68 \text{ m/s}$. Le système monte sur une piste EF inclinée d'un même angle $\alpha = 53^\circ$. La force des frottements sur la piste EF s'oppose au mouvement et n'est plus négligeable dans cette partie et son intensité est $F = 500 \text{ N}$.

5- Faire le bilan des forces exercées sur le système et les représenter sur un schéma.

6- Calculer le module de l'accélération.

7- Combien de temps dure le mouvement du système depuis E jusqu'à F ?

Exercice 2 (Rédiger la solution détaillée sur la feuille de rédaction)

On a réalisé le montage ci-contre avec les composants

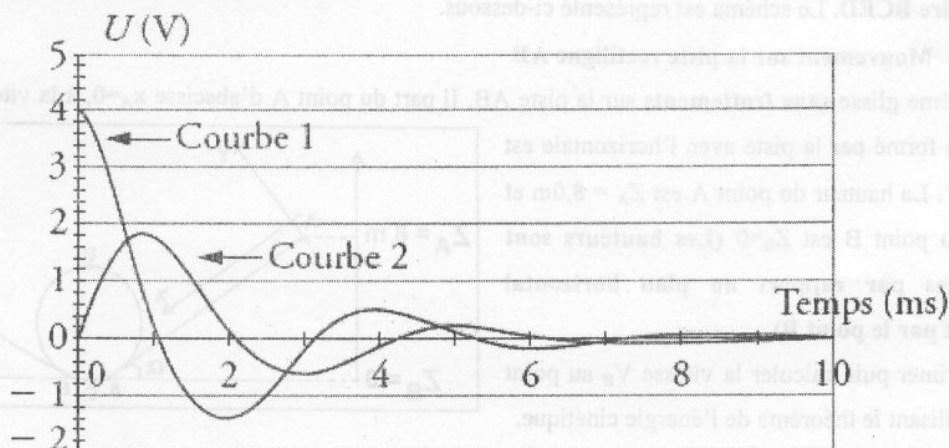
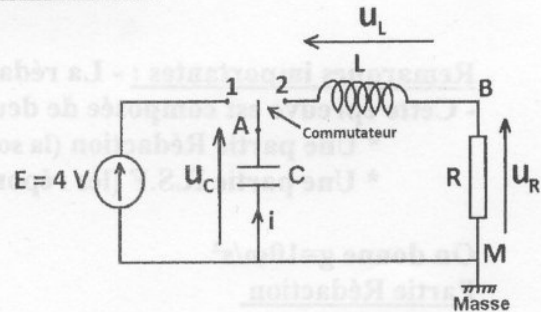
suivants :

un conducteur ohmique de résistance $R = 4,0 \times 10^2 \Omega$, une bobine d'inductance $L = 0,40 \text{ H}$ (résistance interne de la bobine négligée) et un condensateur de capacité $C = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

On met le commutateur en position 1 jusqu'au chargement

total du condensateur. A l'instant $t_0 = 0$, on bascule le commutateur en position 2.

Les points A, B et M sont reliés aux bornes d'un oscilloscope numérique. On observe alors l'évolution des tensions au cours du temps (schéma ci-après).



1- Quelle est parmi les tensions u_C , u_R et u_L (voir montage ci-dessus), celle qui correspond à la courbe 1 et celle qui correspond à la courbe 2 ? Justifier clairement votre réponse.

2- A l'instant initial $t_0 = 0$, calculer l'énergie E_1 emmagasinée par le circuit RLC.

3- Lorsque les deux courbes se coupent pour la première fois :

a- Déterminer la valeur de l'intensité du courant i .

b- Calculer la somme des énergies emmagasinées dans la bobine et dans le condensateur notée E_2 .

c- Déterminer la valeur de l'énergie dissipée dans la résistance notée E_R .

Partie R.S.F

Exercice 3 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

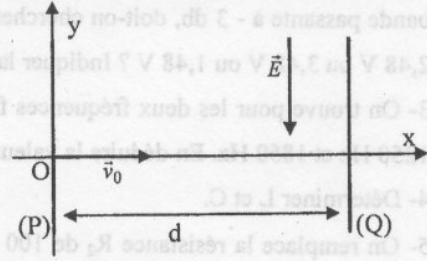
Un électron de masse m , de charge $-e$ pénètre, à l'instant $t=0$, dans une région où règne un champ électrique $\vec{E}$, avec une vitesse initiale horizontale $\vec{v}_0$. Cette région est délimitée par deux plans verticaux (P) et (Q) distants de $d=10\text{cm}$ (voir figure). On néglige le poids de l'électron. On donne:

$$v_0=30000\text{km/s}; E=10^4\text{V/m}; e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}; m=0,9\cdot 10^{-30}\text{kg}.$$

1- Déterminer l'expression littérale de l'équation de la trajectoire de l'électron dans la région du champ électrique $\vec{E}$.

2- Déterminer numériquement la déviation y_B de l'électron (y_B étant l'ordonnée du point B : point d'impact de l'électron sur le plan (Q)).

3- Déterminer l'expression de la vitesse v_B au point d'impact B en fonction de v_0 , e , E , m et y_B .



Exercice 4 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Un corps C de masse $m=320\text{g}$, de centre d'inertie G est accroché à l'extrémité d'un ressort de masse négligeable et de constante de raideur $k=19,73\text{N/m}$. L'axe du ressort est vertical et l'autre extrémité du ressort est fixée à un support fixe.

1- Déterminer l'allongement Δl_0 du ressort à l'équilibre.

2- Par la suite, on prendra la position d'équilibre O, du centre d'inertie G, comme origine d'un axe (Ox) vertical orienté vers le bas. On déplace le corps C vers le bas d'une distance $a=3\text{cm}$, puis on le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t=0$.

a) Calculer numériquement la période T des oscillations.

b) Calculer les valeurs des énergies cinétiques E_{C1} et E_{C2} respectivement aux instants $t_1=0,4\text{s}$ et $t_2=0,6\text{s}$.

c) Calculer le travail W_P du poids du corps C entre les instants t_1 et t_2 .

d) En déduire la valeur du travail W_F de la force exercée par le ressort sur le corps C entre les instants t_1 et t_2 .

Exercice 5 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

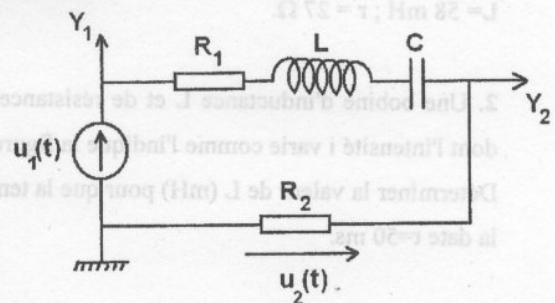
On réalise le circuit série ci-contre comportant une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C et deux résistances R_1 et R_2 .

Ce circuit est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u_1(t)=U_1\sin(2\pi\cdot f\cdot t)$ d'amplitude U_1 et de fréquence f .

Grâce à un oscilloscope, on visualise en fonction du temps sur la voie Y_1 la tension $u_1(t)$ à la sortie du GBF et sur la voie Y_2 la tension $u_2(t)$ aux bornes de la résistance R_2 .

On donne : $R_1=90\Omega$ et $R_2=100\Omega$.

On constate, en faisant varier la fréquence f , que la valeur maximale U_2 de la tension $u_2(t)$ passe par un maximum pour une fréquence f_0 . L'affichage de l'oscilloscope indique alors :



- $U_1 = 4 \text{ V}$; $U_2 = 2,1 \text{ V}$; $f_0 = 1520 \text{ Hz}$.

- 1- Identifier le nom du phénomène observé et donner la valeur du coefficient $K_1 = LC$.
- 2- On fait de nouveau varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur de façon à déterminer la bande passante à - 3 db du circuit. On maintient constante l'amplitude $U_1 = 4 \text{ V}$ de la tension $u_1(t)$. Pour déterminer la bande passante à - 3 db, doit-on chercher les fréquences qui donnent pour $u_2(t)$ une valeur maximale U_2 égale à 2,48 V ou 3,48 V ou 1,48 V ? Indiquer la valeur qui convient.
- 3- On trouve pour les deux fréquences f_1 et f_2 situées aux extrémités de la bande passante les valeurs suivantes 1250 Hz et 1850 Hz. En déduire la valeur du facteur de qualité du circuit et calculer le coefficient $K_2 = L/C$.
- 4- Déterminer L et C.

5- On remplace la résistance R_2 de 100Ω par une autre 200Ω sans modifier les autres composants du circuit.

Indiquer si les grandeurs suivantes seront modifiées ou resteront inchangées :

- facteur de qualité ;
- fréquence f_0 correspondant au maximum de $u_2(t)$;
- fréquences f_1 et f_2 situées aux extrémités de la bande passante.

6- On reprend la résistance R_2 de 100Ω . On modifie les branchements de l'oscilloscope de façon à observer sur son écran la tension aux bornes du condensateur et celle délivrée par le générateur.

On règle la fréquence sur la valeur 1520 Hz et l'amplitude de $u_1(t)$ à 4 V. Calculer l'amplitude U_C de $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. Donner le nom du phénomène observé.

Exercice 6 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes.

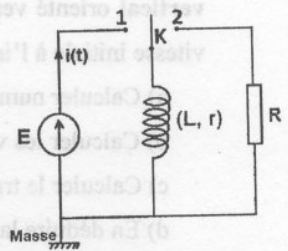
1. On considère le circuit ci-contre.

L'interrupteur K est placé en position 1 jusqu'à obtention du régime permanent.

A $t = 0$, on bascule l'interrupteur K en position 2. Cet instant est considéré comme instant initial.

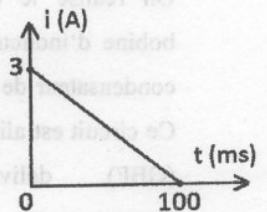
Déterminer la valeur de l'énergie stockée dans la bobine notée E_L en μJ au bout de 1,4 ms (durée comptée à partir de la date $t = 0$). On donne : $R = 33 \Omega$; $E = 12 \text{ V}$;

$L = 58 \text{ mH}$; $r = 27 \Omega$.



2. Une bobine d'inductance L et de résistance $r = 5,4 \Omega$ est parcourue par un courant dont l'intensité i varie comme l'indique la figure ci-contre.

Déterminer la valeur de L (mH) pour que la tension aux bornes de la bobine soit nulle à la date $t = 50 \text{ ms}$.



3. Un générateur délivrant une tension constante $E = 4 \text{ V}$ alimente l'association en série d'un condensateur de capacité $C = 100 \text{ nF}$ initialement déchargé et d'un conducteur ohmique de résistance $R = 4700 \Omega$. On prend comme origine des temps l'instant où débute la charge.

Au bout d'un temps $t = 5,2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$, quel pourcentage de sa valeur finale vaut la tension aux bornes du condensateur ?