

2008	الدورة الإستثنائية للعام	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
	الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ثلاث ساعات	

Cette épreuve est formée de quatre exercices répartis sur quatre pages numérotées de 1 à 4.  
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

### Premier exercice (7,5 points)

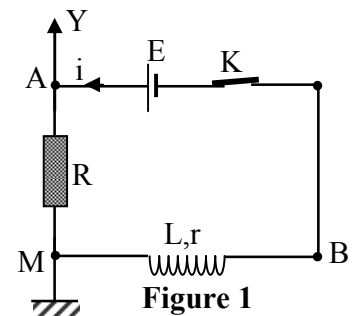
#### Réponse d'un dipôle électrique à une tension continue

Dans le but d'étudier la réponse, en courant, d'un dipôle électrique soumis à une tension continue, on dispose d'une bobine d'inductance  $L = 40 \text{ mH}$  et de résistance  $r = 18 \Omega$ , d'un condensateur de capacité  $C = 100 \mu\text{F}$ , d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 2 \Omega$ , d'un interrupteur  $K$  et d'un générateur délivrant entre ses bornes une tension constante  $E = 8 \text{ V}$ .

#### A – Réponse du dipôle (R, L)

On branche en série la bobine et le conducteur ohmique aux bornes du générateur (Fig. 1).

À la date  $t_0 = 0$ , on ferme  $K$ . Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité  $i$ . À l'aide d'un oscilloscope, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension  $u_{AM}$  aux bornes du conducteur ohmique (Fig. 2).



- 1) Exprimer la tension  $u_{AM}$  aux bornes du conducteur ohmique et la tension  $u_{MB}$  aux bornes de la bobine en fonction de  $R$ ,  $L$ ,  $r$ ,  $i$ , et  $\frac{di}{dt}$ .

- 2) Établir l'équation différentielle vérifiée par  $i$ .

- 3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$i = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}).$$

- a) Montrer que  $I_0 = \frac{E}{R + r}$  et  $\tau = \frac{L}{R + r}$ .

- b) Calculer les valeurs de  $I_0$  et  $\tau$ .

- 4) En se référant à la figure 2, déterminer la valeur de  $I_0$  et celle de  $\tau$ .

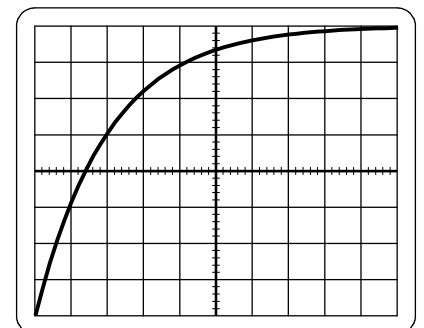


Figure 2

Sensibilité horizontale : 1 ms/div  
Sensibilité verticale : 0,1 V/div

#### B – Réponse du dipôle (R, C)

Dans le circuit précédent, on remplace la bobine par le condensateur (Fig. 3).

À  $t_0 = 0$ , on ferme  $K$ . Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité  $i$ . À l'aide de l'oscilloscope, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension  $u_{AM}$  (Fig. 4).

- 1) Exprimer l'intensité  $i$  du courant en fonction de  $C$  et  $\frac{du_C}{dt}$ , où  $u_C$  est la tension  $u_{MB}$  aux bornes du condensateur.
- 2) En utilisant la loi d'additivité des tensions, montrer que l'équation différentielle en  $i$  est de la forme :  $RC \frac{di}{dt} + i = 0$

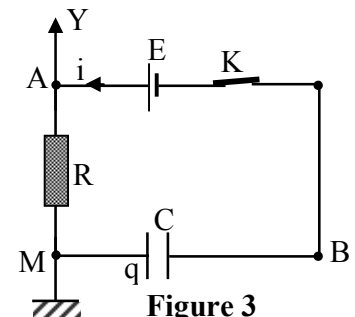


Figure 3

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$i = I_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}$ . Déterminer, les expressions des deux constantes  $I_1$  et  $\tau_1$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $C$  et calculer leurs valeurs.

4) En se référant à la figure 4, déterminer la valeur de  $I_1$  et celle de  $\tau_1$ .

C – Dans chacun des deux circuits précédents, on remplace le conducteur ohmique par une lampe. Expliquer l'évolution de la luminosité de la lampe dans chaque circuit.

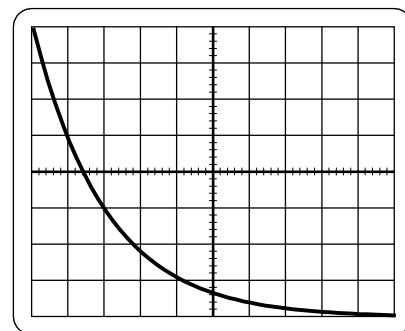


Figure 4

Sensibilité horizontale: 0,1 ms/div  
Sensibilité verticale : 1 V/div

## Deuxième exercice (7,5 points)

### Circuit (R,L,C) série

On dispose d'un condensateur de capacité  $C = 5 \mu\text{F}$ , d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 40 \Omega$  et d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , montés en série aux bornes du secondaire d'un transformateur parfait.

### A – Grandeurs caractéristiques du transformateur

On raccorde le primaire du transformateur au secteur (220 V ; 50 Hz)

(Fig.1). Le secondaire du transformateur délivre entre ses bornes la tension :

$u_{NM} = 3\cos\omega t$  ( $u$  en V ;  $t$  en s).

Le circuit est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité :

$i = I_m \cos(\omega t - \varphi)$ .

L'enroulement secondaire comporte 15 spires et ne peut pas supporter un courant d'intensité efficace supérieure à 10 A.

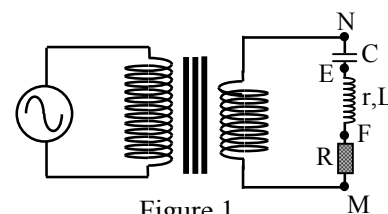


Figure 1

- 1) Donner la valeur de la fréquence de la tension alternative sinusoïdale au secondaire.
- 2) Déterminer le nombre des spires du primaire. Prendre  $\sqrt{2} = 1,4$ .
- 3) Calculer l'intensité efficace maximale que peut supporter le primaire.

### B – Détermination de $L$ et $r$

Un oscilloscope, branché dans le circuit précédent, permet de visualiser sur la voie  $Y_1$  la tension  $u_1 = u_{NM}$  et sur la voie  $Y_2$  la tension  $u_2 = u_{FM}$  aux bornes du conducteur ohmique.

- 1) Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer les branchements de l'oscilloscope.
- 2) Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants:

**Sensibilité horizontale: 4 ms/div.**

**Sensibilité verticale pour les deux voies  $Y_1$  et  $Y_2$  : 1 V/div.**

En se référant à l'oscillogramme de la figure 2, montrer que:  $i = 0,05\cos(100\pi t - 0,2\pi)$  ; ( $i$  en A,  $t$  en s).

- 3) Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle NM.
- 4) Dédire la valeur de la résistance  $r$  de la bobine.
- 5) Sachant que  $u_{NM} = u_{NE} + u_{EF} + u_{FM}$  est vérifiée quelque soit  $t$ , déterminer la valeur de  $L$ .

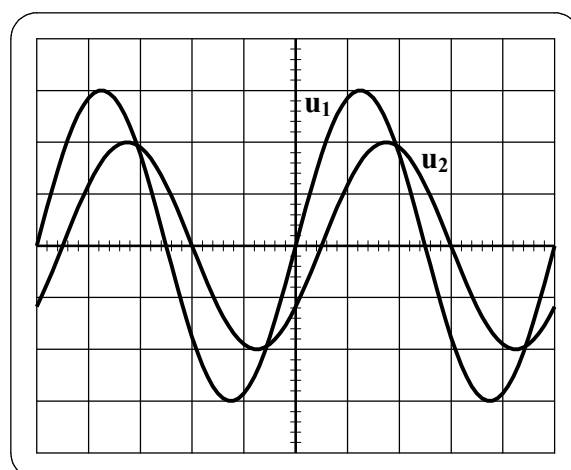
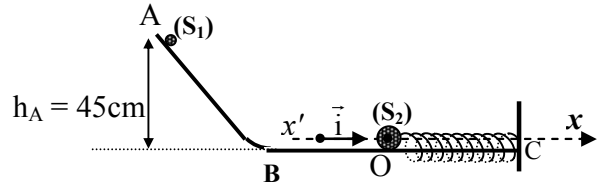


Figure 2

### Troisième exercice (7,5 points)

#### Détermination de la constante de raideur d'un ressort

Pour déterminer la constante de raideur  $k$  d'un ressort on l'attache par une extrémité à un solide  $(S_2)$ , de masse  $m_2 = 200$  g, qui peut glisser sans frottement sur la partie horizontale BC d'une piste ABC située dans un plan vertical, l'autre extrémité du ressort est fixée en C. Un autre solide  $(S_1)$ , de masse  $m_1 = 50$  g, est lâché sans vitesse initiale d'un point A de la partie courbe de la piste. Le point A se trouve à une hauteur  $h_A = 45$  cm de la partie horizontale de la piste.  $(S_2)$ , initialement au repos en un point O, est ainsi heurté par  $(S_1)$ .  $(S_1)$  et  $(S_2)$  sont supposés ponctuels. Prendre le plan horizontal passant par BC comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur,  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ,  $0,32\pi = 1$  et négliger toute force de frottement.



- 1) Déterminer la valeur  $V_1$  de la vitesse  $\vec{V}_1$  de  $(S_1)$  juste avant sa collision avec  $(S_2)$ .
- 2) Après la collision,  $(S_1)$  reste en contact avec  $(S_2)$  et les deux forment ainsi un solide  $(S)$  de centre d'inertie G et de masse  $M = (m_1 + m_2)$ . G effectue alors des oscillations autour de O, d'amplitude 3 cm, sur l'axe  $x'Ox$  d'origine O et de vecteur unitaire  $\vec{i}$ .
  - a) Montrer que la valeur de la vitesse  $\vec{V}_0$  de G juste après la collision est 0,6 m/s.
  - b) Soient  $x$  et  $v$  respectivement l'abscisse et la valeur algébrique de la vitesse de G à un instant  $t$  après la collision. L'instant de la collision en O est considéré comme origine des temps  $t_0 = 0$ .
    - i) Écrire, à un instant  $t$ , l'expression de l'énergie mécanique du système (S, ressort, Terre) en fonction de  $x$ ,  $k$ ,  $M$  et  $v$ .
    - ii) En déduire l'équation différentielle du second ordre en  $x$  qui régit le mouvement de G.
    - iii) L'équation horaire des oscillations de (S) est donnée par:  $x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ . Déterminer la valeur de  $\varphi$  ainsi que les expressions des constantes  $X_m$  et  $\omega_0$  en fonction de  $k$ ,  $M$  et  $V_0$ .
    - iv) Déduire la valeur de la raideur  $k$  du ressort.
- 3) En réalité, les frottements ne sont pas négligeables. Pour s'assurer de la valeur de  $k$ , on attache l'extrémité C du ressort à un vibreur, de fréquence  $f$  réglable, vibrant dans la direction du ressort. On remarque que l'amplitude des oscillations de (S) varie avec  $f$  et prend une valeur maximale pour  $f = 3,2$  Hz.
  - a) Nommer le phénomène physique qui se manifeste pour  $f = 3,2$  Hz.
  - b) Calculer la valeur de  $k$ .

#### Quatrième question (7,5 points)

##### Le radionucléide potassium 40

L'isotope de potassium  $^{40}_{19}\text{K}$  est radioactif  $\beta^+$  ; il se désintègre pour donner l'argon  $^A_Z\text{Ar}$  . Le but de cet exercice est d'étudier la désintégration du potassium 40.

#### Données :

masses des noyaux :  $m(^{40}_{19}\text{K}) = 39,95355 \text{ u}$  ;  $m(^A_Z\text{Ar}) = 39,95250 \text{ u}$  ;

masses des particules :  $m(^0_1\text{e}) = 5,5 \times 10^{-4} \text{ u}$  ;  $m(\text{neutrino}) \approx 0$  ;

nombre d'Avogadro :  $N = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;

période radioactive de  $^{40}_{19}\text{K}$  :  $T = 1,5 \times 10^9 \text{ années}$  ; masse molaire de  $^{40}_{19}\text{K} = 40 \text{ g mol}^{-1}$ .

$1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$ .

#### A – Bilan énergétique de la désintégration du potassium 40

##### 1) Énergie libérée par une désintégration.

- Écrire l'équation de désintégration d'un noyau de potassium 40 et déterminer Z et A.
- Calculer, en MeV, l'énergie  $E_1$  libérée par cette désintégration.
- Le noyau fils est supposé au repos. L'énergie portée par  $\beta^+$  est en général plus petite que  $E_1$ . Pourquoi ?

##### 2) Énergie reçue par une personne

La masse de potassium 40 existant, à une date t, dans le corps d'un adulte est, en moyenne, égale  $2,6 \times 10^{-3} \%$  de sa masse.

Une personne adulte a une masse  $M = 80 \text{ kg}$ .

- Calculer la masse m de potassium 40 contenu dans le corps de cette personne à la date t.
  - Déduire le nombre des noyaux de potassium 40 contenus dans la masse m à la date t.
- Calculer la valeur de la constante radioactive  $\lambda$  du potassium 40.
  - Déduire la valeur de l'activité A de la masse m à la date t.
- Déduire, en J, l'énergie E libérée chaque seconde par la masse m.

#### B – Datation par le potassium 40

Certaines roches volcaniques contiennent du potassium dont une partie est du radionucléide potassium 40.

À l'instant de sa formation ( $t_0 = 0$ ), une roche volcanique contient  $N_0$  noyaux de potassium 40 et ne contient pas d'argon. À la date t, cette roche contient respectivement  $N_K$  et  $N_{Ar}$  noyaux de potassium 40 et d'argon 40.

- Écrire l'expression de  $N_K$ , traduisant la loi de décroissance radioactive, en fonction du temps.
  - Déduire l'expression de  $N_{Ar}$  en fonction du temps.
- Un géologue analyse une roche volcanique. Il constate que les noyaux d'argon 40 existant dans cette roche sont deux fois moins nombreux que les noyaux de potassium 40. Déterminer l'âge de cette roche.