

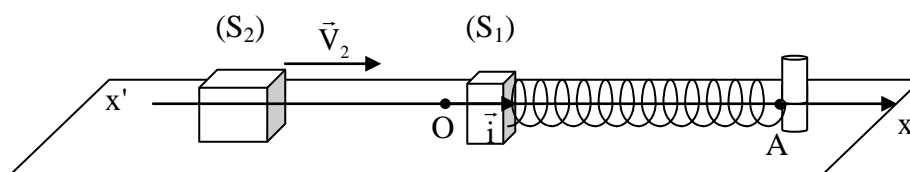
الدورة العادية للعام 2010	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ثلاث ساعات	

*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) Oscillateur mécanique**

Deux solides ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ), de masses respectives  $m_1 = 100$  g et  $m_2 = 500$  g, peuvent glisser sur une table horizontale. Le solide ( $S_1$ ) est fixé à une extrémité d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur  $k = 25$  N/m, l'autre extrémité A du ressort étant fixée à un obstacle (Voir figure ci-dessous). ( $S_2$ ) est lancé vers ( $S_1$ ) et atteint, juste avant le choc, la vitesse  $\vec{V}_2 = V_2 \vec{i}$  où  $V_2 = 0,48$  m/s. Au moment du choc, ( $S_2$ ) se colle sur ( $S_1$ ) et juste après le choc, à la date  $t_0 = 0$ , l'ensemble forme un seul solide (S) de centre d'inertie G et se lance avec la vitesse  $\vec{V}_0 = V_0 \vec{i}$ . Le plan horizontal passant par G est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.



#### **A – Étude théorique**

On néglige toute force de frottement.

- 1) Montrer que  $V_0 = 0,40$  m/s.
- 2) Après le choc, (S), toujours lié au ressort, poursuit son mouvement. À une date  $t$ , on repère la position de G par son abscisse  $x$  sur l'axe  $(O, \vec{i})$ ,  $v = \frac{dx}{dt}$  étant la mesure algébrique de la vitesse de G. L'origine O des abscisses correspond à la position de G à la date  $t_0 = 0$ .
  - a) Calculer l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre] à la date  $t_0 = 0$ .
  - b) Donner, à la date  $t$ , l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre] en fonction de  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $k$ ,  $x$  et  $v$ .
  - c) En déduire que l'abscisse de G est 6,2 cm lorsque  $v$  s'annule pour la première fois.
- 3) a) Établir l'équation différentielle du second ordre qui décrit le mouvement de G.
  - b) La solution de cette équation différentielle est de la forme :  $x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ .
    - i) Déterminer les valeurs des constantes  $X_m$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$ .
    - ii) Calculer la valeur de la période propre  $T_0$  des oscillations de G et déduire le temps  $t_1$  mis par G pour passer de la position O à la position où  $v$  s'annule pour la première fois.

#### **B – Étude expérimentale**

En réalité, (S), toujours lancé à la date  $t_0 = 0$  avec la vitesse  $\vec{V}_0$ , effectue des oscillations de pseudo-période très voisine de  $T_0$ . La vitesse de G s'annule alors pour la première fois à la date  $t_1$  mais son abscisse est de 6 cm.

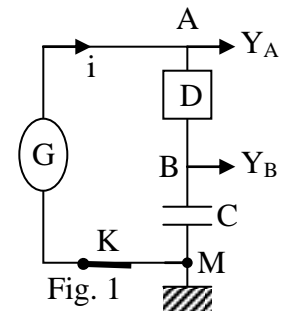
- 1) Déterminer l'énergie perdue au bout de  $t_1$ .

- 2) Un dispositif approprié (D), relié convenablement à l'oscillateur, sert à compenser l'énergie perdue. Calculer la puissance moyenne fournie par (D).
- 3) L'oscillateur est au repos. On enlève le dispositif (D) et l'obstacle. L'extrémité A du ressort est reliée à un vibreur, qui vibre le long du ressort, avec une fréquence  $f$  de valeur réglable.
  - a) En régime permanent, (S) effectue des oscillations de fréquence  $f$ . Pourquoi ?
  - b) Pour une certaine valeur  $f_1$  de  $f$ , l'amplitude des oscillations de (S) passe par un maximum.
    - i) Nommer le phénomène mis ainsi en évidence.
    - ii) Calculer la valeur de  $f_1$ .

## **Deuxième exercice : (7,5 points)**

### **Durée de la charge et de la décharge d'un condensateur**

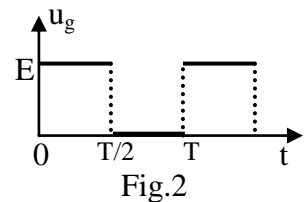
On réalise le montage du circuit de la figure 1, où G est un générateur délivrant un signal carré ( $E, 0$ ) de période  $T$  (Fig. 2), D un conducteur ohmique de résistance  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et (C) un condensateur de capacité  $C = 0,2 \mu\text{F}$ . Un oscilloscope visualise la tension  $u_g = u_{AM}$  aux bornes de G et la tension  $u_C = u_{BM}$  aux bornes de (C).



#### **A- Étude théorique**

##### **Charge de (C)**

Au cours de la charge de (C), à une date  $t$ , la tension  $u_g$  vaut  $E$  et l'intensité du courant est  $i$ .



- 1) Donner l'expression de  $i$  en fonction de  $C$  et  $\frac{du_C}{dt}$ .
- 2) Établir, pour  $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$ , l'équation différentielle vérifiée par  $u_C$ .
- 3) La solution de cette équation différentielle est de la forme:

$$u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}), \quad \text{où } A \text{ et } \tau \text{ sont des constantes.}$$

- a) Déterminer, en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $C$ , les expressions de  $A$  et  $\tau$ .
- b) Tracer l'allure du graphique représentant les variations de  $u_C$  en fonction du temps et indiquer sur le graphique les points correspondant à  $A$  et  $\tau$ .

##### **Décharge de (C)**

- 4) Au cours de la décharge de (C), à une date  $t$ , la tension  $u_g$  est égale à 0. En considérant la date  $\frac{T}{2}$  comme nouvelle origine des temps (début de la décharge), vérifier que

$$u_C = E e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

- 5) a) Quelle doit être la durée minimale de la charge pour que  $u_C$  atteigne pratiquement la valeur  $E$ ?
- b) Quelle est alors la valeur minimale de  $T$ ?

## B – Étude expérimentale

- 1) Sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes de la figure 3.
  - a) Quelle courbe correspond à la charge du condensateur ? Justifier la réponse.
  - b) Calculer la valeur de E et celle de la période du signal carré.
- 2) a) On augmente la fréquence de la tension délivrée par G (Fig.4).  
Déterminer la période T du signal carré.  
Justifier la forme de l'oscillogramme de la figure 4 qui représente les variations de  $u_C$ .  
b) On continue à augmenter la fréquence de la tension délivrée par G. L'oscillogramme de  $u_C$  devient presque triangulaire. Pourquoi ?

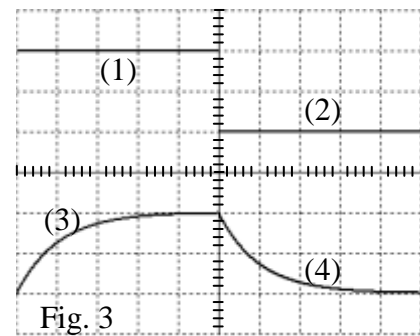


Fig. 3  
 $S_V = 5 \text{ V/div}$ ;  $S_h = 2 \text{ ms/div}$ .

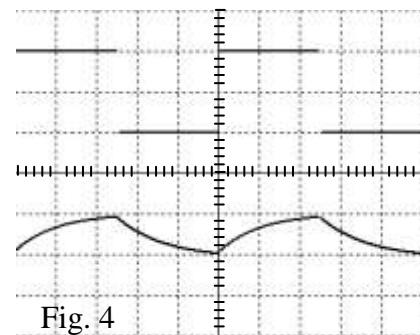


Fig. 4  
 $S_V = 5 \text{ V/div}$ ;  $S_h = 1 \text{ ms/div}$ .

### Troisième exercice : (7,5 points) Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV} \text{ où } E_n \text{ est exprimée en eV et } n \text{ est un entier naturel non nul.}$$

#### Données :

Constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  ;

célérité de la lumière dans le vide  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;

spectre visible dans le vide :  $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$ .

La série de Lyman représente l'ensemble des radiations émises par l'atome d'hydrogène suite à la désexcitation des niveaux  $n \geq 2$  vers le niveau fondamental  $n = 1$ .

- 1) a) On dit que l'énergie d'un atome est quantifiée.  
Qu'entend-on par « énergie quantifiée » ?  
b) Écrire l'expression de l'énergie d'un photon associé à une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide.
- 2) a) Montrer que les longueurs d'onde  $\lambda$  dans le vide des radiations de la série de Lyman, exprimées en nm, sont données par la relation:  $\lambda = 91,3 \left( \frac{n^2}{n^2 - 1} \right)$ .  
b) i) Déterminer, en nm, la longueur d'onde  $\lambda_1$  maximale de la radiation de la série de Lyman.  
ii) Déterminer, en nm, la longueur d'onde  $\lambda_2$  minimale de la radiation de la série de Lyman.  
iii) Les radiations de la série de Lyman appartiennent-elles au domaine visible, ultraviolet ou infrarouge ? Justifier la réponse.
- 3) Une lampe à hydrogène éclaire maintenant une surface métallique de zinc de longueur d'onde seuil  $\lambda_s = 270 \text{ nm}$ .  
a) Définir la longueur d'onde seuil d'un métal.

- b) Des électrons sont émis par la surface métallique de zinc. Pourquoi ?
- c) L'énergie cinétique maximale  $E_C$  d'un électron émis par une radiation de la série de Lyman est comprise entre les valeurs a et b:  $a \leq E_C \leq b$ . Déterminer, en eV, les valeurs de a et b.
- d) L'énergie cinétique de ces électrons émis est quantifiée. Pourquoi ?

**Quatrième exercice : (7,5 points) Un réacteur nucléaire « Le surgénérateur »**

Lire attentivement l'extrait du texte suivant :

« .....Les réacteurs nucléaires à neutrons rapides emploient l'uranium 238 ou le plutonium 239 (ou les deux à la fois) comme combustibles.....Le principe d'un surgénérateur est de produire, à partir de l'uranium 238, au moins autant, sinon plus, de matériau fissile que le réacteur n'en brûle, et le bilan global serait une consommation d'uranium 238 seul, matériau relativement abondant comparé à l'uranium 235..... »

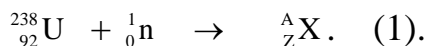
**Données :**

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \times 10^8$  m/s ; masse d'un neutron ( ${}_0^1n$ ) : 1,0087 u.

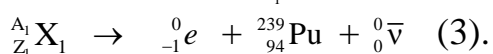
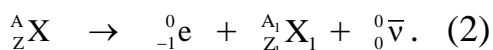
$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$ ;

Elément	TELLURE	TECHNÉTIUM	MOLYBDÈNE	PLUTONIUM	NEPTUNIUM
Nucléide	${}_{52}^{135}\text{Te}$	${}_{43}^{102}\text{Tc}$	${}_{42}^{102}\text{Mo}$	${}_{94}^{239}\text{Pu}$	${}_{93}^{239}\text{Np}$
Masse (u)	134,9167	101,9092	101,9103	239,0530	239,0533

- 1) Relever du texte un indicateur qui montre, à énergie égale produite dans la centrale nucléaire, que l'uranium 238 présente un avantage sur l'uranium 235.
- 2) Dans un réacteur surgénérateur, l'uranium 238 réagit avec un neutron rapide selon la réaction suivante :



Le noyau obtenu  ${}_Z^AX$  est radioactif; il se transforme en plutonium fissile selon les équations suivantes.



- a) Identifier  ${}_Z^AX$  et  ${}_{Z_1}^{A_1}X_1$ .
- b) Écrire l'équation bilan de la réaction nucléaire entre un noyau d'uranium 238 et un neutron conduisant au plutonium 239. (Cette réaction sera appelée réaction (4)).
- c) Dire, pour chacune des réactions précédentes, si elle est une réaction spontanée ou provoquée.
- 3) Le plutonium  ${}_{94}^{239}\text{Pu}$  peut réagir avec un neutron suivant la réaction :
- $${}_{94}^{239}\text{Pu} + {}_0^1n \rightarrow {}_{42}^{102}\text{Mo} + {}_{52}^{135}\text{Te} + 3{}_0^1n. \quad (5)$$
- a) Calculer, en  $\text{MeV}/c^2$ , la perte de masse  $\Delta m$  par cette réaction.
- b) En déduire, en MeV, l'énergie E libérée par la fission d'un noyau de plutonium.
- c) Trouver, en joules, l'énergie libérée par la fission d'un kilogramme de plutonium.
- 4) On suppose que chaque réaction de fission produit 3 neutrons. En utilisant ce qui précède, montrer que le rôle de l'un de ces trois neutrons est en accord avec la phrase de l'extrait :
- « ..... produire, à partir de l'uranium 238, au moins autant, sinon plus, de matériau fissile que le réacteur n'en brûle ... ».