وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة ٢٠٠٧ العادية

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur quatre pages numérotées de 1 à 4
<u>L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé</u>

<u>Premier exercice</u> (7 ½ pts) Oscillateur mécanique

On dispose d'un oscillateur mécanique constitué par un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m et un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k. (S) peut glisser sur un rail horizontal ; G est repéré sur un axe horizontal $\overrightarrow{Ox}$ dont l'origine O correspond à la position de G quand (S) est dans la position d'équilibre (Fig.1).

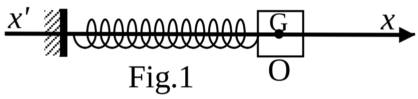

Fig.1

Un dispositif permet d'enregistrer les variations de l'abscisse x de G et de la mesure algébrique v de sa vitesse en fonction du temps.
Le plan horizontal contenant G est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
Le but de l'exercice est de comparer les valeurs de certaines grandeurs physiques associées au mouvement de l'oscillateur dans deux situations.

A - Première situation

Le solide effectue des oscillations et l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) garde une valeur constante $E_m = 64 \times 10^{-3}$ J.
Le dispositif d'enregistrement fournit alors les courbes indiquées sur les figures (2) et (3).

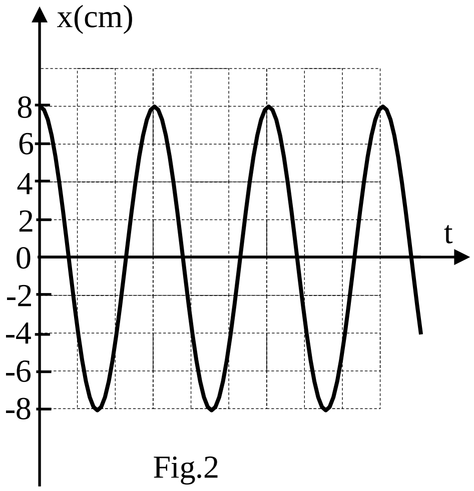

Fig.2

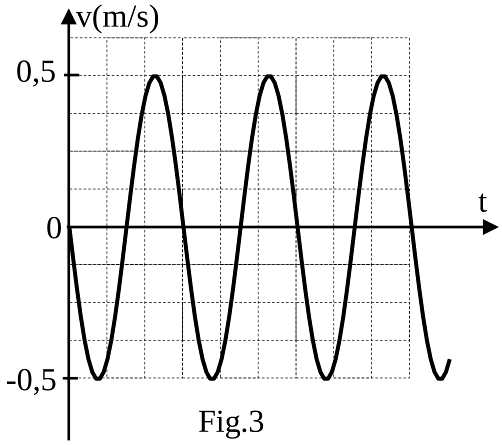

Fig.3

1) Se référer aux figures (2) et (3) .
  a) Indiquer le type d'oscillations de (S).
  b) Préciser : **i)** l'abscisse x_0 et la valeur v_0 de la vitesse à la date $t_0 = 0$;
    ii) la valeur de l'amplitude X_m des oscillations et la valeur maximale V_m de la vitesse;
    iii) le sens du déplacement de G quand il passe pour la première fois par l'origine O.

2) En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique, montrer que :
  a) la constante de raideur du ressort a pour valeur k = 20 N/m ;
  b) la masse de (S) a pour valeur m = 512 g.

3) **a)** Écrire l'expression de l'énergie mécanique du système (oscillateur, Terre) en fonction de m, v, k, et x.
b) Déterminer l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.
c) Déduire l'expression de la pulsation propre ω_0 en fonction de k et m.
d) La solution de l'équation différentielle du second ordre dans cette situation est $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ où φ est une constante. Déterminer la valeur de φ.

B- Deuxième situation

Le solide (S), écarté maintenant d'une distance x_{o1} de sa position d'équilibre, est lancé, à la date $t_o = 0$, dans le sens positif avec une vitesse de valeur v_{o1}. Le dispositif enregistre alors les variations de l'abscisse x en fonction du temps (Fig.4).

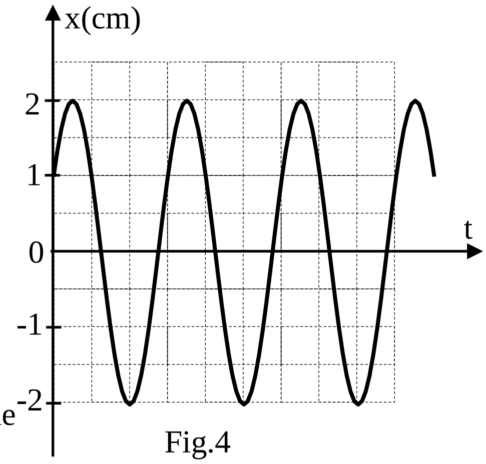

Fig.4

1) En se référant à la figure 4 :
   - **a)** donner la valeur de x_{o1} et celle de l'amplitude X_{m1} du mouvement ;
   - **b)** montrer que l'énergie mécanique E_{m1} du système (oscillateur,Terre) ne varie pas au cours du temps ;
   - **c)** montrer que la valeur de E_{m1} est différente de celle de E_m donnée dans la première situation.

2) Calculer la valeur de l'énergie potentielle élastique de l'oscillateur à $t_0 = 0$ et déterminer la valeur de v_{o1}.

3) La valeur de ω_0 est la même dans les deux situations. Pourquoi ?

4) La solution de l'équation différentielle du second ordre dans cette situation est $x_1 = X_{m1} \cos(\omega_0 t + \varphi_1)$. Montrer que la valeur de φ_1 est différente de celle de φ.

<u>Deuxième exercice</u> (6 ½ pts) Utilisation d'une bobine

A- Première expérience

Un aimant droit peut être déplacé selon l'axe d'une bobine dont les bornes A et C sont reliées à un conducteur ohmique de résistance R.

On approche le pôle nord de l'aimant de la face A de la bobine (Fig.1). Un courant induit d'intensité i passe dans le circuit.

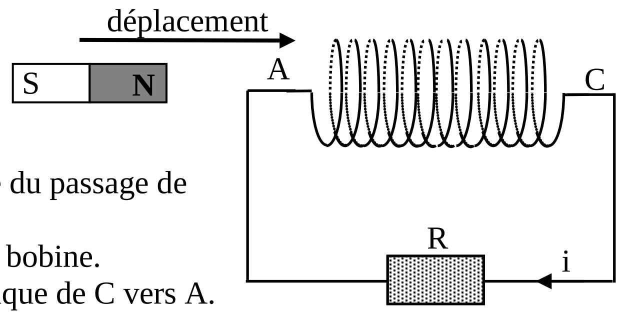

Fig.1

1) Donner le nom du phénomène physique responsable du passage de ce courant.

2) Donner, en le justifiant, le nom de chaque face de la bobine.

3) Le courant induit passe à travers le conducteur ohmique de C vers A. Pourquoi ?

4) Déterminer le signe de la tension u_{AC} .

B- Deuxième expérience

Une bobine d'inductance L = 0,01H et de résistance négligeable est montée en série avec un générateur G et un conducteur ohmique de résistance R (Fig.2). La bobine est alors parcourue par un courant dont l'intensité i varie avec le temps comme l'indique la figure 3.

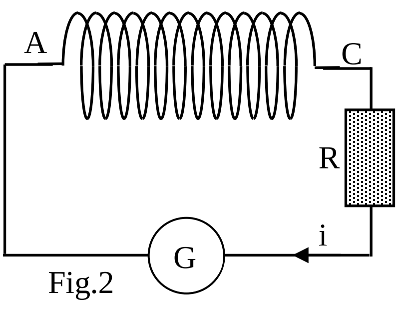

Fig.2

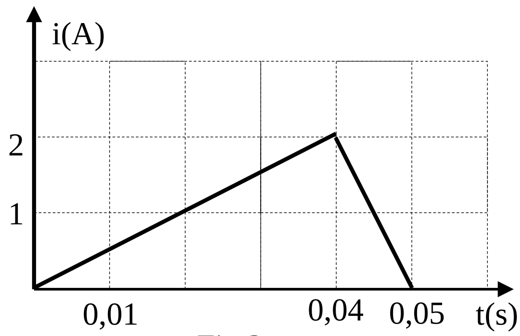

Fig.3

1) Donner le nom du phénomène physique qui apparaît dans la bobine.
2) Déterminer la valeur de la tension u_{AC} dans chacun des deux intervalles : [0; 0,04 s] et [0,04 s; 0,05 s].

C- Troisième expérience

1) La figure 4 représente le schéma d'un transformateur en charge. Le générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence f. La bobine (1) est parcourue par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence f et d'intensité i_1. La bobine (2) est alors parcourue par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i_2 et de même fréquence f.
Expliquer l'apparition du courant dans la bobine (2).

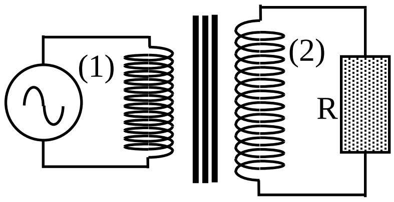

Fig.4

2) Cette partie a pour but de mettre en évidence le rôle d'un transformateur dans le transport de l'énergie électrique.
Un générateur électrique G délivre une puissance P = 20 kW sous une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U. Une ligne de transport de résistance totale r = 1Ω alimente une installation électrique B. L'intensité efficace du courant qui passe dans la ligne est I. Le facteur de puissance de l'ensemble constitué par la ligne et l'installation est cosφ = 0,95.

a) Exprimer la puissance P en fonction de U, I et cosφ.
b) **i)** Exprimer la puissance P' perdue, par effet Joule dans la ligne, en fonction de P, r, cosφ et U.
ii) Calculer P' dans le cas où U = 220 V (Fig.5).

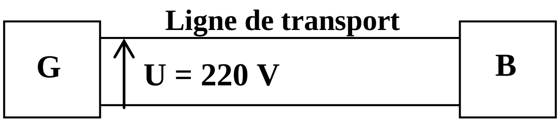

Fig.5

iii) Un transformateur, branché aux bornes du générateur, élève la valeur efficace de la tension aux bornes de la ligne de transport. Le transport de la même puissance P à travers la ligne se fait alors sous la nouvelle tension efficace $U = 10^4$ V (Fig.6).
Calculer la nouvelle valeur de P'.

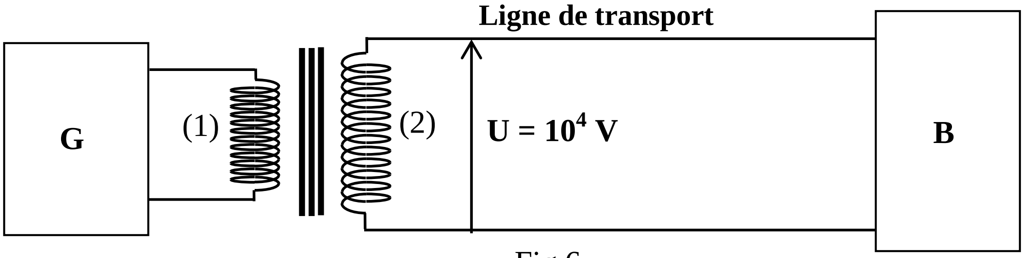

Fig.6

c) Tirer une conclusion à propos de l'importance de l'utilisation du transformateur dans le transport de l'énergie électrique à grande distance.

Troisième exercice (6 pts) **Fusion nucléaire**

Données : Les masses des noyaux : ${}^{2}_{1}H$: 2,0134 u ; ${}^{3}_{1}H$: 3,0160 u ; ${}^{4}_{2}He$: 4,0015 u ;

${}^{235}_{92}U$: 235,12 u ; ${}^{1}_{0}n$: 1,0087 u .

1 u = 931,5 MeV/c^2 = $1{,}66\times10^{-27}$ kg. 1 MeV = $1{,}6\times10^{-13}$J.

La combustion de 1 tonne de pétrole produit une énergie de 42×10^{9}J.

La fusion nucléaire contrôlée, si la technique en a été maîtrisée, offre d'énormes possibilités énergétiques. Actuellement, dans les centres de recherche, toutes les études portent sur la réaction de fusion qui se produit entre un noyau de deutérium (${}^{2}_{1}H$) et un noyau de tritium (${}^{3}_{1}H$) dont l'équation est:

$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

Le deutérium est abondant dans la nature ; l'eau constitue un réserve énorme de ce gaz. Le tritium est facilement obtenu par irradiation neutronique du lithium disponible en grande quantité en minerai.

A - Avantages de la fusion deutérium - tritium

1) Montrer que la perte de masse dans cette réaction est : Δm = 0,0192 u.
2) Calculer, en MeV puis en J, l'énergie libérée par cette réaction.
3) Montrer que l'énergie libérée par la fusion de 1 g d'un mélange constitué d'un même nombre de noyaux de deutérium et de tritium est $3{,}42\times10^{11}$J.
4) Calculer, en J, l'énergie libérée par la combustion de 1 g de pétrole.
5) La fission d'un noyau d'uranium 235 donne, en moyenne, une énergie de 200 MeV. Déterminer, en J, l'énergie libérée par la fission de 1 g d'uranium 235.
6) Donner trois raisons qui rendent la fusion contrôlée une source d'énergie plus avantageuse que le pétrole et la fission nucléaire.

B - La réaction de fusion deutérium - tritium se produit-elle dans le Soleil ?

Les deux noyaux de tritium et de deutérium se repoussent. Pour qu'ils fusionnent, il faut réaliser entre eux un choc à très grande vitesse, chacun des deux noyaux possédant alors avant le choc une énergie cinétique dont la valeur minimale est E_C = 0,35 MeV.

1) Pourquoi les deux noyaux de deutérium et de tritium se repoussent-ils ?
2) L'énergie cinétique d'un noyau est proportionnelle à la température T du milieu où il se trouve : $E_C = 1{,}3\times10^{-4}T$ (E_C en eV et T en K). Calculer la température minimale T_1 du milieu favorable à la fusion de ces deux noyaux.
3) Cette réaction de fusion se produit dans le cœur de certaines étoiles. La température du cœur du Soleil étant $T_2 = 15\times10^{6}$ K, montrer que cette réaction de fusion ne se produit pas dans le cœur du Soleil.

أسس التصحيح لمادة الفيزياء لشهادة الثانوية العامة _ علوم الحياة _ دورة ٢٠٠٧ العادية

Premier exercice (7 ½ pts)

A- 1) a) Les oscillations sont **libres et non amorties**. **(1/4 pt)**

b) i) À t = 0 : x_0 = 8 cm et v_0 = 0. **(1/2 pt)**

ii) X_m= 8 cm ; V_m= 0,5 m/s. **(1/2 pt)**

iii) En passant pour la première fois par O, v < 0

$\Rightarrow$ (S) se déplace dans le sens négatif. **(1/4 pt)**

2- a) $E_m = \frac{1}{2}k(X_m)^2 \Rightarrow$ k= 20 N/m. **(1/2 pt)**

b) $E_m = \frac{1}{2}m(V_m)^2 \Rightarrow$ m = 512 g. **(1/2 pt)**

3- a) $E_m = \frac{1}{2}m(v)^2 + \frac{1}{2}k(x)^2$. **(1/2 pt)**

b) E_m = cte $\Rightarrow (E_m)' = 0 \Rightarrow mvv' + Kxv = 0$

$\Rightarrow x'' + \frac{K}{m}x = 0$. **(1/2 pt)**

c) L'équation différentielle est de la forme : $x'' + (\omega_0)^2x = 0$

$\Rightarrow (\omega_0)^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$. **(1/2 pt)**

d) Pour t = 0 on a : $x = x_0 = X_m\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$. **(1/2 pt)**

B- 1)

a) x_{01} = 1 cm ; X_{max1}= 2 cm. **(1/2 pt)**

b) Car l'amplitude du mouvement X_{m1} ne diminue pas au cours du temps. **(1/4 pt)**

c) $E_m = \frac{1}{2}k(X_m)^2$; X_{m1} = 2 cm et X_m = 8 cm $\Rightarrow E_{m1} \neq E_m$ **(1/2 pt)**

2) $E_{P0} = \frac{1}{2}k(x_{01})^2 = 10^{-3}$J **(1/4 pt);**

$\frac{1}{2}k(x_{01})^2 + \frac{1}{2}m(v_{01})^2 = \frac{1}{2}k(X_{m1})^2 = 4\times10^{-3}$J $\Rightarrow v_0$ = 0,108 m/s. **(3/4 pt)**

3) Car la pulsation propre dépend de m et de k et indépendante des conditions initiales **(1/4 pt)**

4)Dans la situation A, ona : $\cos\varphi = \frac{x_0}{X_m} = \frac{8}{8} = 1$ (φ = 0)

Dans la situation B, on a : $\cos\varphi_1 = \frac{x_{01}}{X_{m1}} = \frac{1}{2}$ ($\varphi_1 = -\frac{\pi}{3}$rad)

$\Rightarrow \varphi_1 \neq \varphi$ **(1/2pt)**

Deuxieme exercice (6 ½ pts)

A- 1) L'induction électromagnétique. **(1/4 pt)**

2) Pour s'opposer au rapprochement du pôle nord de l'aimant (loi de Lenz), A est la face nord et B la face sud. **(1/2pt)**

3) Le champ magnétique induit $\vec{B}_i$ doit être de sens contraire à $\vec{B}$ créé par l'aimant, le courant induit doit circuler donc de C vers A dans le conducteur ohmique. **(1/2 pt)**

4) A est la borne négative du générateur $\Rightarrow u_{AC} < 0$. **(1/2pt)**

B- 1) L'auto-induction. **(1/4pt)**

2) $u_{AC} = L\frac{di}{dt}$ **(1/4 pt)**

Pour $0 \leq t \leq 0{,}040$ s, $\frac{di}{dt} = \frac{2}{0{,}04} = 50A/s$

$\Rightarrow u_{AC} = 0{,}01\times 50 = 0{,}5V$. **(3/4pt)**

Pour $0{,}040 \leq t \leq 0{,}050$ s, $\frac{di}{dt} = -\frac{2}{0{,}01} = -200A/s \Rightarrow$

$u_{AC} = 0{,}01\times -200 = -2V$. **(3/4pt)**

C-1) i_1 est variable $\Rightarrow$ un champ magnétique $\vec{B}$ variable est créé dans le primaire.

L'intensité de $\vec{B}$ est la même en tout point du primaire et du secondaire : le flux dans le secondaire est variable => le secondaire est le siège d'une f.e.m. induite ; le secondaire est un circuit fermé, il est donc traversé par un courant induit i_2 . **(1/2 pt)**

2) a) $P = UI\cos\varphi$. **(1/4 pt)**

b) i) $P' = rI^2 = r\left(\frac{P}{U\cos\varphi}\right)^2$. **(1/2 pt)**

ii) $P' = \frac{1\times4\times10^8}{0{,}9025\times U^2} = \frac{4{,}4\times10^8}{U^2}$.

Si U = 220 V, on a : $P' = 9\times10^3$ W **(1/2 pt)**

iii) Si U = 10^4 V, on a : P' = 4,4 W. **(1/2pt)**

c) Les pertes par effet Joule, imposent un transport d'énergie électrique à haute tension; on utilise alors un transformateur survolteur.**(1/2 pt)**

Troisième exercice (6 pts)

A-

1) $\Delta m = m({}_1^2H) + m({}_1^3H) - [m({}_2^4H_e) + m({}_0^1n)] = 2{,}0134 + 3{,}0160 - [4{,}0015 + 1{,}0087] = 0{,}0192$ u **(1pt)**

2) L'énergie libérée E provient du défaut de masse Δm. $E = \Delta m \times c^2 = 0{,}0192 \times 931{,}5 = 17{,}88$ MeV
L'énergie libérée par la fusion des deux noyaux est $E = 17{,}88$ MeV $= 28{,}6 \times 10^{-13}$ J. **(1pt)**

3) Chaque fusion met en jeu $2{,}0134 + 3{,}0160 = 5{,}0294$ u $= 8{,}35 \times 10^{-24}$ g du mélange et libère une énergie $E = 28{,}6 \times 10^{-13}$ J. 1 g du mélange peut libérer $E' = \dfrac{28{,}6 \times 10^{-13}}{8{,}35 \times 10^{-24}} = 3{,}42 \times 10^{11}$ J. **(1pt)**

4) L'énergie libérée par 1 g de pétrole est : $4{,}2.10^4$ **J (1/4 pt)**

5) La masse d'un noyau d'uranium 235 est 235,12 u $= 3{,}9 \times 10^{-22}$ g .
L'énergie libérée par la fission de 1 g d'uranium 235 est : $\dfrac{3{,}2 \times 10^{-11}}{3{,}9 \times 10^{-22}} = 8{,}2 \times 10^{10}$ J **(1/2 pt)**

6)
- La fusion nucléaire est plus énergétique
- La fusion nucléaire n'est pas polluante
- La matière première s'obtient facilement et elle est moins coûteuse. **(3/4pt)**

B - 1) Car les noyaux sont chargés positivement. **(1/4pt)**

2) $E_C > 0{,}35 \times 10^6$ eV => $1{,}3 \times 10^{-4}\,T > 0{,}35 \times 10^6$ => $T_{min} = T_1 = 2{,}7 \times 10^9$ K. **(3/4pt)**

3) $T_2 < T_1$ (180 fois plus faible) => La fusion deutérium- tritium n'a pas lieu dans le Soleil. **(1/2pt)**