وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات شهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة ٢٠٠٤ الاستثنائية

مسابقة في الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

Premier exercice (6 pts) Détermination de la vitesse d'une balle

Une arme à feu est capable de tirer des balles, chacune de masse m = 20 g, avec une vitesse horizontale $\overrightarrow{V_0}$ de valeur V_0.
Dans le but de déterminer V_0, on considère un dispositif constitué d'un bloc de bois, de masse M = 1 kg, suspendu à deux fils inextensibles, de masse négligeable et de même longueur (figure 1).
Ce dispositif peut être assimilé au bloc de bois suspendu à un fil de longueur ℓ = 1 m, initialement au repos dans sa position d'équilibre en G_1.
Une balle frappe le bloc à la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ et s'y incruste au niveau du centre de gravité G du bloc. Juste après le choc, le système (bloc, balle) se met en mouvement à la vitesse $\overrightarrow{V_1}$ horizontale. Le pendule atteint alors un écart angulaire maximal $\alpha = 37^o$. G_1 et G_2 sont les positions respectives de G à la position d'équilibre et à la position la plus élevée. Prendre le plan horizontal passant par G_1 comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur (figure 2). Négliger les frottements avec l'air et prendre $g = 9,8\ m/s^2$.

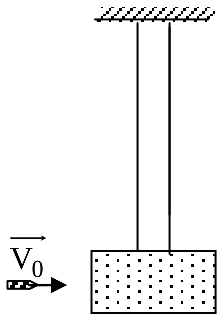


Figure 1

1. Au cours d'un choc, laquelle des deux grandeurs physiques, la quantité de mouvement ou l'énergie cinétique du système, n'est pas toujours conservée?
2. Déterminer l'expression de la valeur V_1 de la vitesse $\overrightarrow{V_1}$ en fonction de M, m et V_0.
3. **a)** Déterminer, juste après le choc, l'énergie mécanique du système (pendule, Terre) en fonction de V_0, M, et m.
   b) Déterminer, en fonction de M, m, g, ℓ et α, l'énergie mécanique du système (pendule, Terre)
   au point G_2.
   c) Déduire V_0.
4. Vérifier la réponse à la question (1).

Deuxième exercice (7 pts) Détermination de la nature et de la caractéristique d'un dipôle

On dispose de trois dipôles de natures différentes. L'un de ces dipôles est un conducteur ohmique de résistance R , un autre un condensateur de capacité C et le dernier une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

A- Nature de chaque dipôle

Afin de déterminer la nature de chaque dipôle, on dispose d'un générateur G de tension continue, d'un conducteur ohmique de résistance r, d'un ampèremètre A et d'un interrupteur K.

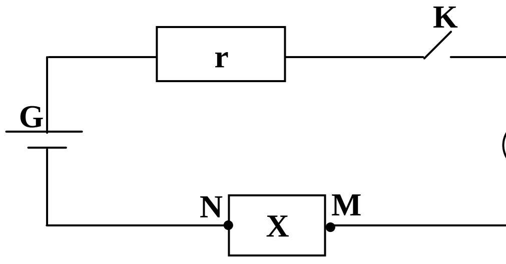


Figure 1

1. Première expérience

On réalise le montage de la figure (1) ci-contre, en branchant, entre M et N, le dipôle nommé X, puis on ferme K. L'ampèremètre indique alors une certaine valeur qui diminue pour atteindre zéro au bout d'un certain temps.
Déterminer la nature du dipôle X.

2. Deuxième expérience

On recommence l'expérience en remplaçant le dipôle X par le dipôle nommé Y. L'ampèremètre indique, dans ce cas, une valeur constante.
Déterminer la nature du dipôle Y.

3. Le troisième dipôle nommé Z est branché seul entre M et N. Indiquer sa nature et préciser son effet sur l'établissement du courant dans le circuit.

B- Caractéristiques des dipôles

1. Valeur de C

On alimente le condensateur, de capacité C, par un GBF (figure 2) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u = U\sqrt{2}\sin 2\pi f\ t$, de valeur efficace U = 1 V et de fréquence f réglable. Prendre $0{,}32\ \pi = 1$.
On donne à f différentes valeurs et on mesure, à l'aide d'un ampèremètre, les valeurs correspondantes de l'intensité efficace I du courant qui parcourt le circuit.
Le graphique de la figure 3 représente les variations de I en fonction de f.

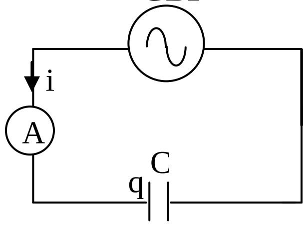
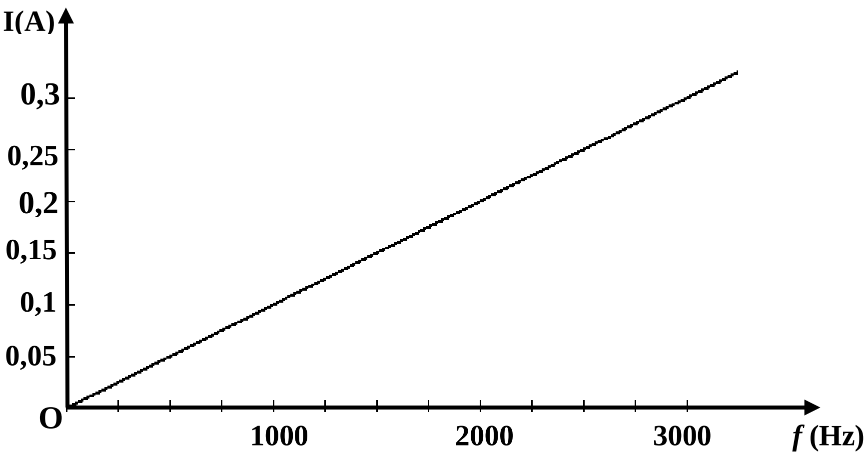


Figure 2

Figure 3



a) D'après le graphique, on peut écrire : $I = B \times f$ où B est une constante. Calculer B.
b) Exprimer B en fonction de U et C en utilisant la relation $i = dq / dt$

c) Déterminer la valeur de C .

2. Valeur de L

Les trois dipôles X, Y et Z sont maintenant montés en série aux bornes du GBF précédent (figure 4).

On fait varier f tout en maintenant constante la tension efficace U. On trouve que la valeur efficace I du courant qui parcourt le circuit varie et prend une valeur maximale I_0 pour f_0 = 120 Hz.

a. L'existence de la valeur maximale I_0 de I met en évidence un phénomène physique. Donner le nom de ce phénomène.

b. Sachant que $C = 1,6 \times 10^{-5}$ F, déterminer la valeur de L.

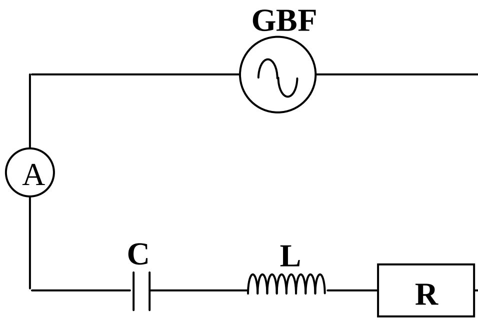


Figure 4

Troisième exercice (7 pts) Le carbone 14

Le but de cet exercice est de mettre en évidence certaines propriétés caractéristiques du radioélément $^{14}_{6}C$ et d'exposer le procédé utilisé pour connaître l'âge de morceaux de bois fossiles.

Données :

masse d'un proton : m_p = 1,00728 u ; masse d'un neutron : m_n = 1,00866 u ;

masse d'un noyau de $^{14}_{6}C$ = 14,0065 u ; masse d'un noyau de $^{14}_{7}N$ = 14,0031 u ;

1 u = 931,5 MeV/c^2 ; masse molaire de $^{14}_{6}C$ = 14 g$\times$mol^{-1} ;

nombre d'Avogadro : $\mathcal{N} = 6,02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.

A - Formation du carbone 14

Dans la haute atmosphère, l'azote $^{14}_{7}$N se transforme, sous l'impact d'un neutron, en $^{14}_{6}C$, isotope du carbone $^{12}_{6}C$.

1. Les nucléides $^{12}_{6}C$ et $^{14}_{6}C$ sont isotopes. Pourquoi ?
2. Écrire l'équation de la réaction de formation de $^{14}_{6}C$.
3. Identifier la particule émise.

B – Désintégration du carbone 14

Le carbone14 est radioactif β^-. Sa désintégration produit l'azote $^{14}_{7}$N.

1. L'émission d'une particule β^- est due à la désintégration d'un nucléon à l'intérieur du noyau. Écrire la réaction qui correspond à cette émission.
2. Calculer l'énergie de liaison par nucléon de chacun des noyaux $^{14}_{6}C$ et de $^{14}_{7}$N.
3. On affirme que la transformation radioactive est une évolution vers un état plus stable. Justifier cette affirmation en tenant compte de ce qui précède.
4. La détermination de l'activité d'une substance contenant le carbone 14 se fait à l'aide d'un compteur de particules β^-. On expose, à ce compteur, un échantillon de bois contenant 0,05 g de carbone 14 dont la période radioactive est T = 5570 années. Déterminer :
   a) la constante radioactive λ du carbone 14.
   b) le nombre de noyaux de carbone 14 contenus dans cet échantillon à l'instant de l'exposition.
   c) l'activité de l'échantillon à l'instant considéré.

C- Âge d’un bois fossile

On se propose de déterminer l’âge d’un morceau de bois fossile. On expose ce morceau au compteur de particules β^- ; il indique 100 désintégrations en 5 minutes. Sachant qu’un morceau de bois identique et fraîchement coupé donne 1000 désintégrations en 5 minutes, déterminer l’âge du morceau de bois fossile.

اسس التصحيح – لمادة الفيزياء – شهادة الثانوية العامة فرع علوم الحياة – دورة ٢٠٠٤ الاستثنائية

Premier exercice (6 pts.)

1. L'énergie cinétique du système (balle, bloc) **(1/4pt.)**

2. $\vec{P}_{\text{avant le choc}} = \vec{P}_{\text{après le choc}}$ **(1/4 pt)**

$m\,\vec{V_0} = (M+m)\vec{V_1}$ **(1/4 pt)** D'où : $V_1 = \dfrac{mV_0}{(M+m)}$ **(1/4 pt.)**

3. a. $E_m = E_{PP} + E_c$ **(1/4pt.)**

$E_m = 0 + E_c = \dfrac{1}{2}(M+m)\,V_1^2$ **(1/4pt.)**

$E_m = \dfrac{1}{2}(M+m)[\dfrac{mV_0}{(M+m)}]^2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{m^2V_0^{\,2}}{(M+m)}$ **(1/4 pt.)**

b. $E_m = (M+m)gh$ **(1/4pt.)**

$h = l - l\cos\alpha = l\,(1-\cos\alpha)$ **(1/2pt)**

D'où : $E_m = (M+m)g\,l\,(1-\cos\alpha)$ **(1/4pt.)**

c. L'énergie mécanique du système (pendule ,Terre) est conservée car on a négligé les frottements. **(1/2pt.)**

$\dfrac{1}{2}\dfrac{m^2V_0^{\,2}}{(M+m)} = (M+m)g\,l\,(1-\cos\alpha)$

$V_0 = \dfrac{(M+m)}{m}\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$ **(1pt.)**

$V_0 = 101{,}3$ m/s **(1/2 pt.)**

4. $Ec_{avant} = ½\, m\, V_0^2$ **(1/4pt)**

$Ec_{avant} = 102{,}6$ J **(1/4pt)**

$E_{Caprès} = ½\,(M+m)V_1^2$

$= \dfrac{1}{2}\dfrac{m^2V_0^{\,2}}{(M+m)}$ **(1/4pt)**

$E_{Caprès} = 2$ J **(1/4pt)**

Ec_{avant} est $\neq$ de $E_{caprès}$, la réponse de la question a est vérifiée. **(1/4pt)**

Deuxième exercice (7 pts.)

A-

I. X est un condensateur car le courant s'annule à la fin de la charge.**(3/4 pt.)**

2. Y est un conducteur ohmique car l'intensité du courant reste constante.(**3/4 pt)**

3. Z est une bobine. Le courant s'établit dans le circuit avec un certain retard. **(3/4 pt)**

B-1.a) B = 10^{-4} A / Hz **(1 pt)**

b) On a : i = $\frac{dq}{dt} = \frac{Cdu_C}{dt}$

i = C U$\sqrt{2}$ 2π f cos2π ft .Or i = I$\sqrt{2}$ cos2π ft =>

I = 2πC U f = B f $\Rightarrow$ B = 2πC U **(13/4pt.)**

c) C = B / 2πU = 10^{-4} / 2π = 16 $\times$ 10^{-6} F **(1/2 pt)**

2.a) Résonance d'intensité **(1/2 pt)**

b) $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ **(1/2 pt)**

$\Rightarrow$ L = 0,11 H. **(1/2 pt)**

Troisième exercice (7 pts)

A-1) Les noyaux ont même nombre de charge Z et des nombres de masse A différents. **(1/2 pt.)**

2) ${}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}p$ **(3/4 pt.)**

3) La particule émise est un proton (ou noyau d'hydrogène) **(1/4pt.)**

B-1. ${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}p$ **(3/4 pt.)**

2. L'énergie de liaison d'un noyau de masse m_x est : $E_l = \Delta m.c^2$ **(1/4pt.)**

avec Δm = [Zm_p+ (A-Z)m_n] – m_x **(1/4pt)**

L'énergie de liaison par nucléon est $\frac{E_l}{A}$.**(1/4pt)**

- Pour le noyau ${}^{14}_{6}C$ on a :

Δm =6 $\times$ 1,00728+8 $\times$ 1,00866- 14,0065

Δm = 0,10646 u ; E_l = 99,16749 MeV

$\frac{E_l}{A}$ = 7,083 MeV **(1/2 pt)**

- Pour le noyau ${}^{14}_{7}N$ on a ;

Δm =7 $\times$ 1,00728+7 $\times$ 1,00866- 14,0031

Δm = 0,10848 u ; E_l = 101,04912 MeV

$\frac{E_l}{A}$ = 7,217 MeV **(1/2 pt)**

3. On constate que l'énergie de liaison par nucléon de ${}^{14}_{7}N$ est supérieure à celle de ${}^{14}_{6}C$; le noyau d'azote ${}^{14}_{7}N$ est plus stable que le noyau de carbone ${}^{14}_{6}C$. **(1/4pt)**

4.a) $\lambda = \dfrac{0{,}693}{T}$ **;** **(1/4pt)**

λ **=**$1{,}244 \times 10^{-4}$an^{-1} $=3{,}94 \times 10^{-12}$ s^{-1} **(1/4pt)**

b) $n = \dfrac{0{,}05 \times 6{,}02 \times 10^{23}}{14} = 215 \times 10^{19}\, noyaux$ **(1/2pt)**

c) A= $\lambda \times n$ **(1/4 pt)** ; A=8471×10^{10} Bq**. (1/4pt)**

C- A_0= 200 dés./mn A= 20 dés./mn

A=$A_0 e^{-\lambda t}$ **(1/4pt)** ; t = $\dfrac{\ln \dfrac{A_0}{A}}{\lambda}$ = 18509 ans **(1pt)**