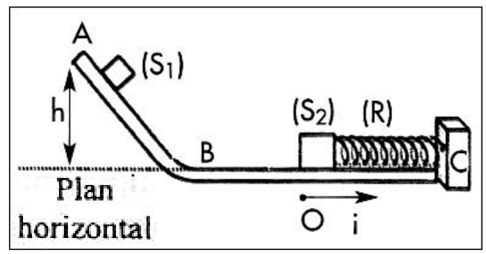
وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات شهادة الثانوية العامة فرع العلوم العامة	دورة سنة 2003 العادية

	مسابقة في الفيزياء المدة: ثلاث ساعات	الاسم : الرقم :

Cette épreuve, formée de quatre exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.

L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

<u>Premier exercice</u> (6 ½ points) Détermination de la constante de raideur d'un ressort



Dans le but de déterminer la constante de raideur k d'un ressort (R) à spires non jointives, on dispose :

– d'une glissière ABC située dans un plan vertical,

– du ressort (R) fixé par une extrémité en C, l'autre extrémité étant reliée à un solide ponctuel (S_2) de masse m_2,

– d'un solide ponctuel (S_1) de masse $m_1 = 0,1$ kg placé en A à l'altitude h = 0,8 m au dessus du plan horizontal contenant BC.

On néglige tous les frottements et on prend $g = 10\ m.s^{-2}$.

Le plan horizontal passant par BC est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

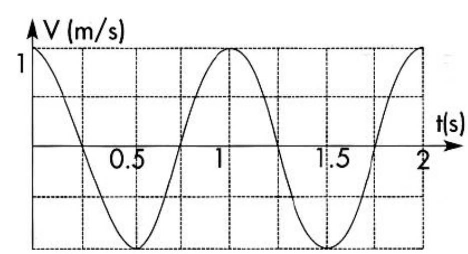
1- (S_1), lâché de A sans vitesse initiale, atteint (S_2), avec une vitesse $\vec{V_1}$, juste avant le choc.
Démontrer que le module de $\vec{V_1}$, est $V_1 = 4$ m/s.

2- (S_1) entrant en collision avec (S_2), s'accroche à (S_2) formant ainsi un seul point matériel (S).
Déterminer, en fonction de m_2, l'expression de la valeur V_o de la vitesse $\vec{V_o}$ de (S) juste après le choc.

3- L'ensemble [(S), (R)] forme ainsi un pendule élastique horizontal, (S) oscillant autour de sa position d'équilibre en O.

a) Déterminer l'équation différentielle qui régit le mouvement de l'oscillateur. Déduire l'expression de sa période propre T_o.

b) La figure (2) représente l'évolution, en fonction du temps, de la mesure algébrique de la vitesse de (S). L'origine des dates correspond à la date où la vitesse de (S) est $\vec{V_o}$.



i- Donner la valeur V_o de $\vec{V_o}$.

ii- Déduire la valeur de m_2.

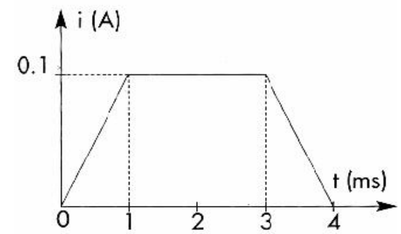
iii- Donner la valeur de T_o.

iv- Calculer k.

Deuxième exercice (7 pts) Rôle et caractéristiques d'une bobine

On dispose d'une bobine (B) portant les indications suivantes: L = 65 mH et r = 20 Ω.

A- Rôle d'une bobine



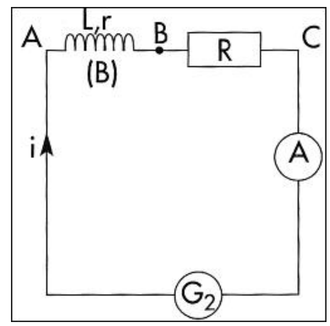
Dans le but de mettre en évidence le rôle d'une bobine, on branche la bobine aux bornes d'un générateur G_1.
Les variations, en fonction du temps, de l'intensité i du courant électrique qui traverse la bobine sont représentées par la figure (1).

1 -a) Donner, en fonction de L et de i, l'expression littérale de la force électromotrice d'auto-induction e qui apparaît aux bornes de la bobine.

b) Déterminer la valeur de e dans chacun des intervalles de temps suivants: [0 ; 1 ms] , [1 ms ; 3 ms] , [3 ms ; 4 ms]

2- Dans quel intervalle la bobine joue le rôle d'un générateur? Justifier la réponse.

B- Caractéristiques de la bobine



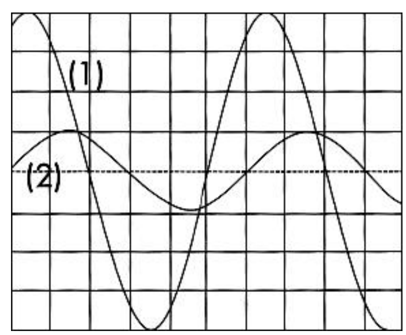
Pour s'assurer des valeurs de L et de r, on réalise les deux expériences suivantes :

I- **Première expérience :** La bobine (B), un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω et un ampèremètre de résistance négligeable sont montés en série aux bornes du générateur G_2, de force électromotrice E = 4 V et de résistance interne négligeable, (figure 2). Après un certain temps, l'ampèremètre indique I = 0,1 A. Déduire la valeur de r.

II-

III- **Deuxième expérience :** L'ampèremètre est enlevé et G_2 est remplacé par un générateur G_3 délivrant une tension alternative sinusoïdale .

1) Reproduire le schéma de la figure (2) en indiquant les branchements d'un oscilloscope pour visualiser, sur la voie (1), la tension u_g aux bornes du générateur et, sur la voie (2), la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.
2) Les tensions visualisées sur l'oscilloscope sont schématismes sur la figure (3).



On donne: sensibilité verticale sur les deux voies : 2 V/division
sensibilité horizontale: 1 ms /division

a) L'oscillogramme (1) représente u_g, Pourquoi
b) La tension aux bornes du générateur est de la forme: $u_g = U_m \cos\omega t$. Déterminer U_m et ω.
c) Déterminer le déphasage φ entre u_g et u_R .
d) Déterminer l'expression de l'intensité instantanée i du courant électrique dans le circuit.
e) En utilisant la loi d'additivité des tensions à une date t, et en donnant à t une valeur particulière, déduire la valeur de l'inductance L

III- Comparer les valeurs trouvées pour r et L à celle indiquées sur la bobine.

<u>Troisième exercice</u> (6 ½ points) Les deux aspects de la lumière

Pour mettre en évidence les deux aspects de la lumière, on réalise les deux expériences suivantes:

A- Première expérience

On recouvre une plaque métallique d'une couche de césium dont le seuil de longueur d'onde est λ_s = 670 nm. On envoie sur cette plaque une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ = 480 nm.
Un dispositif approprié placé au voisinage de la plaque détecte des électrons émis par la plaque éclairée.

1. Cette émission d'électrons par la plaque met en évidence un effet. De quel effet s'agit-il?
2. Préciser la signification du seuil de longueur d'onde.
3. Calculer, en J et en eV, l'énergie d'extraction d'un électron de la couche de césium.
4. Quelle est la forme de l'énergie transportée par un électron émis? Calculer la valeur maximale de cette énergie.

On donne: constante de Planck : h = $6,6 \times 10^{-34}$ J.s;
célérité de la lumière dans le vide : c = 3×10^{8} m/s;
I eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J.

<u>B- Deuxième expérience</u>

On éclaire les deux fentes fines du dispositif de Young, distantes de a, par de la lumière laser de longueur d'onde dans le vide λ = 480 nm. La distance de l'écran d'observation au plan des fentes est D = 2 m.

1. Faire un schéma du dispositif en y montrant la région d'interférence.
2. Les conditions d'obtention du phénomène d'interférence sont satisfaites dans ce cas. Pourquoi?
3. A quoi est dû le phénomène d'interférence?
4. a. Décrire l'aspect de la région d'interférence observée sur l'écran.
   b. Dans cette région on compte 11 franges brillantes. La distance entre les centres des franges brillantes extrêmes est l = 9,5 mm. Qu'appelle-t-on la distance entre les centres de deux franges brillantes consécutives ? Calculer sa valeur et en déduire celle de a.

C- Les deux expériences mettent en évidence les deux aspects de la lumière. Préciser l'aspect mis en évidence par chaque expérience.

<u>Quatrième exercice</u> (7 ½ points) Radioactivité du polonium 210

Dans le but d'étudier la radioactivité du polonium ${}^{210}_{84}Po$ qui est un émetteur α, on dispose d'un échantillon de polonium 210 contenant N_o noyaux à l'instant $t_o = 0$.

A. Détermination de la demi-vie (période) radioactive

On mesure, à des dates successives, le nombre N noyaux restants. On calcule le rapport N / N_o et on dresse le tableau suivant :

t (en jours)	0	50	100	150	200	250	300
N / N_o	1	0,78	0,61	0,47	0,37	0,29	0,22
$-\ln (N / N_o)$	0	0,25				1,24	

1. Reproduire et compléter ce tableau en calculant à chaque date $- \ln (N / N_o)$.
2. Tracer la courbe représentant l'évolution de $f(t) = - \ln (N / N_o)$ en fonction du temps à l'échelle de 1 cm en abscisse pour 20 jours et 1 cm en ordonnée pour 0,1.
3. a. Sachant que $\ln (N / N_o) = - \lambda t$, déterminer graphiquement la valeur de la constante radioactive λ du polonium 210.
   b. En déduire la demi-vie du polonium 210.

B. Activité du polonium 210

1. Définir l'activité d'un échantillon radioactif.
2. Exprimer l'activité A_o de l'échantillon de polonium 210 à la date $t_o = 0$, en fonction de λ et N_o. Calculer sa valeur pour $N_o = 5 \times 10^{18}$.
3. Donner l'expression de l'activité A de l'échantillon en fonction de t.
4. Calculer la valeur de A :
   a. à la date t = 90 jours.
   b. Lorsque t augmente indéfiniment.

C. Énergie libérée par la désintégration du polonium 210

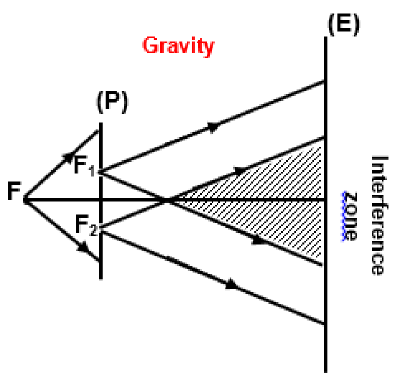
1. La désintégration d'un noyau de polonium produit un noyau fils qui est un isotope du plomb ${}^{A}_{Z}Pb$. Déterminer Z et A.
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de polonium 210.
3. **La** désintégration du noyau de polonium peut se faire avec ou sans émission d'un photon γ. L'énergie d'un photon émis est 2,20 MeV. Sachant que le noyau fils a une vitesse négligeable, déterminer, dans chaque cas, l'énergie cinétique de la particule α émise.
4. L'échantillon est placé dans une boîte en aluminium. Ainsi, les particules α sont arrêtées par la boîte alors que les photons γ ne le sont pas.
   Sachant que la moitié des désintégrations s'effectue avec une émission γ, déterminer la puissance transférée à la boîte en aluminium à la date t = 90 jours.

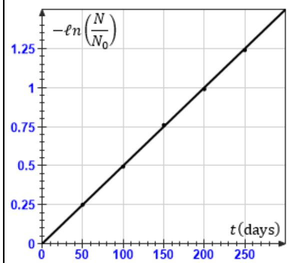
Données numériques :

Masse d'un noyau de polonium 210 : 209,9828 u
Masse d'un noyau de plomb : 205,9745 u Masse de
la particule α: 4,0015 u
$1\ u = 1,66 \times 10^{-27}\ kg = 931,5\ MeV\ c^2$.

اسس التصحيح لدورة 2003 العادية		
Question I (07 points)		
1.	Frottement étant négligeables, l'énergie mécanique du système $[(S_1)$, Terre$]$ est conservée: $Ec_A + Epp_A = Ec_O + Epp_O$. Donc, $v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0{,}8} = 4m/s$	**1**
2.	La quantité de mouvement du système $[(S_1),(S_2)]$ est conservée: $\overrightarrow{v_0} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}\overrightarrow{v_1}$ $\overrightarrow{v_0} = \frac{0{,}4\vec{i}}{0{,}1 + m_2}$ avec m_2 en kg et v_0 en m/s	**0,5** **0,5**
3.a)	$Em = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + \frac{1}{2}kx^2$ L'énergie mécanique est conservée car les forces de frottement sont négligeables: $\frac{d(Em)}{dt} = 0$; on obtient: $x'' + \frac{k}{m_1 + m_2}x = 0$	**0,5** **0,5** **0,5**
3.b)	L'équation différentielle qui régit le mouvement du solide (S) est de la forme: $x'' + \omega_0^2 x = 0; \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}}$ $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}}$	**0,5** **0,5** **0,5**
4.a)	$v_0 = 1m/s$	**0,5**
4.b)	$v_0 = \frac{0{,}4}{0{,}1 + m_2} = 1,$ Donc $m_2 = 0{,}4kg - 0{,}1kg = 0{,}3kg$.	**0,5**
4.c)	$T_0 = 1s$.	**0,25**
4.d)	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$; Alors $k = \frac{4\pi^2(m_1 + m_2)}{T_0^2} = 16N/m$	**0,75**

اسس التصحيح لدورة 2003 العادية		
Question II (07 points)		
A-1.a)	$e = L\frac{di}{dt}$	**0,25**
A-1.b)	Pour $t \in [0; 1ms]$, l'intensité du courant varie linéairement, alors: $\frac{di}{dt} = \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{(0{,}1-0)A}{(1-0)\times 10^{-3}s} = +100A/s$; D'où, $e = -65\times 10^{-3}\times 100 = -6{,}5V$ Pour $t \in [1ms; 3ms]$, $e = 0V$; Pour $t \in [3ms; 4ms]$, D'où, $e = -65\times 10^{-3}\times(-100) = +6{,}5V$	**0,75** **0,25** **0,5**
A-2.	Pour $t \in [3ms; 4ms]$, la bobine agit comme un générateur car $e = 6{,}5V > 0$	**0,5**
B-I-1.	$E = rI + RI$; $4 = r\times 0{,}1 + 20\times 0{,}1$ Thus, $r = \left(\frac{4-2}{0{,}1}\right) = 20\Omega$	**0,5**
B-II-1.	Diagramme.	**0,5**
B-II-2.a)	Due à l'effet inductive de la bobine présente dans le circuit, la tension aux bornes du générateur u_G doit être en avance sur le courant dont l'image est u_R.	**0,5**
B-II-2.b)	$U_m = S_{v_1}\times y_{1(\max)} = 8V$. La période: $T = S_h \times x = 6ms$; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1000\,\pi}{3}\,(\text{rad}/s)$;	**0,5** **0,25** **0,5**
B-II-2.c)	$\lvert\varphi\rvert = 2\pi\times\frac{d}{D} = \frac{\pi}{3}\,(\text{rad})$ Alors $u_R = 2\cos\left(\frac{1000\,\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\right)$ Loi d'Ohm: $i = 0{,}1\cos\left(\frac{1000\,\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\right)$ (t en s et i en A)	**0,25** **0,25** **0,5**
B-II-2.d)	Loi d'additivité des tensions: $u_G = u_{AB} + u_{BC}$; Soit $\frac{1000\,\pi t}{3} = 0$, On obtient $L = \frac{6\times 6}{100\pi\sqrt{3}} \approx 0{,}066H = 66mH$	**1**

اسس التصحيح لدورة 2003 العادية		
Question III (06 points)		
A-1.	L'effet photoélectrique met en évidence l'aspect corpusculaire de la lumière.	**0,25**
A-2.	Définition	**0,5**
A-3.	$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = 2{,}96 \times 10^{-19} J = 1{,}85\ eV$	**0,5**
A-4.	L'électron émis emporte de l'énergie cinétique. $\lambda < \lambda_0 = 670nm$, les électrons sont éjectés de la surface du métal; D'après la relation d'Einstein: $E_{ph} = W_0 + Ec_{\max}$. $Ec_{\max} = 1{,}2 \times 10^{-19} J$	**0,25** **0,5**
B-1.	Diagramme. 	**0,5**
B-2.	Même source primaire, alors sources cohérentes.	**0,5**
B-3.	Le phénomène d'interférence est dû à la superposition de deux faisceaux synchrones et cohérentes.	**0,5**
B-4.a)	Sur l'écran, dans la zone d'interférence, on observe: une frange brillante centrale des franges équidistantes, rectilignes, brillantes et sombres	**0,5**
B.4.b)	La distance entre les centres de deux franges brillantes consécutive est dite interfrange. $i = 0{,}95mm$. On a $a = \frac{\lambda D}{i} = 1mm$	**0,5** **0,25** **0,75**
C	La première expérience (émission photoélectrique) met en évidence l'aspect corpusculaire de la lumière Tandis que la deuxième expérience (interférence) met en évidence l'aspect ondulatoire de la lumière.	**0,5**

Question IV (7,5 points)		
A-1.	0 – 0,25 – 0,49 – 0,76 – 0,99 – 1,24 – 1,51	**0,5**
A-2.		**0,75**
A-3.a)	$\lambda = \dfrac{0{,}25-0}{(50-0)\text{jours}} = 5\times10^{-3}\text{jour}^{-1}.$	**0,5**
A-3.b)	La période (demi-vie) du polonium est: $$T=\frac{\ell n2}{\lambda}=\frac{\ell n2}{5\times10^{-3}}=139\text{ jours.}$$	**0,75**
B-1.	L'activité d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations par unité de temps.	**0,5**
B-2.	$A_0 = 5\times10^{-3}\times5\times10^{18} = 2.5\times10^{16}$désintégrations chaque jour	**0,5**
B-3.	$A = A_0 e^{-\lambda t}$.	**0,25**
B-4.a)	A $t = 90$ jours: $A = 2{,}5\times10^{16}(\text{désintégrations /jour})e^{-4.9\times10^{-3}\text{jour}^{-1}\times 90\text{ jour}}$ $= 1.59\times10^{16}(\text{désintégrations /jour})$	**0,5**
B-3.b)	Lorsque $t\to+\infty$, $e^{-\lambda t}\to 0$; alors $A\to 0$ (pratiquement tous les noyaux se sont désintégrés).	**0,25**
C-1.	Conservation du nombre de masse: $210 = 4 + A$, alors $A = 206$; Conservation du nombre de charge: $84 = 2 + Z$, alors $Z = 82$	**0,5**
C-2.	La masse perdue $m_\ell = 209{,}9828u - (205{,}9745u + 4{,}0015u) = 6{,}8\times10^{-3}u$; L'énergie libérée vaut: $E_\ell = 6{,}33MeV$.	**0,5** **0,25**
C-4.	Sans émission du rayonnement γ: $Ec_{\alpha_1} = E_\ell = 6{,}33\ MeV$; Avec l'émission du rayonnement γ: $Ec_{\alpha_2} = E_\ell - E_\gamma = 4{,}13MeV$.	**0,25** **0,25**
C-3.	Apres 90jours, l'activité devient $1{,}59\times10^{16}$désintégrations par jour. D'où, $A = 1{,}83\times10^{11}Bq$; La puissance absorbée $P_{ab} = \dfrac{N_d\times Ec_\alpha}{\Delta t} = A\times Ec_\alpha$; Mais on a le même nombre de radiations α_1 et α_2, alors: $P_{ab} = \dfrac{A}{2}(Ec_{\alpha_1}+Ec_{\alpha_2})$; Donc, $P_{ab} = \dfrac{1{,}83\times10^{11}}{2}(6{,}33+4{,}13)\times1{,}6\times10^{-13} = 0{,}153W$.	**0,25** **0,5** **0,5**