Exercice 1 : (20 points).

On donne $g = 10\ m.s^{-2}$.

Trois solide S_1, S_2 et S_3 de masses respectives m_1, m_2 et m_3 sont suspendus à deux poulies comme l'indique la figure 1.

Les masses des poulies sont négligeables et les frottements entre les poulies et les fils sont négligeables. Les fils sont inextensibles et leurs masses négligeables.

Soient T l'intensité de la tension du fil F qui supporte la poulie (P_1), T_1 celle de la tension du fil qui supporte la poulie (P_2) et T_2 celle de la tension du fil qui supporte les solides S_2 et S_3.

On supposera que $m_1 > (m_2+m_3)$ et $m_2 > m_3$.

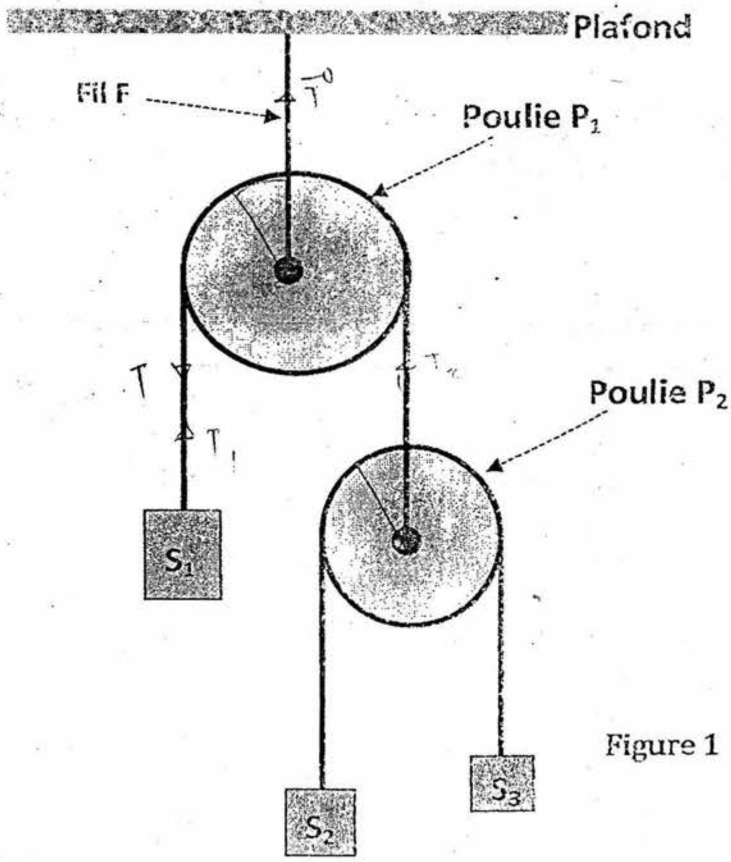


Figure 1

1. Préciser le sens de déplacement de chaque solide.
2. Etablir la relation entre T et T_1 puis entre T_1 et T_2. En déduire la relation entre T et T_2.
3. Soit $\vec{a}_1$ l'accélération du solide s_1 par rapport au plafond. En utilisant le théorème du centre d'inertie, exprimer a_1 en fonction de T_1 m_1 et g.
4. Soit $\vec{a}_2$ l'accélération du solide S_3 par rapport à la poulie (P_2), montrer que :
   4.1. $T_2 - m_2 g = m_2(a_1 - a_2)$.
   4.2. $T_2 - m_3 g = m_3(a_1 + a_2)$.
5. En utilisant les résultats des questions précédentes exprimer T intensité de la tension $\vec{T}$ en fonction de m_1, m_2, m_3 et g.
6. Calculer les valeurs des accélérations a_1 et a_2 dans le cas où $m_1 = 2m_2$ et $m_2 = 2m_3$.

Exercice 2 : (20 points)

Deux ressorts identiques, de longueur à vide L_o, de raideur k, sont tendus entre deux points C_1 et C_2 distants de L=45 cm. Un solide S de masse m est fixé entre ces ressorts (figure 2)

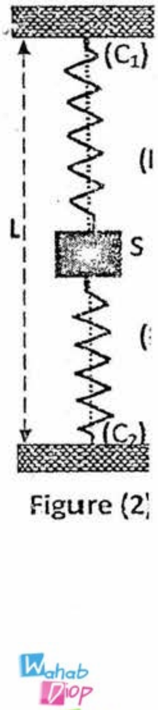


Figure (2)

On donne : pour chaque ressort la longueur à vide est L_o=15cm et la constante de raideur est $k=50\ N.m^{-1}$; la masse du solide S de dimensions négligeables est m= 100 g. On prendra $g=10\ N.kg^{-1}$.

La référence pour l'énergie potentielle de pesanteur sera prise à la position d'équilibre du solide S. La résistance due à l'air sera négligée.

1. Déterminer, à l'équilibre du solide S, les allongements respectifs a_1 et a_2 des ressorts (R_1) et (R_2).
2. Le solide S est écarté verticalement, de cette position d'équilibre, vers le bas de d=5 cm puis lâché sans vitesse initiale.

2.1. En choisissant la position d'équilibre comme origine des espaces, établir l'équation différentielle du mouvement du solide S. Exprimer la pulsation propre ω_0 et la période propre T_0 de l'oscillateur en fonction des données. Pourquoi parle-t-on de pulsation propre ? Calculer la période propre T_0.

2.2. En choisissant l'instant où le solide est lâché comme origine des temps, établir l'équation horaire du mouvement de ce solide.

2.3. Montrer que les équations horaires de l'énergie cinétique et l'énergie potentielle du solide S sont des fonctions sinusoïdales de même pulsation.

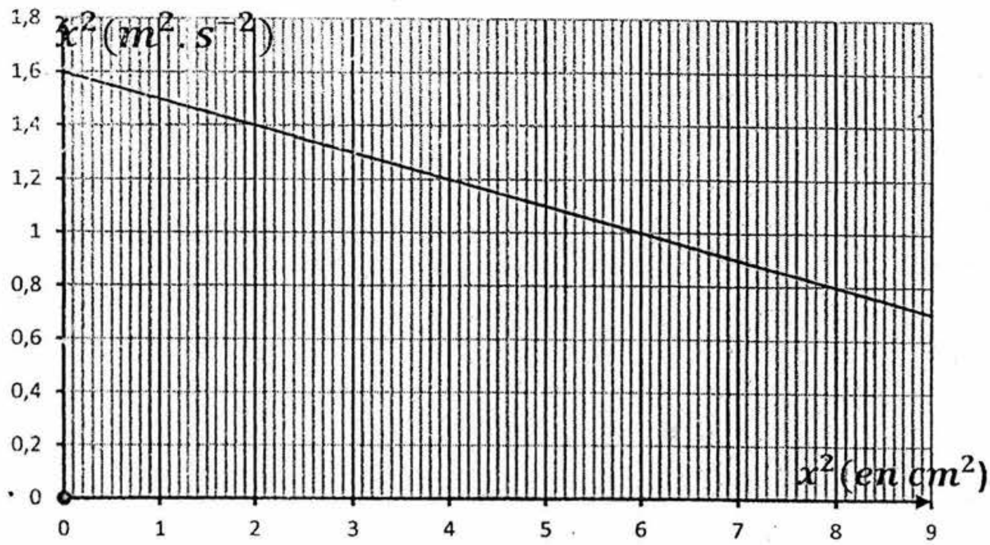
2.4. En déduire l'expression de la période T de l'énergie cinétique ou potentielle en fonction de m et K.

2.5. Donner l'expression de l'énergie mécanique du système «ressort-solide (S')» à tout instant en fonction de K, m, x , $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$, a_1 et a_2 puis montrer qu'elle est constante.

2.6. Exprimer l'énergie mécanique en fonction de k, d, a_1 et a_2.

2.7. En utilisant le principe de conservation de l'énergie mécanique pour ce système, retrouver l'équation différentielle précédente (en question 2-1).

3. Le solide S est maintenant écarté verticalement, de sa position d'équilibre, vers le bas d'une longueur d' puis lâché sans vitesse initiale. Grâce à des capteurs appropriés de position et de vitesse, reliés à une centrale informatisée, on peut enregistrer l'évolution temporelle de l'élongation x du centre d'inertie du solide et la vitesse $\dot{x}$ puis tracer la courbe suivante (figure 3) :



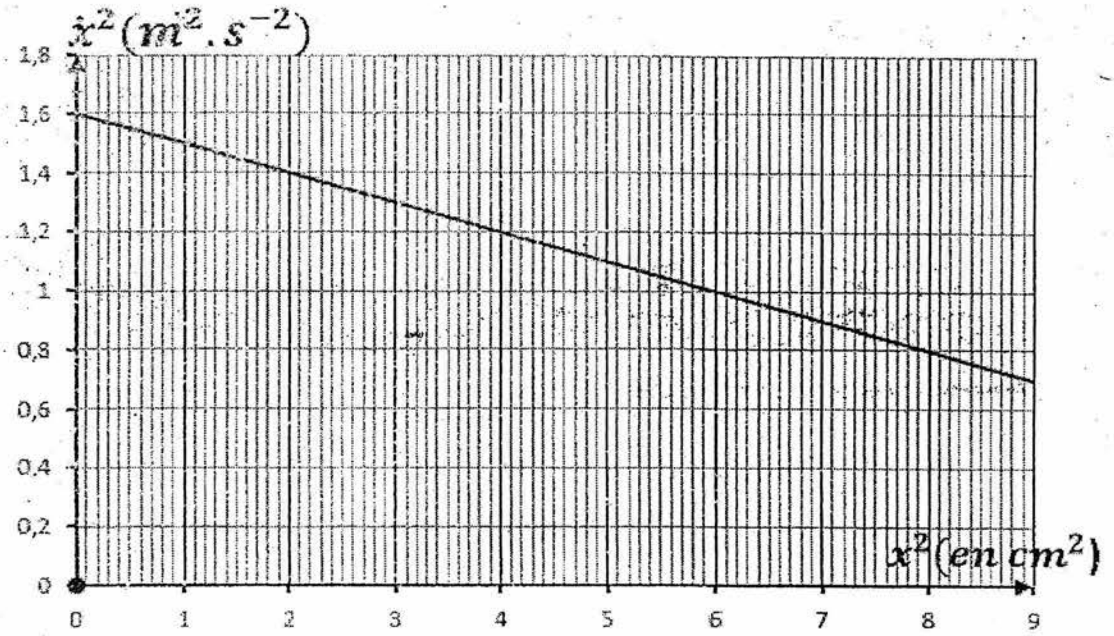


figure 3

3.1. A partir du graphe établir la relation numérique entre $\dot{x}^2$ et x^2.
3.2. Déduire du graphe l'amplitude d' des oscillations ainsi que la période des oscillations
3.3. Comparer la valeur de la période obtenue et celle déterminée à la question 2.1. Cette période dépend-t-elle de l'amplitude des oscillations ? justifier la réponse.

Exercice 3 : (20 points).

Le chlore naturel est un mélange essentiellement constitué des isotopes ^{A_1}Cl et ^{A_2}Cl dont les proportions isotopiques sont respectivement 75% et 25%. La masse molaire du chlore naturel est de 35,5 g.mol^{-1}.
On considère le spectrographe de masse schématisé à la figure 4. Des atomes de chlore sont ionisés dans la chambre d'ionisation (1) ; les ions $^{A_1}Cl^-$ et $^{A_2}Cl^-$ obtenus sont introduits avec une vitesse initiale nulle par le trou P_1 dans la chambre d'accélération (2) où règne un champ électrique uniforme crée par une tension $U_1 = V_{P_2} - V_{P_1}$ positive.
Les ions sont alors accélérés vers le trou P_2 par lequel ils pénètrent avec une vitesse $\overrightarrow{V_{0i}}$ dans la chambre de déviation (3) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure et de valeur B.
1. Quel est la direction et le sens du vecteur champ électrique dans la chambre d'accélération.
2. Quelle est la nature du mouvement d'un ion dans la chambre d'ionisation. Etablir l'expression de la vitesse V_{0i} de chaque ion en fonction de e, m_i et U_1
3. Dans la chambre (3) de déviation :
3.1. montrer que le mouvement d'un ion s'effectue dans un plan que l'on précisera puis montrer que ce mouvement et circulaire uniforme.

3.2. Exprimer R_1 et R_2 respectivement rayons des trajectoires des ions ${}^{A_1}Cl^-$ et ${}^{A_2}Cl^-$ en fonction de e, B, U_1 et m_1 ou m_2. En déduire l'expression de $\frac{R_2}{R_1}$ en fonction de A_1 et A_2.

3.3. Donner en justifiant le sens de $\vec{B}$ pour que les ions tombent aux point M_1 et M_2

3.4. Les ions ${}^{A_1}Cl^-$ et ${}^{A_2}Cl^-$ tombent respectivement en M_1 et M_2 tel que $OM_1=0,972.OM_2$. Déterminer les valeur de A_1 et A_2.

3.5. Calculer les valeurs de R_2 et V_{02} pour $R_1= 20$ cm et $V_{01}= 1,48.10^5$ m.s^{-1}.

4. On supprime le champ magnétique $\vec{B}$ précèdent et on applique maintenant dans la chambre de déviation un champ électrique $\vec{E'}$ pour que l'ion ${}^{A_1}Cl^-$ sort par le point N tel que IN= OI=R_1.

4.1. Préciser la direction et le sens de $\vec{E'}$.

4.2. Etablir l'expression de l'équation de la trajectoire d'un ion ${}^{A_1}Cl^-$ dans le repère (OX ;OY).

4.3. Exprimer la valeur E' de $\vec{E'}$ en fonction de U_1, e et R_1. Calculer E' pour $R_1= 20$ cm et $V_{01}= 1,48.10^5$ m.s^{-1}puis en déduire la valeur de U_1.

5. On applique maintenant simultanément dans la chambre de déviation les champs $\vec{E'}$ et $\vec{B}$ qui conservent leurs directions et sens.

Quelle doit être la valeur de l'intensité du champ magnétique $\vec{B}$ pour que les ions${}^{A_1}Cl^-$ sortent au point P sans être dévies avec une vitesse $V_{01}= 1,48.10^5$ m.s^{-1}?

On admettra que la masse d'un ion ${}^{A_i}X^q$ est $m_i = A_i.u$ où u est la masse d'un nucléon ($u = 1,66.10^{-27}$ kg).

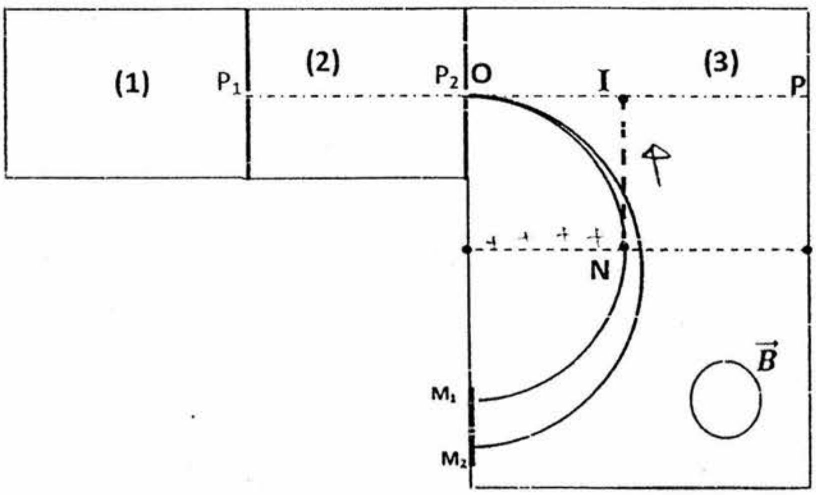


Figure 4

Exercice 4 : (20 points).

On associe en série un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance r et un résistor de résistance R=100 Ω. l'ensemble constituant un dipôle (RLC) série est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t)=6.\sin(2\pi Nt)$ d'amplitude constante et de fréquence réglable. Un oscilloscope bicourbe est connecté au circuit comme l'indique la figure 5.

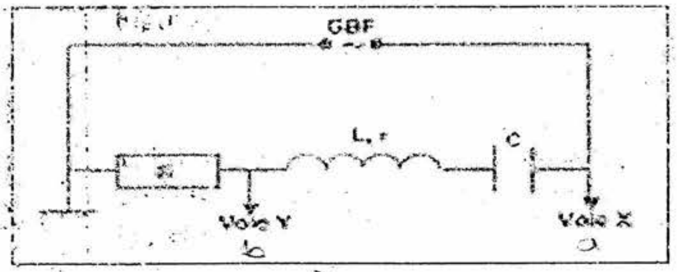


Figure5

1. Pour une valeur N_1 de la fréquence du GBF, on obtient les oscillogrammes (a) et (b) de la figure 6

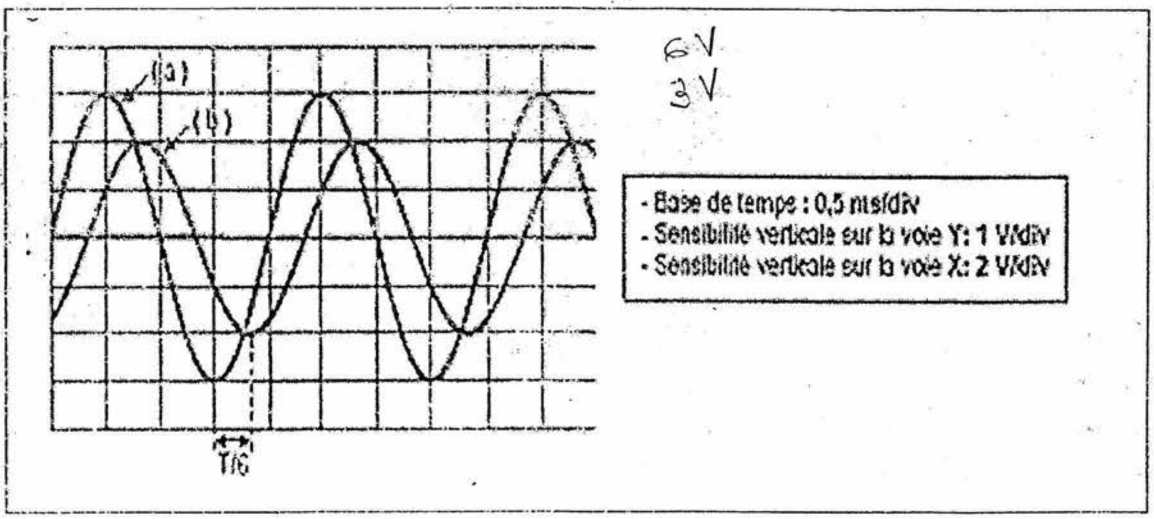


Figure 6

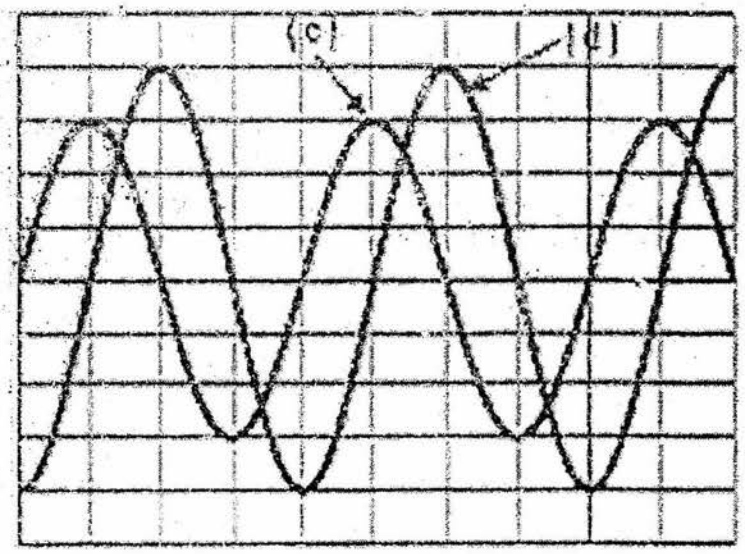
1.1. Attribuer à chaque oscillogramme la tension correspondante

1.2. Déterminer l'amplitude I_m de l'intensité du courant traversant le circuit. En déduire l'impédance Z du circuit.

1.3. Trouver le déphasage $\Delta\varphi=\varphi_i-\varphi_u$ de i(t) par rapport à u(t). En déduire le caractère inductif ou capacitif du circuit. Ecrire l'expression i(t) de l'intensité du courant en vrai grandeur.

1.4. Faire la construction de Fresnel correspondante puis trouver la valeur de la résistance r de la bobine.

2. Pour étudier le comportement du dipôle (R,L,C) pour une autre fréquence N_2 du GBF, on modifie le circuit précèdent et on visualise la tension u(t) aux bornes du GBF sur la voie X et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y. les oscillogrammes (c) et (d) de la figure suivante sont visualisés sur l'écran d l'oscilloscope.



- Base de temps : 1 ms/div
- Sensibilité verticale sur les deux voies : 2 V/div

2.1. Représenter le schéma du circuit et y faire figurer les branchements de l'oscilloscope. Attribuer à chaque oscillogramme la tension correspondante.
2.2. Déterminer le déphasage $\Delta\varphi' = \varphi_{U_C} - \varphi_u$ de $u_c(t)$ par rapport à $u(t)$ puis montrer que le circuit est à la résonance d'intensité.
2.3. Trouver l'amplitude I_m de l'intensité du courant dans le circuit puis calculer la capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine.
2.4. Déterminer le facteur de surtension Q puis conclure.

Exercice 5 (20 points).

Célérité de la lumière dans le vide $C = 3.10^8 m.s^{-1}$	Masse du noyau de plutonium 241 $m(Pu) = 241,00514u$
1 an = 365 jours 1 jour= 24 h	Masse du noyau d'américium 241 $m(Am) = 241,00457u$
Unité de masse atomique $1u = 1,66054.10^{-27}$ kg $1u = 931,494 MeV/C^2$	Masse du noyau d'yttrium 98 $^{98}_{39}Y$ $m(^{98}_{39}Y) = 97,90070u$
Masse du neutron $m(n) = 1,00866u$	Masse du noyau de césium 141 $m(Cs) = 140,79352u$
Masse de la particule $^{a_2}_{Z_2}\beta$ $\quad m(^{a_2}_{Z_2}\beta) = 0,00055u$	

Le plutonium (Pu) n'existe pas dans la nature. Le plutonium 241 est un sous-produit obtenu, dans les réacteurs des centrales nucléaires, à partir d'uranium 238. On peut schématiser la formation d'un noyau de plutonium 241 par l'équation de la réaction nucléaire suivante :

$$^{238}_{92}U + x.\,^{a_1}_{Z_1}n \rightarrow \,^{241}_{94}Pu + y.\,^{a_2}_{Z_2}\beta^- \quad (1)$$

$^{a_1}_{Z_1}n$ est le symbole d'un neutron, $^{a_2}_{Z_2}\beta^-$ le symbole d'un électron, x et y sont des nombres entiers non nuls.

Une fois formé, le plutonium 241 est lui-même fissile sous l'action d'un bombardement neutronique. De plus, il est émetteur β^- avec une demi-vie de l'ordre d'une dizaine d'années.

1. Préciser les valeurs a_1, z_1, a_2, z_2. Déterminer les valeurs de x et y dans l'équation (1). La réaction (1) est-elle une réaction nucléaire spontanée ou provoquée ? Justifier.

2. La fission du plutonium 241 se fait selon l'équation :

$$^{241}_{94}Pu + ^{a_1}_{Z_1}n \rightarrow ^{141}_{55}Cs + ^{98}_{39}Y + 3^{a_1}_{Z_1}n$$

Déterminer en MeV l'énergie libérée lors de la fission d'un noyau de plutonium 241.

3. Le plutonium 241 est émetteur β^-, sa désintégration se fait selon l'équation :

$$^{241}_{94}Pu \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}Am + \beta^-$$

Trouver les valeurs Z_3 et A_3 puis déterminer en MeV l'énergie libérée lors de cette désintégration β^-.

4. L'étude de l'activité d'un échantillon de plutonium 241 a permis de tracer la courbe $Ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = f(t)$ où N_0 est le nombre de noyaux présents à l'instant initial (t=0) et N est le nombre de noyaux encore non désintégrés à la date t figure 7.

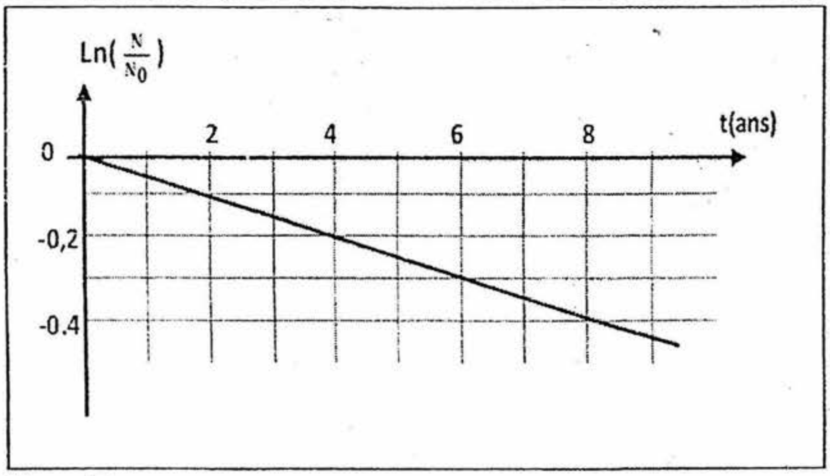


Figure 7

4.1. Définir l'activité radioactive et la période radioactive.

4.2. Etablir la relation liant l'activité A d'une source radioactive à une date t, son activité initiale A_0 et sa constante radioactive λ.

4.3. A partir du graphe trouver la relation numérique entre $Ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$ et t. en déduire la constante radioactive λ du polonium 241 ainsi que sa période radioactive.

4.4. Déterminer l'activité d'un échantillon contenant 500 g de plutonium 241.

4.5. Au bout de combien de temps cette activité devient-elle mille fois plus faible ?