

EPREUVES PREPA BAC 2024 PC TS₂ PARTIE 7

EXERCICE 1

I. 1) L'isotope du plutonium ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ au repos se désintègre par émission d'un rayonnement α en donnant un noyau d'uranium U.

Ecrire l'équation de désintégration produite en indiquant les lois de conservations utilisées.

2) Les masses des noyaux de **Pu**, **U** et **He** sont respectivement :

$$m_{\text{Pu}} = 238,0490\text{u}, \quad m_{\text{U}} = 234,0405\text{u} \quad \text{et} \quad m_{\alpha} = 4,0015\text{u}.$$

a) Calculer la variation de la masse au cours de la désintégration du **Pu**.

Déduire si cette désintégration s'accompagne d'un dégagement ou d'une absorption d'énergie **E**.

b) Calculer **E**.

c) Dans un repère lié au laboratoire **Pu** est au repos et **E** se trouve sous forme d'énergie cinétique ainsi le rapport des énergies cinétiques des noyaux obtenues est égal à l'inverse de rapport des leurs masses.

c1) Montrer que $E_{c\alpha}$ s'écrit sous la forme $E_{c\alpha} = \frac{m_{\text{U}}}{m_{\text{U}} + m_{\alpha}} E$.

c2) Calculer $E_{c\alpha}$ ainsi que la vitesse de la particule α .

3) En réalité suite à la désintégration α du noyau de plutonium Pu, on détecte un photon γ d'énergie **0,4MeV**.

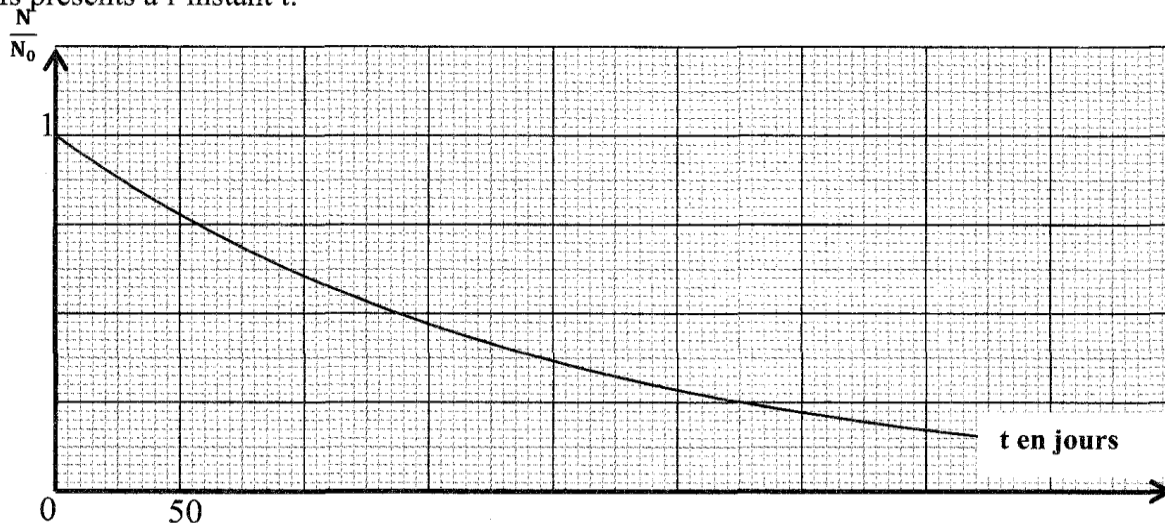
a) Exprimer puis calculer la valeur de l'énergie cinétique $E_{c\alpha}$ de la particule α .

b) Calculer la longueur d'onde associée au photon.

On donne: $1\text{u} = 931,5\text{MeV} \cdot \text{C}^{-2}$; $\text{C} = 3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$; $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$.

II. A l'origine des dates, on dispose d'un échantillon contenant **No** noyaux radioactifs de polonium ${}^{210}_{84}\text{Po}$.

Le graphe suivant représente la variation de $\frac{N}{N_0}$ au cours du temps, avec **N** nombre de noyaux radioactifs présents à l'instant **t**:



1) a) Rappeler l'expression de $N(t)$ en fonction de N_0 , **t** et λ la constante radioactive.

b) Définir la période radioactive **T** et établir une relation entre λ et **T**.

2) Déterminer graphiquement la période **T**.

3) On dispose à $t = 0\text{s}$ d'une masse $m_0 = 10\text{g}$ de polonium radioactif.

a) Calculer l'activité de la source de polonium.

b) Quelle est la masse de polonium désintégré à $t = 250\text{jours}$?

On donne: $m_{\text{Po}} = 209,9276\text{u}$; $1\text{u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$.

EXERCICE 2

La sonde spatiale SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) est un satellite qui a été mis en orbite par la fusée ATLAS II. Elle a pour mission d'étudier la structure interne du soleil, la chaleur de son atmosphère et les origines du vent solaire.

Dans ce qui suit, on étudie le mouvement de la sonde.

1. Au décollage, le mouvement de la fusée ATLAS II est étudié dans le référentiel terrestre supposé

galiléen. La fusée et son équipement (y compris la sonde) ont une masse $M = 850$ tonnes supposée constante durant le décollage. La force de poussée $\vec{F}$ générée par les propulseurs de la fusée a une intensité égale à $16 \cdot 10^6$ N durant la phase de décollage.

- 1.1. Déterminer la valeur algébrique de l'accélération du centre d'inertie de la fusée durant le décollage sachant que le repère d'espace choisi est l'axe vertical (OZ) orienté vers le haut et que le centre d'inertie de la fusée est initialement confondu avec l'origine O. (0,5 pt)
- 1.2. Etablir la loi horaire de son altitude $z(t)$ durant cette phase. Calculer l'altitude à la date $t = 15$ s. (0,5 pt)
2. Le Soleil, de centre S et de masse M_S et la Terre de centre T et de masse M_T , sont considérés comme des astres présentant une répartition de masse à symétrie sphérique. On admet que la Terre décrit autour du Soleil, d'un mouvement uniforme, une orbite circulaire de centre S et de rayon d . Sa période de révolution est de 365,25 jours.
- 2.1. On suppose que la Terre ne subit que l'action du Soleil. Exprimer la vitesse angulaire de la Terre sur son orbite en fonction de G , M_S et d . (0,5 pt)
- 2.2. En déduire la valeur de la masse M_S du Soleil. (0,25 pt)
- 2.3. Le satellite SOHO, assimilé à un point matériel P de masse m , est placé à un endroit très particulier du système solaire, le point de Lagrange L_1 , situé à la distance l du centre de la Terre. Il décrit autour du Soleil, d'un mouvement uniforme, une orbite circulaire de rayon $= d - l$. Les centres de S, P et T sont constamment alignés.
- 2.3.1. A quelle vitesse angulaire SOHO tourne-t-il autour du Soleil ? Justifier la réponse. (0,25 pt)
- 2.3.2. Faire l'inventaire des forces qui agissent sur le satellite P. Les représenter sur un schéma. (0,5 pt)
- 2.3.3. En appliquant le théorème du centre d'inertie au satellite et en tenant compte du résultat obtenu à la question 2.1., établir la relation entre d , l et le rapport des masses $\frac{M_T}{M_S}$. (0,5 pt)
- 2.3.4. Tenant compte du fait que le point de Lagrange L_1 est situé beaucoup plus près du centre de la Terre que de celui du Soleil, on peut faire l'approximation $\frac{l}{d} \ll 1$.

Etablir alors la relation : $\left(\frac{l}{d}\right)^3 = \frac{M_T}{3M_S}$

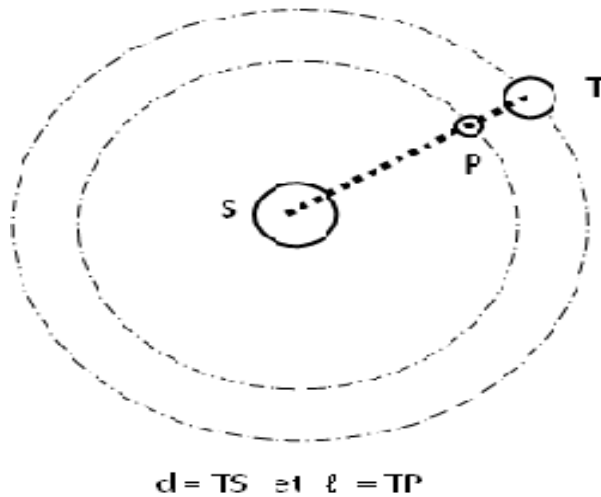
Calculer la distance l situant le point de Lagrange à la Terre. (0,5 pt)

7. Quel est l'avantage d'un satellite comme SOHO par rapport à des observatoires terrestres? (0,25 pt)
8. D'après un article extrait d'un hebdomadaire de vulgarisation scientifique « *SOHO est le premier observatoire spatial à être placé à un endroit très particulier du système solaire le point de Lagrange L_1 du nom d'un mathématicien français qui en a découvert l'existence... A cet endroit précis où l'attraction du Soleil équilibre très exactement l'attraction de la Terre, le satellite spatial peut observer le Soleil 24h sur 24* ».

L'information fournie par cet article selon laquelle SOHO est situé à un endroit précis où l'attraction du Soleil équilibre très exactement l'attraction de la Terre est-elle compatible avec le mouvement circulaire uniforme de SOHO autour du Soleil ? Justifier la réponse. (0,25 pt)

Données : masse de la Terre $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg ; distance Terre-Soleil $d = 1,50 \cdot 10^8$ km ;

Constante de gravitation $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m².kg⁻² ; intensité du champ de gravitation terrestre au sol, $g_0 = 9,80$ m.s⁻².



EXERCICE 3

Un élève d'une classe de terminale veut déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine extraite d'un jouet. Pour cela il réalise le circuit série comportant un générateur de tension continue, la bobine (r, L) et un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \Omega$ (figure 1)

A la date $t = 0$, l'interrupteur K est fermé et on enregistre l'évolution des tensions sur les voies Y_1 et Y_2 d'un oscillographe bicourbe.

Les oscillogrammes obtenus sont reproduits sur la figure 2.

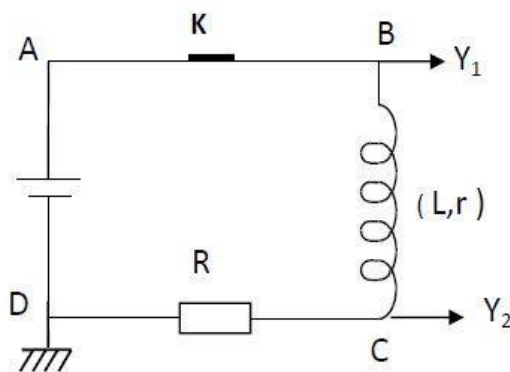


Figure 1

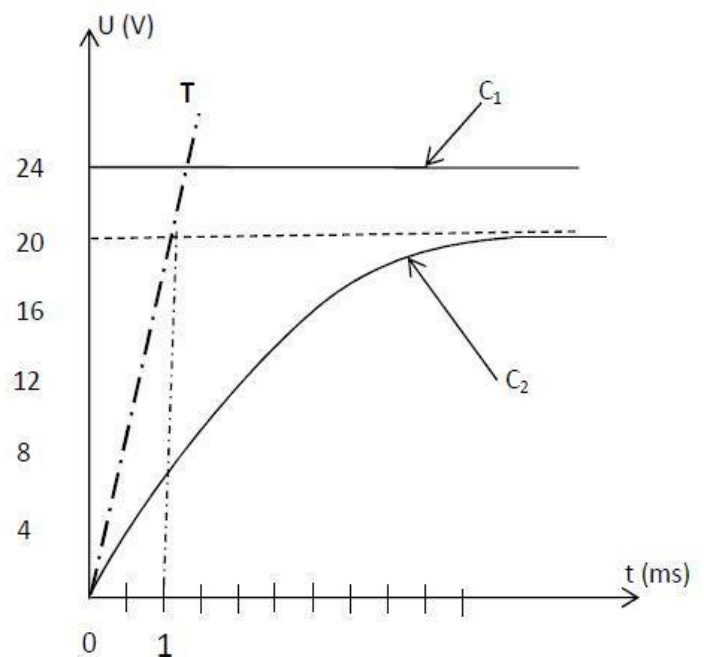


Figure 2

1. Préciser les grandeurs représentées par les courbes C_1 et C_2 de la figure 2. (0,5 pt)
NB : Il n'est pas demandé de rendre la figure 2 avec la copie.
- 2.1. Déterminer graphiquement :
 - a. l'intensité I_P du courant parcourant le circuit en régime permanent ; (0,25 pt)
 - b. la tension aux bornes de la bobine en régime permanent ; (0,25 pt)
- 2.2. En déduire la valeur de la résistance de la bobine. (0,25 pt)
3. Déterminer graphiquement la valeur de la force électromotrice E . (0,25 pt)
4. Peut-on négliger la résistance interne du générateur (réponse à justifier) ?
5. A partir de la courbe, déterminer la valeur de la grandeur $\frac{dU_{CD}}{dt}$ à l'instant $t = 0$. En déduire la valeur de $\frac{di}{dt}$ à $t = 0$ puis calculer la valeur de la constante de temps τ du circuit sachant que :

$$\frac{I_P}{\tau} = \left(\frac{di}{dt} \right)_{t=0}$$
 En déduire la valeur de L . (0,75 pt)
 NB : La droite OT est la tangente à la courbe C_2 à la date $t = 0$
6. Etablir l'équation différentielle liant i l'intensité du courant, sa dérivée $\frac{di}{dt}$, L , R , r et E .
7. La solution de cette équation différentielle est de la forme : $i(t) = A + B e^{-\alpha t}$.
- 7.1. Déterminer les valeurs des constantes A , B et α . (0,75 pt)
- 7.2. Exprimer $i(t)$ et $u_{BC}(t)$ en fonction de R , L , r , E et t . (0,75 pt)

EXERCICE 4

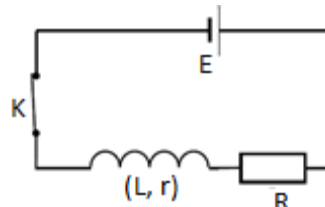
Afin de déterminer la résistance r d'une bobine et son inductance L , on réalise, comme indiqué sur le schéma ci-dessous, un circuit série comportant cette bobine, un conducteur ohmique de résistance $R = 390 \, \Omega$, un générateur de résistance négligeable et de force électromotrice $E = 4 \, V$ et un interrupteur.

On ferme l'interrupteur à la date $t = 0$. Un dispositif approprié a permis d'enregistrer l'évolution de l'intensité i du courant qui parcourt le circuit au cours du temps t . Le tableau suivant indique des valeurs de i à différentes dates t .

$t (10^{-3} \, s)$	0,00	0,25	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
$i (10^{-3} \, A)$	0,00	6,25	8,30	9,20	9,80	10,00	10,00	10,00

1. Tracer la courbe de variation de l'intensité du courant en fonction du temps : $i = f(t)$.
Echelles : 2 cm pour $0,25 \cdot 10^{-3} \, s$ et 1 cm pour $10^{-3} \, A$. (0,5 pt)
2. Indiquer le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit ? Expliquer brièvement. (0,5 pt)
3. Déterminer graphiquement l'intensité I_0 du courant traversant le circuit lorsque le régime permanent est atteint. (0,25 pt)
4. Etablir l'équation différentielle ci-dessous régissant la variation dans le temps de l'intensité du courant :

$$L \frac{di}{dt} + (R + r)i = E$$
 (0,5 pt)
5. Déduire de cette équation l'expression de l'intensité du courant électrique en régime permanent I_0 en fonction de E , R et r . En déduire la valeur de la résistance r de la bobine. (0,5 pt)
6. Vérifier que $i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle où τ sera exprimé en fonction de L , R et r . (0,5 pt)
7. Quel est le nom de la grandeur τ ? Quelle est sa signification physique ? Déterminer graphiquement sa valeur. (0,75 pt)
8. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. (0,25 pt)



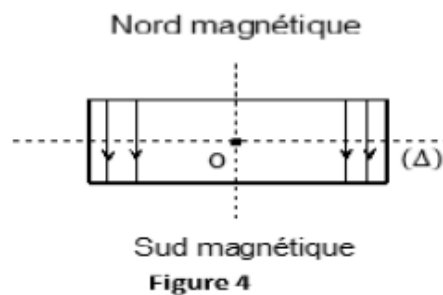
EXERCICE 5

Des bobines sont souvent combinées avec d'autres composants électroniques dans une variété de dispositifs pour, entre autres usages, stocker de l'énergie et créer le pic de tension nécessaire pour allumer une lampe à décharge.

On se propose d'étudier le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine, de déterminer son inductance et l'énergie électromagnétique emmagasinée.

1. Un solénoïde de longueur $\ell = 30$ cm, d'inductance L comportant $N = 500$ spires circulaires de rayon $r = 2,5$ cm est parcouru par un courant d'intensité $I = 25$ mA dont le sens est indiqué sur la figure 4. On donne : la perméabilité du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI

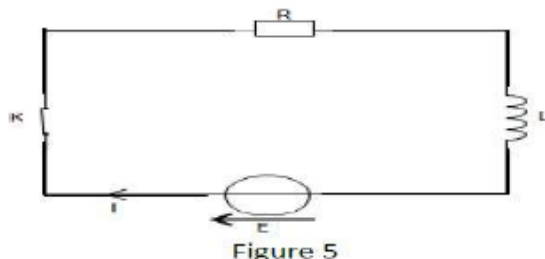
- 1.1. Reproduire la figure 4 sur la copie puis représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ au point O et préciser les faces Nord et Sud du solénoïde. Calculer la valeur de l'intensité de $\vec{B}$. (0,75 pt)
- 1.2. L'axe horizontal du solénoïde est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. On place une aiguille aimantée au point O en l'absence de courant électrique. Ensuite on fait passer un courant électrique d'intensité $I = 25$ mA dans le solénoïde. L'aiguille tourne d'un angle α . Reproduire la figure précédente et représenter au point O la composante horizontale $\vec{B}_H$ du champ magnétique terrestre. Déterminer la valeur de α . On donne $B_H = 2 \cdot 10^{-5}$ T. (0,75 pt)



2. Cette bobine d'inductance (L) et de résistance négligeable est insérée en série dans un circuit comprenant un générateur de tension continue (E) et un résistor de résistance (R) (Figure 5).

On donne $E = 12$ V et $R = 150 \Omega$.

- 2.1. Etablir l'expression de l'inductance du solénoïde en fonction de N , ℓ , r et μ_0 . Calculer sa valeur. (0,5 pt)
- 2.2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$. (0,75 pt)
- 2.3. Vérifier que $i(t) = I_p \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ est solution de cette équation différentielle. Où I_p et τ sont des constantes qu'on exprimera en fonction de E , R et L . (0,75 pt)
- 2.4. Calculer l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le solénoïde après une durée $t = \tau$. (0,5 pt)



FIN DE LA SERIE