Exercice I : Mouvements dans les champs de force uniforme / 6 points

Partie 1 : Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme / 3,75 points

1. Établissons les équations horaires du mouvement :

Système : Le ballon, dans le référentiel terrestre.

Force appliquée : Le poids $\overrightarrow{P}$ du ballon

TCI : $\sum \overrightarrow{F}_{ext} = m\overrightarrow{a_G}$

Apres projection de cette relation suivant les différents axes de coordonnés, nous avons :

$$\overrightarrow{a_G}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \\ a_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \overrightarrow{v_G}\begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -gt + v_o \sin\alpha \\ vz = 0 \end{cases}$$

Soit : $\overrightarrow{OG}\begin{cases} x = v_0 t \cos\alpha \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin\alpha \\ z = 0 \end{cases}$ **1,25 pt**

2. Limites entre lesquelles doit être comprise v_0 : **2,5 pts**

Condition pourque le ballon passe au-dessus du mur : $y \succ h_1$ pour $x = d$.

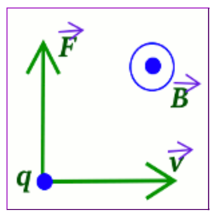
Condition pour que le ballon retombe exactement sur la ligne de but : $y = 0$ pour $x = D$

Utilisons la première condition : l'équation de la trajectoire $y = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha$ devient $-\frac{1}{2}g\frac{d^2}{v_0^2\cos^2\alpha} + d\tan\alpha \succ h_1$ avec $v_0 \succ 12,6$ m/s

Utilisons la deuxième condition $-\frac{1}{2}g\frac{D^2}{v_0^2\cos^2\alpha} + D\tan\alpha = 0$ avec $v_0 = 17$ m/s

Partie 2 : Mouvement d'une particule dans un champ magnétique uniforme / 2,25 points

1. Schéma : **0,5 pt**



2. Montrons que le mouvement à l'intérieur de cette région est circulaire uniforme :

Système : l'électron , dans le référentiel terrestre

Force appliquée : la force de Lorentz $\overrightarrow{F}$, le poids $\overrightarrow{P}$ de l'électron étant négligeable.

TCI: $\overrightarrow{F} = m\overrightarrow{a_G}$ 0,25 pt

$q\overrightarrow{v} \wedge \overrightarrow{B} = m\overrightarrow{a_G}$ d'ou $\overrightarrow{a_G} = \frac{q\overrightarrow{v} \wedge \overrightarrow{B}}{m}$

cette relation montre que $\overrightarrow{a_G}$ et $\overrightarrow{v_G}$ sont orthogonaux.

L'accélération est donc normale. Donc le mouvement est uniforme. **0,5 pt**

De plus, v, B et q sont constants, ceci signifie que le module de l'accélération normale est constant d'où le rayon de courbure est constant, le mouvement est circulaire.

Ainsi, le mouvement est circulaire uniforme. **0,25 pt**

Expression du rayon R

$a_G = a_n = \frac{1}{m}|q|\,vB$ avec $a_n = \frac{v_G^2}{R}$ nous obtenons

$R = \frac{mv}{|q|B}$ **0,5 pt**

3. Calcul de la période T du mouvement de l'électron dans la région :

$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v^2}{R} = \frac{|q|B}{m}$

$T = \frac{2\pi m}{|q|B} = 2,75 \times 10^{-8}$ s **0,25 x2= 0,5 pt**

Exercice 2 : Système oscillant / 6 points

1. Équation différentielle

Soient u_C la tension aux bornes du condensateur et u_L la tension aux bornes de la bobine à une date donnée. En respectant la convention récepteur et la loi d'additivité des tensions on a :

$u_C + u_L = 0 \Rightarrow \frac{q}{C} + L\frac{di}{dt} = 0$ avec $i = \frac{dq}{dt}$ **0,5 pt**

Nous avons : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}q = 0$ **0,5 pt**

2- Vérifions que q(t) : $q(t) = Q_m \cos(\omega t + \varphi)$ est solution.

$\dot{q}(t) = -\omega Q_m \sin(\omega t + \varphi)$

$\ddot{q}(t) = -\omega^2 Q_m \cos(\omega t + \varphi) \Leftrightarrow \ddot{q}(t) = -\omega^2 q(t)$

Par dentification, nous trouvons $\omega = \frac{1}{\sqrt{L.C}} = 3,16 \times 10^3$ rad/s

$Q_m = CU_0 = 1,2 \times 10^{-6}C$ 0,25 pt

$q(0) = Q_m \cos\varphi = Q_m \Rightarrow \varphi = 0$ **0,5 pt**

3.1 Expression littérale de i(t)

$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = -\omega Q_m \sin\omega t$ **0,5 pt**

3-2 Détermination des expressions de $E_C(t)$ et $E_L(t)$

$E_C(t) = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_m^2}{2C}\cos^2(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)$ **0,5 pt**

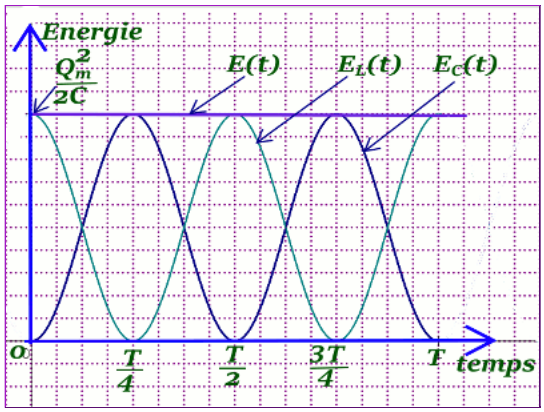
$E_L(t) = \frac{L.i^2}{2} = \frac{L\omega^2 Q_m^2}{2}\sin^2(\frac{1}{\sqrt{LC}}t) = \frac{Q_m^2}{2C}\sin^2(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)$ **0,5 pt**

3-3 Montrons que $E = E_C(t) + E_L(t)$ est constante

$E = E_C(t) + E_L(t) = \frac{Q_m^2}{2C} = cte$

E est constante **0,5 pt**

3.4 Allure des énergies



Exercice 3 : Phénomènes ondulatoires et corpusculaires / 4points

Partie 1 : Phénomènes ondulatoires / 6 points

1. Détermination de la longueur d'onde : $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a.i}{D} = 5 \times 10^{-7}$ m **0,5 x 2 = 1 pt**

Sens et valeur du déplacement de la frange centrale.

En déplaçant la fente F, le système de franges subit une translation de sens opposé au déplacement de F. **0,5 pt**

Valeur du déplacement :

Soit x l'abscisse d'un point de l'écran : $\Delta'(x) = \frac{ax'}{d} + \frac{ax_0}{D}$ Soit x_0 l'abscisse de la frange centrale $\frac{ax'}{d} + \frac{ax_0}{D} = 0$

Le déplacement est $|x_0| = \frac{Dx'}{d} = 1,32$ mm **0,5 pt**

3. Sens et valeur du déplacement de la frange centrale

En couvrant la fente F_1 le système de franges subit une translation vers le côté où se trouve F_1 **0,5 pt**

Valeur du déplacement :

En fonction de la position de F_1 on a : $\Delta''(x) = \frac{ax}{D} - e(n-1)$ ou $\Delta''(x) = \frac{ax}{D} + e(n-1)$, x étant l'abscisse du point considéré sur l'écran

Soit x_0 l'abscisse de la frange centrale : $\Delta''(x) = 0$

Le déplacement est $|x_0| = \frac{eD(n-1)}{a}$ = 1,32 mm **0,5 pt**

Partie 2 Phénomènes corpusculaires / 1 pt

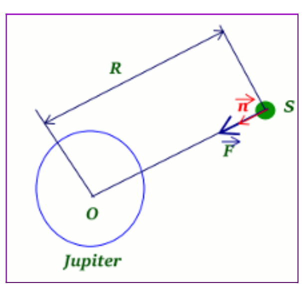
Équation bilan de la désintégration :

$^{60}_{27}Co \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{60}_{26}Ni$

Calcul de N_0 : $N_0 = \frac{m_0}{M} \times N_A = 10^{16}$ noyaux **0,5 pt**

Exercice 4 : Exploitation des résultats d'observations

1- Satellite de Jupiter



Deuxième loi de Newton :

Système : Satellite ; Référentiel : décrit supposé galiléen

Force appliquée : Force gravitationnelle $\vec{F}$

$\vec{F} = m\vec{a_G} \Leftrightarrow G\frac{Mm}{R^2}\vec{n} = ma_G\vec{n}$ avec $a_G = a_n = \frac{v^2}{R}$ d'où $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ **0,75 pt**

2 Expression de la période T :

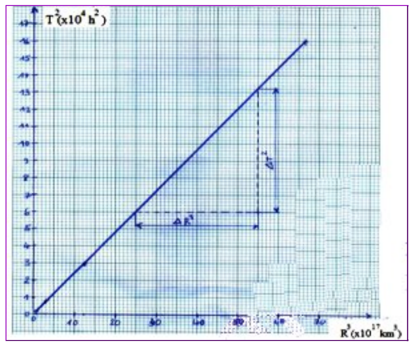
$vT = 2\pi R \Leftrightarrow \sqrt{\frac{GM}{R}}.T = 2\pi R \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$ **0,5 pt**

Montrons que $\frac{T^2}{R^3}$ est constant :

$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}} \Rightarrow \frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ = cte car G et M sont constantes. **0,25 pt**

3 Complétons le tableau **1,5 pt**

Noms	I0	Europe	Ganymède	Callisto
T(en heures)	**42,5**	**85,2**	**171,7**	**400,5**
R(en 105 km)	**4,22**	**6,71**	**10,7**	**18,83**
T^2($X10^4h^2$)	**0,18**	**0,73**	**2,95**	**16**
R^3($X\ 10^{17}$ km^3)	**0,75**	**3,0**	**12,25**	**66,77**



Conclusion : T^2 est proportionnelle à R^3

4. Masse de Jupiter :

Soit p, la pente de la droite obtenue $p = \frac{\Delta T^2}{\Delta R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ **0,25 pt**

Sur le graphe, on a : $\Delta T^2 = 7,2 \times 10^4 \times 3600^2$ et $\Delta R^3 = 30 \times 10^{17} \times 10^9$

$p = 3,11 \times 10^{-16}\ s^2/m^3$ **0,5 pt**

$p = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2}{p.G} = 1,9 \times 10^{27} kg$ **0,25 pt**