Examen de fin d'études secondaires 2013

Physique - Corrigé

1 Mouvement dans un champ magnétique

a.)

$\vec{F_m} = q\vec{v_0} \wedge \vec{B}$; $F_m = q \cdot v_0 \cdot \sin\left(\widehat{\vec{v_0};\vec{B}}\right)$

si $\vec{v_0} \parallel \vec{B}$ alors : $\widehat{\vec{v_0};\vec{B}} = 0$, donc $\sin\left(\widehat{\vec{v_0};\vec{B}}\right) = 0$. Ainsi $F_m = 0$: m.r.u.

b.1.)

à établir : $r = \frac{m \cdot v_0}{|q| \cdot B}$

b.2.)

si $B' = \frac{B}{2}$, il faut que $v_0' = \frac{v_0}{2}$ pour que r soit inchangé.

b.3.)

on a : $v_0 = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r \cdot f$
$\Leftrightarrow f = \frac{v_0}{2\pi r} = \frac{v_0 \cdot |q| \cdot B}{2\pi m \cdot v_0} = \frac{|q| \cdot B}{2\pi \cdot m}$

b.4.)

fréquence : $f = 839,5 MHz$
pour un électron : $|q| = e$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$
$B = \frac{2\pi m f}{|q|} = \frac{2\pi \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 839,5 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-19}} T = 0,03T = 30mT$
f est indépendant de v_0, donc la fréquence reste inchangée si v_0 est triplée !

2 Ondes progressives et stationnaires

a.1.)

$x_{S_1} = 0$ donc : $y_{S_1}(t) = 0,04 \cdot \sin(50\pi t - \frac{\pi}{2})$
pulsation : $\omega = 50\pi \frac{rad}{s}$
période : $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{50\pi} s = \frac{1}{25} s = 0,04 s$
fréquence : $f = \frac{1}{T} = 25 Hz$

Amplitude : $Y_m = 0,04m = 4cm$
À l'instant initial : $y_{S_1}(t=0) = 0,04 \cdot \sin(-\frac{\pi}{2}) = -0,04m$: position la plus basse

a.2.)

$y_1(t) = 0,04 \cdot \sin\left[2\pi(\frac{t}{0,04} - \frac{x}{0,5}) - \frac{\pi}{2}\right]$
longueur d'onde : $\lambda = 0,5m$
points en opposition de phase avec S_1 : $x = (2k'+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ $(k' \in \mathbb{N}, 0 \leq x \leq L)$
$x = 0,25m; x = 0,75m; \ldots$

b.1.)

$x_{S_2} = L = 2m$ donc : $y_{S_2}(t) = 0,04 \cdot \sin(50\pi t + 8\pi + \frac{\pi}{2}) = 0,04 \cdot \sin(50\pi t + \frac{\pi}{2})$
Déphasage entre S_1 et S_2 : $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} - (-\frac{\pi}{2}) = \pi\, rad$: S_1 et S_2 en opposition de phase

b.2.)

$y(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t)$
$= 0,04 \cdot \sin(50\pi t - 4\pi x - \frac{\pi}{2}) + 0,04 \cdot \sin(50\pi t + 4\pi x + \frac{\pi}{2})$
$= 0,08 \cdot \sin\left(\frac{50\pi t - 4\pi x - \frac{\pi}{2} + 50\pi t + 4\pi x + \frac{\pi}{2}}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{50\pi t - 4\pi x - \frac{\pi}{2} - 50\pi t - 4\pi x - \frac{\pi}{2}}{2}\right)$
$= 0,08 \cdot \cos(-4\pi x - \frac{\pi}{2}) \cdot \sin(50\pi t)$
$= 0,08 \cdot \cos(4\pi x + \frac{\pi}{2}) \cdot \sin(50\pi t)$

3 Relativité restreinte

b.)

à établir : $\Delta t_{impropre} = \frac{\Delta t_{propre}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

c.1.)

$E_{cin.} = E_{pot.él} = |q| \cdot U = e \cdot U = 180keV$
$E = E_0 + E_{cin.} = 511keV + 180keV = 691keV$

c.2.)

$E = mc^2 = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
$\Leftrightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{E_0}{E}\right)^2 \Leftrightarrow v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{E_0}{E}\right)^2}$
$v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{511}{691}\right)^2} = 0,6731c = 2,019 \cdot 10^8\, \frac{m}{s}$

4 Radioactivité

a.)

À établir : $N = N_0 e^{-\lambda t}$

b.)

sont conservées :

- la somme énergie-masse
- le nombre de nucléons
- la charge électrique
- la quantité de mouvement
- le moment cinétique

d.)

La désintégration est un phénomène aléatoire. Chaque désintégration est un évènement indépendant et on ne peut pas prévoir à quel moment un nucléide va subir une désintégration. La demi-vie est l'intervalle de temps après lequel, *statistiquement*, la moitié des noyaux s'est désintégrée.

e.1.)

${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{0}_{-1}e^- + {}^{40}_{20}Ca + {}^{0}_{0}\overline{\nu_e}$
(${}^{0}_{-1}e^-$: électron ; ${}^{40}_{20}Ca$: noyau de Calcium ; ${}^{0}_{0}\overline{\nu_e}$: *antineutrino*)

e.2.)

masse de potassium radioactif : $m = 0,000117 \cdot 0,14kg = 1,638 \cdot 10^{-5}\ kg$
nombre de noyaux : $N = \frac{m}{m_{noyau}} = \frac{1,638 \cdot 10^{-5}}{39,96399 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27}} = 2,468 \cdot 10^{20}$ noyaux

e.3.)

$T = 1,3 \cdot 10^9 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600s = 4,1025 \cdot 10^{16}s$
$A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T} \cdot N = \frac{\ln 2}{4,1025 \cdot 10^{16}s} \cdot 2,468 \cdot 10^{20} = 4170$ Bq

---