

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015
Section B et C / Physique

corrigé

A. Champ magnétique et champ électrique

(15 points)

1. Théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_c = W(\vec{F}_e) \Leftrightarrow U_{MN} = -\frac{m \cdot v_N^2}{2e} = -0,18 \text{ kV} \quad (2)$$

2. Direction et sens : perpendiculaire et sortant du plan de la figure.

Intensité : $B = 4,6 \text{ mT}$ (4)

3. développement semblable au cours.

Équations horaires :

$$\begin{cases} x = v_N \cdot t \\ y = \frac{1}{2} \cdot \frac{eE}{m} \cdot t^2 - R \end{cases}$$

Équation cartésienne :

$$y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \cdot \frac{x^2}{v_N^2} - R \quad (6)$$

4. Sens : négatif selon (Oy)

Intensité :

En introduisant les coordonnées du point S dans l'équation cartésienne, on obtient :

$$E = \frac{2mv_N^2}{9eR} = 8,1 \text{ kV/m} \quad (3)$$

B. Etude des oscillations libres électriques dans un dipôle RLC

(15 points)

1. voir cours (4)
2. voir cours (4)
3. voir cours (1)
4. voir cours (2)
5. voir cours (4)

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section B et C / Physique

corrigé

C. Expérience des fentes de Young

(15 points)

1. voir cours (6)
2. voir cours (5)
3. Dans l'expérience des fentes de Young, la lumière est diffractée à la sortie des deux fentes qui peuvent alors être considérées comme des sources de lumières cohérentes. La lumière issue des deux fentes interfère et une image d'interférences stable est visible sur l'écran. Les franges brillantes sont des zones où les interférences sont constructives et les franges sombres sont des zones où les interférences sont destructives. La diffraction de la lumière après le passage des fentes et les interférences qui ont lieu là où la lumière issue des deux fentes se superpose montre que la lumière peut être représentée par une onde. (2)

4.

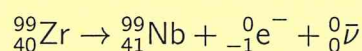
$$i = \frac{\lambda D}{a} \Leftrightarrow a = \frac{\lambda D}{i} = \frac{cD}{fi} = \frac{2,998 \cdot 10^8 \cdot 3,0}{6,1 \cdot 10^{14} \cdot \frac{6,0 \cdot 10^{-3}}{5}} = 1,2 \text{ mm}$$

(2)

D. Radioactivité

(15 points)

1. Equation de désintégration : (1)



2. L'énergie produite lors de cette réaction provient de la différence de masse du zirconium et de la somme des masses des particules résultant de l'émission β^{-} . (4)
Energie dégagée lors de la désintégration d'un noyau de zirconium :

$$\begin{aligned} E_1 &= \Delta mc^2 \\ \Rightarrow E_1 &= (m_{\text{Zr}} - m_{\text{Nb}} - m_e) \cdot c^2 \quad (\text{on néglige l'énergie de l'antineutrino}) \\ \Rightarrow E_1 &= [(98,8946 - 98,8891) \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} - 9,11 \cdot 10^{-31}] \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2 \\ \Rightarrow E_1 &= 7,39 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 4,61 \text{ MeV} \end{aligned}$$

3. La réaction produit un électron d'énergie 4,6 MeV, un antineutrino (dont on suppose l'énergie négligeable) et un noyau de niobium. En vertu de la conservation de la quantité de mouvement, la vitesse du niobium n'est pas nulle. C'est le niobium qui emporte le reste de l'énergie dégagée sous forme d'énergie cinétique (énergie de recul). (1)

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section B et C / Physique

corrigé

4. L'électron émis emporte son énergie sous forme d'énergie cinétique : $E_1 = E_C$
 D'après les lois de la relativité restreinte, cette énergie s'écrit :

$$\begin{aligned} E_C &= mc^2 - m_0c^2 \\ \Rightarrow E_C &= \gamma m_0c^2 - m_0c^2 \\ \Rightarrow E_C &= (\gamma - 1) \cdot m_0c^2 = 3,5 \text{ MeV} \\ \Rightarrow \gamma - 1 &= \frac{E_C}{m_0c^2} \\ \Rightarrow \gamma &= 1 + \frac{E_C}{m_0c^2} \\ \Rightarrow \gamma &= 1 + \frac{3,5 \text{ MeV}}{0,511 \text{ MeV}} \\ \Rightarrow \gamma &= 7,85 \end{aligned}$$

Or :

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ \Rightarrow \frac{v}{c} &= \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \\ \Rightarrow \frac{v}{c} &= \sqrt{1 - \frac{1}{7,85^2}} = 0,992 \\ \Rightarrow v &= 0,992 \cdot c \end{aligned}$$

La vitesse de l'électron émis vaut 99,2% de la célérité de la lumière. (4)

5. Si ΔN est le nombre de noyaux de zirconium qui se sont désintégrés en 10,0 s, l'énergie produite s'écrit :

$$E = \Delta N \cdot E_1 = \Delta N \cdot 7,39 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Calculons d'abord le nombre de noyaux de zirconium présents à la date $t = 0$:

$$\begin{aligned} N_0 &= \frac{m \cdot N_A}{M_{\text{at.}}} \\ \Rightarrow N_0 &= \frac{10^{-3} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{99} \\ \Rightarrow N_0 &= 6,083 \cdot 10^{18} \end{aligned}$$

Calculons ensuite le nombre de noyaux de zirconium restants au bout de 10,0 s :

$$\begin{aligned} N(t) &= N_0 \cdot e^{-\ln 2 \frac{t}{T}} \\ \Rightarrow N(t = 10 \text{ s}) &= 6,083 \cdot 10^{18} \cdot e^{-\ln 2 \frac{10}{2,1}} \\ \Rightarrow N(t = 10 \text{ s}) &= 0,224 \cdot 10^{18} \end{aligned}$$

Nombre de noyaux désintégrés :

$$\Delta N = N_0 - N = 6,083 \cdot 10^{18} - 0,224 \cdot 10^{18} = 5,859 \cdot 10^{18}$$

Energie produite :

$$E = \Delta N \cdot E_1 = 5,859 \cdot 10^{18} \cdot 7,39 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 4,4 \cdot 10^6 \text{ J}$$

(5)

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015
Section B et C / Physique

corrigé

Répartition des points :

Connaissances et compréhension : 36 points

Applications mathématiques : 24 points