BAC S-Centre Etrangers-Correction-Exercice 3-Aurores polaires et des électrons +2BN

Enoncé :

http://labolycee.org/2016/2016-CtresEtrangers-Exo3-Sujet-RelativiteTompkins-5pts.pdf

Question 1.1.1

Première réponse possible (qualitative)

Lorsqu'un observateur A se déplace en mouvement rectiligne uniforme par rapport à un référentiel R. Le temps qui s'écoule pour A dans son référentiel propre Δt_0 est inférieur au temps qui s'écoule pour un observateur B associé au référentiel R si A se déplace suffisamment vite dans le référentiel R. C'est la raison pour laquelle on parle de dilatation des durées.

Deuxième réponse possible (quantitative) :

$1 > \frac{v^2}{c^2} > 0$ car un carré est toujours positif et $v < c$

On obtient ainsi : $1 - \frac{v^2}{c^2} < 1$. On applique la fonction racine carrée :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$$

On passe à l'inverse :

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > 1$$

$$\gamma > 1$$

$$\gamma \times \Delta t_0 > \Delta t_0$$

$$\Delta t > \Delta t_0$$

On en déduit l'expression « dilatation des durées ».

Question 1.1.2

D'après les données, nous savons que :

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0$$

$$\Delta t_0 = \frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{\Delta t}{\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}} = \frac{1{,}0}{\frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0{,}10c)^2}{c^2}}}} = \frac{1{,}0}{\frac{1}{\sqrt{1-0{,}10^2}}} \approx 1{,}0\ ns$$

On trouve un résultat quasiment égal à $1\ ns$. On en déduit qu'à 10% de la vitesse de la lumière, les effets de la relativité sont négligeables.

Question 1.1.3

Nous venons de voir que si on atteint une vitesse d'environ 10% de celle de la lumière, les effets relativistes sont négligeables. Imaginons que la vitesse de la lumière soit plus petite. Alors à vitesse égale, le pourcentage par rapport à la vitesse de la lumière sera plus élevé. On en déduit que si la vitesse de la lumière c était plus petite, les effets relativistes seraient ressentis pour des vitesses plus faibles.

Question 1.2.1

D'après la courbe 2, il est possible que le rapport $\frac{v^2}{c^2}$ dépasse 1. Or, cela est impossible selon la théorie relativiste. On en déduit que la courbe 2 est la courbe classique et la courbe 1 est la courbe relativiste.

Deuxième argument : Dans la théorie classique on a $Ec = \frac{1}{2}mv^2$

$$\frac{Ec}{c^2} = \frac{m}{2} \times \frac{v^2}{c^2}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{2Ec}{c^2 m} = \frac{2}{c^2 m} \times Ec$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{2}{c^2 m} \times Ec$$

On reconnait ici la forme $y = ax$ qui correspond à une droite qui passe par l'origine. On en déduit que la courbe 2 correspond bien à la théorie classique.

Question 1.2.2

Calculons $\frac{v^2}{c^2}$ pour cet électron :

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{(1{,}2\times 10^8)^2}{(3{,}0\times 10^8)^2} = 0{,}16$$

Pour la théorie classique on mesure

$$Ec(classique) = 0{,}04\ MeV$$

Pour la théorie relativiste, on mesure :

$$Ec(relativiste) = 0{,}046\ MeV$$

Calculons l'écart relatif entre les deux valeurs :

$$\frac{Ec(relativiste) - Ec(classique)}{Ec(relativiste)} \times 100 = 13\% > 10\%$$

Il faut donc considérer le modèle relativiste pour l'électron.

Question 2.1

Le domaine du visible est situé entre :

$$400\ nm \leq visible \leq 800\ nm$$
$$4 \times 10^{-7}\ m \leq visible \leq 8\times 10^{-7}\ m$$

En moyenne on a :

$$6\times 10^{-7}\ m$$

Alors l'ordre de grandeur est 10^{-6}

Question 2.2

On sait que l'énergie libérée par un atome en se désexcitant vaut :

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Delta E = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}0 \times 10^{8}}{1 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{-19}\ J$$

$$\Delta E = 1{,}3\ eV$$