

La relativité restreinte à l'épreuve de l'expérience

Relativité restreinte

Comprendre

1. Pour parcourir la distance $d = 10 \text{ km}$ à la vitesse $v = 0,998c$, les muons mettent la durée $\Delta t = \frac{d}{v}$ soit :

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{10 \times 10^3}{0,998 \times 3,00 \times 10^8} = 3,3 \times 10^{-5} \text{ s} = 33 \text{ } \mu\text{s}. \text{ On retrouve bien la durée indiquée dans le texte.}$$

2. La durée de vie moyenne des muons est de $2,2 \text{ } \mu\text{s}$. Pendant cette durée, ils doivent parcourir la distance d telle que : $d = v \times \Delta T_0 = 0,999 \times 3,00 \times 10^8 \times 2,2 \times 10^{-6} = 6,6 \times 10^2 \text{ m}$ soit environ 660 m . Cette distance est nettement plus faible que les 10 km d'épaisseur d'atmosphère à traverser. Donc d'après la mécanique classique, les muons n'ont pas le temps d'atteindre la surface de la Terre. On ne devrait donc pas les détecter au niveau du sol.

3. Pour les muons : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,998c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,998^2}} = 15,8$.

La durée de vie d'un muon, pour un observateur terrestre, est $15,8$ fois plus grande que sa durée de vie propre dans le référentiel lié au muon.

4. $\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0 = 15,8 \times 2,2 \times 10^{-6} = 35 \times 10^{-6} = 35 \text{ } \mu\text{s}$.
5. $\Delta T' > \Delta t$: les muons formés dans la haute atmosphère ont le temps d'atteindre le sol.
6. La mécanique classique ne permet pas d'expliquer la détection des muons au niveau de la surface de la Terre. En revanche, la théorie de la relativité restreinte a permis, grâce au phénomène de dilation des durées, d'expliquer cette observation. Il s'agit donc une preuve expérimentale de la pertinence de la relativité restreinte.