

PHYSQ 208 – Devoir 2 (à rendre au cours du jeudi 22 septembre)

1. Dilatation du temps. Considérez le schéma de la p. 41 des notes, avec lequel nous avons obtenu la formule de dilatation du temps. Mais dans un contexte galiléen, c.-à-d. sans tenir compte de l'universalité de la vitesse de la lumière, autrement dit, on remplace la lumière par un objet ordinaire (par ex. le son) de vitesse v_c . Dans S' , l'objet effectue donc un aller-retour en un temps $\Delta t' = \frac{2h}{v_c}$. Supposez que S' se déplace à vitesse $\mathbf{v} = v\mathbf{x}$ par rapport à S .

- Quel est le temps requis Δt par l'objet pour effectuer l'aller-retour, vu de S ?
- Quelle est la grandeur de la vitesse de l'objet par rapport à S ?
- Pendant l'aller-retour, quelle distance le système S' aura-t-il parcouru par rapport à S ?

2. Dilatation du temps. Un athlète court 100 m à 10 m/s par rapport au sol.

- Combien de temps cette course dure-t-elle vu du sol?
- De combien l'horloge de l'athlète tardera-t-elle par rapport à une horloge au repos, pendant cette course? (Utilisez l'approximation $\sqrt{1-x} \cong 1 - \frac{1}{2}x$)

3. Dilatation du temps. Une particule instable entre dans un détecteur et laisse une trace de 1.28 mm avant de se désintégrer. Sa vitesse dans le détecteur vaut $0.987c$.

- Quelle est la durée de son passage, ou "temps de vie", dans le repère du laboratoire?
- Quel est son temps de vie propre?

4. Dilatation du temps et contraction des longueurs. Un groupe de baryons Λ^0 (constitués de trois quarks: uds) se déplace à $0.893c$ dans un laboratoire. Leur temps de demi-vie (temps propre) vaut 1.823×10^{-10} s.

- Combien de temps (par rapport au laboratoire) leur faudra-t-il pour parcourir 45.0 cm?
- Quelle est la demi-vie des Λ^0 , mesurée dans le laboratoire?
- Dans le repère des Λ^0 , quelle est la distance équivalente à 45.0 cm du laboratoire?
- Dans le repère des Λ^0 , en combien de temps parcourent-ils la distance trouvée en (c)?

5. Contraction des longueurs. Une astronaute quitte la Terre et se déplace à $0.9800c$ vers l'étoile Véga, qui est à 25.30 années-lumière de la Terre. Combien de temps se sera-t-il écoulé sur une horloge de la Terre, quand

- l'astronaute aura atteint Véga?
- Quand les observateurs sur la Terre recevront le message (envoyé à la vitesse c) de l'astronaute qu'elle a atteint sa destination?
- De combien aura vieilli l'astronaute, dans son repère, entre son départ de la Terre et son arrivée sur Véga?

PHYSQ 208 - DEVOIR 2 - 22 SEPT. 2022

#1. (a) VITESSE DE L'OBJET UR DU SOL : $\vec{v} = (v, v_c)$



SEULE v_c EST IMPLIQUÉE DANS L'ALLER-RETOUR DONC

$$\Delta t = \frac{2h}{v_c} = \Delta t'$$

$$(b) |\vec{v}| = \sqrt{v^2 + v_c^2} \neq v_c$$

$$(c) d = v \Delta t = \frac{2v h}{v_c}$$

$$\#2. (a) \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 10 \text{ s}$$

(b) L'HORLOGE DE L'ATHLÈTE INDIQUE $\Delta t_0 = \frac{\Delta t}{\gamma} < \Delta t$
ET PERD DONC UN TEMPS:

$$\Delta t - \Delta t_0 = \Delta t \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) = \Delta t \left(1 - \sqrt{1 - \beta^2}\right)$$

$$\approx \Delta t \left(1 - 1 + \frac{1}{2}\beta^2\right) = \frac{\Delta t \beta^2}{2}$$

$$= \frac{10}{2} \left(\frac{10}{3 \cdot 10^8}\right)^2 \approx 5.6 \times 10^{-15} \text{ s}$$

#3. (a) TEMPS DE VIE :

$$\Delta t = \frac{L}{\beta c} = \frac{1.28 \times 10^{-3}}{0.987 (3 \cdot 10^8)} = \boxed{4.33 \times 10^{-12} \text{ s}} \\ \text{ou } 4.33 \text{ ps}$$

(b) $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ donne $\Delta t_0 = \frac{\Delta t}{\gamma}$

$$\Delta t_0 = \Delta t \sqrt{1 - \beta^2} = (4.33 \text{ ps}) \sqrt{1 - 0.987^2} \\ = \boxed{0.695 \text{ ps}}$$

#4. (a) $\Delta t = \frac{L}{v} = \frac{L}{\beta c} = \frac{0.45}{0.893 c} = \boxed{1.68 \cdot 10^{-9} \text{ s}}$
ou 1.68 ns

(b) $\Delta t_{\text{lab}} = \gamma \Delta t_0 = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\ = \frac{1.823 \cdot 10^{-10}}{\sqrt{1 - 0.893^2}} = \boxed{0.405 \text{ ns}}$

(c) $l = \frac{l_0}{\gamma} = \sqrt{1 - \beta^2} l_0 = \sqrt{1 - 0.893^2} = \boxed{20.3 \text{ cm}}$

(d) $\Delta t = \frac{l}{v} = \frac{20.3 \cdot 10^{-2}}{0.893 c} = \boxed{0.756 \text{ ns}}$

x 45 cm

$$\#5. (a) \Delta t = \frac{L}{v} = \frac{25.80 \text{ c années}}{0.98 \text{ c}} = \boxed{25.8 \text{ années}}$$

(b) LE SIGNAL REVIENT À VITESSE c PENDANT 25.8 ANS
TEMPS TOTAL: $25.8 + 25.8 = \boxed{51.1 \text{ années}}$

(c) $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ DONNE

$$\Delta t_0 = \frac{\Delta t}{\gamma} = \Delta t \sqrt{1 - \beta^2} = 25.8 \sqrt{1 - 0.98^2} \\ = \boxed{5.14 \text{ années}}$$