

EXERCICES Ch.8. p : 220 n°11-12-13-14 TEMPS ET RELATIVITE RESTREINTE**p : 220 n°11 : Exploiter la relation entre durée propre et durée mesurée**

Un astronaute s'éloigne de la Terre avec une vitesse de valeur constante $v = 0,90 \times c$ suivant une trajectoire rectiligne jusqu'à une planète distante de $d = 4,0$ al.

La durée mesurée $\Delta T'$ par une horloge sur Terre est différente de la durée propre ΔT_0 relevée par une horloge fixe dans un référentiel lié à l'astronaute supposé galiléen. Ces deux durées sont reliées par : $\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0$. Le coefficient γ est donné par la relation : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

avec v la valeur de la vitesse relative des deux horloges qui mesurent $\Delta T'$ et ΔT_0 .

1. Quelle est la durée du trajet de l'astronaute pour un observateur terrestre ?
2. Quelle est la durée de ce même trajet pour l'astronaute ?

1. Vu de la Terre, ce voyage a duré : $\Delta T' = \frac{d}{v} = \frac{4 \text{ a.l.}}{0,90 \cdot c} = \frac{c \times \text{durée du trajet}}{0,90 \cdot c} = \frac{c \times 4 \text{ ans}}{0,90 \cdot c} = \frac{4 \text{ ans}}{0,90} = \underline{\underline{4,4 \text{ ans}}}$

2. Pour l'astronaute : $\Delta T_0 = \frac{\Delta T'}{\gamma} = \frac{\Delta T'}{\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}} = \Delta T' \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ soit $\Delta T_0 = \Delta T' \cdot \sqrt{1 - \frac{(0,90 \cdot c)^2}{c^2}} = \Delta T' \cdot \sqrt{1 - 0,90^2} = 0,44 \Delta T' = 0,44 \times 4,4$

$\Delta T_0 = 1,9 \text{ an}$

p : 220 n°12 : Distinguer physique classique et relativité restreinte

Associer ces deux postulats fondamentaux à la bonne théorie :

Postulat A : La vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens : elle est la même pour tout observateur.

Postulat B : Le temps s'écoule de la même manière dans tout référentiel : il est le même pour tout observateur.

Théorie 1 : Mécanique classique.

Théorie 2 : Relativité restreinte.

La théorie 1 correspond au postulat B soit : **Mécanique classique : Le temps s'écoule de la même manière dans tout référentiel : il est le même pour tout observateur.**

La théorie 2 correspond au postulat A soit : **Relativité restreinte : La vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens : elle est la même pour tout observateur.**

p : 220 n°13 : Étudier le vol d'un pigeon

Place Saint-Marc à Venise, des touristes observent des pigeons. Doivent-ils utiliser la relativité restreinte dans le cas de l'étude du vol d'un pigeon ?

Les touristes ne doivent pas utiliser la relativité restreinte pour l'étude du vol d'un pigeon, car ce dernier se déplace avec une vitesse de valeur très faible comparée à celle de la lumière.

p : 220 n°14 : La relativité du temps. Extraire des informations; exploiter une relation.

On imagine qu'un OVNI est repéré dans le sud-ouest de la France. Il se déplace à une vitesse constante par rapport au sol dont la valeur est égale aux deux tiers de celle de la vitesse de la lumière dans le vide. On cherche à déterminer la durée qui s'écoule lors d'un survol rectiligne entre Bordeaux et Arcachon de l'OVNI, villes distantes de 49 km, lorsque cette durée est :

- a. mesurée par Nicolas en vacances à Arcachon;
- b. mesurée par un extraterrestre à bord de l'OVNI.

Données : Les durées propre ΔT_0 et mesurée $\Delta T'$ sont reliées par $\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0$, où : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ avec v la valeur de la vitesse relative des horloges

qui mesurent $\Delta T'$ et ΔT_0 .

Le référentiel terrestre et celui lié à l'OVNI sont supposés galiléens. Nicolas et l'OVNI sont immobiles respectivement dans ces référentiels.

1. Quels sont les deux événements dont on cherche à mesurer la durée qui les sépare ?
2. Qui de Nicolas ou de l'extraterrestre mesure la durée propre du survol de l'OVNI ?
3. Calculer la durée du survol mesurée par Nicolas.
4. Calculer la durée du survol mesurée par l'extraterrestre.

1. Les deux événements dont on cherche à mesurer la durée qui les sépare sont :

- le passage de l'OVNI au-dessus de Bordeaux
- le passage de l'OVNI au-dessus d'Arcachon.

2. Le référentiel dans lequel les 2 événements ont lieu **au même endroit est le référentiel lié à l'OVNI** (référentiel de la soucoupe).

C'est donc l'extraterrestre qui mesure une durée propre.

3. Les horloges synchronisées et fixes dans un référentiel terrestre qu'utilise Nicolas pour mesurer la durée séparant les passages de l'OVNI au-dessus de Bordeaux et d'Arcachon indiquent une durée mesurée. En effet, ces horloges sont en mouvement par rapport à celle qui mesure la durée propre.

Dans le référentiel terrestre, l'OVNI parcourt la distance $d = 49$ km à la vitesse de l'OVNI $v = 2/3 \cdot c$. Donc :

Durée $\Delta T'$ mesurée par Nicolas : $\Delta T' = \frac{d}{v} = \frac{d}{\frac{2}{3} \cdot c} = \frac{3d}{2c} = \frac{3 \times 49 \times 10^3}{2 \times 3,00 \times 10^8} = \underline{\underline{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}}}$

Nicolas mesure une durée de survol égale à $\Delta T' = 2,5 \times 10^{-4} \text{ s}$. ($> T_0$).

4. **Durée propre ΔT_0** mesurée par l'extraterrestre : On a : $\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0$ donc

$\Delta T_0 = \frac{\Delta T'}{\gamma}$ avec $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{2}{3})^2}} = 1,34$ soit $\Delta T_0 = \frac{2,5 \times 10^{-4}}{1,34} = \underline{\underline{1,9 \times 10^{-4} \text{ s}}}$

La durée propre du survol de l'OVNI mesurée par l'extraterrestre est **$\Delta T_0 = 1,9 \times 10^{-4} \text{ s}$** .