



1. Mesure du temps

La mesure du temps nécessite une précision qui ne peut être atteinte par une horloge mécanique.

Les horloges atomiques possèdent une fréquence immuable et universelle :

l'isotope stable ^{133}Cs permet d'obtenir une exactitude jusqu'à 2×10^{-16} (soit une seconde sur 160 000 000 ans).

Depuis 1967, l'horloge atomique au césium sert à la définition de la seconde :

Durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins* de l'état fondamental de l'atome de césium 133

**séparation en états d'énergies très proches*

2. Théorie de la relativité restreinte – Dilatation du temps

Postulats d'Einstein

Les lois de la physique s'expriment de la même façon dans tous les référentiels galiléens :

Aucune expérience ne permet de discerner qu'un référentiel galiléen est en mouvement rectiligne uniforme par rapport à un autre référentiel galiléen.

La vitesse de la lumière est invariante :

La lumière se propage avec la même célérité dans le vide quelque soit le référentiel d'étude.

Relativité du temps :

Conséquence, le temps n'est plus un absolu : 2 événements simultanés dans un même référentiel ne le sont plus dans 2 référentiels dont l'un est en mouvement par rapport à l'autre.

Le mouvement provoque un ralentissement du temps.

3. Durée propre et durée mesurée :

La durée propre est la durée mesurée dans le référentiel propre de l'objet, référentiel dans lequel l'objet est immobile. La durée mesurée est celle mesurée par un observateur en mouvement par rapport à l'objet.

$$\Delta t_m = \Delta t_p \times \gamma \quad \text{où le coefficient de Lorentz } \gamma \text{ est} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} > 1$$

La durée Δt_m mesurée par un observateur en mouvement est toujours plus longue que la durée propre Δt_p .

Le temps s'écoule plus lentement, se dilate pour l'observateur en mouvement, sans que celui-ci puisse s'en rendre compte.

Document : https://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe_des_jumeaux

4. Relativité du temps à l'épreuve de l'expérience

Pour des particules dont la vitesse est proche de celle de la lumière, la mécanique newtonienne ne peut pas être appliquée : des particules relativistes sont des particules qui peuvent être observées sur une durée plus grande que leur durée de vie propre du fait de leur mouvement.

Pour des vitesses faibles devant c , les effets relativistes ne peuvent être mesurés qu'à l'aide d'horloges extrêmement précises, c'est-à-dire les horloges atomiques.

Par exemple, ce phénomène est pris en compte pour la localisation GPS.

Revoir le cours avec les exercices n°3, 5, 6, 8, 9 et 10 p252...

Applications : n°20 et 26