

I. QU'EST-CE QUE L'INVARIANCE DE LA VITESSE DE LA LUMIERE DANS LE VIDE :

En 1905, Albert Einstein propose son postulat :

Postulat d'Einstein : La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels.

Ceci remet en cause la mécanique classique pour laquelle la vitesse dépend du référentiel

II. QU'EST-CE QUE LA RELATIVITE RESTREINTE ?

1) Définition :

Le temps est une grandeur mesurée par une horloge.

En physique classique, celle de Galilée et de Newton, le temps est absolu : il s'écoule indépendamment des conditions extérieures et de la même façon pour tout observateur, qu'il soit en mouvement ou pas.

Selon la théorie de la relativité restreinte, l'écoulement du temps dépend du référentiel. La durée séparant deux événements dépend un référentiel d'observation.

2) La relativité du temps : La mesure du temps dépend du référentiel de mesure.

Le temps propre ΔT_0 (ou durée propre) est la durée séparant deux événements ayant lieu au même endroit dans un référentiel galiléen (R). Cette durée est mesurée par une horloge fixe dans ce référentiel et proche des deux événements.

Le temps mesuré $\Delta T'$ (ou durée mesurée) est la durée séparant deux événements par une horloge fixe dans un référentiel galiléen (R') en mouvement par rapport au référentiel galiléen (R).

$$\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0$$

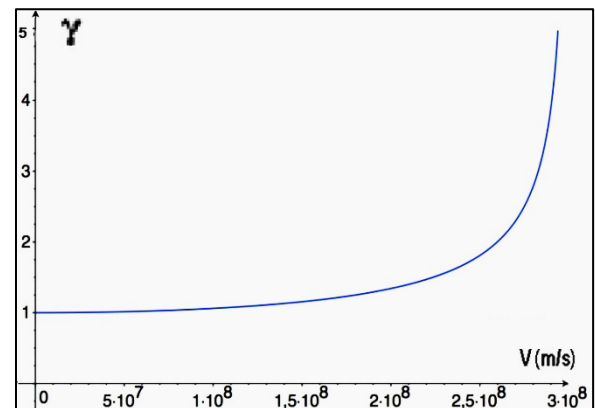
Relation de dilatation des durées

ΔT_0 : durée propre = durée séparant 2 événements ayant lieu au même endroit dans un référentiel galiléen (R).

$\Delta T'$: durée mesurée = durée séparant 2 événements mesurée par une horloge fixe dans un référentiel galiléen noté (R') en mouvement par rapport au référentiel (R) dans lequel on mesure le temps propre.

γ : coefficient sans unité appelé facteur de Lorentz $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ où v est la vitesse relative d'une horloge par rapport à l'autre et c la vitesse de la lumière dans le vide. Comme $v < c$, γ est toujours supérieur (ou égal) à 1 : $\Delta T' > \Delta T_0$.

Lorsque la vitesse de déplacement est faible ($v \ll c$ ou $v/c \ll 1$), alors $\gamma \rightarrow 1$,
La relativité restreinte permet de retrouver tous les résultats de la mécanique newtonienne classique.



Une horloge qui se déplace par rapport à un observateur bat plus lentement qu'une horloge immobile par rapport à ce même observateur.

III. PHYSIQUE CLASSIQUE OU RELATIVITE RESTREINTE ?

Le postulat d'Einstein est compatible avec les lois de la mécanique classique de Galilée et de Newton. En effet, si v est très inférieure à c , alors γ est très proche de 1 et on aura $\Delta T' = \Delta T_0$. Dans ce cas la mesure d'une durée est indépendante du référentiel choisi.

Dans le cas où la vitesse relative entre les deux horloges est faible par rapport à la vitesse c de la lumière dans le vide, la dilatation des durées n'est plus perceptible, même avec des horloges atomiques.

IV. CONSEQUENCES DE LA RELATIVITE RESTREINTE.

• On a expérimentalement pu vérifier cette dilatation des durées des objets en mouvement :

Les muons, particules élémentaires produites dans la haute atmosphère qui voyagent à des vitesses très élevée, $v = 0,998 * c$, se désintègrent beaucoup plus tard qu'elles ne le font dans leur référentiel propre. Elles ont ainsi le temps d'arriver jusqu'aux détecteurs sur Terre.

• Il est indispensable de prendre en compte la relativité du temps, dans le cas des satellites GPS : les horloges embarquées dans le satellite doivent être retardées. Sans synchronisation, les horloges atomiques embarquées seraient décalées par rapport à une horloge terrestre.

• Des avions ayant embarqué des horloges atomiques (ultra-précises) étaient en retard par rapport à des horloges identiques restées sur Terre. Le décalage était exactement celui prévu, quelques nanosecondes.

L'ESSENTIEL :**Invariance de la vitesse de la lumière dans le vide**

La valeur de la **vitesse de la lumière dans le vide** est la même dans tous les référentiels galiléens.

Relativité restreinte

- En physique classique, le temps est **absolu**; il s'écoule de la même manière quel que soit le référentiel d'étude. En relativité restreinte, le temps est **relatif** au référentiel choisi.
- Le **temps propre**, ou **durée propre**, ΔT_0 est la durée séparant deux événements ayant lieu au même endroit dans un référentiel galiléen (R). Cette durée est mesurée par une horloge fixe dans ce référentiel (R) et proche des deux événements.
- Le **temps mesuré**, ou **durée mesurée**, $\Delta T'$ est la durée séparant deux événements mesurée dans un référentiel galiléen (R') en mouvement par rapport au référentiel galiléen (R) dans lequel on mesure le temps propre. L'horloge qui mesure $\Delta T'$ est fixe dans (R'). Deux horloges en mouvement relatif ne mesurent pas la même durée entre deux événements. Une durée mesurée est toujours supérieure à la durée propre. C'est le phénomène de dilatation des durées : $\Delta T' > \Delta T_0$.

Physique classique ou relativité restreinte

Dans le cas où la valeur de la vitesse relative entre les horloges considérées est faible par rapport à la valeur de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide, la dilatation des durées n'est plus perceptible, même avec des horloges atomiques.
