

L'un des grands principes de la physique classique ou newtonienne, est l'hypothèse selon laquelle le temps est, c'est à dire pour tous les observateurs, en tout endroit de l'espace et indépendant de leur mouvement respectif.

Inversement, la physique relativiste pose cette question : une horloge en mouvement mesure-t-elle la même durée entre deux phénomènes qu'une horloge fixe ?

I) Postulat de la relativité restreinte

L'expérience historique de Michelson et Morley (XIX ème siècle) sur les interférences a permis de montrer que la vitesse de la lumière dans le vide est de la vitesse de déplacement de la Terre.

Suite à cette expérience, Albert Einstein, publie en 1905, une nouvelle théorie appelée relativité restreinte. Elle repose sur deux postulats:

1^{er} postulat : Les lois de la physique sont dans tous les référentiels galiléens.

Deux expériences identiques réalisées dans des référentiels galiléens différents donnent exactement le même résultat; la vitesse relative des référentiels n'a pas d'effet.

Dans un système physique en mouvement rectiligne uniforme, on ne peut mettre en évidence le mouvement du système par aucune expérience effectuée à l'intérieur de ce système.

2^{ème} postulat : La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est du mouvement de la source lumineuse et elle a dans tous les référentiels galiléens.

Remarque : Pour les autres ondes, ceci ; pour le surfeur, l'onde (la vague) est par rapport à lui mais par rapport à la plage.

En seconde, on étudie que le mouvement est au référentiel choisi.

II) Dilatation des durées

1) Caractère relatif du temps

Soit un vaisseau spatial en mouvement rectiligne et uniforme par rapport à la Terre.

Le référentiel lié au vaisseau est donc

(car en translation par rapport au référentiel terrestre).

Le point O, a la possibilité d'émettre des flashes lumineux.

Les points A et B, situés à l'arrière et à l'avant du vaisseau, sont équidistants du point O.

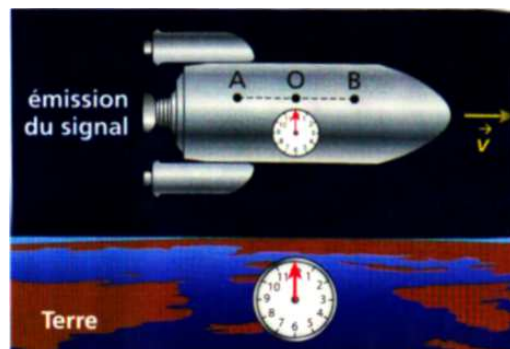
Lorsque O émet un flash, et que l'on se place dans le référentiel du vaisseau, le signal lumineux est reçu simultanément par A et B.

En revanche, dans le référentiel terrestre, le point A se rapproche du point d'émission O et le point B s'en éloigne ; la réception du flash par les deux capteurs n'est donc pas simultanée.

(le point A détecte le signal avant B car la distance à parcourir par la lumière est plus faible).

Ce raisonnement est valable car la célérité de la lumière est la même dans tous les référentiels.

La mesure du temps donc du référentiel choisi



2) Durée propre et durée mesurée

On appelle référentiel propre d'un objet, le référentiel lié à, celui dans lequel il est

Une **durée propre**, concernant un objet, est une durée mesurée par une horloge dans le référentiel propre de cet objet.

Soit deux référentiels R et R_p galiléens, en mouvement l'un par rapport à l'autre ; R_p étant le référentiel propre lié à l'objet.

On appelle Δt_m la durée d'un phénomène, mesurée dans R et Δt_p sa durée propre mesurée dans R_p, alors ces deux durées sont liées par la relation :

$$\Delta t_m = \dots\dots\dots$$

avec v vitesse de R_p par rapport à R

γ : Coefficient de dilatation des durées

Comme γ ... 1, la durée mesurée Δt_m dans R est toujours à la durée propre Δt_p.

Pour cette raison, on dit qu'il y a **des durées** pour un objet en mouvement par rapport à un observateur « fixe »

Il est souvent difficile de mesurer la durée propre Δt₀.

Par contre, si on connaît la vitesse v et la distance d parcourue du mobile dans le référentiel R, on peut calculer la durée mesurée Δt_m. **d =; Δt_m =**

III) Physique classique ou relativité restreinte ?

Lorsque la vitesse relative des horloges est faible devant c, alors la dilatation des durées n'est plus, même pour les horloges les plus précises.

En revanche, il est parfois indispensable de prendre en compte la relativité du temps.

C'est le cas des GPS (Global Position System) : sans synchronisation, les horloges situées à bord des satellites seraient décalées par rapport aux horloges terrestres (voir p.212)

Dans le domaine de la physique des particules, la relativité restreinte est omniprésente ; elle permet notamment d'observer les particules pendant une durée à leur durée de vie réelle (grâce à la dilatation des durées).

Pour que la durée mesurée diffère de 1% de la durée propre, il faut une vitesse supérieure à, ce qui est bien supérieur aux performances des véhicules construits par l'homme.

