

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 21/09/2026 19:00 creat by Kalanso App

La relativité restreinte

La relativité restreinte est une théorie physique publiée par Albert Einstein en 1905. Elle a profondément modifié notre compréhension de l'espace et du temps, en particulier pour les objets se déplaçant à des vitesses proches de celle de la lumière. Ce cours présente les postulats fondamentaux, les conséquences contre-intuitives telles que la dilatation du temps et la contraction des longueurs, ainsi que l'équivalence entre masse et énergie.

1. Les postulats d'Einstein

La relativité restreinte repose sur deux postulats simples mais révolutionnaires :

- **Principe de relativité** : Les lois de la physique sont les mêmes dans tous les référentiels galiléens (c'est-à-dire les référentiels en mouvement rectiligne uniforme les uns par rapport aux autres).
- **Constance de la vitesse de la lumière** : La vitesse de la lumière dans le vide, notée c , est la même dans tous les référentiels galiléens, quelle que soit la vitesse de la source ou de l'observateur. Sa valeur est $c \approx 3,00 \times 10^8$ m/s.

Ces postulats peuvent sembler anodins, mais ils impliquent que les notions d'espace et de temps absolus, héritées de Newton, doivent être abandonnées.

2. La dilatation du temps

L'une des conséquences les plus célèbres est que le temps s'écoule différemment selon l'observateur. Considérons une horloge au repos dans un référentiel en mouvement par rapport à un observateur. Pour cet observateur, l'horloge en mouvement bat plus lentement. La relation entre l'intervalle de temps propre Δt_0 (mesuré dans le référentiel de l'horloge) et l'intervalle de temps Δt mesuré par l'observateur est :

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0, \text{ avec } \gamma = 1 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Le facteur γ est appelé facteur de Lorentz. Il est toujours supérieur ou égal à 1 et tend vers l'infini lorsque v tend vers c .

Exemple : Un muon créé dans la haute atmosphère a une durée de vie propre de $2,2 \mu\text{s}$. Sans relativité, même à la vitesse de la lumière, il ne pourrait parcourir que 660 m et n'atteindrait pas le sol. Pourtant, on les détecte au niveau de la mer. Cela s'explique

par la dilatation du temps : dans le référentiel terrestre, leur durée de vie est allongée par le facteur γ , leur permettant de parcourir plusieurs kilomètres.

3. La contraction des longueurs

De manière symétrique, les longueurs sont contractées dans la direction du mouvement. Si un objet a une longueur propre L_0 (mesurée au repos), sa longueur L mesurée par un observateur en mouvement relatif est :

$$L = L_0 / \gamma$$

Cette contraction ne s'applique qu'à la composante parallèle au mouvement. Elle est réciproque : chaque observateur voit l'autre contracté.

Exemple : Une règle de 1 m se déplaçant à $0,8c$ paraîtra mesurer 0,6 m pour un observateur au repos. Inversement, l'observateur dans le référentiel de la règle verrait notre règle contractée.

4. La relativité de la simultanéité

Deux événements simultanés dans un référentiel ne le sont pas nécessairement dans un autre. Cette relativité de la simultanéité est une conséquence directe de la constance de la vitesse de la lumière. Elle se manifeste par exemple dans l'expérience de pensée du train d'Einstein : un éclair frappe les deux extrémités d'un train en mouvement. Pour un observateur à bord, les éclairs sont simultanés ; pour un observateur au sol, ils ne le sont pas.

Cette remise en cause de la simultanéité absolue a des implications profondes sur la causalité et la notion d'ordre temporel.

5. L'équivalence masse-énergie

La formule la plus célèbre de la physique, $E = mc^2$, découle de la relativité restreinte. Elle signifie que la masse est une forme d'énergie. Toute variation d'énergie d'un système s'accompagne d'une variation de sa masse.

Exemple : Dans une réaction nucléaire, une petite quantité de masse est convertie en une énorme quantité d'énergie. La fission d'un noyau d'uranium libère environ 200 MeV, correspondant à une diminution de masse d'environ 0,1 %.

Cette équation a ouvert la voie à l'énergie nucléaire et à la compréhension des réactions stellaires.

Conclusion

La relativité restreinte a bouleversé les concepts d'espace, de temps, de masse et d'énergie. Ses prédictions, souvent contre-intuitives, ont été vérifiées expérimentalement de nombreuses fois, notamment par la dilatation des muons, les expériences avec des horloges atomiques en mouvement, ou les accélérateurs de particules. Elle reste aujourd'hui un pilier de la physique moderne, indispensable pour décrire les phénomènes à haute énergie et pour le fonctionnement du GPS. Comprendre ses postulats et ses conséquences est essentiel pour quiconque souhaite approfondir la physique contemporaine.

Document creer par Kalanso App — 21/09/2026 19:00 — Disponible sur Playstore - App