

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 22/09/2026 21:15 creat by Kalanso App

La relativité restreinte : principe et conséquences

La relativité restreinte est une théorie physique publiée par Albert Einstein en 1905. Elle bouleverse notre compréhension de l'espace et du temps en montrant que ces notions sont relatives à l'observateur. Dans ce cours, nous explorerons les deux postulats fondamentaux, les notions de simultanéité et de dilatation du temps, la contraction des longueurs, et enfin l'équivalence entre masse et énergie.

1. Les postulats de la relativité restreinte

La théorie repose sur deux postulats simples mais aux conséquences profondes :

- **Principe de relativité** : les lois de la physique sont identiques dans tous les référentiels galiléens (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, indépendamment du mouvement de la source ou de l'observateur. Sa valeur est approximativement $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$.

Ces postulats peuvent sembler anodins, mais ils entrent en contradiction avec la mécanique classique de Newton, où les vitesses s'additionnent simplement. Par exemple, si vous courez à 10 km/h dans un train roulant à 100 km/h, votre vitesse par rapport au sol est de 110 km/h. Pour la lumière, cela ne fonctionne pas : si vous allumez une lampe dans un train en mouvement, la lumière se déplace à c par rapport au sol, pas à $c + \text{vitesse du train}$.

2. Relativité de la simultanéité

Une conséquence immédiate des postulats est que la simultanéité de deux événements n'est pas absolue : elle dépend du référentiel.

Imaginons un train en mouvement et un observateur au sol. Un éclair frappe l'avant et l'arrière du train. Pour l'observateur au sol, les deux éclairs peuvent être simultanés. Pour un passager dans le train, l'éclair à l'avant se produit avant celui à l'arrière (ou l'inverse selon le sens). Ainsi, deux événements simultanés dans un référentiel ne le sont pas nécessairement dans un autre.

« Chaque observateur a son propre temps propre. »

3. Dilatation du temps et contraction des longueurs

La relativité restreinte prévoit que le temps s'écoule différemment selon le mouvement relatif des observateurs.

Dilatation du temps

Une horloge en mouvement par rapport à un observateur paraît battre plus lentement. La relation est donnée par :

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0$$

où Δt_0 est le temps propre (mesuré dans le référentiel de l'horloge), Δt le temps mesuré dans le référentiel où l'horloge est en mouvement, et γ le facteur de Lorentz :

$$\gamma = 1 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Comme $\gamma \geq 1$, le temps mesuré est toujours plus grand que le temps propre : le temps « ralentit » pour l'objet en mouvement.

Contraction des longueurs

De même, une longueur mesurée dans la direction du mouvement est contractée :

$$L = L_0 / \gamma$$

où L_0 est la longueur propre (au repos). Cette contraction n'est observable que pour des vitesses proches de c .

Exemple : Un muon créé dans la haute atmosphère a une durée de vie propre de 2,2 μ s. Sans relativité, il ne pourrait parcourir que 660 m avant de se désintégrer. Pourtant, on les détecte au sol. Cela s'explique par la dilatation du temps : vu de la Terre, le muon vit plus longtemps, lui permettant de parcourir plusieurs kilomètres.

4. Équivalence masse-énergie

La célèbre équation d'Einstein $E = mc^2$ découle de la relativité restreinte. Elle signifie que la masse est une forme d'énergie. Toute masse possède une énergie de repos $E_0 = m_0c^2$.

Cette équivalence est vérifiée expérimentalement dans les réactions nucléaires : la fission de l'uranium libère de l'énergie car une petite partie de la masse est convertie. De même, la fusion dans le Soleil transforme de la masse en énergie rayonnante.

Pour une particule en mouvement, l'énergie totale est :

$$E = \gamma m_0 c^2$$

Et l'énergie cinétique relativiste s'écrit :

$$K = (\gamma - 1) m_0 c^2$$

5. Conclusion

La relativité restreinte a révolutionné la physique en unifiant l'espace et le temps en un espace-temps à quatre dimensions. Ses prédictions, bien que contre-intuitives, ont été confirmées par de nombreuses expériences : dilatation des muons, horloges atomiques en avion, accélérateurs de particules, etc. Elle est aujourd'hui indispensable pour comprendre les phénomènes à haute énergie et constitue la base de la physique moderne. Einstein a montré que le temps et l'espace ne sont pas des cadres absolus, mais des notions relatives qui dépendent de l'observateur.

Document créé par Kalanso App — 22/09/2026 21:15 — Disponible sur Playstore - App