

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 22/09/2026 21:50 creat by Kalanso App

La Relativité Restreinte : Principes et Conséquences

La relativité restreinte, publiée par Albert Einstein en 1905, est une théorie fondamentale de la physique qui a révolutionné notre compréhension de l'espace et du temps. Elle s'applique aux objets se déplaçant à des vitesses proches de celle de la lumière, dans des référentiels inertiels (non accélérés). Ce cours présente les postulats de la théorie, ses conséquences surprenantes comme la dilatation du temps et la contraction des longueurs, ainsi que l'équivalence masse-énergie.

1. Les postulats de la relativité restreinte

Einstein a fondé sa théorie sur deux postulats simples mais profonds :

- **Principe de relativité** : Les lois de la physique sont identiques dans tous les référentiels inertiels. Aucun référentiel n'est privilégié.
- **Constance de la vitesse de la lumière** : La vitesse de la lumière dans le vide, notée c , est la même pour tous les observateurs, quelle que soit la vitesse de la source ou de l'observateur. Sa valeur est d'environ $3,00 \times 10^8$ m/s.

Ces postulats remettent en cause la notion de temps absolu de la mécanique newtonienne. En particulier, la composition des vitesses n'est plus simplement additive : si un vaisseau se déplace à $0,8c$ et tire un projectile à $0,6c$ vers l'avant, la vitesse du projectile par rapport à un observateur externe n'est pas $1,4c$ mais plutôt $(0,8c + 0,6c) / (1 + 0,8 \times 0,6) \approx 0,946c$.

2. Dilatation du temps et contraction des longueurs

Une des conséquences les plus célèbres est la **dilatation du temps**. Une horloge en mouvement par rapport à un observateur semble ralentir. Si une durée propre Δt_0 est mesurée dans le référentiel de l'horloge, la durée Δt mesurée dans un référentiel où l'horloge se déplace à la vitesse v est donnée par :

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

Le facteur γ (gamma) est toujours supérieur ou égal à 1. Par exemple, pour $v = 0,8c$, $\gamma = 1 / \sqrt{1 - 0,64} = 1 / 0,6 \approx 1,67$. Une horloge voyageant à cette vitesse pendant 1 an (temps propre) s'écoulera 1,67 an pour un observateur au repos.

De manière symétrique, la **contraction des longueurs** stipule qu'un objet en mouvement est plus court dans la direction du mouvement. Si L_0 est la longueur propre (au repos), la longueur L mesurée dans un référentiel où l'objet se déplace à la vitesse v est :

$$L = L_0 / \gamma .$$

Ainsi, à $v = 0,8c$, une règle de 1 m paraît mesurer $1 / 1,67 \approx 0,6$ m.

3. Relativité de la simultanéité

La simultanéité de deux événements est relative : deux événements qui se produisent au même moment dans un référentiel peuvent ne pas être simultanés dans un autre référentiel en mouvement. Cette notion est cruciale pour comprendre les paradoxes apparents de la relativité.

Considérons un train en mouvement et deux éclairs frappant les extrémités avant et arrière. Pour un observateur à bord du train, les éclairs peuvent être simultanés, tandis que pour un observateur au sol, l'éclair avant se produit avant l'éclair arrière (ou inversement) selon la direction du mouvement. Cette relativité de la simultanéité découle directement de la constance de la vitesse de la lumière.

4. Équivalence masse-énergie

L'équation la plus célèbre de la physique, $E = mc^2$, est une conséquence de la relativité restreinte. Elle exprime que la masse et l'énergie sont deux formes d'une même entité. La masse au repos m_0 d'un objet correspond à une énergie de repos $E_0 = m_0 c^2$. L'énergie totale d'une particule de masse m_0 et de vitesse v est :

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

L'énergie cinétique relativiste est $K = (\gamma - 1) m_0 c^2$. Pour de faibles vitesses, cette expression se réduit à $\frac{1}{2} m_0 v^2$, retrouvant la mécanique classique. Cette équivalence a des implications majeures en physique nucléaire : la fission et la fusion libèrent de l'énergie en convertissant une petite partie de la masse en énergie.

5. Applications et vérifications expérimentales

La relativité restreinte a été maintes fois confirmée par l'expérience :

- **Expérience de Michelson-Morley** (1887) : absence d'éther, vitesse de la lumière constante.
- **Désintégration des muons** : les muons créés dans la haute atmosphère atteignent le sol grâce à la dilatation du temps.

- **Accélérateurs de particules** : les particules atteignent des vitesses proches de c et leur masse effective augmente selon γ .
- **GPS** : les horloges des satellites doivent être corrigées des effets relativistes (restreinte et générale) pour assurer une précision de navigation.

Conclusion

La relativité restreinte a profondément modifié notre vision de l'univers en unifiant l'espace et le temps en un espace-temps à quatre dimensions. Elle a introduit des concepts contre-intuitifs comme la dilatation du temps, la contraction des longueurs et l'équivalence masse-énergie. Bien que ses effets ne soient perceptibles qu'à des vitesses proches de celle de la lumière, ses applications sont nombreuses, des accélérateurs de particules aux systèmes GPS. Cette théorie demeure un pilier de la physique moderne, constamment vérifiée par l'expérience.

Document créé par Kalanso App — 22/09/2026 21:50 — Disponible sur Playstore - App