

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 21/09/2026 20:45 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 et a des implications profondes sur des concepts tels que la simultanéité, la dilatation du temps et la contraction des longueurs. Ce cours présente les postulats de base, les transformations de Lorentz, et quelques conséquences majeures.

1. Les postulats de la relativité restreinte

La théorie repose sur deux postulats simples mais radicaux :

- **Principe de relativité** : Les lois de la physique sont identiques dans tous les référentiels inertiels (c'est-à-dire les référentiels où un objet isolé reste au repos ou en mouvement rectiligne uniforme).
- **Constance de la vitesse de la lumière** : La vitesse de la lumière dans le vide, notée c , est la même dans tous les référentiels inertiels, indépendamment du mouvement de la source ou de l'observateur. Sa valeur est approximativement $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Ces postulats remettent en cause la notion classique de temps absolu et d'espace absolu. Ils impliquent que les mesures de temps et de longueur dépendent du référentiel dans lequel elles sont effectuées.

2. Les transformations de Lorentz

Pour décrire comment les coordonnées d'un événement changent d'un référentiel inertiel à un autre, on utilise les transformations de Lorentz. Considérons deux référentiels S et S' , où S' se déplace à la vitesse v le long de l'axe x par rapport à S . Les transformations s'écrivent :

$$\begin{aligned}x' &= \gamma (x - v t) \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= \gamma (t - v x / c^2)\end{aligned}$$

où γ est le facteur de Lorentz :

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

Lorsque v est très inférieure à c , γ tend vers 1 et on retrouve les transformations de Galilée. Mais pour des vitesses élevées, les effets relativistes deviennent importants.

3. Dilatation du temps et contraction des longueurs

Une conséquence directe des transformations de Lorentz est la dilatation du temps : une horloge en mouvement par rapport à un observateur semble battre plus lentement. Si une durée propre Δt_0 est mesurée dans le référentiel où l'horloge est au repos, la durée Δt mesurée dans un référentiel où l'horloge se déplace à la vitesse v est :

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

De même, 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 (mesurée au repos), la longueur L mesurée dans un référentiel où l'objet se déplace à la vitesse v est :

$$L = L_0 / \gamma$$

Ces effets sont symétriques : chaque observateur voit l'horloge de l'autre ralentir et les objets de l'autre se contracter.

4. Exemples et applications

Exemple 1 : Les muons cosmiques. Les muons sont des particules instables créées dans la haute atmosphère. Leur durée de vie propre est d'environ $2,2 \mu\text{s}$. Sans relativité, même à la vitesse de la lumière, ils ne pourraient parcourir que 660 m avant de se désintégrer, et ne devraient pas atteindre le sol. Or, on les détecte en grand nombre au niveau de la mer. Cela s'explique par la dilatation du temps : à une vitesse proche de c , leur durée de vie observée depuis la Terre est considérablement allongée, leur permettant de parcourir plusieurs kilomètres.

Exemple 2 : Le paradoxe des jumeaux. Imaginons deux jumeaux. L'un reste sur Terre, l'autre effectue un voyage à grande vitesse vers une étoile lointaine et revient. À son retour, le jumeau voyageur a moins vieilli que celui resté sur Terre. Ce paradoxe apparent s'explique par le fait que le voyageur a changé de référentiel (il a accéléré et décéléré), brisant la symétrie entre les deux jumeaux.

Exemple 3 : Le GPS. Les satellites GPS embarquent des horloges atomiques. Leurs signaux doivent être corrigés des effets relativistes : à la fois la dilatation du temps due à leur vitesse (relativité restreinte) et la gravité (relativité générale). Sans ces corrections, les positions calculées dériveraient de plusieurs kilomètres par jour.

5. Conclusion

La relativité restreinte a profondément modifié notre vision de l'espace et du temps. Ses postulats, bien que contre-intuitifs, sont vérifiés par de nombreuses expériences. Les transformations de Lorentz, la dilatation du temps et la contraction des longueurs sont des outils essentiels pour décrire les phénomènes à haute énergie. Cette théorie a ouvert la voie à la relativité générale et à la physique moderne des particules, et elle reste aujourd'hui un pilier de la physique théorique.

Document créer par Kalanso App — 21/09/2026 20:45 — Disponible sur Playstore - App