

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 22/09/2026 06:50 creat by Kalanso App

La relativité restreinte : principes et conséquences

La relativité restreinte, publiée par Albert Einstein en 1905, a révolutionné notre compréhension de l'espace et du temps. Elle repose sur deux postulats simples mais aux conséquences profondes : le principe de relativité et la constance de la vitesse de la lumière. Ce cours explore ces principes et quelques-unes de leurs implications majeures.

1. Les postulats de la relativité restreinte

Einstein a énoncé deux postulats :

- **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 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Ces postulats remettent en cause les notions intuitives d'espace et de temps absolus de la mécanique newtonienne.

2. La relativité de la simultanéité

Une conséquence immédiate est que la simultanéité n'est pas absolue. Deux événements qui se produisent au même moment pour un observateur peuvent ne pas être simultanés pour un autre observateur en mouvement relatif.

Exemple : Imaginons un train en mouvement rapide et un éclair qui frappe l'avant et l'arrière du train. Pour un observateur à l'intérieur du train, les éclairs peuvent être simultanés, tandis que pour un observateur sur le quai, l'éclair à l'arrière se produit avant celui à l'avant (ou inversement) selon la direction du mouvement. Cette relativité de la simultanéité est fondamentale.

3. Dilatation du temps et contraction des longueurs

La relativité restreinte prédit que le temps s'écoule plus lentement pour un objet en mouvement par rapport à un observateur au repos. C'est la **dilatation du temps**.

La formule est : $\Delta t = \gamma \Delta t_0$, où Δt_0 est le temps propre (mesuré dans le référentiel de l'objet) et γ le facteur de Lorentz : $\gamma = 1 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$.

De même, les longueurs se contractent dans la direction du mouvement : $L = L_0 / \gamma$, où L_0 est la longueur propre.

Exemple : Un muon créé dans la haute atmosphère a une durée de vie très courte ($\sim 2,2 \mu s$). Sans relativité, il ne pourrait pas atteindre le sol. Mais à cause de la dilatation du temps, sa durée de vie apparente est allongée, lui permettant de parcourir de plus grandes distances.

4. Transformation de Lorentz et composition des vitesses

Pour passer d'un référentiel galiléen à un autre, on utilise les transformations de Lorentz, qui remplacent les transformations galiléennes de Newton. Si un référentiel S' se déplace à la vitesse v le long de l'axe des x par rapport à S , alors :

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

Ces transformations modifient la loi de composition des vitesses. Si un objet a une vitesse u dans S , sa vitesse u' dans S' est :

$$u' = (u - v) / (1 - u v / c^2).$$

Ainsi, la vitesse de la lumière reste c dans tous les référentiels, ce qui est cohérent avec le second postulat.

5. Équivalence masse-énergie

L'une des conclusions les plus célèbres est que la masse et l'énergie sont équivalentes, selon la formule :

$$E = m c^2.$$

Cela signifie qu'une masse peut être convertie en énergie et vice-versa. Par exemple, dans les réactions nucléaires, une petite quantité de masse est transformée en une grande quantité d'énergie, expliquant la puissance du Soleil et des réacteurs nucléaires.

Exemple : La fission d'un noyau d'uranium libère de l'énergie car la masse des produits est légèrement inférieure à celle du noyau initial. Cette différence de masse (Δm) multipliée par c^2 donne l'énergie libérée.

Conclusion

La relativité restreinte a profondément modifié notre vision de l'univers. Ses prédictions, souvent contre-intuitives, ont été vérifiées expérimentalement de nombreuses fois, notamment par des expériences sur les particules à grande vitesse, les horloges atomiques en mouvement, et les observations astrophysiques. Elle est aujourd'hui un pilier de la physique moderne, indispensable pour comprendre les phénomènes à haute énergie et les particules élémentaires.

Document créé par Kalanso App — 22/09/2026 06:50 — Disponible sur Playstore - App