

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 22/09/2026 05:05 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. Ce cours présente les fondements de cette théorie et explore quelques-unes de ses 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.

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

2. Relativité de la simultanéité

Une conséquence immédiate est que la simultanéité de deux événements n'est pas absolue : deux événements simultanés dans un référentiel ne le sont pas nécessairement dans un autre en mouvement relatif.

« Chaque observateur a son propre temps. »

Cette relativité de la simultanéité découle directement de la constance de la vitesse de la lumière. Elle est à l'origine des phénomènes de dilatation du temps et de contraction des longueurs.

3. Dilatation du temps et contraction des longueurs

Considérons une horloge au repos dans un référentiel S' en mouvement à la vitesse v par rapport à un référentiel S . L'intervalle de temps Δt mesuré dans S entre deux événements se produisant au même endroit dans S' est donné par :

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

où Δt_0 est le temps propre (mesuré dans S') et γ le facteur de Lorentz :

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

De même, une longueur L_0 au repos dans S' apparaît contractée dans S :

$$L = L_0 / \gamma$$

Ces effets ne sont pas des illusions : ils sont mesurables, par exemple avec des horloges atomiques embarquées dans des avions ou des satellites.

4. Transformation de Lorentz et composition des vitesses

Les transformations de Lorentz relient les coordonnées (x, y, z, t) d'un événement dans S à celles (x', y', z', t') dans S' :

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

Elles remplacent les transformations galiléennes et assurent l'invariance de la vitesse de la lumière. La composition des vitesses devient non linéaire : si un objet se déplace à la vitesse u' dans S' , sa vitesse u dans S est :

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

Ainsi, la vitesse résultante ne dépasse jamais c , même si u' et v sont proches de c .

5. Énergie et masse : $E = mc^2$

L'une des conséquences les plus célèbres est l'équivalence masse-énergie :

$$E = m c^2$$

où E est l'énergie au repos d'une particule de masse m . Plus généralement, l'énergie totale d'une particule de quantité de mouvement p est :

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$$

Cette relation explique la production d'énergie dans les réactions nucléaires, où une petite perte de masse se transforme en une énorme quantité d'énergie.

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. Ses prédictions, vérifiées expérimentalement avec une grande précision, sont essentielles en physique des particules, en astrophysique et dans les technologies modernes comme le GPS. Elle reste l'un des piliers de la physique contemporaine.

Document créer par Kalanso App — 22/09/2026 05:05 — Disponible sur Playstore - App