

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 22/09/2026 07:40 creat by Kalanso App

La relativité restreinte

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. Cette théorie s'applique en l'absence de gravitation (ou lorsque celle-ci est négligeable) et pour des vitesses proches de celle de la lumière. Elle repose sur deux postulats simples mais aux conséquences profondes.

1. Les postulats d'Einstein

La relativité restreinte se fonde sur deux postulats :

- **Principe de relativité** : Les lois de la physique sont les mêmes dans tous les référentiels galiléens (référentiels en mouvement rectiligne uniforme les uns par rapport aux autres). Aucun référentiel n'est privilégié.
- **Constance de la vitesse de la lumière** : La vitesse de la lumière dans le vide, notée c , est invariante dans tous les référentiels galiléens, quelle que soit la vitesse 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 transformation de Galilée utilisée en mécanique classique. En particulier, l'addition des vitesses n'est plus valable lorsque les vitesses deviennent comparables à c .

2. Relativité du temps : la dilatation du temps

L'une des conséquences les plus célèbres est que le temps ne s'écoule pas de la même manière pour tous les observateurs. Considérons une horloge au repos dans un référentiel en mouvement par rapport à un observateur. Pour cet observateur, l'intervalle de temps entre deux événements se produisant au même endroit dans le référentiel de l'horloge (temps propre) est plus court que l'intervalle mesuré dans son propre référentiel.

La relation est donnée par :

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

où Δt_0 est le temps propre (mesuré dans le référentiel où les événements ont lieu au même endroit), Δt est le temps mesuré dans un référentiel où l'horloge se déplace à la vitesse v , et γ est le facteur de Lorentz :

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

Comme $\gamma \geq 1$, le temps mesuré Δt est toujours supérieur ou égal à Δt_0 . On parle de dilatation du temps. Par exemple, les muons créés dans la haute atmosphère par les rayons cosmiques ont une durée de vie très courte, mais grâce à leur vitesse proche de c , ils parviennent jusqu'au sol en grand nombre.

3. Relativité des longueurs : la contraction des longueurs

De même, les longueurs ne sont pas absolues. La longueur d'un objet en mouvement est mesurée plus courte que sa longueur au repos. Si L_0 est la longueur propre (mesurée dans le référentiel où l'objet est au repos) et L la longueur mesurée dans un référentiel où l'objet se déplace à la vitesse v parallèlement à sa longueur, alors :

$$L = L_0 / \gamma = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Cette contraction des longueurs n'est pas une illusion : elle est liée à la relativité de la simultanéité. Deux événements simultanés dans un référentiel ne le sont pas nécessairement dans un autre.

4. Transformation de Lorentz et composition des vitesses

Pour passer d'un référentiel galiléen à un autre, on utilise la transformation de Lorentz, qui remplace la transformation de Galilée. Considérons deux référentiels R et R' , R' se déplaçant à la vitesse v par rapport à R selon l'axe Ox . Les coordonnées d'un événement se transforment ainsi :

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

La composition des vitesses devient :

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

où u' est la vitesse d'un objet dans R' et u sa vitesse dans R . On vérifie que si $u' = c$, alors $u = c$, ce qui est cohérent avec le second postulat.

5. Énergie et masse : $E = mc^2$

La relativité restreinte unifie les concepts de masse et d'énergie. L'énergie totale d'une particule de masse m et de vitesse v est :

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

Au repos ($v = 0$), on obtient l'énergie de masse :

$$E_0 = m c^2$$

Cette relation, sans doute la plus célèbre de la physique, indique qu'une masse peut se convertir en énergie et réciproquement. Elle est vérifiée expérimentalement dans les réactions nucléaires (fission et fusion) et dans les accélérateurs de particules.

Conclusion

La relativité restreinte a révolutionné la physique en montrant que l'espace et le temps sont intimement liés et dépendent du référentiel. Ses prédictions, souvent contre-intuitives, ont été confirmées par de nombreuses expériences. Elle est indispensable pour comprendre les phénomènes à haute énergie et constitue la base de la physique moderne, en attendant la relativité générale qui intègre la gravitation.