

22 mai 2025

Série 13 : Relativité restreinte, cinématique

Exercice 1: Simultanéité (*Niveau 1*)

Dans un référentiel R , deux événements 1 et 2 ont lieu en $(x_1 = x_0, t_1 = x_0/c)$ et $(x_2 = 2x_0, t_2 = x_0/2c)$. Quelle est la vitesse du référentiel R' dans lequel les deux événements ont lieu simultanément ? Déterminer l'instant correspondant.

Exercice 2: Astronaute sur internet (*Niveau 3*)

Un astronaute à bord d'une fusée se déplaçant à une vitesse constante $v = 0.80c$ par rapport à la terre désire surfer sur internet.

- Lorsque son horloge de bord indique qu'il est parti depuis 10s de la terre, il clique pour se connecter. A quelle distance de la terre (dans le référentiel de la terre), se trouve-t-il alors ? Qu'indique l'horloge de la terre ?
- Le signal étant transmis par onde radio, qu'indique l'horloge de la terre lorsque le signal est reçu sur terre ?
- Qu'indique alors l'horloge de la fusée ? Vu de la fusée, à quelle distance de la terre se trouve-t-elle alors ?
- La terre renvoie immédiatement un signal de confirmation, également par onde radio. Qu'indique l'horloge de la fusée lorsque l'astronaute reçoit le signal de confirmation ? A son horloge, combien de temps s'est écoulé entre l'instant où il a cliqué et l'instant où il reçoit la confirmation ?

Exercice 3: Voyage intergalactique (*Niveau 2*)

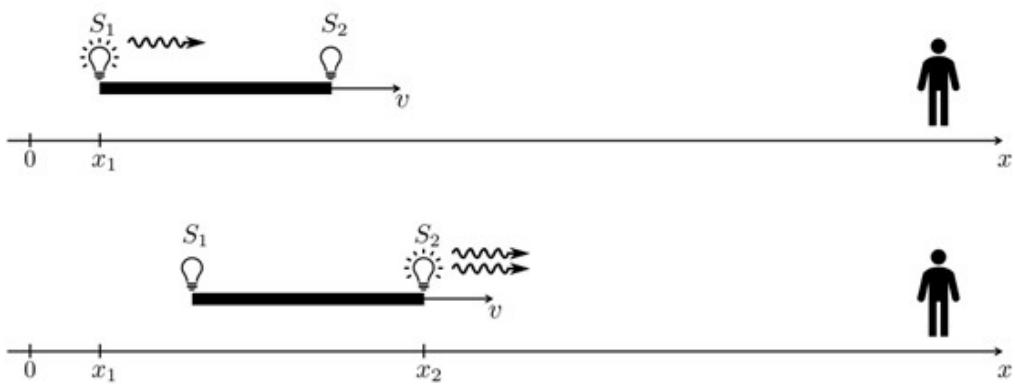
Une fusée transporte un passager âgé de 20 ans de la Terre jusqu'à la galaxie la plus proche, celle du Sagittaire, qui est à une distance d'environ 65'000 années-lumière.

Sachant que l'espérance de vie en Suisse (en 2020) est en moyenne de 83 ans (81 ans hommes, 85 ans femmes), à quelle vitesse doit aller la fusée si l'on veut que le passager arrive encore en vie à sa destination (en supposant, bien entendu, que le voyage n'ait pas d'effets négatifs sur sa santé...) ?

Indications : 1 année-lumière = 9.46×10^{15} m. Cela correspond à la distance parcourue en une année par une particule voyageant à la vitesse de la lumière.

Exercice 4: Barre relativiste en mouvement (*Niveau 2*)

Une barre de longueur au repos L_0 se déplace à vitesse v vers un observateur immobile. Deux lampes S_1 et S_2 sont fixées aux extrémités de la barre. La lampe S_1 s'allume plus tôt que la lampe S_2 de sorte que les deux impulsions lumineuses arrivent à l'observateur en même temps. Au moment de l'émission de la lumière, les lampes S_1 et S_2 se trouvaient respectivement aux points x_1 et x_2 (voir figure). Quelle est la distance $x_2 - x_1$ entre les lampes mesurées par l'observateur ?



Exercice 5: Physique des particules (Niveau 2)

Parmi les innombrables particules observées dans l'accélérateur du LHC au CERN (Genève), on rencontre parfois la particule nommée Λ_0 . Sa durée de vie au repos est de τ_0 , après quoi elle se désintègre. Les appareils de mesure la repèrent pendant $\tau = \frac{13}{5}\tau_0$. *Indication : Le problème est unidimensionnel.*

- Montrer que la vitesse de la particule par rapport aux appareils de mesure est de $v = \frac{12}{13}c$. Quelle est la longueur L de sa trace (le chemin enregistré par le détecteur depuis son apparition jusqu'à sa désintégration) ? De quelle longueur L_0 est la trace de la particule dans son référentiel propre ?
- On détecte deux particules Λ_0 créées au même moment et au même endroit. Elles se déplacent avec des vitesses de normes égales à $v = \frac{12}{13}c$, mais de directions opposées. Quelle est la vitesse u de l'une par rapport à l'autre ? Est-ce qu'elles se désintègrent en même temps dans le laboratoire ? Même question, dans le référentiel de l'une des particules ? Justifier les réponses par des calculs.