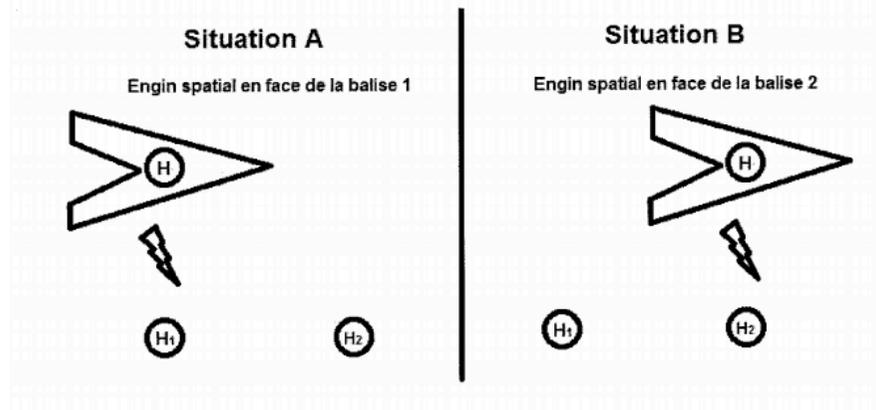


CINETIQUE RELATIVISTE (ASIE 2013)

On imagine qu'une réaction chimique est réalisée dans la navette spatiale s'éloignant à une vitesse de $v = 0,80.c$ de la Terre où c est la vitesse de la lumière dans le vide.

Les élèves enregistrent un temps de demi-réaction de 1000 s dans la navette. Un observateur terrestre peut aussi en déduire une mesure du temps de demi-réaction à l'aide d'un dispositif embarqué dans l'engin qui va envoyer un signal lumineux à deux balises fixes par rapport à la Terre, placées dans l'espace, et munies de deux horloges H_1 et H_2 synchronisées. Un premier signal est envoyé au début de la réaction et un second lorsque le temps de demi-réaction est atteint. L'horloge H est fixe par rapport à la navette.



1. Définir la notion de temps propre.
2. Indiquer les deux référentiels étudiés ici.
3. Donner les noms de Δt_m et Δt_p dans la relation $\Delta t_m = \gamma \cdot \Delta t_p$.
4. Dans quels référentiels sont déterminés respectivement Δt_m et Δt_p ?
5. Quel est le nombre suffisant d'horloge(s) qu'il faut utiliser pour mesurer la durée Δt_p ?
6. Sachant que $\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$, calculer γ , puis la durée inconnue.
7. Comparer Δt_m et Δt_p . Commenter.
8. Citer une expérience réaliste qui permet d'observer ce phénomène

CORRECTION

CINETIQUE RELATIVISTE (ASIE 2013)

1. **(0,5 pt)** Le temps propre est la durée mesurée dans le référentiel propre, c'est-à-dire dans le référentiel de l'engin spatial où les événements émission 1 et émission 2 du signal lumineux ont lieu au même endroit.
2. **(0,25 pt)** Les deux référentiels étudiés sont le référentiel propre qu'est l'engin spatial et le référentiel lié à la Terre (et aux balises).
3. **(0,25 pt)** Δt_p durée propre et Δt_m durée mesurée.
4. **(0,25 pt)** Δt_p mesurée dans l'engin spatial et Δt_m mesurée dans le référentiel lié à la Terre.
5. **(0,25 pt)** Pour mesurer Δt_p une seule horloge suffit, les événements début de la réaction et $x(t = t_{1/2})$ ont lieu au même endroit.

$$6. \frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{(0,80.c)^2}{c^2} = 1 - 0,80^2$$

$$\gamma^2 = \frac{1}{1 - 0,80^2}$$

$$(0,25 \text{ pt}) \gamma = \sqrt{\frac{1}{1 - 0,80^2}} = 1,7$$

$$\Delta t_m = \gamma \cdot \Delta t_p$$

$$(0,25 \text{ pt}) \Delta t_m = \left(\sqrt{\frac{1}{1 - 0,80^2}} \right) \times 1000 = 1,7 \times 10^3 \text{ s}$$

7. **(0,25 pt)** $\Delta t_m > \Delta t_p$.

La vitesse du vaisseau spatial est très élevée et proche de celle de la lumière, elle entraîne une dilatation des durées pour un observateur situé dans le référentiel lié à la Terre.

8. **(0,25 pt)** La dilatation des durées est constatée expérimentalement avec des particules cosmiques que sont les muons. Leur durée de vie est plus grande mesurée sur Terre quand dans leur référentiel propre. Un autre cas observé de dilatation temporelle est le décalage entre horloges atomiques au sol et en vol.