

L'expérience de Hafele-Keating

Une vérification expérimentale de la dilatation des temps fut effectuée en 1971. Deux avions à bord desquels une horloge atomique au césium avait été placée effectuèrent leurs vols commerciaux réguliers à la même vitesse et dans des directions différentes (l'un vers l'Est, l'autre vers l'Ouest) puis comparèrent leur horloge à une troisième horloge atomique au sol (ayant servi d'étalon au départ).

Selon la théorie de la relativité, l'écart τ entre les durées mesurées par chaque horloge embarquée est

$$\tau = 2 \frac{vU_T}{c^2} T_0$$

où T_0 est la durée propre du vol, v la vitesse d'un avion dans le référentiel terrestre, et v_T la vitesse de la surface de la Terre dans le référentiel géocentrique.

Questions

1. La durée de vol mesurée dans le référentiel terrestre est-elle supérieure ou inférieure à la durée propre T_0 ? Pourquoi parle-t-on de « dilatation du temps » ?
2. Pensez-vous que les passagers de l'avion ont à tenir compte de cette dilatation ?
3. Calculer la vitesse de la Terre à l'équateur. Donnée : $R_{\text{Terre}} = 6\,380 \text{ km}$
Sachant qu'un avion vole à 220 m.s^{-1} , calculer l'écart τ , en secondes, pour une durée de vol de 41,0 heures.
4. L'écart τ mesuré lors de l'expérience de Hafele-Keating fut de $332 \pm 17 \text{ ns}$. L'expérience permet-elle de valider la théorie de la dilatation du temps ?
5. Pourquoi utiliser une horloge atomique de ce type plutôt qu'une horloge mécanique ou électronique classique ? De quel type d'horloge les récepteur GPS disposent-ils ?

En savoir plus : <http://www.sciences.ch/htmlfr/cosmologie/cosmorelativisteres01.php>

