PHY 3070
RELATIVITÉ 2
TRAVAUX PRATIQUES 2: 1 février 2024

Exercice 1 (problème 6.6 du Hartle)

On considère la transformation de coordonnées suivante, où c est la vitesse de la lumière (retour aux "coordonnées physiques"):

$$t = \left(\frac{c}{g} + \frac{x'}{c} \right) \sinh\left(\frac{gt'}{c} \right) \ ,$$

$$x = c \left(\frac{c}{g} + \frac{x'}{c} \right) \cosh\left(\frac{gt'}{c} \right) - \frac{c^2}{g} \ ,$$

$$y = y' \ , \qquad z = z' \ .$$

(a) Exprimez l'intervalle métrique dans les coordonnées du référentiel prime.
(b) Démontrez que dans la limite $gt'/c \ll 1$, cette transformation correspond à un référentiel uniformément accéléré
(c) Démontrez qu'une horloge située à $x' = h$ ticke plus rapidement qu'une horloge à $x' = 0$ par un facteur $(1 + gh/c^2)$
(d) Qu'en concluez vous quant à l'influence de la gravité sur l'écoulement du temps ? (pensez principe d'équivalence généralisé).

Exercice 2 (problème 6.9 du Hartle)

Un peu la suite logique du précédent... Considérons un satellite GPS en orbite circulaire à une altitude de $3.2R_\oplus$ au dessus du cercle équatorial terrestre (le rayon terrestre $R_\oplus \simeq 6400\,\mathrm{km}$). Le satellite émet des signaux à une fréquence f (Hz) déterminée par son horloge interne. Quelle est la fréquence mesurée par un récepteur situé à la surface de la Terre, quand le satellite est directement à la verticale ?

Vous devez prendre en considération à la fois les effets de dilatation du temps dus à la vitesse orbitale du satellite (relativité restreinte), et les effets dus à la gravité, tels qu'ils peuvent être déduits du problème précédent.
