# Temps et relativité restreinte

**Correction** **Exercices**

## Exercice 4

**1.** La propriété d'un pendule utilisée dans une horloge mécanique à poids est l'isochronisme : la durée d'une oscillation ne dépend que sa longueur.

**2.** Le rôle du ≪ poids ≫ est d'entretenir les oscillations.

**3.** La limite d'un tel système est que le ≪ poids ≫ doit être remonte régulièrement pour pouvoir continuer a entretenir le mécanisme.

## Exercice 5

**1.** La définition de la seconde se base sur l'horloge atomique au césium.

**2.** Le nombre de périodes donne dans cette définition correspond à la fréquence (nombre de périodes par seconde) du rayonnement qui accompagne la transition entre deux niveaux d'énergie parfaitement connue de l'atome de césium.

**3.** Cette définition de la seconde est précise, car le nombre de périodes d'oscillations qui permet de définir une seconde est très important. Elle est stable car la fréquence du rayonnement est constante.

## Exercice 8

**1.** *Faux*. Elle ne dépend pas du mouvement de l'observateur.

**2.** *Faux*. Il a un caractère relatif.

**3.** *Vrai*.

**4.** *Faux*. La dilatation du temps pour un système en mouvement peut se démontrer expérimentalement à l'aide d'horloges très précises et pour une vitesse très importante.

## Exercice 14

**1.** Pour la personne présente sur le quai, la durée de la mesure au télémètre est plus longue car le trajet effectué par la lumière est plus important.

**2.** La durée de la mesure est :
- la ≪ dure propre ≫ pour la personne présente dans le train ;
- la ≪ durée mesurée ≫ pour la personne présente sur le quai.

**3.** La relation entre ces deux durées dépend de la vitesse de déplacement du train.

## Exercice 17

**1.** $\gamma = 1/(1 - (v/c)^2)^{1/2} = 1/(1 - (260/(3{,}00\ .10^8))^2)^{1/2} = 1{,}00$.

**2.** Le décalage peut être considèré comme nul.

**Exercice 21**

**1.** La vitesse de la lumière dans le vide est c = 3,00 $m.s^{-1}$ dans tout référentiel (postulat d'Einstein sur l'invariance de la vitesse de lumière).

**2.** Le tir laser est émis toutes les 0,5 s. Donc la durée entre deux tirs est de 0,5 s.

**3.** On détermine le coefficient de Lorentz pour évaluer l'impact de la dilatation du temps : $\gamma = 1/(1 - (v/c)^2)^{1/2}$.

A.N. : $\gamma = 1/(1 - (0{,}5c/c)^2)^{1/2}$, soit $\gamma = 1{,}15$.

Pour l'observateur extérieur, les durées se dilatent et la durée entre deux tirs est de 0,6 s. ( 1,15x0,5)

**Exercice 25**

**1.** a. L'intervalle de temps qui correspond en relativité à la durée propre $\Delta t_p$ est la durée qui sépare l'envoi de signaux lumineux par la fusée, autrement dit $\Delta t_p = 1$ s.

b. L'intervalle de temps qui correspond en relativité à la durée mesurée $\Delta t_m$ est l'intervalle qui sépare deux signaux lumineux vus de la Terre.

**2.** a. Comme la fusée se déplace de façon rectiligne à une vitesse constante, la relation entre durée mesurée et durée propre est applicable.

b. Pour déterminer l'intervalle de temps avec lequel sont perçus les signaux qui sont détectés sur Terre, on détermine le coefficient de Lorentz :

$\gamma = 1/(1 - (v/c)^2)^{1/2} = 1/(1 - (250\ 000\ 000/3{,}00.10^8)^2)^{1/2} = 1{,}81$.

Donc $\Delta t_m = 1{,}81$ s.

**Exercice 26**

**1.** En raisonnant en physique classique, on peut montrer que la distance parcourue par les muons ne devrait être que de quelques centaines de mètre :

$d = v.\Delta t_p = 0{,}999\ 7 \text{ x } 3{,}00.10^8 \text{x } 2{,}2\ .10^{-6} = 660$ m.

**2.** En raisonnant en physique relativiste :

a. on détermine le coefficient de Lorentz : $\gamma = 1/(1 - (v/c)^2)^{1/2} = 1/(1 - 0{,}999\ 7 2)^{1/2} = 40{,}83$.

b. $\Delta t_m = \gamma.\Delta t_p = 40{,}83 \text{x } 2{,}2.\ 10^{-6} = 90$ µs.

c. Avec une telle durée de vie, les muons atteignent effectivement le sol :

$d' = v.\Delta tm = 0{,}999\ 7 \text{ x}3{,}00.10^8 \text{x } 90.10^{-6} = 27$ km.