

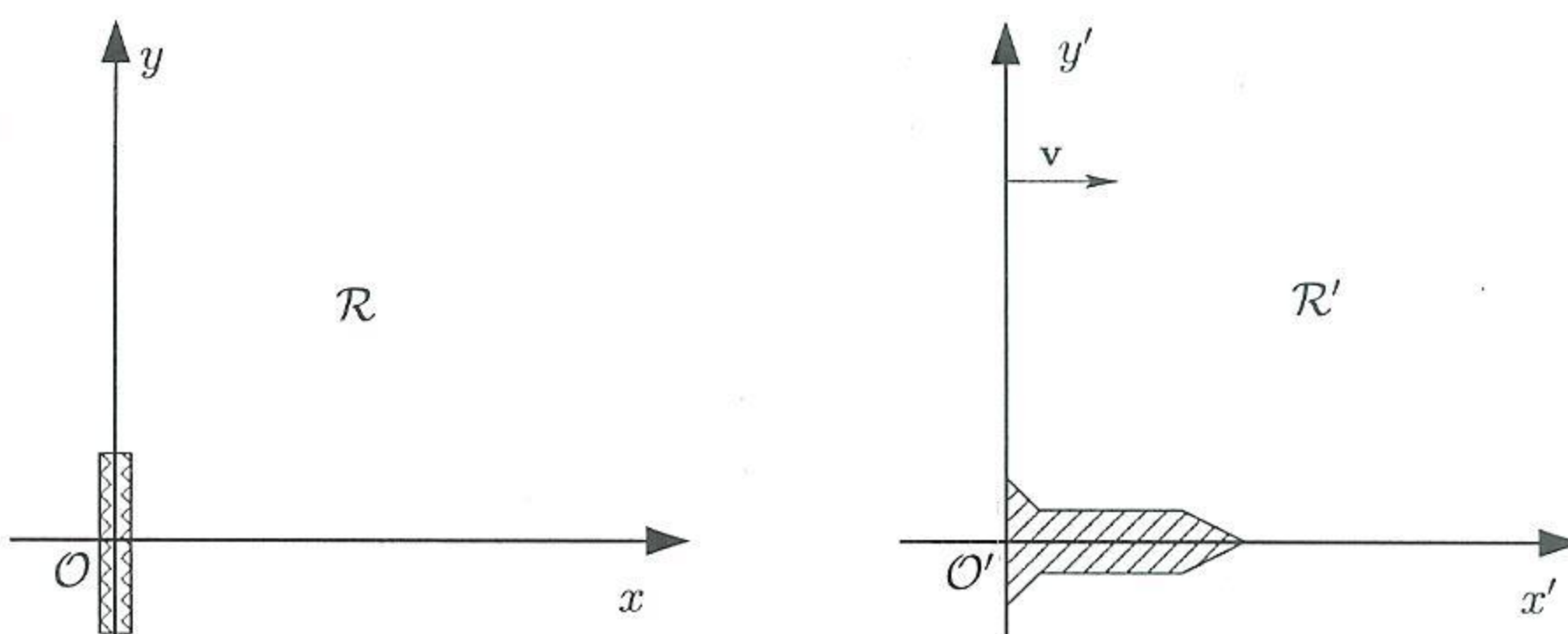
Licence deuxième année

Contrôle de Relativité

23 Mars 2010

1 - La fusée et le miroir

Soient \mathcal{R} et \mathcal{R}' les référentiels liés respectivement à la terre et à une fusée qui s'éloigne de la terre à une vitesse constante v dans une direction Ox normale à un miroir fixé sur terre et situé à l'origine \mathcal{O} (voir figure ci-contre). Les horloges dans \mathcal{R} et \mathcal{R}' ont été synchronisées de telle sorte qu'à l'instant



$t = t' = 0$ les origines \mathcal{O} et \mathcal{O}' coïncident. Un signal lumineux est émis par la fusée, qui se trouve en \mathcal{O}' , vers le miroir, qui le réfléchit instantanément vers la fusée. L'observateur terrestre note l'arrivée du signal sur le miroir à l'heure $t = T$

1. Déterminer, en fonction de T et $\beta = v/c$, les coordonnées des événements suivants dans \mathcal{R} et dans \mathcal{R}' :
 - a. événement E : réflexion du signal sur le miroir,
 - b. événement E_1 : émission du signal,
 - c. événement E_2 : arrivée du signal réfléchi en \mathcal{O}' .

En déduire la relation entre t'_1 et t'_2 , si t'_1 et t'_2 désignent les instants d'émission et d'arrivée du signal en \mathcal{O}' , mesurés dans \mathcal{R}' .

2. Comparer :
 - d. les durées du trajet incident, mesurées dans \mathcal{R} et \mathcal{R}' ,
 - e. les durées du trajet réfléchi, mesurées dans \mathcal{R} et \mathcal{R}' ,
 - f. les durées du trajet aller et retour, mesurées dans \mathcal{R} et \mathcal{R}' .

2 - Les mésons π^\pm

La durée de vie moyenne des mésons π^\pm au repos est $T_0 = 2.6 \cdot 10^{-8}$ s. Des mésons π^\pm sont animés d'un mouvement rectiligne de vitesse $v = 0.995c$ par rapport à un observateur terrestre.

1. Déterminer, pour l'observateur terrestre :
 - a. la durée T de vie des mésons π^\pm
 - b. la distance moyenne parcourue par les mésons π^\pm avant leur désintégration.
2. La désintégration des mésons π^\pm obéit à la même loi que celle des particules radioactives : le nombre de mésons restant à l'instant t est $n = n_0 e^{-t/T}$ pour l'observateur terrestre.
 - c. Un ensemble de ces particules instables, avec vitesse $v = 0.995c$, est produit dans un laboratoire ; à quelle distance d du lieu d'émission faut-il placer un compteur pour que 10% des particules produites atteignent le compteur ?
 - d. Quel est le pourcentage des mésons atteignant un compteur placé à la distance $d/2$ du lieu d'émission ?
3. Les mésons π^\pm se déplacent toujours à la vitesse $v = 0.995c$, mais leur trajectoire est circulaire. On considère une trajectoire de grand rayon de courbure de telle sorte que l'accélération centripète peut être négligée.
 - e. Déterminer le rayon de cette trajectoire pour qu'il ne reste que 50% des particules produites après $N = 5$ révolutions complètes.