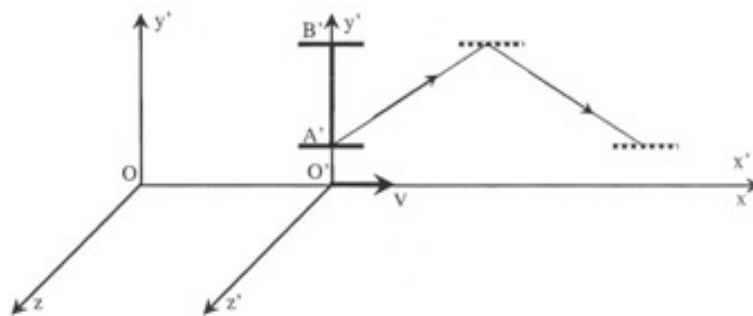


TD 2 : Cinématique relativiste

Exercice 1 :

Pour schématiser une horloge, on imagine le dispositif suivant (figure ci-dessous). Deux miroirs plans A' et B' , parallèles, sont fixés aux extrémités d'un bras rigide de longueur propre l'_0 . Un photon fait continuellement la navette entre ces deux miroirs. On place cette horloge dans un référentiel (R') où elle est fixe. L'origine O' du référentiel (R') décrit l'axe Ox d'un référentiel (R) à la vitesse v , les axes Ox et Ox' ayant même direction.



- 1.) Déterminer la période propre de l'horloge.
- 2.) En déduire la période vue par un observateur de (R).

Exercice 2 :

Un vaisseau spatial, se déplaçant d'un mouvement rectiligne uniforme, doit atteindre une étoile située à 50 années-lumière du système solaire.

- 1.) Quelle doit être la vitesse du vaisseau pour que la durée du voyage, mesurée par le pilote de l'engin, soit de 10 ans ?
- 2.) Combien de temps après le départ connaîtrait-on sur terre, dans les conditions les plus favorables, le succès de l'expédition ?

Exercice 3 :

On considère trois référentiels galiléens (R) , (R') et (R'') . Les axes Ox , $O'x'$ et $O''x''$ sont parallèles entre eux. Il en est de même pour les axes Oy , $O'y'$, $O''y''$ et pour les axes Oz , $O'z'$, $O''z''$. Le référentiel (R') se déplace par rapport à (R) avec une vitesse constante V parallèle à l'axe Ox . Le référentiel (R'') se déplace par rapport à (R) avec une vitesse constante W parallèle à l'axe Oz . Une particule instable a une durée de vie $\delta t'$ et parcourt une distance $\delta y'$ sur l'axe $O'y'$, les quantités $\delta t'$ et $\delta y'$ sont mesurées dans le référentiel (R') .

- 1.) Quelles sont, pour l'observateur de (R'') , la durée de vie de cette particule et les composantes de l'intervalle d'espace parcouru.
- 2.) En supposant la vitesse de la particule constante dans (R') , en déduire sa vitesse mesurée dans le référentiel (R'') .

Exercice 4 :

1.) Ecrivez les transformations des coordonnées $(x; y; z; ct)$ d'un événement lors du passage d'un référentiel galiléen $\mathcal{R}$ à un autre référentiel galiléen $\mathcal{R}'$ se déplaçant à la vitesse $v = v\vec{e}_x$ par rapport à $\mathcal{R}$.

2.) Ecrivez cette relation sous forme matricielle.

3.) Déduisez-en les lois de transformation des composantes de la vitesse $u = \frac{dr}{dt}$ d'un point matériel M lors du passage du référentiel $\mathcal{R}$ au référentiel $\mathcal{R}'$. On nommera cette vitesse u' .

4.) Que se passe-t-il pour la vitesse pour u'_x dans le cas où $v = c$?

5.) En partant de la loi de composition des vitesses, montrez que la vitesse d'un objet ne peut dépasser c quel que soit le référentiel où on mesure cette vitesse.

6.) Donnez la loi de transformation de l'intervalle de temps dt en fonction du temps propre τ . Commentez.

7.) Rappelez la définition et l'expression des quadri-vecteurs vitesse $\tilde{u}$, accélération $\tilde{a}$, énergie-impulsion $\tilde{p}$ du point matériel M . Comment ses composantes se transforment-elles lorsqu'on passe de $\mathcal{R}$ à $\mathcal{R}'$?