

# Relativité restreinte

Qui regarde quoi comment ?

\* Référentiel un observateur: 3 axes + 1 horloge = son cœur.



v: vitesse relative d'un observateur / à un autre.

$$\beta = \frac{v}{c} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{c: cte de couplage "espace-temps"}$$

2 facteur de Lorentz.

- intervalle de temps propre:  $\Delta t_0$   
Durée mesurée par l'observateur au repos / à l'événement = celui pour lequel l'événement est localisé (immobile).

Pour l'autre observateur:  $\Delta t = \gamma \Delta t_0 > \Delta t_0$   
↳ "dilatation des temps"

- longueur propre:  $L_0$   
Longueur mesurée par l'observateur immobile / à l'objet. cet observateur a "tout le temps" de faire la mesure. Il peut se déplacer d'un bout à l'autre de l'objet.

Pour l'autre observateur (qui effectue la mesure "au vol"):

$$L = \frac{L_0}{\gamma} < L_0$$

↳ contraction des longueurs.

- intervalle d'espace-temps:  $c^2(\Delta t_0)^2 = c^2(\Delta t)^2 - (\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)$

↳ invariant relativiste.  
↳ quand on dérive, c'est par rapport à  $\Delta t_0$ .

## \* transformation des vitesses

Deux observateurs R et R' en mouvement relatif à la vitesse  $v$  (// x)  
Ils observent une particule de vitesse  $u$  pour R,  $u'$  pour R'

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad u' = \frac{\Delta x'}{\Delta t'}$$

Lorentz:  $x' = \gamma(x - vt)$   
 $t' = \gamma(t - \frac{v}{c^2}x)$

$$u = \frac{u' + v}{1 + \frac{u'v}{c^2}}$$

ce n'est pas un invariant.

$$x = \gamma(x' + vt')$$

## \* Effet Doppler

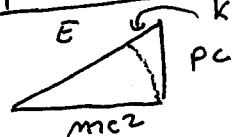
astronomique (radial)  $\lambda = \lambda_0 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$

effet transverse:  $v = v_0 \sqrt{1-\beta^2}$   
effet radial:  $v = v_0 \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$

## \* Energie

p impulsion:  $p = \gamma m v$   $p = m \frac{dx}{dt}$   
 $E = \gamma m c^2$  ← énergie totale  
 $K = E_c = (\gamma - 1) m c^2$   
 $E_0 = m c^2$

$$\begin{cases} E = m c^2 \gamma \\ E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \end{cases}$$



$$(p^2 c^2 = K^2 + 2m c^2 K)$$