

Principe de relativité

Mécanique, cours 22.1

Jean-Philippe Ansermet

Principe de relativité

- Galilée
- Einstein
- Transformation de coordonnées

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_a(P) = & \mathbf{a}_a(A) + \mathbf{a}_r(P) + 2\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{v}_r(P) \\ & + \boldsymbol{\Omega} \wedge (\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{AP}) + \dot{\boldsymbol{\Omega}} \wedge \mathbf{AP} \end{aligned}$$

$\boldsymbol{\Omega} = 0$: translation

$\mathbf{a}_a(A) = 0$: translation uniforme $\mathbf{a}_r(P) = \mathbf{a}_a(P)$

Principe de relativité de Galilée :

On a les mêmes lois du mouvement et les mêmes forces pour tous les référentiels en translation uniforme les uns par rapport aux autres.

Exemple de Galilée :

Le comportement de mouches dans un bol observé à fond de cale.

En les observant, on ne peut pas décider si le bateau est immobile ou en translation uniforme par rapport à la côte.

Restriction aux référentiels d'inertie

Seuls sont considérés des référentiels d'inertie.

La loi d'inertie est satisfaite.

Cette propriété du référentiel peut être testée localement.

Note : On s'affranchit du champ gravitationnel, en prenant des référentiels « en chute libre ».

$$\mathbf{a}_a(A) = \mathbf{g}$$

$$m\mathbf{a}_a(P) = m\mathbf{a}_a(A) + m\mathbf{a}_r(P) = m\mathbf{g} + \mathbf{F}^{\text{autre}}$$

$$m\mathbf{a}_r(P) = \mathbf{F}^{\text{autre}}$$

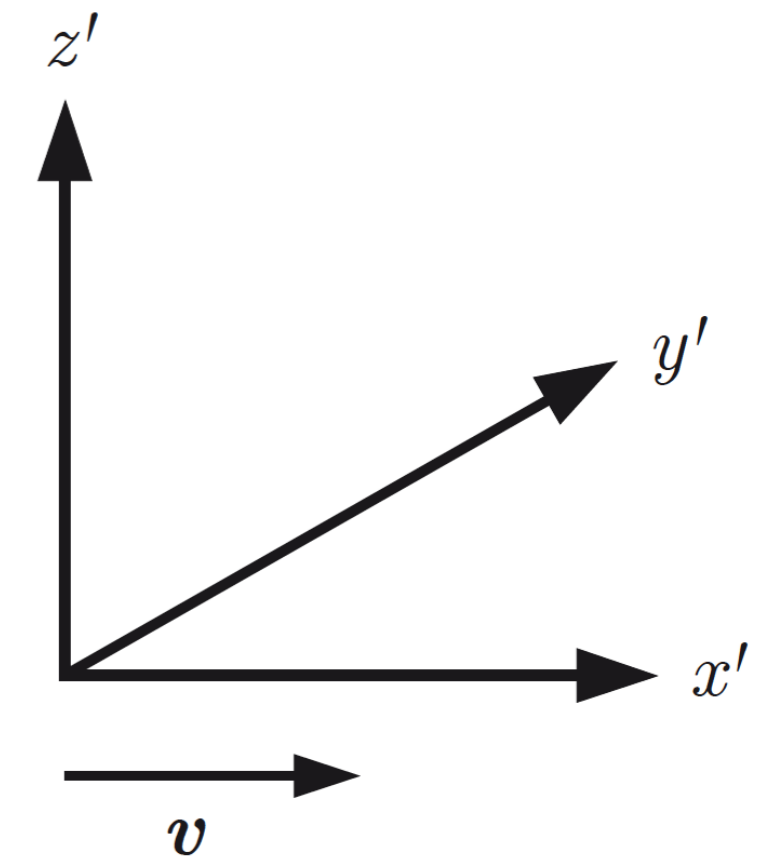
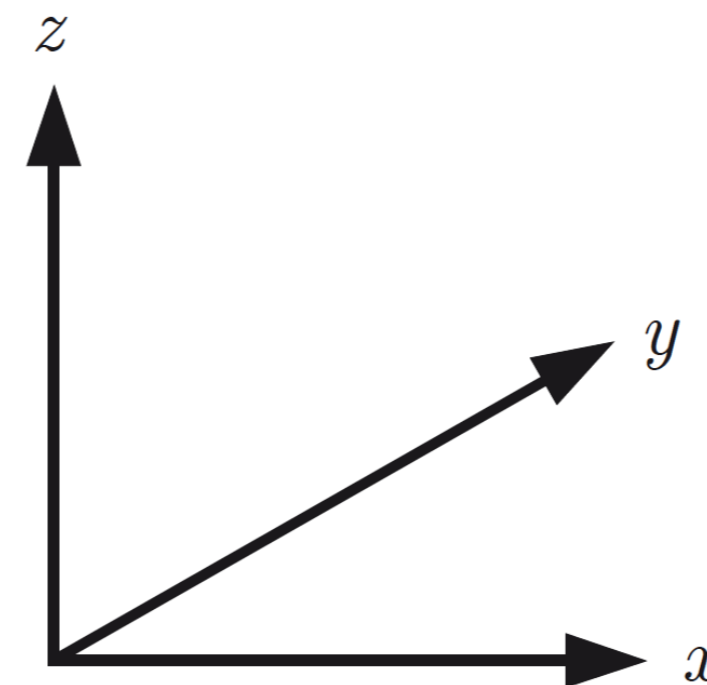
Le principe de relativité doit être vrai pour toutes les lois de la physique.

Les constantes physiques comme

- la vitesse de la lumière,
- la charge de l'électron,

doivent avoir des valeurs indépendantes du référentiel d'inertie considéré.

Deux référentiels en translation uniforme :
quelles relations entre les coordonnées ?

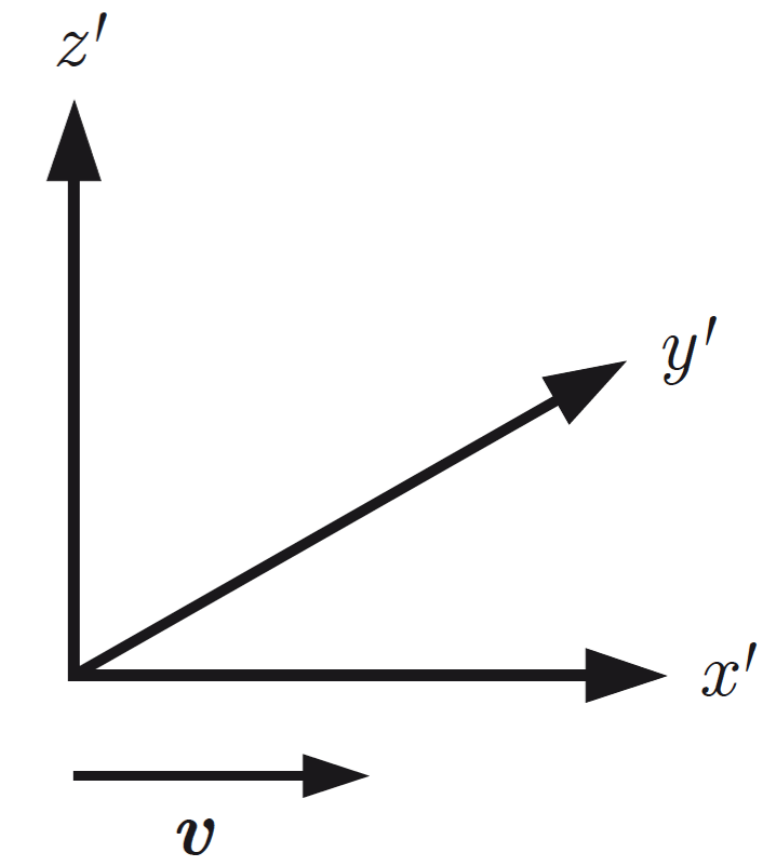
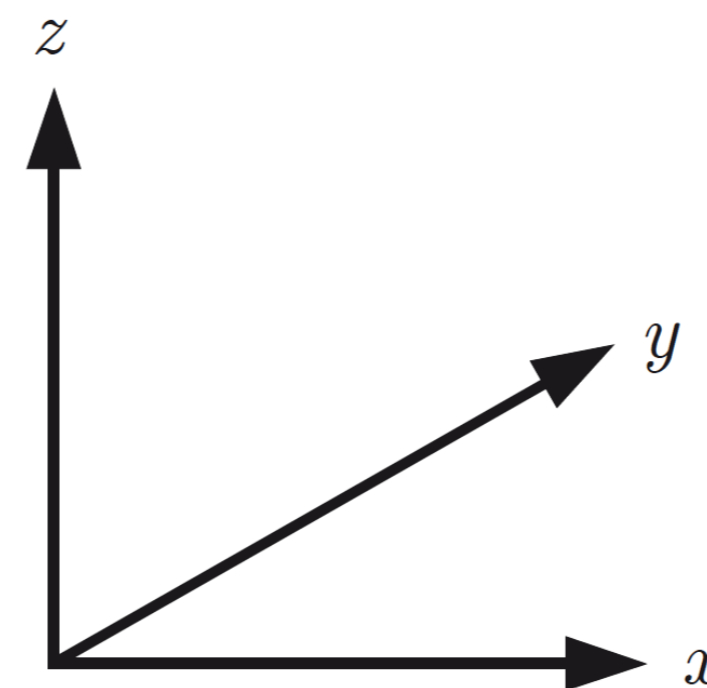


$$x' = x - vt$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

Lorentz et Poincaré se demandent :
'Quelle transformation de coordonnées préservent les lois de
l'électromagnétisme lors d'un changement de référentiel ?'



$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$t' = \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$