



Ecole Normale Supérieure

B.P.241 Tél : 222 21 89 P : 121

Email:ensup@ml.refer.org

Bamako

D.E.R.de Physique et de Chimie

Année universitaire 2019-2020

EXPOSE SUR LA RELATIVITE

Thème : CINEMATIQUE RELATIVISTE

Master physique M2S3

UE: Relativité

Présenté par :

Nana Kadidia TRAORE

Siriman Bagayoko

Boucar YALCOUYE

Nom du professeur : **Dr Abdoulaye Coulibaly**

Bamako ; le **26 / 11 / 2019**

Plan

- I. Introduction**
- II. La transformation des vitesses**
- III. La composition des vitesses**
- IV. Conclusion**

Introduction

La cinématique est l'étude des mouvements d'un solide supposé indéformable sans tenir compte des actions qui les provoquent. On étudie des déplacements, des trajectoires, des vitesses et des accélérations. Les seules unités utilisées sont celles qui découlent de temps et de longueurs.

Le mouvement d'un solide est défini par rapport à un autre solide pris comme référence. Ce dernier est appelé *solide de référence*.

Pour définir complètement un mouvement, il est nécessaire d'avoir un repère temps.

Exemple

SYSTEME DE REFERENCE = REPERE TEMPS + REPERE ESPACE

- Le **mouvement absolu** est décrit dans un référentiel au repos ; la terre est assimilée à un système de référence absolu.

Exemple du train: Le mouvement du train par rapport au sol.

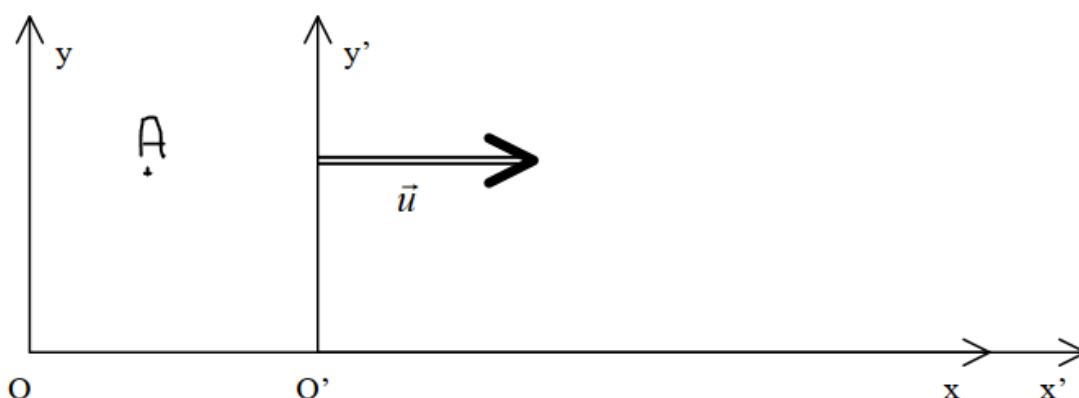
- Le **mouvement relatif** est décrit dans un référentiel en mouvement.

Exemple du train : Le mouvement d'une personne par rapport au train.

La transformation des vitesses :

Considérons deux référentiels, l'un (R) fixe et galiléen, l'autre (R') en translation uniforme par rapport au premier et donc lui aussi galiléen.

Il est certain que la règle additive et très intuitive de composition Galiléenne des vitesses de R à R': $v=v'+u$ ne peut plus être vérifiée en relativité restreinte car dans le cas d'un signal lumineux devant se propager à la même vitesse dans tous les référentiels, elle est incompatible avec $v=v'=c$. La nouvelle loi de composition ou transformation des vitesses doit être déduite de la transformation de Lorentz.



Considérons une particule A de vitesse $v \rightarrow$ dans (R), et de vitesse $v' \rightarrow$ dans (R'). Il s'agit d'établir la relation liant $v \rightarrow$ et $v' \rightarrow$. Cette relation s'obtient directement à partir de la transformation des coordonnées du point A.

On sait que l'on a:

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

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = \gamma\left(t' + \frac{ux'}{c^2}\right)$$

$$\gamma = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

Est le facteur relativiste

La composition des vitesses :

Les vitesses sont explicitées comme dans la mécanique Newtonienne par les formules:

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$v_y = \frac{dy}{dt}$$

$$v_z = \frac{dz}{dt}$$

$$\text{Et } v'_x = \frac{dx'}{dt'}$$

$$v'_y = \frac{dy'}{dt'}$$

$$v'_z = \frac{dz'}{dt'}$$

$$\text{On a donc : } v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{\gamma(dx' + udt')}{\gamma\left(dt' + \frac{u}{c^2}dx'\right)}$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{dy'}{\gamma\left(dt' + \frac{u}{c^2}dx'\right)}$$

$$v_z = \frac{dz}{dt} = \frac{dz'}{\gamma\left(dt' + \frac{u}{c^2}dx'\right)}$$

soit en factorisant au numérateur et au dénominateur dt'

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

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

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

Pour obtenir les transformations inverses, il suffit de changer u en $-u$.

$$v'_x = \frac{v_x - u}{1 - \frac{u}{c^2} v_x}$$

$$v'_y = \frac{v_y}{1 - \frac{u}{c^2} v_x}$$

$$v'_z = \frac{v_z}{1 - \frac{u}{c^2} v_x}$$

Ces lois de composition sont caractérisées par les propriétés suivantes :

- Cette loi se ramène à la loi galiléenne classique lorsque le produit $v_x u$ peut être négligé par rapport à c^2 .
- On montre également que l'inversion des formules de composition s'obtient simplement en changeant le signe de la vitesse d'entraînement et en intervertissant les grandeurs primées et non primées.
- Il est important de comprendre que, dans ces formules, la vitesse d'entraînement V est constante, mais la vitesse du mobile v où v' peut très bien dépendre du temps.

Conclusion :

Au niveau cinématique, les conséquences des postulats sont immenses, puisqu'elles remettent en cause la composition des vitesses newtonienne.

Il faut alors revenir sur le repérage spatio-temporel d'un événement, en définissant bien ce qu'est un événement.

Un événement est défini par le lieu et l'instant où il se produit.

Il est alors intéressant d'utiliser un formalisme à 4 dimensions (3 dimensions spatiales et 1 dimension temporelle).