Ecole Normale Supérieure de Bamako

(E.N.sup)

République du Mali

Un Peuple-Un But-Une Foi

Exposé du groupe III (Master Chimie)

Thème : Cinématique Relativiste

Professeur chargé du cours :

Dr. Abdoulaye Coulibaly

Présenté par :

Aissata Mohamed CISSE

Issa GUINDO

Abdramane Samba KONARE

Table des matières

I. Introduction

Fin 19e siècle, de très nombreux phénomènes sont expliqués par la physique classique et les équations de **Maxwell**, mais on souhaiterait unifier les deux. Cependant, la transformation de **Galilée** n'est pas compatible avec les équations de **Maxwell**... Lorsque les lois de l'électromagnétisme de Maxwell ont été établies et dûment vérifiées, vers la fin du 19ième siècle, il a bien fallu constater qu'en appliquant les lois de la physique classique, elles ne pouvaient pas être les mêmes dans tous les référentiels Galiléens. Les équations de Maxwell font en particulier intervenir une constante **C**, qui est la vitesse de la lumière dans le vide. Par un changement de référentiel classique, si **C** est la vitesse de la lumière dans le vide dans un premier référentiel, et si on se place désormais dans un nouveau référentiel en translation par rapport au premier à la vitesse constante **V**, la lumière devrait désormais aller à la vitesse **C-V** si elle se déplace dans la direction et le sens de **V**, et à la vitesse **C+V** si elle se déplace dans le sens contraire.

Soit Maxwell a faux, soit on force pour rendre compatible (notion d'éther) mais on n'y parvient pas (expérience de Michelson), soit les postulats de la méca galiléenne sont faux, (ou plutôt limité à la mécanique classique). C'est cette voix qu'Einstein suit en 1905. Dans cette leçon, nous allons détailler **la cinématique relativiste.**

Le "**cinématique**" correspond à l'étude des mouvements, et l'aspect "**relativiste**" traduit le fait que les vitesses étudiées sont proches de celle de la lumière. Si ce n'est pas le cas, on utilise la cinématique classique

La relativité restreinte est la théorie formelle de l'espace-temps élaborée par **Albert Einstein** en 1905 en vue de tirer toutes les conséquences physiques de l'échec des expériences visant à mettre en évidence l'hypothétique milieu qu'est l'éther. La théorie d'Einstein est centrée sur le principe de relativité de l'observation et de la mesure des phénomènes en fonction du référentiel depuis lequel l'observateur (ou l'appareil de mesure) effectue ces mesures. Elle est dite restreinte car elle se limite aux référentiel inertiels, les autres référentiels sont l'objet d'étude de la relativité générale.

Rappelons qu'un référentiel est dit inertiel si tout objet isolé de ce référentiel (sur lequel ne s'exerce aucune force ou sur lequel la résultante des forces est nulle) est soit immobile, soit en mouvement de translation rectiligne uniforme. **Par exemple** : une fusée dans l'espace loin de toute masse constitue un référentiel inertiel si aucun moteur n'est allumé.

II. TRANSFORMATIONS DES VITESSES

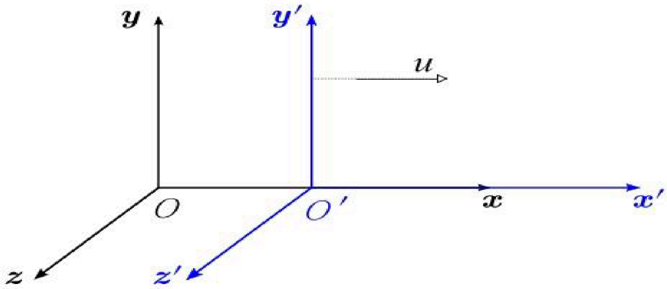

Figure : Illustration du mouvement relatif des repères galiléens (R) et (R').

Il s'agit d'établir la relation entre les vitesses $\vec{v}$ et $\vec{v}'$ et d'une particule par rapport aux référentiels galiléens (R) et (R'), tel que (R') se déplace parallèlement à (ox) une vitesse $\vec{u}$ comme indiqué dans la figure 2 :

Les formules de transformation des vitesses s'obtiennent directement à partir de la transformation de Lorentz :

$$\{ct' = (ct - x)\ x' = (x - ct)\ y' = y\ z' = z \qquad (1\text{-}7)$$

En différenciant ces équations, nous obtenons :

$$cdt = \gamma(cdt-\beta dx) \qquad (1\text{-}8)$$

$$dx' = \gamma(dx-\beta cdt) \qquad (1\text{-}9)$$

En divisant (1-9) par (1-8), on obtient :

$$\frac{dx'}{cdt'} = \frac{(dx-cdt)}{cdt-dx} = \frac{dx-cdt}{dt-\frac{dx}{c}} = \frac{dx-cdt}{dt-\frac{dx}{c}}$$

$$= \frac{\frac{1}{dt}\left[\frac{dx}{dt}-c\right]}{\frac{1}{dt}\left[1-\frac{dx}{cdt}\right]} = \frac{v_x-u}{1-\frac{uv_x}{c^2}}$$

$$= \frac{v_x - u}{1 - \frac{uv_x}{c^2}}$$

$$v'x = \frac{v_x - u}{1 - \frac{uv_x}{c^2}} \qquad (1\text{-}10)$$

Les mêmes étapes pour v'_y et v'_z conduisent à :

$$v'_y = \frac{v_y}{(1 - \frac{uv_x}{c^2}} \qquad (1\text{-}11)$$

Et :

$$v'_z = \frac{v_z}{\left(1 - \frac{uv_x}{c^2}\right)} \qquad (1\text{-}12)$$

La loi de transformation des vitesses en cinématique relativiste peut s'écrire sous forme vectorielle comme suit :

Pour la composante de vitesse parallèle à $\vec{u}$:

$$(1\text{-}13) \qquad \boxed{\vec{v}'_{\parallel} = \frac{\vec{v}'_{\parallel} - \vec{u}}{1 - \left(\frac{\vec{u}\,v}{c^2}\right)}}$$

Pour la vitesse perpendiculaire à $\vec{u}$:

$$(1\text{-}14) \qquad \boxed{\vec{v}'_{\perp} = \frac{\vec{v}_{\perp}}{\left(1 - \left(\frac{\vec{u}\,\vec{v}}{c^2}\right)\right)}}$$

III. Conclusion

En résumé si O observe une particule qui se déplace à sa vitesse V (Vx, Vy, Vz) quelle est la vitesse V' dans O' animé d'une vitesse u (selon x) par rapport à O ?

La relation entre les vitesses mesurées par O et O' est donnée par la transformation de la vitesse de **Lorentz :**

Les transformations **de Galilée**

$v'x = vx - u$

$v'y = v'y$

$v'z = vz$

Les transformations de **Lorentz**