

FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

ÉPREUVE DE RATTARAGE

MODULE : RELATIVITÉ RESTREINTE.

DURÉE : 01 Heure 30 Minutes.

EXERCICE 01: (07 points)

On se propose d'établir la transformation de Lorentz-Poincaré entre les coordonnées (ct, x) d'un point matériel M dans un référentiel galiléen $\mathcal{R}(Ox)$ et les coordonnées (ct', x') du même point matériel dans un référentiel $\mathcal{R}'(O'x')$ se déplaçant avec une vitesse uniforme $\vec{v} = v_e \cdot \vec{e}_x$ par rapport à \mathcal{R} . Pour se faire, nous utilisons les propriétés de cette transformation. La linéarité de la transformation impose d'écrire

$$\begin{cases} x = k \cdot x' + l \cdot ct' \\ ct = m \cdot x' + n \cdot ct' \end{cases}$$

Tel que k, l, m, n sont des constantes réelles.

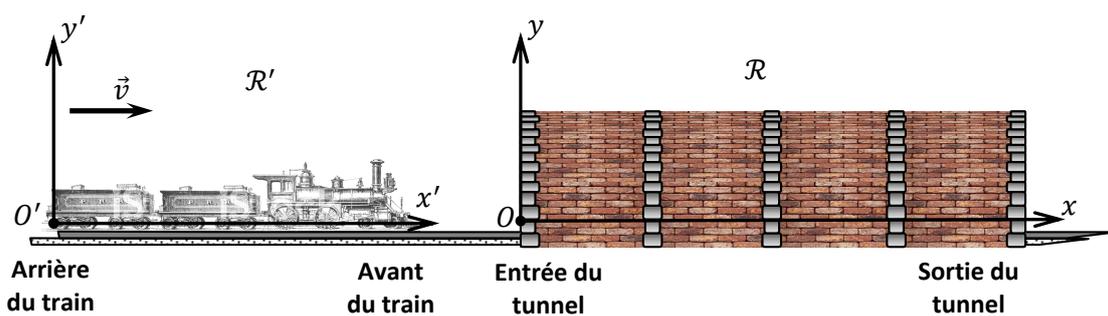
1. En utilisant la réciprocity de la transformation (\mathcal{R} se déplace avec une vitesse $-v_e \cdot \vec{e}_x$ par rapport à \mathcal{R}') et l'invariance de la vitesse de la lumière dans les deux référentiels, trouver les valeurs des constantes k, l, m, n en fonction de β_e tel que $\beta_e = v_e/c$.
2. Montrer alors que la valeur $s^2 = c^2 t^2 - x^2 - y^2 - z^2$ est invariante par la transformation ainsi obtenue.
3. En posant $\beta_e = \tanh r_e$ trouver la forme hyperbolique de la transformation de Lorentz-Poincaré.

EXERCICE 02: (07 points)

Dans la figure ci-dessus, un train, de longueur propre $l_{\text{propre train}} = l$, est lié au référentiel \mathcal{R}' tel que l'origine O' se trouve à son extrémité arrière. Ce train, animé d'une vitesse $\vec{v} = v \cdot \vec{e}_x$ constante par rapport au sol (référentiel \mathcal{R}), traverse un tunnel rectiligne de longueur propre notée $l_{\text{propre tunnel}} = \alpha l$ et dont l'entrée est liée à l'origine O .

On note les événements suivant :

$E_1 =$ « L'avant du train entre dans le tunnel » ; $E_2 =$ « L'arrière du train entre dans le tunnel » ;
 $E_3 =$ « L'avant du train sort du tunnel » ; $E_4 =$ « L'arrière du train sort du tunnel ».



1. En utilisant la transformation de Lorentz, écrire les coordonnées des événements E_1, E_2, E_3 et E_4 dans les référentiels \mathcal{R} et \mathcal{R}' en fonction de β, γ, α et l .
2. Pour quelle valeur de α les événements E_2 et E_3 sont simultanés dans \mathcal{R} ?
3. Pour quelle valeur de α les événements E_2 et E_3 sont simultanés dans \mathcal{R}' ?
4. Expliquer les résultats trouvés en 2 et 3 en utilisant les longueurs du train et du tunnel dans les deux référentiels.
5. Peut-on trouver un référentiel lié au train où les événements E_1 et E_2 puissent être simultanés ? Pourquoi ?

FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE
ÉPREUVE SEMESTRIELLE
 MODULE : RELATIVITÉ RESTREINTE.

Matricule :	Nom :	Prénom :	Groupe :
-------------	-------	----------	----------

Questions de cours : (06 points)**Encercler la (les) lettre(s) correspondant à la bonne réponse :**

- Je me déplace en voiture sous la pluie avec une vitesse constante par rapport au sol et je remarque que les gouttes de pluie décrivent une trajectoire rectiligne inclinée par rapport à ma voiture, alors que quand j'étais à l'arrêt leur trajectoire était verticale. J'en déduis que :
 - La vitesse des gouttes de pluie est variable par rapport au sol.
 - La vitesse des gouttes est variable par rapport à la voiture en déplacement.
 - La vitesse des gouttes est constante dans les deux repères.
- Etant donné un observateur A lié au référentiel du Soleil et un observateur B lié au référentiel terrestre. L'accélération de Coriolis :
 - Apparaît pour tous les corps en mouvements par rapport au référentiel du soleil.
 - Apparaît pour tous les corps en mouvements par rapport au référentiel de la terre.
 - Elle est perpendiculaire à la direction de déplacement d'un corps.
 - Elle est parallèle à la direction de déplacement d'un corps.
- Parmi les équations suivantes, lesquels sont invariantes par rapport à la transformation de Galilée pour des référentiels galiléens ?
 - Le théorème de Gauss.
 - L'équation de Maxwell-Ampère.
 - L'équation de Maxwell-Faraday.
 - L'équation de Maxwell-Thomson.
- Un homme court derrière un voleur en lui criant dessus. Mais le voleur, qui n'est autre que Mr. Doppler, remarque que la voix de l'homme est plus aigüe comparée à sa voix normale (quand les deux hommes sont à l'arrêt) il en déduit que
 - L'homme va le rattraper.
 - L'homme ne pourra pas l'attraper.
 - Que la distance entre lui et l'homme est constante.
 - Les hommes ont une voix de femme quand ils courent.
- Quelle expérience historique montre la dilatation des durées et la contraction des longueurs mesurées pour des référentiels en mouvement ?
 - L'expérience de la roue dentée de Fizeau.
 - L'expérience du miroir tournant de Foucault.
 - L'expérience d'interférométrie de Michelson et Morley.
 - L'expérience du mont Washington sur la désintégration des muons.
- Le décalage entre la fréquence émise et la fréquence reçue pour un couple d'émetteur-récepteur en mouvement est donné dans le cas relativiste (effet Doppler-Fizeau longitudinal) par :

<ol style="list-style-type: none"> $f_{\text{rec}} = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} f_{\text{ém}}$ $f_{\text{rec}} = \frac{1-\beta}{\sqrt{1+\beta}} f_{\text{ém}}$ 	<ol style="list-style-type: none"> $f_{\text{rec}} = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} f_{\text{ém}}$ $f_{\text{rec}} = \frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta}} f_{\text{ém}}$
--	--