

FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

ÉPREUVE SEMESTRIELLE

MODULE : RELATIVITÉ RESTREINTE.

DURÉE : 01 Heure 30 Minutes.

EXERCICE 01: (07 points)

On considère une charge ponctuelle q dans un référentiel galiléen \mathcal{R} où règnent un champ électrique \vec{E} et un champ magnétique \vec{B} . On appelle \vec{v} la vitesse de la charge dans ce référentiel. On considère un second référentiel galiléen \mathcal{R}' en translation uniforme à la vitesse $\vec{v}_e = v_e \cdot \vec{e}_x$ par rapport au référentiel \mathcal{R} . Les axes $(O'x', O'y', O'z')$ restent à tout instant parallèles respectivement aux axes (Ox, Oy, Oz) . On note, \vec{v}' la vitesse de la charge ponctuelle q dans le référentiel \mathcal{R}' , \vec{E}' et \vec{B}' les champs électrique et magnétique dans le référentiel \mathcal{R}' .

1. En tenant compte de l'invariance de la charge et de la loi galiléenne de composition des vitesses, exprimer les forces de Lorentz \vec{F} et \vec{F}' agissant sur la charge q dans chacun des référentiels.
2. Expliquer pourquoi la force exercée sur un système quelconque est invariante dans une transformation galiléenne.
3. En déduire l'expression des champs \vec{E} et \vec{B} en fonction des champs \vec{E}' et \vec{B}' et de \vec{v}_e .
4. Ecrire la transformation de Galilée qui relie les coordonnées $(x, y, z, t)_{\mathcal{R}}$ et $(x', y', z', t')_{\mathcal{R}'}$ d'un point de l'espace.
5. En écrivant les relations entre les dérivées partielles par rapport aux coordonnées précédentes, montrer, l'invariance par transformation de Galilée, de l'équation de conservation de charges sous sa forme locale

$$\text{div}(\vec{j}) + \partial\rho/\partial t = 0$$

ρ et \vec{j} sont respectivement les densités volumiques de charges et de courants.

EXERCICE 02: (07 points)

1. Ecrire la transformation de Lorentz réduite aux deux coordonnées (ct, x) d'un événement dans le référentiel \mathcal{R} en fonction des coordonnées (ct', x') du même événement dans le référentiel \mathcal{R}' en translation uniforme d'une vitesse $\vec{v}_e = v_e \cdot \vec{e}_x$ par rapport à \mathcal{R} , les axes (Ox) et $(O'x')$ étant parallèles. Expliciter β_e et la constante relativiste γ_e .
2. En posant $\beta_e = \tanh(r_e)$ trouver la forme hyperbolique de la transformation de Lorentz. r_e est appelée rapidité.

Soit \mathcal{R}'' un référentiel en translation uniforme d'une vitesse $\vec{v}'_e = v'_e \cdot \vec{e}_{x'}$ par rapport à \mathcal{R}' , les axes $(O'x')$ et $(O''x'')$ étant parallèles.

3. Montrer à l'aide de l'écriture hyperbolique que la relation entre les coordonnées (ct, x) et (ct'', x'') d'un même événement dans les référentiels \mathcal{R} et \mathcal{R}'' est aussi une transformation de Lorentz. Quelle est alors la rapidité r''_e de la transformation résultante ?
4. Par la suite nous prendrons les valeurs suivantes des vitesses $v_e = v'_e = 0,9 \cdot c$. Quelle est alors la vitesse de translation v''_e de \mathcal{R}'' par rapport à \mathcal{R} ?
5. Une barre dont la longueur est dans le sens de déplacement des référentiels, est liée au référentiel \mathcal{R}' . Sa longueur mesurée par un observateur lié à \mathcal{R} est notée l . Quelle est, en fonction de l , sa longueur l' pour un observateur lié à \mathcal{R}' et sa longueur l'' pour un observateur lié à \mathcal{R}'' ?
6. Un observateur lié au référentiel \mathcal{R} regarde un film sur une télé liée aussi au référentiel \mathcal{R} , pour lui le film dure 02 heures. Quelle est la durée du film pour un observateur lié à \mathcal{R}'' ?

On donne : $\begin{cases} \cosh(a+b) = \cosh(a) \cdot \cosh(b) + \sinh(a) \cdot \sinh(b) \\ \sinh(a+b) = \sinh(a) \cdot \cosh(b) + \cosh(a) \cdot \sinh(b) \end{cases} ; \begin{cases} \tanh(a) = \sinh(a)/\cosh(a) \\ \cosh^2(a) - \sinh^2(a) = 1 \end{cases}$

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 :**

1. Quelle expérience est généralement citée pour montrer que la vitesse de la lumière dans le vide est invariante par rapport tous les référentiels galiléens ?
 - a. L'expérience de la roue dentée de Fizeau.
 - b. L'expérience du miroir tournant de Foucault.
 - c. L'expérience d'interférométrie de Michelson et Morley.
 - d. L'expérience du mont Washington sur la désintégration des muons.
2. Parmi les lois suivantes, quelles sont les équations (lois) invariantes par la transformation de Galilée pour tous les référentiels galiléens ?
 - a. Le principe fondamental de la dynamique.
 - b. Les équations de Maxwell.
 - c. Les équations de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide.
 - d. L'équation de continuité en électromagnétisme.
3. Parmi les grandeurs suivantes, Quelles sont les grandeurs invariantes par la transformation de Lorentz pour tous les référentiels galiléens ?
 - a. La vitesse de la lumière dans le vide.
 - b. La durée (intervalle de temps) entre deux événements.
 - c. La distance (intervalle d'espace) entre deux événements.
 - d. L'intervalle espace-temps entre deux événements.
4. Dans quels cas peut-on inverser l'ordre chronologique entre deux événements par changement de référentiel ?
 - a. Si l'intervalle entre les deux événements est du genre temps.
 - b. Si l'intervalle entre les deux événements est du genre espace.
 - c. Si l'intervalle entre les deux événements est du genre lumière.
 - d. Dans aucun cas.
5. Un homme est assis à l'intérieur d'un train se déplaçant à très grande vitesse par rapport à la terre. Il remarque alors que :
 - a. La largeur des fenêtres de son compartiment diminue.
 - b. La largeur des fenêtres de son compartiment augmente.
 - c. Les journées (durées entre le lever et le coucher du soleil) sont plus courtes.
 - d. Les journées sont plus longues.
6. Le « décalage vers le rouge » ou « red-shift » est un phénomène ...
 - a. De décalage, du spectre observé d'un astre, vers les fréquences plus basses.
 - b. De décalage, du spectre observé d'un astre, vers les fréquences plus élevée.
 - c. Dû au rapprochement relatif de la source (astre) et du récepteur (observateur).
 - d. Dû à l'éloignement relatif de la source (astre) et du récepteur (observateur).