

FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

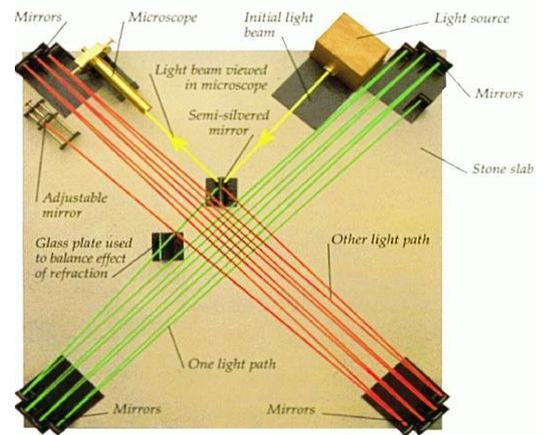
ÉPREUVE DE RATTARAGE

MODULE : RELATIVITÉ RESTREINTE.

DURÉE : 01 Heure 30 Minutes.

EXERCICE 01: (07 points)

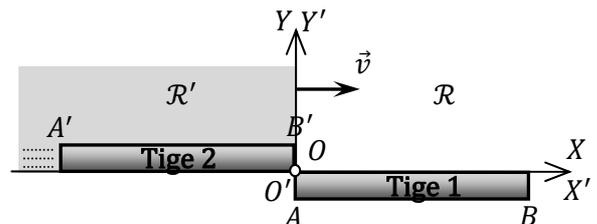
L'expérience de Michelson-Morley avait pour but de mettre en évidence la présence d'un hypothétique éther dans lequel la Terre se déplace, et qui définit le référentiel d'inertie dans lequel la lumière se propage à la vitesse c . Le résultat négatif de cette expérience est une des expériences fondamentales qui ont mené à la relativité restreinte. Le principe de l'expérience est de réaliser un interféromètre dit de Michelson (figure ci-contre), qui permet de comparer les temps d'aller-retour dans deux bras perpendiculaires de même longueur l , lorsque ceux-ci sont en mouvement par rapport à l'éther. La longueur déployée des bras est de $l = 22 \text{ m}$. La source de lumière utilisée était une lampe à vapeur de Sodium de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$.



1. Sachant que la distance moyenne Terre-Soleil est de 150 millions de kilomètres, estimer la vitesse v_e de la Terre par rapport à l'éther.
2. En utilisant la loi de composition des vitesses de Galilée, déterminer le temps d'aller retour d'un rayon lumineux le long de chacun des deux bras. On supposera que le mouvement de la Terre coïncide avec la direction de l'un des bras.
3. En déduire, dans la limite $v_e \ll c$, le déphasage qui devrait être observé en sortie de l'interféromètre lorsqu'on éclaire l'interféromètre en lumière monochromatique. Comment observer expérimentalement ce déphasage ?
4. Le résultat de l'expérience historique a donné une absence de déphasage à mieux qu'un centième de frange. Si l'éther existait, quelle serait sa vitesse maximale par rapport à la Terre ? Commenter.

EXERCICE 02: (07 points)

Considérons deux tiges AB et $A'B'$ de longueurs propres identiques notées l , la tige $A'B'$ glissant sur la tige AB à une vitesse $\vec{v} = v \cdot \vec{e}_x$. \mathcal{R} et \mathcal{R}' sont les deux référentiels liés respectivement aux tiges AB et $A'B'$.



Notons les événements suivants :

$E_1 = \text{« } A \text{ et } B' \text{ coïncident »}$; $E_2 = \text{« } A \text{ et } A' \text{ coïncident »}$; $E_3 = \text{« } B \text{ et } A' \text{ coïncident »}$.

L'origine des temps dans les deux référentiels est prise quand A et B' coïncident ($t_1 = t'_1 = 0$).

1. Ecrire les coordonnées des événements E_1, E_2, E_3 dans les référentiels \mathcal{R} et \mathcal{R}' .
2. En déduire les carrés des intervalles entre les événements E_1, E_2, E_3 (pris deux-à-deux).
3. Vérifier l'invariance de ces intervalles. Quel est leur genre ?
4. Comparer la chronologie des trois événements E_1, E_2, E_3 dans les référentiels \mathcal{R} et \mathcal{R}' . Expliquer.
5. Application Numérique : $l = 1 \text{ m}$ et $v = (2\sqrt{6}/5)c$.

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 :**

- J'observe une petite fille qui saute à la corde à l'intérieur d'un train qui passe devant moi avec une vitesse constante et je remarque que sa trajectoire est une
 - Droite verticale.
 - En dents de scie.
 - Des arcs de parabole.
 - Sinusoïdale.
- 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.
- Parmi les équations suivantes, lesquels sont invariants 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.
- Quelles propositions sont fausses parmi les propositions suivantes ?
 - La transformation de Lorentz-Poincaré est linéaire.
 - La transformation de Lorentz-Poincaré est réciproque.
 - Les équations de Maxwell sont invariants par la transformation de Lorentz-Poincaré.
 - La vitesse de la lumière est invariante pour tous les référentiels galiléens.
- Un extra-terrestre passe devant la terre en ligne droite et avec une vitesse constante $v = (2\sqrt{6}/5)c$ par rapport à la terre. L'extra-terrestre s'intéresse à un match de foot qui se joue sur terre, pour un observateur sur terre le match dure 90 minutes, mais pour l'extraterrestre ce match dure :
 - 45 minutes.
 - 450 minutes.
 - 4500 minutes.
 - 45000 minutes.
- Dans la question précédente la longueur du vaisseau spatial de l'extra-terrestre, mesuré par l'extra-terrestre (dans le référentiel lié au vaisseau), est de 1000 ule (unité de longueur extra-terrestre). Quelle est sa longueur mesurée par un joueur sur le terrain (référentiel terrestre) ?
 - 2 ule.
 - 20 ule.
 - 200 ule.
 - 2000 ule.