

UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ

FACULTÉ DES SCIENCES

DIPLÔME : Licence de Physique
 Epreuve de : UE 8a - Relativité
 Examen final
 Date : septembre 2002
 Horaire :

SUJET D'EXAMEN :
 Rédacteurs : B. Berche et A. Schuhl
 Formulaire non autorisé
 Calculatrices autorisées
 Durée : 2h00

1. Quelques propriétés des tenseurs

- Soient A^μ et B^μ , deux quadrivecteurs. Montrer que la contraction $A_\mu B^\mu$ est invariante de Lorentz.
- Rappeler la définition du tenseur métrique $g_{\mu\nu}$ et donner son expression en coordonnées cartésiennes et sphériques.
- Calculer la norme de v^μ et la contraction $v_\mu a^\mu$.
- On rappelle la forme du tenseur $F^{\mu\nu}$,

$$F^{\mu\nu} = \partial^\mu A^\nu - \partial^\nu A^\mu,$$

$$[F^{\mu\nu}] = \begin{pmatrix} 0 & -E_x/c & -E_y/c & -E_z/c \\ E_x/c & 0 & -B_z & B_y \\ E_y/c & B_z & 0 & -B_x \\ E_z/c & -B_y & B_x & 0 \end{pmatrix}.$$

Exprimer le tenseur deux fois covariant associé. Calculer l'invariant $F^{\mu\nu} F_{\mu\nu}$.

- Calculer $\partial_\mu F^{\mu 0}$ et $\partial_\mu F^{\mu 1}$, en déduire $\partial_\mu F^{\mu\nu}$.

2. Particule libre

- Rappeler la forme de l'action de la particule libre et retrouver l'expression classique dans la limite $c \rightarrow \infty$.
- Déduire de S l'expression du lagrangien, et calculer l'impulsion et l'énergie. Donner les limites classiques de ces quantités.
- Donner la forme du quadrivecteur énergie-impulsion et calculer l'invariant associé.
- Ecrire les lois de transformation des composantes de l'impulsion et de l'énergie par transformation de Lorentz.

3. Collisions

- Définir le seuil de réaction lors d'une collision inélastique.
- On envoie un faisceau incident $p_1^\mu = (E_1/c, \mathbf{p}_1)$ sur une cible immobile $p_2^\mu = (m_2 c, \vec{0})$. Calculer le seuil de réaction.