

# Licence de physique L2

## Relativité Restreinte et Mécanique Quantique

### Session Mai 2010.

Durée: 2 heures sans notes et avec calculatrice

Question de cours: Relations d'incertitude de Heisenberg (relations, signification et origine) .

#### Problème 1

Le potentiel scalaire créé par une charge ponctuelle est :

$$\Phi' = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r'}$$

où  $q$  est la charge,  $r'$  est la distance entre la charge et le point, et  $\Phi'$  est mesuré dans le référentiel  $R'$  où la charge est au repos. Dans  $R'$ , le potentiel vectoriel  $\mathbf{A}' = 0$ . Dans un autre référentiel  $R$ , la charge se déplace à vitesse constante  $v$  sur une trajectoire  $y=0, z=0, x=vt$ .

1. Comment se transforme la quantité  $S = \Phi^2/c^2 - \mathbf{A}^2$  par changement de référentiel de  $R'$  à  $R$  ?
2. Exprimer  $S$  en fonction du temps  $t$  en un point  $x = z = 0$  et  $y = d$  mesurés dans  $R$ .

#### Problème 2

Un vaisseau spatial s'éloigne de nous avec une vitesse  $v$ . Pour mesurer sa vitesse on émet une onde électromagnétique de longueur d'onde  $\lambda_i$  dans sa direction. L'onde est réfléchiée dans la direction opposée et nous la détectons avec une longueur  $\lambda_r = (1+z) \lambda_i$ . Sachant que les longueurs d'onde incidente et réfléchiée sont les mêmes dans le référentiel où le vaisseau est au repos,

1. Déterminer le signe de  $z$
2. Calculer la vitesse du vaisseau pour  $|z| = 0.02$

#### Problème 3

Deux particules, A et B se déplacent sur la même ligne droite, en sens opposés et subissent une collision élastique.

1. Ecrire la conservation du quadri vecteur énergie impulsion

Dans le cas où on ne mesure pas les caractéristiques de la particule B dans l'état final, un moyen commode de les éliminer de l'analyse consiste à exprimer son quadri vecteur final en fonction des trois autres et à prendre le carré de part et d'autre de la relation.

2. En déduire une relation entre produits scalaires des trois autres quadri vecteurs

Après la collision les deux particules demeurent sur cette même ligne droite. Exprimer l'énergie de la particule A en GeV après la collision,  $E'_A$ , en fonction de la masse et de la vitesse initiale de la particule B:  $m_B$  et  $v_B$  et de l'énergie initiale  $E_A$  de la particule A supposée sans masse et

3. Si la particule A ne change pas de sens après la collision
4. Si A change de sens

A.N: calculez la valeur de  $E'_A$  avec  $E_A = 1 \text{ GeV}$ ;  $m_B = 2 \text{ GeV}$ ;  $v_B = 0.9 c$ , où  $c$  est la vitesse de la lumière.