

TD 3 : Dynamique relativiste

Exercice 1 :

Quelle est la vitesse d'une particule dont l'énergie cinétique est K fois son énergie de masse propre ?

Exercice 2 :

On dispose de deux protons dont l'énergie totale dans le référentiel du laboratoire est $E = 20.10^3$ MeV. Calculer l'énergie disponible :

- dans la collision de deux protons de vitesse opposée
- dans la collision d'un proton mobile sur un proton immobile

On donne pour le proton $m_0^p c^2 = 10^3$ MeV

Exercice 3 :

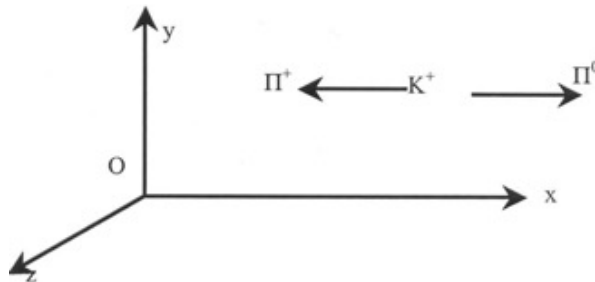
On considère une particule de charge q , de masse au repos m_0 et de quantité de mouvement $\vec{p}_0$. A l'origine des temps, cette particule rentre dans une région de l'espace où règne un champ magnétique constant $\vec{B}$ perpendiculaire à $\vec{p}_0$.

On se propose d'étudier le mouvement de cette particule. Pour cela, on utilise un système de coordonnées cartésiennes d'origine 0 choisi de telle sorte qu'à l'origine des temps les coordonnées de la particule soient nulles.

- 1.) Calculer les composantes de la quantité de mouvement à chaque instant.
- 2.) Calculer les composantes de la vitesse à chaque instant.
- 3.) Calculer les coordonnées de la particule à chaque instant.
- 4.) Calculer l'énergie cinétique de la particule à chaque instant.
- 5.) Quel temps, pour un observateur fixe, met la particule pour parcourir une longueur L où règne le champ magnétique ?

Exercice 4 :

Un méson K^+ d'énergie propre $E_0^{K^+}=493$ MeV est au repos dans le système lié au laboratoire. Cette particule est instable et se désintègre en un méson Π^0 d'énergie $E_0^{\Pi^0}=134.97$ MeV et un méson Π^+ d'énergie propre $E_0^{\Pi^+}=139.58$ MeV.



1.) Calculer dans le référentiel du laboratoire :

a) les quadrivecteurs quantité de mouvement du méson K^+ avant la désintégration et des mésons Π^0 et Π^+ après la désintégration ainsi que les énergies totales E^{Π^0} et E^{Π^+} (en fonction de $E_0^{K^+}$, $E_0^{\Pi^0}$, $E_0^{\Pi^+}$ et c).

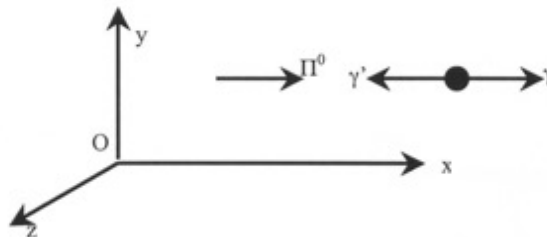
b) la vitesse des mésons Π^0 et Π^+ .

2.) Calculer dans le référentiel lié au méson Π^0 :

a) l'énergie totale et cinétique du méson Π^+ .

b) la quantité de mouvement du méson Π^+ .

3.) Le méson en mouvement, d'énergie calculée à la question 1, est lui même instable et se désintègre en deux photons selon le processus : $\Pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma'$.



Calculer, dans le référentiel lié au laboratoire, les énergies totales et cinétiques de ces deux photons. Lorsque dans ce référentiel, ils se déplacent respectivement dans le même sens et dans le sens opposé à celui du mouvement du méson Π^0 .

Exercice 5 :

On étudie le choc d'un électron négatif (négaton) et d'un électron positif (positon) de même énergie et de quantités de mouvement opposées. Les particules s'annihilent dans le choc. Combien de photons sont rayonnés (1 ou 2) ? Quelle est la longueur d'onde maximale du ou des photons rayonnés. On donne la constante de Planck $h = 6.63.10^{-34}$ J.s et pour l'électron $m_0^e c^2 = 0.511$ MeV.

Exercice 6 :

Un méson K^+ , d'énergie de masse propre $E_0^{K^+} = 493$ MeV, se désintègre parfois en 3 mésons Π ayant chacun la même masse propre m , suivant le schéma :

$$K^+ \rightarrow \Pi^- + \Pi^+ + \Pi^+$$

On étudie ce phénomène dans le référentiel propre du méson K^+ .

- 1.) Expliquez pourquoi l'on peut estimer a priori que les 3 mésons Π pourraient partir avec des énergies égales.
- 2.) Dans cette hypothèse, calculer l'énergie de chaque méson Π émis.
- 3.) Quels angles font alors entre eux les mésons Π émis (faire un schéma).
- 4.) La situation précédente n'est en fait pas, l'expérience le prouve, la seule possible. Quelles sont les énergies maximum et minimum que peut atteindre l'un des mésons émis ?