

Conformément à l'usage typographique international, les vecteurs sont représentés en gras

Questions de cours

Etablir la relation fondamentale de la dynamique dans les deux cas suivants: la norme du vecteur vitesse est constante, sa direction est constante. Dans quelles situations réelles rencontre-t-on ces deux cas? Quel est le rayon de courbure de la trajectoire d'un électron d'énergie 5 MeV soumis à un champ magnétique de 10 Tesla?

Mouvement général d'une particule chargée dans un champs électrique uniforme et indépendant du temps

On considère une particule chargée, de charge q , en mouvement par rapport à un référentiel galiléen (R) où existe un champs électrique uniforme et indépendant du temps, \mathbf{E}_s dirigé suivant l'axe Ox. A l'instant initial, $t=0$, la particule est à l'origine du repère R et est animée d'une vitesse initiale \mathbf{v}_0 parallèle à l'axe Oy et donc perpendiculaire au champ électrique.

1) Etudier le mouvement de cette particule par rapport au référentiel R et donner l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le cadre de la mécanique relativiste.

Au cours de ce calcul, on exprimera la vitesse de la particule en fonction de l'impulsion et de l'énergie, ainsi que l'énergie en fonction du temps.

2) Retrouver l'expression de la trajectoire classique dans l'approximation non relativiste.

On donne:

$$- \int \frac{du}{\sqrt{1+u^2}} = \text{Argsh}(u)$$

$$- ch^2(u) - sh^2(u) = 1$$

$$- \text{si } |u| \ll 1 \text{ alors } ch(u) \approx 1 + \frac{u^2}{2}$$

Collision inélastique

On envisage la collision entre deux protons. Le proton cible est au repos. On désigne par E_{kl} l'énergie cinétique du proton projectile dans le référentiel du laboratoire. On désire que la collision aboutisse à la création d'une paire proton - antiproton suivant la réaction:



1. Cette collision est-elle élastique ou inélastique ? Justifier.
2. Quelles sont les lois qui régissent cette collision ?
3. Définir le référentiel du centre de masse.
4. Quel est le seuil de cette réaction dans le référentiel du centre de masse ? Application numérique.
5. Quelle doit être, dans le référentiel du laboratoire, l'énergie cinétique E_{kl} du proton projectile pour que la création de la paire ($p^+ + p^-$) ait lieu ? Application numérique.

6. On se place avant la collision. Rappeler la transformation de Lorentz du quadri-vecteur quantité de mouvement - énergie lors du passage d'un référentiel galiléen R à un autre référentiel galiléen R' en mouvement de translation rectiligne et uniforme par rapport à R .
7. En assimilant R' au repère du centre de masse des protons cible et projectile, trouver sa vitesse de translation par rapport au référentiel du laboratoire R en fonction de l'énergie cinétique E_{kl} et de l'énergie de masse du proton.
8. Calculer cette vitesse pour l'énergie cinétique seuil de la question 5).
9. Quelle est la quantité de mouvement du proton projectile dans le référentiel du centre de masse ?
10. Calculer sa valeur numérique en MeV.
Energie de masse du proton (ou de l'antiproton): $m_p c^2 = 938 \text{ MeV}$