LP7 : Dynamique relativiste.

Présentée le 31/1/2017 par Louisiane Devaud

Correction : Sylvain Lacroix
Antonin Louvet

Remarques dans la chronologie de la présentation

I : À la recherche d'un PFD relativiste

Dans l'objectif d'obtenir une version relativiste du PFD, la première partie de cette leçon introduit le 4-vecteur impulsion à l'aide du 4-vecteur vitesse. Le passage à la norme permet d'introduire l'invariant relativiste mc^2 . La première composante du 4-vecteur vitesse est alors identifiée au rapport énergie/célérité (E/c) comme si cela allait de soit. Un étudiant suivant cette leçon serait alors en droit de se poser la question suivante : cette identification correspond-elle à une définition ou découle-t-elle d'un raisonnement non exposé ? Suite à ça, est établi la relation d'Einstein sur l'énergie d'une particule massive. Un ordre de grandeur tout à fait pertinent de la variation de masse associé à une réaction chimique est alors proposé.

Suite à ça est posée une version covariante du « PFD » à l'aide d'une 4-force. Si une description qualitative de différentes situations que l'on peut envisager pour l'obtention d'une 4-force est proposée, aucune discussion n'est faite sur la composante temporelle du 4-vecteur force, ni de l'interprétation de l'égalité associée. Il nous semblerait important de dégager de l'égalité « PFD » une équation scalaire identifiée comme le théorème de l'énergie cinétique relativiste et une équation 3-vectorielle comme le PFD relativiste. Enfin, la limite classique doit être dégagée.

II : Bilans

Après une définition des concepts de choc élastique et inélastique, la seconde partie est centrée sur l'étude d'un choc inélastique d'une particule sur une seconde (cible) produisant un ensemble de particules. Un calcul (un peu lourd) dans le référentiel du centre de masse a permis d'obtenir une expression générale d'un seuil d'énergie à dépasser dans ce cas. Si le choix du référentiel du centre de masse est bien le bon, l'intérêt de son utilisation n'a pas été clairement dégagé, ce qui nous semble pourtant un point important dans cette leçon.

Une application numérique pertinente a alors permis une transition efficace vers la partie III via l'utilisation d'accélérateurs de particules.

III : Particule dans un champ EM

Dans cette partie a été proposée l'étude des mouvements d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme et permanent, puis dans un champ magnétique uniforme et permanent. Sur ce point, il est à noter que l'utilisation est faite du théorème de l'énergie cinétique alors que ce dernier n'avait pas été précédemment introduit dans le cadre relativiste.

En fin, les principes de fonctionnement d'un cyclotron, d'un synchrocyclotron et d'un synchrotron ont été exposés de manière très satisfaisante.

Quelques questions posées lors de l'entretien

- Y a-t-il l'équivalent relativiste du théorème de l'énergie cinétique classique ? Que représente la première composante du 4-vecteur force ?
- Comment définit-on le référentiel du centre de masse ? Est-il toujours définissable à partir du barycentre des masses d'un système ?
- Quel est l'intérêt du référentiel du centre de masse ?
- Que se passe-t-il dans le référentiel du centre de masse lorsque l'on est exactement à l'énergie seuil ?
- Comment obtenir le 4-vecteur impulsion dans un référentiel inertiel connaissant celui dans un autre ? Qu'en est-il du tenseur associé au champ électromagnétique ?
- Lors d'une réaction chimique, justifier le signe de la variation de masse déduite théoriquement.