

## PHYSQ 208 – Devoir 4 (à rendre au cours du jeudi 6 octobre)

**1. Énergie relativiste au LHC.** Si l'énergie *cinétique* des protons (masse  $938 \text{ MeV}/c^2$ ) accélérés au Large Hadron Collider (LHC) du CERN vaut  $7.00 \text{ TeV}$  ( $1 \text{ TeV} = 10^6 \text{ MeV}$ ), calculez :

- (a) leur quantité de mouvement, en  $\text{TeV}/c$ , avec 9 décimales, et
- (b) leur vitesse  $\beta$ , avec 9 décimales.

**2. Énergie cinétique relativiste.** On bombarde des électrons (masse  $511 \text{ keV}/c^2$ ) d'énergie *cinétique* de  $9 \text{ GeV}$  en collision frontale contre des positrons (identiques aux électrons, mais de charge positive) d'énergie *cinétique* de  $3.1 \text{ GeV}$ . Utilisez l'approximation  $\sqrt{1-x} \cong 1 - \frac{1}{2}x$ . Gardez 2 décimales différentes de 9 dans  $\beta$ .

- (a) Que valent le facteur  $\gamma$  et la vitesse  $\beta$  de l'électron?
- (b) Que valent le facteur  $\gamma$  et la vitesse  $\beta$  du positron?

**3. Énergie relativiste.** Un méson  $K^0$  (masse  $498 \text{ MeV}/c^2$ ) se déplace à vitesse  $0.94c$  quand il se désintègre en une paire de mésons  $\pi^+$  et  $\pi^-$  (masse  $140 \text{ MeV}/c^2$ ). On demande de calculer la vitesse maximale et la vitesse minimale des mésons. (Pour (c) et (d), additionnez les *v relativistes!*)

- (a) Dans le repère du  $K^0$  (c.-à-d. où il est au repos), quelle est l'énergie cinétique *totale* des mésons  $\pi^+$  et  $\pi^-$  ?
- (b) Si l'énergie cinétique de chaque méson,  $\pi^+$  et  $\pi^-$ , vaut la moitié de la réponse en (a), quelle sera la vitesse de chaque méson dans le repère du  $K^0$ ?
- (c) Dans le repère du laboratoire, quelle sera la vitesse maximale  $v_{\text{max}}$  d'un méson (c.-à-d. quand le méson se déplacera dans le même sens que le  $K^0$  initial)?
- (d) Dans le repère du laboratoire, quelle sera la vitesse minimale  $v_{\text{min}}$  d'un méson (c.-à-d. quand le méson se déplacera dans le sens opposé au  $K^0$  initial)?

**4. Énergie relativiste.** Un méson  $K^0$  (masse  $498 \text{ MeV}/c^2$ ), initialement au repos, se désintègre en deux mésons neutres:  $\pi^0 + \pi^0$  (masse  $135 \text{ MeV}/c^2$  chacun).

- (a) Combien d'énergie, en MeV, est alors libérée sous forme d'énergie cinétique des  $\pi^0$ ?
- (b) En sachant que l'énergie cinétique trouvée en (a) est répartie également entre les deux  $\pi^0$ , quelle est la quantité de mouvement de chaque  $\pi^0$ , en  $\text{MeV}/c$ ?
- (c) Quelle est la vitesse finale  $\beta$  de chaque  $\pi^0$ ?
- (d) Du point de vue d'un  $\pi^0$ , quelle sera la vitesse de l'autre  $\pi^0$ ?

**5. Particules de masse nulle.** Un méson  $\pi^0$  (de masse  $135 \text{ MeV}/c^2$ ) se déplace vers  $+x$  avec une énergie cinétique de  $100 \text{ MeV}$ , et se désintègre en deux photons: un vers  $+x$  et l'autre vers  $-x$ .

- (a) Quelle est la vitesse initiale du méson  $\pi^0$ ?
- (b) Quelle est l'énergie du photon qui se déplace vers  $+x$ ?
- (c) Quelle est l'énergie du photon qui se déplace vers  $-x$ ?