

Physique des particules – L3

TD 9

Exercice 1

Montrer que pour toute matrice R de $GL_3(\mathbb{R})$ et pour tous vecteurs \vec{a} et \vec{b} de \mathbb{R}^3 on a

$$(R\vec{a}) \wedge (R\vec{b}) = (\det R)^t R^{-1}(\vec{a} \wedge \vec{b}). \quad (1)$$

En déduire que le produit vectoriel de deux vecteurs est un vecteur axial.

Exercice 2

Justifier en utilisant la conservation de la parité que l'un des deux processus suivants ne peut pas avoir lieu via l'interaction forte :

$$\rho^0(1^-) \rightarrow \pi^+(0^-) + \pi^-(0^-), \quad \eta(0^-) \rightarrow \pi^+(0^-) + \pi^-(0^-). \quad (2)$$

On a indiqué entre parenthèse pour chaque particule la valeur de S^P où S est le spin (moment cinétique intrinsèque) et P la parité intrinsèque de la particule. On rappelle que ρ^0 et η ont un moment cinétique orbital nul et que le moment cinétique total est la somme du moment cinétique orbital et du spin ($\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$).

Exercice 3

On considère le processus d'annihilation $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$. Il a été vu en cours que, lorsque l'on néglige les masses, l'interaction vectorielle de l'électrodynamique quantique mène à des éléments de matrice non nuls seulement pour les combinaisons suivantes de l'hélicité : $\downarrow\uparrow \rightarrow \downarrow\uparrow$, $\downarrow\uparrow \rightarrow \uparrow\downarrow$, $\uparrow\downarrow \rightarrow \downarrow\uparrow$ et $\uparrow\downarrow \rightarrow \uparrow\downarrow$.

1. Montrer que si l'on ne néglige pas les masses c'est la chiralité qui importe et que les combinaisons de chiralité autorisées sont $LR \rightarrow LR$, $LR \rightarrow RL$, $RL \rightarrow LR$ et $RL \rightarrow RL$. On utilisera les projecteurs $P_L = \frac{I_4 - \gamma^5}{2}$ et $P_R = \frac{I_4 + \gamma^5}{2}$.
2. Qu'en serait-il si l'interaction était scalaire (S) ? pseudo-scalaire (P) ? de la forme $S - P$?

Exercice 4

Considérons la désintégration au repos $\tau^- \rightarrow \pi^- \nu_\tau$ pour laquelle le spin du τ^- est dans la direction (Oz) et les deux particules sont émises avec des impulsions dans cette même direction. Quelles sont les configurations finales autorisées pour le spin et les impulsions si l'interaction faible est de la forme $V - A$? si elle est de la forme $V + A$?