

Physique des particules - TD 3

1 Fonction d'onde de l'octet des baryons

La fonction d'onde d'un baryon peut se factoriser en 3 termes :

$$|H\rangle = \alpha_{\text{espace}} \phi_{\text{spin}} \chi_{\text{saveur}} \xi_{\text{couleur}}$$

La fonction d'onde de couleur est antisymétrique sous les permutations de deux quarks et celle de d'espace est symétrique.

1. Déterminez la fonction d'onde de saveur et de spin d'un proton de spin up.
2. Déterminez la fonction d'onde de saveur et de spin d'un neutron de spin up.
3. Déterminez la fonction d'onde de saveur et de spin d'un Σ^+ de spin up.
4. Déterminez la fonction d'onde de saveur et de spin d'un Σ^0 de spin up.
5. Vérifiez que la fonction d'onde du Λ est orthogonale à celle du Σ^0 , avec :

$$|\Lambda\rangle = \frac{1}{\sqrt{12}} \{ |d_{\uparrow} s_{\uparrow} u_{\downarrow}\rangle + |s_{\uparrow} d_{\uparrow} u_{\downarrow}\rangle + |u_{\downarrow} d_{\uparrow} s_{\uparrow}\rangle + |u_{\downarrow} s_{\uparrow} d_{\uparrow}\rangle + |d_{\uparrow} u_{\downarrow} s_{\uparrow}\rangle + |s_{\uparrow} u_{\downarrow} d_{\uparrow}\rangle \\ - |d_{\downarrow} s_{\uparrow} u_{\uparrow}\rangle - |s_{\uparrow} d_{\downarrow} u_{\uparrow}\rangle - |u_{\uparrow} d_{\downarrow} s_{\uparrow}\rangle - |u_{\uparrow} s_{\uparrow} d_{\downarrow}\rangle - |d_{\downarrow} u_{\uparrow} s_{\uparrow}\rangle - |s_{\uparrow} u_{\uparrow} d_{\downarrow}\rangle \}$$

2 Moments magnétiques de l'octet des baryons

Les hadrons possèdent un moment magnétique donné par l'opérateur :

$$\hat{\mu} = \sum_i \mu_q(i) \hat{\sigma}(i)$$

où $\mu_q(i)$ est le moment magnétique du i -ème quark et $\frac{1}{2}\hat{\sigma}(i)$ son opérateur de spin. La moment magnétique mesuré d'un hadron $|h\rangle$ est la valeur moyenne de $\hat{\mu}_z$, où $|h\rangle$ est supposé dans son état de projectino de spin S_z maximal :

$$\mu_h = \left\langle h \left| \sum_i \mu_q(i) \sigma_z(i) \right| h \right\rangle$$

1. Donnez le moment magnétique du proton et du neutron en fonction de μ_u et μ_d .
2. En supposant que le moment magnétique d'un quark est proportionnel à sa charge, en déduire le rapport μ_n/μ_p . Comparer à la valeur expérimentale (cf. booklet).
3. En deduire les moments magnétiques des quarks u et d en fonction de μ_n et μ_p .
4. Déterminez le moment magnétique du Λ et celui du quark s .
5. Comparez les valeurs obtenues par ce modèle pour Σ^+ , Σ^- , Ξ^0 et Ξ^- aux résultats expérimentaux.
6. En posant que le moment magnétique d'un quark est donné par $\mu_q = \frac{q_q \hbar}{2m_q}$, en deduire les masses effectives des quarks u , d et s (on parle de masse des quarks constituants).