

## ΦΥΣ. 331

### 3<sup>η</sup> Εργασία

Επιστροφή: Παρασκευή 13/10/23

1. Το μεσόνιο  $\pi^0$  έχει σπιν 0 και μάζα  $m_\pi = 135 \text{ MeV}/c^2$  και διασπάται σε δυο φωτόνια. Η μέτρηση των χαρακτηριστικών της φωτονίων της τελικής κατάστασης δίνει πληροφορίες για τους κβαντικούς αριθμούς Parity και σπιν του πιονίου. Με βάση αυτό προσδιορίστε:  
(α) Την γωνιακή κατανομή των εκπεμπόμενων φωτονίων στο σύστημα αναφοράς του  $\pi^0$  (σύστημα αναφοράς κέντρου μάζας).  
(β) Το σχήμα του ενεργειακού φάσματος των εκπεμπόμενων φωτονίων στο σύστημα αναφοράς του εργαστηρίου.  
(γ) Την μέγιστη και ελάχιστη ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτονίων όταν το  $\pi^0$  έχει ενέργεια  $0.8 \text{ GeV}$ .
2. Υπολογίστε την ενεργό διατομή για τις σκεδάσεις:  $pd \rightarrow {}^3\text{He} \pi^0$ ,  $pd \rightarrow {}^3\text{H} \pi^+$  για συγκεκριμένη ενέργεια δέσμης στο κέντρο μάζας ίδια και στις δύο περιπτώσεις.
3. Προσδιορίστε τους κβαντικούς αριθμούς σπιν-ομοτιμίας για το μεσόνιο  $\rho^0$  (το μεσόνιο  $\rho$  συναντάται σε τρεις καταστάσεις:  $\rho^+$ ,  $\rho^0$  και  $\rho^-$ ) το οποίο παράγεται στην σκέδαση:  $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$  με την διάσπαση του  $\rho^0$  σε δύο πιόνια:  $\rho^0 \rightarrow \pi^- \pi^+$ . Στην παραπάνω διάσπαση, κάνοντας την κατανομή της αμετάβλητης μάζας των δυο πιονίων,  $m_{\pi^+\pi^-}$ , παρατηρείται μια κορυφή στην τιμή  $m_{\pi^+\pi^-} = 775 \text{ MeV}$ , με εύρος  $\Gamma = 149 \text{ MeV}$ . Εξηγήστε γιατί δεν εμφανίζεται κορυφή συντονισμού στην ίδια τιμή μάζας για την περίπτωση διάσπασης σε  $\pi^0 \pi^0$ .
4. Να βρεθούν οι λόγοι των ενεργών διατομών για  $\pi^- p \rightarrow K^0 \Sigma^0$ ,  $\pi^- p \rightarrow K^+ \Sigma^-$  και  $\pi^+ p \rightarrow K^+ \Sigma^+$  για τις περιπτώσεις που (α) Η αντίδραση κυριαρχείται από ισοσπίν  $3/2$  και (β) η αντίδραση κυριαρχείται από ισοσπίν  $1/2$ .
5. Το  $\Sigma^{*0}$  μπορεί να διασπαστεί σε  $\Sigma^+ \pi^-$ ,  $\Sigma^0 \pi^0$ ,  $\Sigma^- \pi^+$ . Αν παρατηρήσετε 10000 συνολικά διασπάσεις στα τελικά αυτά προϊόντα, πόσα γεγονότα για κάθε περίπτωση θα περιμένατε;
6. Μια δέσμη  $K^0$  παράγεται από την σκέδαση  $\pi^- p \rightarrow K^0 \Lambda^0$  και διαδίδεται στο κενό και μπορεί να διασπαστεί. Σε απόσταση  $d$  που αντιστοιχεί σε 20 φορές τον χρόνο ζωής του  $K_1$  ( $d = 20c\tau_{K_1}$ ) υπάρχει ένας στόχος που απορροφά το 10% της προσπίπτουσας δέσμης των  $K^0$ . Αν η ενεργός διατομή σκέδασης των  $\bar{K}^0$  είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή των  $K^0$ , υπολογίστε το σχετικό ποσοστό των  $K_1$  και  $K_2$  στην δέσμη:  
(α) Ακριβώς στο σημείο παραγωγής της δέσμης.  
(β) Ακριβώς πριν τον στόχο.  
(γ) Ακριβώς μετά τον στόχο.  
Υποθέστε ότι τα καόνια είναι χαμηλής ενέργειας και αγνοήστε σχετικιστικές επιδράσεις. Σας δίνεται ότι ο χρόνος ζωής των  $K_2$  είναι  $\tau_{K_2} \approx 600\tau_{K_1}$ .
7. Δεδομένου του περιεχομένου σε quarks των σωματιδίων που αναφέρονται  $\Lambda(uds)$ ,  $K^0(d\bar{s})$ ,  $K^+(u\bar{s})$  και  $\pi^+(u\bar{d})$ , να σχεδιάσετε τα διαγράμματα Feynman των ακόλουθων διεργασιών (θα πρέπει να δείξετε ποια η διεύθυνση του χρόνου στις γραμμές σωματιδίων):  
(α) Σκέδαση  $\pi^- p \rightarrow \Lambda K^0$  χρησιμοποιώντας gluons αλλά όχι W's.

(β) Διάσπαση  $\Lambda \rightarrow n\pi^0$ .

(γ) Διάσπαση  $K^+ \rightarrow \pi^0\pi^+$

(δ) Διάσπαση  $\tau^+ \rightarrow \nu_\tau \pi^+$

(ε) Διάσπαση  $K^0 \rightarrow \pi^0\pi^-\pi^+$