

## ΦΥΣ 331 – Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων

### Εργασία 4<sup>η</sup>

Επιστροφή: Παρασκευή 14.10.22

- Εξηγήστε γιατί η διάσπαση  $n \rightarrow p + e^-$  είναι απαγορευμένη ακόμα και αν αγνοήσουμε παραβίαση του λεπτονικού αριθμού.
- Σχεδιάστε τα διαγράμματα Feynman των παρακάτω διεργασιών:  
 $(\alpha) \Omega^- \rightarrow \Lambda^0 K^-$      $(\beta) \Omega^- \rightarrow \Xi^- \pi^+ \pi^-$      $(\gamma) \eta_c \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$      $(\delta) \eta_c \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^- \pi^0$   
 Μπορείτε να βρείτε το περιεχόμενο σε quarks των σωματιδίων αυτών από το particle data group website που χρησιμοποιήσατε στην 1<sup>η</sup> κατ'οίκον.
- Εξηγήστε γιατί δεν είναι επιτρεπτές οι παρακάτω αλληλεπιδράσεις:  
 $(\alpha) \mu^- \rightarrow e^+ e^- e^-$      $(\beta) \nu_\tau + p \rightarrow \mu^- + n$      $(\gamma) \nu_\tau + p \rightarrow \tau^+ + n$      $(\delta) \pi^+ + \pi^- \rightarrow n + \pi^0$
- Θεωρώντας ότι το  $\pi^0$  είναι δέσμια κατάσταση  $u\bar{u}$  σχεδιάστε τα διαγράμματα Feynman των παρακάτω διεργασιών:  $(\alpha) \pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$      $(\beta) \pi^0 \rightarrow \gamma e^+ e^-$      $(\gamma) \pi^0 \rightarrow e^+ e^- e^+ e^-$      $(\delta) \pi^0 \rightarrow e^+ e^-$
- Θεωρήστε ότι το  $\pi^-$  έχει spin 0 και αρνητική parity. Αν εγκλωβίζεται από τον πυρήνα ενός δευτερίου ενώ βρίσκεται σε  $p$ -τροχιά μέσω της διάσπασης:

$$\pi^- + d \rightarrow n + n$$

Δείξτε ότι τα δύο νετρόνια πρέπει να βρίσκονται σε singlet κατάσταση. Το δευτέριο έχει spin-parity τιμές  $1^+$ .

- Το  $\Sigma^{*+}$  είναι ένα ασταθές βαρυόνιο με μάζα  $1385 \text{ MeV}$  και εύρος  $\Gamma = 35 \text{ MeV}$ . Το ποσοστό διακλάδωσης για την διάσπαση  $\Sigma^{*+} \rightarrow \pi^+ \Lambda^0$  ισούται με 88%. Μπορεί να παραχθεί μέσω της σκέδασης  $K^- p \rightarrow p^- \Sigma^{*+}$ . Ωστόσο η σκέδαση  $K^+ p \rightarrow p^+ \Sigma^{*+}$  δεν παρατηρείται.  
 $(\alpha)$  Ποια είναι η τιμή της παραδοξότητας (strangeness) του  $\Sigma^{*+}$ ; Εξηγήστε με βάση τις διεργασίες που σας δίνονται.  
 $(\beta)$  Τι είδους αλληλεπίδραση περιγράφει την διάσπαση του  $\Sigma^{*+}$ ; Ασθενής ή ισχυρή; Εξηγήστε.  
 $(\gamma)$  Ποιο είναι το isospin του  $\Sigma^{*+}$ ; Εξηγήστε με βάση την πληροφορία που δίνεται παραπάνω.
- Το ουδέτερο βαρυόνιο  $\Sigma^0(1915)$  (η μάζα του είναι  $1915 \text{ MeV}/c^2$ ) έχει isospin  $I = 1$ ,  $I_3 = 0$ . Θεωρήστε  $\Gamma_{K^- p}$ ,  $\Gamma_{\bar{K}^0 n}$ ,  $\Gamma_{\pi^- p}$  και  $\Gamma_{\pi^+ \pi^-}$ , τα μερικά πλάτη διάσπασης των διεργασιών  $\Sigma^0 \rightarrow K^- p$ ,  $\Sigma^0 \rightarrow \bar{K}^0 n$ ,  $\Sigma^0 \rightarrow \pi^- p$  και  $\Sigma^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  αντίστοιχα. Υπολογίστε τους λόγους:

$$\frac{\Gamma_{\bar{K}^0 n}}{\Gamma_{K^- p}}, \quad \frac{\Gamma_{\pi^- p}}{\Gamma_{K^- p}}, \quad \frac{\Gamma_{\pi^+ \pi^-}}{\Gamma_{K^- p}}$$

Οι μάζες όλων των σωματιδίων είναι τέτοιες ώστε οι διασπάσεις να είναι κινηματικά επιτρεπτές.

- Θεωρήστε τις αδρονικές διασπάσεις:

$$\Lambda^0 \rightarrow p \pi^- \text{ και } \Lambda^0 \rightarrow n \pi^0$$

$$\Sigma^- \rightarrow n \pi^- \quad \Sigma^+ \rightarrow p \pi^0 \text{ και } \Sigma^+ \rightarrow n \pi^+$$

$$\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 \pi^- \text{ και } \Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 \pi^0$$

Στις παραπάνω ασθενείς διεργασίες έχουμε αλλαγή της παραδοξότητας κατά 1 μονάδα ( $\Delta S=1$ ) και ικανοποιούν τον κανόνα αλλαγής του isospin  $\Delta I = 1/2$  και είναι επιτρεπτές. Υπολογίστε τις τιμές των  $x$ ,  $y$ , και  $z$  που ορίζονται παρακάτω:

$$x = \frac{A(\Lambda^0 \rightarrow p\pi^-)}{A(\Lambda^0 \rightarrow n\pi^0)}$$

$$y = \frac{A(\Sigma^+ \rightarrow \pi^+n) - A(\Sigma^- \rightarrow \pi^-n)}{A(\Sigma^+ \rightarrow \pi^0p)}$$

$$z = \frac{A(\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0\pi^0)}{A(\Xi^- \rightarrow \Lambda^0\pi^-)}$$

όπου  $A$  είναι το πλάτος μετάβασης για τη διεργασία.