

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΣΩΜΑΤΙΑ

ΤΜΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Σεπτεμβρίου 2006 (6/9)

Να απαντηθούν και τα τρία θέματα

Θέμα 1.α) Πυρήνας με μάζα ηρεμίας M αποδιεγείρεται από την αρχική ενεργειακή του κατάσταση E_i στη τελική του E_f δια μέσου εκπομπής φωτονίου ενέργειας

$$E_\gamma = \Delta E = E_f - E_i. \text{ Να αποδείξετε ότι για } Mc^2 \gg \Delta E, \quad E_\gamma \approx \Delta E - (\Delta E)^2 / 2 Mc^2.$$

Σχολιάστε το αποτέλεσμα. Δίδεται $(1+x)^n = 1+nx+n(n-1)/2 x^2 + \dots$ για $x \ll 1$

β) Τι είναι οι εσωτερικές μεταπτώσεις. Δώστε την περιγραφή ενός ενεργειακού διαγράμματος του εκπεμπομένων ηλεκτρονίων.

γ) Πυρήνας ${}^A_Z X$ διασπάται με εκπομπή β ακτινοβολίας. Να απεικονίσετε τη διάσπαση με Feynman διάγραμμα.

Θέμα 2. α) Πυρήνας 3H κινητικής ενέργειας 5 GeV διασχίζει ένα μέσο με δείκτη διάθλασης $n=1.3$. Υπολογίστε την γωνία ακτινοβολίας Cherenkov.

β) Να υπολογίσετε τις αναμενόμενες από το πυρηνικό πρότυπο των φλοιών, τιμές της ολικής στροφορμής και της διπολικής μαγνητικής ροπής για τους πυρήνες ${}^{17}_8O$, ${}^{43}_{20}Ca$ και ${}^{93}_{41}Nb$.

γ) Στη σύλληψη ηλεκτρονίου 7_4Be (άτομο) $\rightarrow {}^7_3Li$ (άτομο) + ν_e , με το άτομο του βηρυλλίου σε ηρεμία, η ενέργεια ανάκρουσης του ατόμου λιθίου ($M=6536 \text{ MeV}/c^2$) μετρήθηκε ότι είναι $(55.9 \pm 1.0) \text{ eV}$. Δεδομένου ότι η διαφορά μαζών των δύο ατόμων είναι $0.862 \text{ MeV}/c^2$, να υπολογίσετε το ανώτερο όριο της μάζας του νετρίνου που προκύπτει από το πείραμα αυτό (Davis, 1952)

Θέμα 3 α) Ποιοί νόμοι διατήρησης ισχύουν σε ισχυρές και ασθενείς αλληλεπιδράσεις. Ποιούς από αυτούς χρησιμοποιείτε κάθε φορά που πρέπει να ελέγξετε αν μία αλληλεπίδραση από τα παραπάνω είδη είναι δυνατή ή όχι.

β) Εξηγήστε ποιές από τις παρακάτω αντιδράσεις και διασπάσεις είναι δυνατές και γιατί.

$$\pi^- + p \rightarrow K^+ + \Sigma^-, \quad \pi^- + p \rightarrow K^0 + \Sigma^0, \quad \pi^- + p \rightarrow K^0 + \Lambda,$$

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^+ + \Sigma^-, \quad \pi^- + p \rightarrow \pi^0 + \Lambda,$$

$$\Lambda \rightarrow p + \pi^- \text{ και } \Sigma^+ \rightarrow p + \pi^0, \quad \Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma, \quad \Sigma^0 \rightarrow p + \pi^-$$

γ) Δείξτε ότι η διατήρηση του ισοτοπικού σπιν στις ισχυρές αλληλεπιδράσεις έχει ως συνέπεια ότι ο λόγος των ενεργών διατομών των αντιδράσεων

$$\text{(i)} p + p \rightarrow d + \pi^+ \text{ και } \text{(ii)} p + n \rightarrow d + \pi^0, \text{ είναι } \sigma \text{(ii)} / \sigma \text{(i)} = 1/2.$$

Το ισοτοπικό σπιν του δευτερίου είναι $I=0$.

δ) Εφαρμόστε τον τελεστή της ομοτιμίας στις παρακάτω διασπάσεις του σωματίου K^+

$$K^+ (\text{ή } \theta^+) \rightarrow \pi^+ + \pi^0 \text{ και } K^+ (\text{ή } \tau^+) \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^+$$

Σε ποίο συμπέρασμα καταλήγετε για το είδος αυτό των διασπάσεων ($\mathbf{P}(\pi) = -1$).

Καλή επιτυχία, Οι διδάσκοντες,

Μ. Βασιλείου, Α. Πετρίδης, Μ. Στασινάκη