

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΣΩΜΑΤΙΑ

Περίοδος Σεπτεμβρίου 24/10/ 2002

Απαντήστε στα τρία από τα παρακάτω τέσσερα ισοδύναμα θέματα.

Θέμα 1) Α. Να ορίσετε το είδος των ασθενών διασπάσεων (αλληλεπιδράσεων) σε επίπεδο πυρηνικής φυσικής και στοιχειωδών σωματιδίων. Απεικονίστε τις διάφορες κατηγορίες διασπάσεων με διαγράμματα Feynmann και ορίστε τους κβαντικούς αριθμούς που είτε παραβιάζονται είτε διατηρούνται.

Β) Στη διάσπαση (σε ηρεμία) του $K^+ \rightarrow \pi^+ X$, προσδιορίστε ποιά είναι το σωματίο X και υπολογίστε την κινητική ενέργεια του σωματίου π^+ .

Στη διάσπαση του $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu$ ποιά νετρίνο συμμετέχει και γιατί. Ποιά είναι η ορμή του μ^+ .

Θέμα 2) 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.

$$\text{Δίδεται } (1+x)^n = 1+nx+n(n-1)/2 x^2 + \dots \text{ για } x \ll 1$$

Βα. Το σωματίδιο π^+ διασπάται σε ηρεμία μέσω της πορείας $\pi^+ \mapsto \mu^+ \nu_\mu$ και στη συνέχεια το μ^+ διασπάται σε $\mu^+ \mapsto e^+ \nu_e \nu_\mu$.

Ελέγξτε τα είδη των νετρίνων που αναγράφονται στις αντιδράσεις και σημειώστε πιθανό λάθος (η). Ποιοί νόμοι διατήρησης ισχύουν στις παραπάνω πορείες.

Ββ. Τι γνωρίζετε για τα βασικά συστατικά των στοιχειωδών φερμιονίων που περιγράφονται με τον όρο λεπτόνια.

Θέμα 3) Α. Ακολουθώντας το πρότυπο των φλοιών:

α) Δείξτε ότι η διαφορά ενέργειας μεταξύ δύο καταστάσεων των νουκλεονίων ενός πυρήνα με $j=1+1/2$ και $j=1-1/2$ είναι ανάλογη προς $(2I+1)$.

β) Προτείνετε τιμές για την ολική στροφορμή και την ομοτιμία των παρακάτω πυρήνων: ${}_{15}^{31}\text{P}$, ${}_{30}^{67}\text{Zn}$, ${}_{49}^{15}\text{In}$

Β. Δώστε τον ορισμό της ενέργειας κατωφλίου για μία αντίδραση. Υπολογίστε την κινητική ενέργεια κατωφλίου για τις αλληλεπιδράσεις

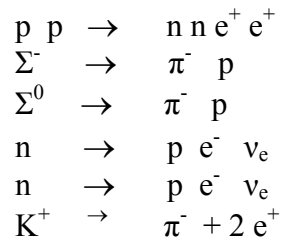
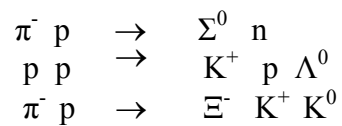
$$p \ p \mapsto p \ p \ \pi^+ \pi^- \text{ και } p \ p \mapsto p \ p \ p \ p$$

Το γεγονός ότι η πρώτη πορεία δεν παρατηρήθηκε ποτέ πειραματικά όταν ήταν ενεργειακά δυνατή ενώ η δεύτερη παρατηρήθηκε πάνω από το ενεργειακό κατώφλι που υπολογίσατε, ποιό βαθμό ελευθερίας (ή κβαντικό αριθμό) εισηγείται.

Θέμα 4) Αα. Δώστε την φυσική σημασία των όρων που υπεισέρχονται στον ημιεμπειρικό τύπο της πυρηνικής μάζας.

Αβ. Σε μια ομάδα ισοβαρών πυρήνων βρείτε την συνθήκη για μέγιστη σταθερότητα

Β) Ποιές απο τις παρακάτω αλληλεπιδράσεις είναι δυνατές και γιατί.



Καλή επιτυχία,

Οι διδάσκοντες,

Μ. Βασιλείου, Α. Πετρίδης, Μ. Στασινάκη