

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΣΩΜΑΤΙΑ

B Πρόοδος – Ιούνιος 2005 (8/6/05)

Απαντήστε και στα τρία θέματα

Θέμα 1. Στην διάσπαση ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + \alpha$ η κινητική ενέργεια του εκπεμπομένου σωματιδίου είναι 4.2 MeV.

α) Να ορίσετε την Χαμιλτονιανή του συστήματος και να παρασταθούν γραφικά οι επιμέρους όροι της.

β) Ποιά είναι η μέγιστη τιμή του φράγματος δυναμικού Coulomb και η ακτινική τιμή του σημείου εξόδου του σωματιδίου- α . Υπολογίστε την ενέργεια ανάκρουσης του θυγατρικού πυρήνα.

γ) Εάν ο συντελεστής δημιουργίας του σωματιδίου άλφα είναι ίσος με την μονάδα και ο συντελεστής διέλευσης του φράγματος Coulomb $P = 10^{-39}$, να υπολογίστε την σταθερά διάσπασης της παραπάνω διαδικασίας. (Δίδονται: $R_0 = 1.4 \text{ fm}$ και $\hbar c \approx 200 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$)

Θέμα 2. A) Στη φυσική ραδιενεργό σειρά ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb}$, ο μητρικός πυρήνας είναι ο μακροβιότερος με χρόνο ημιζωής $1.42 \cdot 10^{17} \text{ s}$. Να υπολογισθεί :

α) η ηλικία τριών δειγμάτων βράχων, όπου βρέθηκε ότι ο λόγος ${}^{238}\text{U} / {}^{206}\text{Pb}$ είναι ίσος με 2, 1 και 0.5 αντίστοιχα.

β) η τιμή του λόγου ${}^{238}\text{U} / {}^{226}\text{Ra}$, δεδομένου ότι ο χρόνος ημιζωής του ${}^{226}\text{Ra}$ είναι $5.11 \cdot 10^{10} \text{ s}$.

B) Στη σύλληψη ηλεκτρονίου ${}^7_4\text{Be}$ (άτομο) $\rightarrow {}^7_3\text{Li}$ (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. A) Το σωματίο \mathbf{K}^0 και το αντισωματίό του διασπώνται είτε σε δύο είτε σε τρία πιόνια. Δείξτε ότι τα \mathbf{K}^0 και \mathbf{K}^0 δεν είναι ιδιοκαταστάσεις του τελεστή CP. Εξηγήστε πώς αντιμετωπίζεται το θέμα με την εισαγωγή των καταστάσεων \mathbf{K}_1 και \mathbf{K}_2 .

Υπολογίστε την ιδιοτιμή του CP για καταστάσεις με **δύο και τρία πιόνια** (η ομοτιμία κάθε πιονίου είναι -1 και οι σχετικές στροφορμές μεταξύ των πονίων είναι μηδέν) και συσχετίστε τις με τις \mathbf{K}_1 και \mathbf{K}_2 .

B) Αποδώστε την ιδιοτιμή της ομοτιμίας στο αρνητικό πiónιο, αν η αντίδραση $\pi^- + \mathbf{d} \rightarrow \mathbf{n} + \mathbf{n}$ γίνεται στη φύση για αντιδράσεις δέσμης πονίων χαμηλής ενέργειας με ακίνητο δευτέριο (σπιν=1 και κατάσταση S), ενώ η $\pi^- + \mathbf{d} \rightarrow \mathbf{n} + \mathbf{n} + \pi^0$ δεν παρατηρείται πειραματικά.

Γ) Ποιοί νόμοι διατήρησης ισχύουν στις διασπάσεις του σωματιδίου Σ^0 :

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

Αν είναι όλες δυνατές, μέσω ποιίας από τις παραπάνω πορείες θα παρατηρηθεί (κυρίως) στο εργαστήριο και γιατί.

Δ) Υπολογίστε την ενέργεια του εκπεμπομένου φωτονίου στην τρίτη πορεία διάσπασης του ερωτήματος (Γ).

Καλή επιτυχία,

Οι διδάσκοντες: Μ. Βασιλείου, Α. Πετρίδης, Μ. Στασινάκη