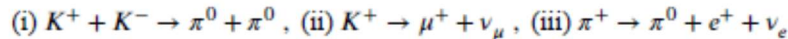


Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

Θέμα

(a) Εξετάστε ποιες από τις παρακάτω αντιδράσεις είναι δυνατές και το είδος της αλληλεπίδρασης μέσω της οποίας μπορούν να λάβουν χώρα



(b) Αν θεωρήσουμε ότι η αντίδραση (iii) λαμβάνει χώρα με τέτοιο τρόπο ώστε τα δύο πόνια να είναι ακίνητα και ότι η μάζα (αλλά όχι η ορμή) του νετρίνο είναι μηδενική υπολογίστε τις ενέργειες και τις ορμές (σε MeV και MeV/c² αντίστοιχα) των e⁺, ν_e.

α) i) $K^+ + K^- \rightarrow \pi^0 + \pi^0$

Φορείο Q/e: $+1 + (-1) = 0 + 0 \rightarrow 0 = 0$ (Διατηρείται)

Βαρυονικός αριθμός B: $0 + 0 = 0 + 0 \rightarrow 0 = 0$ (Διατηρείται)

Λεπτονικός αριθμός Le: $0 + 0 = 0 + 0 \rightarrow 0 = 0$ (Διατηρείται)

Παραδοξότητα S: $1 + (-1) = 0 + 0 \rightarrow 0 = 0$ (Διατηρείται)

Δομή quark: $u\bar{s} + \bar{u}s = u\bar{u} + u\bar{u}$

Άρα η αντίδραση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ισχυρών αλληλεπιδράσεων καθώς η παραδοξότητα διατηρείται $\Delta S = 0$ και έχουμε διατήρηση της γεύσης των quark.

Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

ii) $\chi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$

Φορτίο Q/e : $1 = 1 + 0 \rightarrow 1 = 1$ (διατηρείται)

Βαρυονικός αριθμός B : $0 = 0 + 0 \rightarrow 0 = 0$ (διατηρείται)

Λεπτονικός αριθμός L_μ : $0 = -1 + 1 \rightarrow 0 = 0$ (διατηρείται)

Παραδοξότητα S : $1 = 0 + 0 \rightarrow 1 \neq 0$ (δεν διατηρείται)

Επειδή έχουμε διασπαράξη ελέγχουμε τη διατήρηση της ενέργειας.

Ενέργεια mc^2 : $493,68 \frac{\text{MeV}}{c^2} > 105,7 \frac{\text{MeV}}{c^2} + 0 \rightarrow$ -21-

\rightarrow Εννευδρόνωση = $493,68 \frac{\text{MeV}}{c^2} >$ Επνευδρόνωση = $105,7 \frac{\text{MeV}}{c^2}$ (διατηρείται)

Δομή quark: $u\bar{s} = \mu^+ + \nu_\mu$ (δεν διατηρείται η γείση quark)

Άρα η αντίδραση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω αδύνατου αλληλεπίδρασης καδώς η παραδοξότητα παραβιάζεται κατά μια μονάδα $\Delta S = 1$ και έχουμε μετατροπή quarks σε λεπτόνια μ^+, ν_μ .

Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

iii)

Φορτίο Q/e:

$$\pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu_e$$

$$+1 = 0 + 1 + 0 \rightarrow 1 = 1 \text{ (Σταθμείται)}$$

$$0 = 0 + 0 + 0 \rightarrow 0 = 0 \text{ (Σταθμείται)}$$

Βαρυονικός αριθμός B:

$$0 = 0 + 0 + 0 \rightarrow 0 = 0 \text{ (Σταθμείται)}$$

Λεπτονικός αριθμός Le:

$$0 = 0 + (-1) + 1 \rightarrow 0 = 0 \text{ (Σταθμείται)}$$

Παρασχηματισμός S:

$$0 = 0 + 0 + 0 \rightarrow 0 = 0 \text{ (Σταθμείται)}$$

Επειδή έχουμε διασπορά εφόχουμε τη διατήρηση $\mu \rightarrow$ ενέργειας.

Ενέργεια mc^2 : $139,57 \frac{\text{MeV}}{c^2} > 134,98 \frac{\text{MeV}}{c^2} + 0,511 \frac{\text{MeV}}{c^2} + 0 \rightarrow$

\rightarrow Ενερπίαση = $139,57 \frac{\text{MeV}}{c^2} >$ Ενρσίαση = $135,491 \frac{\text{MeV}}{c^2}$ (Σταθμείται)

Δομή quark: $u\bar{d} = u\bar{u} + e^+ + \nu_e$ (Se διατηρείται η γεύση quark)

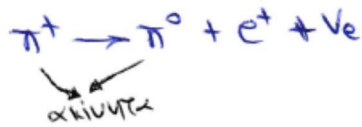
Άρα η ανείδραση αυεί μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω αδθουού $\Delta S \Delta$ ανείδραση καθώς έχουμε μετατροπή quarks σε λεπτόνια e^+, ν_e .



Educational Mentoring & Coaching

Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

b)



Η αρχή διατήρησης της σχετικιστικής ορμής δίνει:

$$P_{\text{αρχή}} = P_{\text{τελειώσεως}} \rightarrow 0 = 0 + p_{e^+} - p_{\nu_e} \rightarrow p_{e^+} = p_{\nu_e} \rightarrow (p_{e^+}c)^2 = (p_{\nu_e}c)^2 \quad (1)$$

Ενώ η αρχή διατήρησης της σχετικιστικής ενέργειας δίνει:

$$E_{\text{αρχή}} = E_{\text{τελειώσεως}} \rightarrow m_{\pi^+}c^2 = m_{\pi^0}c^2 + E_{e^+} + E_{\nu_e} \rightarrow$$

$$\rightarrow E_{\nu_e} = (m_{\pi^+} - m_{\pi^0})c^2 - E_{e^+} \quad (2)$$

Αλλά: $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4 \rightarrow p^2c^2 = E^2 - m^2c^4$ και η (1) δίνει:

$$E_{e^+}^2 - m_{e^+}^2c^4 = E_{\nu_e}^2 - m_{\nu_e}^2c^4 \xrightarrow{|2|}$$

$$\rightarrow E_{e^+}^2 - m_{e^+}^2c^4 = [(m_{\pi^+} - m_{\pi^0})c^2 - E_{e^+}]^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow E_{e^+}^2 - m_{e^+}^2c^4 = (m_{\pi^+} - m_{\pi^0})^2c^4 + E_{e^+}^2 - 2(m_{\pi^+} - m_{\pi^0})c^2 E_{e^+} \rightarrow$$

$$\rightarrow 2(m_{\pi^+} - m_{\pi^0})c^2 E_{e^+} = [(m_{\pi^+} - m_{\pi^0})^2 + m_{e^+}^2]c^4 \rightarrow \quad -25-$$

$$\rightarrow E_{e^+} = \frac{[(m_{\pi^+} - m_{\pi^0})^2 + m_{e^+}^2]c^4}{2(m_{\pi^+} - m_{\pi^0})c^2} = \frac{(139,57 - 134,98)^2 + 0,511^2}{2 \cdot (139,57 - 134,98)} \text{ MeV} =$$

$$= \frac{21,33}{9,18} \text{ MeV}$$

$$\rightarrow \boxed{E_{e^+} = 2,32 \text{ MeV}}$$

Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

Ορίστε γ ή $|v|$ βίνας:

$$E_{\nu e} = (139,57 - 134,98) \text{ MeV} - 2,32 \text{ MeV} = 4,59 \text{ MeV} - 2,32 \text{ MeV} \rightarrow$$

$$\rightarrow E_{\nu e} = 2,27 \text{ MeV}$$

Ενώ οι ορμές των λεπτονίων είναι:

$$p_{\nu e}^2 c^2 = E_{\nu e}^2 - m_{\nu e}^2 c^4 = 2,32^2 \text{ MeV}^2 - 0,511^2 \text{ MeV}^2 = 5,12 \text{ MeV}^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\nu e}^2 = 5,12 \frac{\text{MeV}^2}{c^2} \rightarrow p_{\nu e} = 2,27 \frac{\text{MeV}}{c}$$

$$\text{και } p_{\nu e}^2 c^2 = E_{\nu e}^2 - \cancel{m_{\nu e}^2 c^4} = 2,27^2 \text{ MeV}^2 = 5,153 \text{ MeV}^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\nu e}^2 = 5,153 \frac{\text{MeV}^2}{c^2} \rightarrow p_{\nu e} = 2,27 \frac{\text{MeV}}{c}$$