

Σύγχρονη Φυσική II: Πυρηνική Φυσική & Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων

2ο Φυλλάδιο Ασκήσεων (Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων)

- 1) Για τις πιο κάτω αποδιεγέρσεις και αντιδράσεις να εξετάσετε ποιες μπορούν να συμβούν και ποιες όχι σύμφωνα με τις αρχές διατήρησης και το καθιερωμένο πρότυπο. Για τις επιτρεπτές διαδικασίες προσδιορίστε την αλληλεπίδραση που είναι υπεύθυνη. (Προσοχή! Στην περίπτωση των αντιδράσεων η διατήρηση της ενέργειας δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα δεδομένου ότι το έλλειμμα ενέργειας μπορεί να προέλθει από την κινητική ενέργεια των σωματιδίων της δέσμης)

1. $p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^0$

12. $\eta \rightarrow \gamma + \gamma$

2. $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \pi^0$

13. $\Sigma^- \rightarrow \eta + \pi^-$

3. $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$

14. $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$

4. $e + p \rightarrow \nu_e + \pi^0$

15. $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$

5. $\Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$

16. $p + p \rightarrow \Sigma^+ + K^0 + \pi^0 + \pi^+ + \eta$

6. $p \rightarrow e^+ + \gamma$

17. $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$

7. $n + \bar{n} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$

18. $\pi^+ + n \rightarrow \pi^- + p$

8. $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$

19. $\Sigma^+ + n \rightarrow \Sigma^- + p$

9. $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$

20. $\Xi^- \rightarrow \Lambda + \pi^-$

10. $\Xi^0 \rightarrow p + \pi^-$

21. $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + K^0$

11. $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

22. $\Sigma^- \rightarrow n + e + \bar{\nu}_e$

- 2) Ένα ουδέτερο πιόνιο ($m=0.145$ u) σε ηρεμία διασπάται σε δύο φωτόνια. α) Είναι δυνατόν να διασπαστεί σε ένα φωτόνιο; β) Ποιο είναι το μήκος κύματος των φωτονίων που παράγονται;
- 3) Προσδιορίστε την μάζα του μεσονίου η δεδομένου ότι το "πεδίο" μεσονίων η έχει ακτίνα περίπου ίση με την ακτίνα ενός πυρήνα ($a=1.4$ fm)

- 4) Πόση είναι η ταχύτητα ενός πρωτονίου που έχει επιταχυνθεί στον επιταχυντή Tevatron του εργαστηρίου Fermilab των ΗΠΑ. Θεωρήστε ενέργεια 1TeV.
- 5) Ένα πρωτόνιο και ένα αντιπρωτόνιο -με αμελητέα κινητική ενέργεια- εξαϋλώνονται αμοιβαία. Ποιο είναι το μήκος κύματος των φωτονίων που παράγονται.
- 6) Για την πιο κάτω αντίδραση υπολογίστε την ελάχιστη κινητική ενέργεια (ενέργεια κατωφλίου) του πρωτονίου βλήματος όταν το δεύτερο πρωτόνιο-στόχος βρίσκεται σε ηρεμία.

$$p + p \rightarrow p + p + \pi + \pi^-$$

- 7) Δύο φωτόνια με ίσες ενέργειες συγκρούονται μετωπικά και παράγεται ένα ζεύγος μ^+ και μ^- . Προσδιορίστε το μέγιστο μήκος κύματος των φωτονίων.
- 8) Για τα πιο κάτω σωματίδια δίνονται οι συνθέσεις τους σε κουάρκ. Αποδείξτε ότι το φορτίο, ο βαρυονικός αριθμός και η παραδοξότητα είναι σύμφωνες με άθροισμα αυτών των αριθμών για τα κουάρκ που τα συγκροτούν

$$p = uud, n = udd, K^0 = d\bar{s}, \Lambda^0 = uds, \pi^- = \bar{u}d, \Delta^+ = uud, \Delta^{++} = uuu$$

Το πρωτόνιο και το σωματίδιο Δ^+ ενώ έχουν την ίδια σύνθεση σε κουάρκ πως διακρίνονται σε διαφορετικά σωματίδια;

- 9) Ποιες από τις πιο κάτω αντιδράσεις είναι επιτρεπτές και ποιες όχι:

$$1. \nu_\mu + p \rightarrow \mu^+ + n \quad 4. \nu_e + p \rightarrow n + e^- + \pi^+$$

$$2. \Lambda \rightarrow \pi^+ + e^- + \bar{\nu}_e \quad 5. K^+ \rightarrow \pi^0 + \mu^+ + \nu_\mu$$

$$3. \nu_e + p \rightarrow e^- + \pi^+ + p \quad 6. \tau^+ \rightarrow \mu^+ + \bar{\nu}_\mu + \nu_\tau$$

- 10) Δεδομένης της μάζας του μποζονίου Z^0 (96 GeV/c²) να γίνει εκτίμηση της εμβέλειας της ασθενούς αλληλεπίδρασης.
- 11) Κατά την σύγκρουση μιονίου υψηλής ενέργειας με ηλεκτρόνια παράγονται δύο νετρίνα. Τι είδους νετρίνα είναι αυτά;

$$\mu^+ + e \rightarrow 2\nu$$

- 12) Σύμφωνα με την πιο κάτω αποδιέγερση το σωματίδιο Σ^0 αποδιεγείρεται σε ένα σωματίδιο Λ^0 και σε ένα φωτόνιο. Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας και της ορμής προσδιορίστε την ενέργεια του εκπεμπόμενου φωτονίου.

$$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$$

- 13) Ποιος η ποιοι είναι οι νόμοι διατήρησης που παραβιάζονται στην πιο κάτω αποδιέγερση:

$$p \rightarrow \pi^0 + e^+ + e^-$$

- 14) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του π^- κατά την αποδιέγερση ενός σωματίου Λ^0 . Θεωρήστε ότι το σωματίδιο Λ^0 είναι σε ηρεμία

$$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$$

15) Για την πιο κάτω αποδιέγερση να βρεθεί ποια είναι η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου αν θεωρήσετε ότι το πιόνιο π^- είναι σε ηρεμία.

$$\pi^- \rightarrow \bar{\nu}_e + e^-$$

16) Ποια από τις πιο κάτω του αποδιεγέρσεις του σωματιδίου Ω^- δεν μπορεί να συμβεί:

a. $\Omega^- \rightarrow \Xi^- + \pi^0$

b. $\Omega^- \rightarrow \Lambda^0 + K^-$

c. $\Omega^- \rightarrow \Sigma^- + K^0$

17) Για την πιο κάτω αντίδραση υπολογίστε την ελάχιστη κινητική ενέργεια (ενέργεια κατωφλίου) του πρωτονίου βλήματος όταν το δεύτερο πρωτόνιο-στόχος βρίσκεται σε ηρεμία.

$$p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$$

18) Οι πιο κάτω αντιδράσεις συμβαίνουν μέσω της ισχυρής αλληλεπίδρασης. Ποια από αυτές μπορεί να συμβεί και ποια όχι.

a. $p + p \rightarrow p + n + K^+$

b. $p + p \rightarrow p + \Lambda^0 + K^0 + \pi^+$