

Πυρηνική Φυσική και Στοιχειώδη Σωματίδια

2ο φυλλάδιο ασκήσεων

1. Θεωρείστε τη διάσπαση άλφα ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + \alpha$.
 - (α') Υπολογίστε την κινητική ενέργεια Q των σωματιδίων α χρησιμοποιώντας τον ημιεμπειρικό τύπο.
 - (β') Υπολογίστε την ακτίνα του θυγατρικού πυρήνα $r = r_0 A^{1/3}$.
 - (γ') Υπολογίστε τη σταθερά διάσπασης Γ στην ημικλασική προσέγγιση.
2. Κάντε τη γραφική παράσταση τους διαφορικού ρυθμού $d\Gamma/dE_e$ ως συνάρτηση της ενέργειας του ηλεκτρονίου E_e για τη διάσπαση βήτα ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + e^- + \bar{\nu}_e$. (Υπολογίστε την εκλυόμενη ενέργεια από τον ημιεμπειρικό τύπο.) Συγκρίνετε την καμπύλη με αυτή που προκύπτει αν αγνοήσετε την ΗΜ αλληλεπίδραση ηλεκτρονίου-πυρήνα.
3. Υπολογίστε το συνολικό ρυθμό διάσπασης βήτα ως συνάρτηση της εκλυόμενης ενέργειας E_0 , στο όριο που μπορεί να αγνοηθεί η ΗΜ αλληλεπίδραση του πυρήνα με το ηλεκτρόνιο. Στη συνέχεια υπολογίστε το ρυθμό διάσπασης στο όριο $E_0/m_e \gg 1$.
4. Υπολογίστε τη θερμοκρασία ενεργοποίησης για τις ακόλουθες αντιδράσεις σύντηξης
 - (α') ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + n$
 - (β') ${}^{12}_6\text{C} + p \rightarrow {}^{13}_7\text{N} + \gamma$
 - (γ') ${}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^8_4\text{Be}$
 - (δ') ${}^{16}_8\text{O} + {}^{16}_8\text{O} \rightarrow {}^{28}_{14}\text{Si} + {}^4_2\text{He}$

Στον ημιεμπειρικό τύπο για την ενέργεια σύνδεσης

$$B(Z, A) = aA - bA^{2/3} - s \frac{(A - 2Z)^2}{A} - d \frac{Z^2}{A^{1/3}} - \frac{\delta}{A^{1/2}}, \quad (1)$$

οι συντελεστές είναι $a = 15,8 \text{ MeV}$, $b = 18,3 \text{ MeV}$, $s = 23,2 \text{ MeV}$, $d = 0,7 \text{ MeV}$, $\delta = \pm 11,2 \text{ MeV}$.

Επίσης δίνονται οι μάζες $m_e = 0,5 \text{ MeV}$, $m_p = 938,3 \text{ MeV}$, $m_n = 939,6 \text{ MeV}$, και οι ενέργειες σύνδεσης $B({}^2_1\text{D}) = 2,2 \text{ MeV}$ και $B({}^4_2\text{He}) = 28,3 \text{ MeV}$.

Η σταθερά της πυρηνικής ακτίνας $r_0 = 1,25 \text{ fm}$.