

Θέμα στην πυρηνική φυσική:

- 1) Ποια είναι η μάζα σε (ngr) ενός δείγματος $10 \mu\text{Ci } ^{136}\text{Cs}$ ($T_{1/2}=13.16 \text{ d}$)
- 2) Η πυκνότητα του πυρήνα είναι περίπου σταθερή για όλους τους πυρήνες. Να εκτιμήσετε την πυρηνική πυκνότητα σε μονάδες (kg/m^3). [Δίνεται: $m_n \approx m_p \approx 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$]
- 3) Να βρεθεί σε MeV η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο (E_b/A) για τους πυρήνες ^{17}F και ^{19}F . Ο ατομικός αριθμός του φθορίου είναι $Z=9$. Με βάση την ενέργεια σύνδεσης που προσδιορίσατε ποιος από τους δύο πυρήνες είναι ο σταθερός και ποιος ο ασταθής και για ποιο λόγο;
[Δίνονται οι ατομικές μάζες του υδρογόνου, των ισωτόπων του φθορίου καθώς και η μάζα του νετρονίου: $M(^{17}\text{F})=17.002095$, $M(^{19}\text{F})=18.998403 \text{ u}$, $M(^1\text{H})=1.007825 \text{ u}$, $M(n)=1.008664 \text{ u}$, $u=931.5 \text{ MeV}$]
- 4) Να προσδιοριστεί ο ρυθμός αντιδράσεων $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ από ένα φύλλο αλουμινίου πάχους $300 \mu\text{m}$ όταν σε αυτό προσπίπτουν $5 \cdot 10^6$ [νετρόνια/s]. Δίδεται η ενεργός διατομή $\sigma(n,\alpha)=200 \text{ mb}$ για την συγκεκριμένη ενέργεια του πειράματος καθώς επίσης και η πυκνότητα του αλουμινίου ($\rho=2.7 \text{ gr}/\text{cm}^3$).
- 5) Για την πιο πάνω αντίδραση $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ ποια είναι η τιμή της ενέργειας Q που εκλύεται ή απορροφάται.
[Δίνονται οι ατομικές μάζες του ^{27}Al , του ^{24}Na , ^4He καθώς και η μάζα του νετρονίου: $M(^{27}\text{Al})=26.981538 \text{ u}$, $M(^{24}\text{Na})=23.990962 \text{ u}$, $M(^4\text{He})=4.002603 \text{ u}$, $M(n)=1.008664 \text{ u}$, $u=931.5 \text{ MeV}$]

Λύση

1)

$$\lambda N = 10 \mu\text{Ci} = 10 \times 10^{-6} \times 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 3.7 \cdot 10^5 \text{ Bq}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{13.16 \times 24 \times 3600} = 6.096 \cdot 10^{-7} \text{ (1/s)}$$

Άρα

$$N = \frac{3.7 \cdot 10^5}{6.096 \cdot 10^{-7}} = 6.07 \times 10^{11} \text{ Πυρήνες} = \frac{6.07 \times 10^{11}}{N_A} \times 136 \text{ gr} = 1.37 \cdot 10^{-10} \text{ gr}$$

2)

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi r_o^3 A$$

$$M = Am$$

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{Am}{\frac{4}{3} \pi r_o^3 A} = \frac{3m}{4 \pi r_o^3} = \frac{3 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{4 \cdot \pi \cdot (1.210^{-15})^3 \text{ m}^3} = 2.3 \cdot 10^{17} \text{ kg}/\text{m}^3$$

3)

$$E_b = (9 \times 1.007825 + 8 \times 1.008664 - 17.002095) \times 931.5 = 128.2 \Rightarrow \frac{E_b}{A} = 7.54 \text{ MeV (17 F)}$$

$$E_b = (9 \times 1.007825 + 10 \times 1.008664 - 18.998403) \times 931.5 = 147.8 \Rightarrow \frac{E_b}{A} = 7.78 \text{ MeV (19 F)}$$

Το ^{17}F έχει μικρότερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο άρα αυτό είναι το ασταθές ισότοπο.

4)

$$R = n \times T \times \sigma \times I$$

$$n = \frac{2.7 \text{ gr}/\text{cm}^3 \times N_A}{27 \text{ gr}} = 6.02 \times 10^{22} \text{ πυρήνες}/\text{cm}^3$$

$$R = n \times T \times \sigma \times I = 6.02 \times 10^{22} (1/cm^3) \times 3 \times 10^{-2} (cm) \times 200 \times 10^{(-27)} (cm^2) \times 5 \times 10^6 (1/s)$$

$$R = 1806 \text{ αντιδράσεις/s}$$

5)

$$Q = M(27Al) + M(n) - M(24Na) - M(4He)$$

$$Q = (26.981538 - 23.990962 + 1.008664 - 4.002603) \times 931.5 \text{ MeV} = -3.132 \text{ MeV}$$