

## Επιβράδυνση νετρονίων

Ένα νετρόνιο σε έναν αντιδραστήρα συγκρούεται διαδοχικά με ακίνητους πυρήνες άνθρακα  $^{12}_6\text{C}$ . Θεωρώντας τις κρούσεις κεντρικές ελαστικές και τη μάζα του νετρονίου ίση με τη μάζα του πρωτονίου ( $m_n = m_p$ ), να βρεθεί πόσες κρούσεις πρέπει να γίνουν ώστε η αρχική κινητική ενέργεια του νετρονίου να ελαττωθεί από 1MeV σε 1eV.

Δίνεται:  $\log(121/169) = -0,145$

Απάντηση:

Θεωρούμε το νετρόνιο ως κινούμενο σωματίδιο μάζας  $m_1 = m_n$  με ταχύτητα  $U_1$ , και κάθε ένα πυρήνα άνθρακα ως ακίνητο σωματίδιο μάζας  $m_2 = 12m_n = 12m_1$ . Εφόσον οι κρούσεις είναι κεντρικές ελαστικές, η ταχύτητα του αρχικά ακίνητου πυρήνα μετά την κρούση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 \Rightarrow v_2' = \frac{2m_1}{13m_1} v_1 \Rightarrow v_2' = \frac{2}{13} v_1$$

Η κινητική ενέργεια που αποκτά ο κάθε πυρήνας άνθρακα μετά την κρούση είναι:

$$K_2' = \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \Rightarrow K_2' = \frac{1}{2} 12m_1 \frac{4}{169} v_1^2 \Rightarrow K_2' = \frac{48}{169} \left( \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \right) \Rightarrow K_2' = \frac{48}{169} K_1$$

Σε κάθε ελαστική κρούση ισχύει:

$$K_1 = K_1' + K_2' \Rightarrow K_1' = K_1 - K_2' \Rightarrow K_1' = K_1 - \frac{48}{169} K_1 \Rightarrow K_1' = \frac{121}{169} K_1$$

δηλαδή στο νετρόνιο απομένουν μετά από κάθε κρούση τα  $121/169$  της κινητικής ενέργειας που είχε πριν την κρούση.

Δηλαδή μετά την 2η κρούση με ακίνητο πυρήνα άνθρακα, στο νετρόνιο απομένει ενέργεια:

$$K_1'' = \frac{121}{169} K_1' \Rightarrow K_1'' = \left(\frac{121}{169}\right)^2 K_1$$

Γενικεύοντας βρίσκουμε ότι μετά από  $x$  κρούσεις στο νετρόνιο απομένει ενέργεια:

$$K_{1(x\kappa\lambda)} = \left(\frac{121}{169}\right)^x K_1 \quad (1)$$

Όμως:  $1eV = \frac{1}{10^6} MeV$

Άρα:

$$K_{1(x\kappa\lambda)} = \frac{1}{10^6} K_1 \Rightarrow \left(\frac{121}{169}\right)^x K_1 = \frac{1}{10^6} K_1 \Rightarrow \left(\frac{121}{169}\right)^x = 10^{-6} \Rightarrow \log\left(\frac{121}{169}\right)^x = \log 10^{-6} \Rightarrow$$

$$x \log\left(\frac{121}{169}\right) = -6 \log 10 \Rightarrow x = \frac{-6}{\log\left(\frac{121}{169}\right)} = \frac{-6}{-0,145} \Rightarrow x = 41,4$$

Συνεπώς μετά από 41 κρούσεις η ενέργεια του νετρονίου γίνεται  $10^6$  φορές μικρότερη της αρχικής.

Θοδωρής Παπασγουρίδης