

ΑΣΚΗΣΕΙΣ Α

Αλληλεπίδραση φωτονίων και φορτισμένων σωματιδίων με την ύλη

A1. Ο μαζικός συντελεστής απορρόφησης του χαλκού (Cu) για φωτόνια ενέργειας 1.0 MeV είναι $\mu_p = 0.0589 \text{ cm}^2/\text{g}$. Τι ποσοστό λεπτής δέσμης 1.0 MeV φωτονίων διέρχεται από φύλλο χαλκού πάχους 1 cm; Η πυκνότητα του χαλκού είναι $\rho = 8.9 \text{ g/cm}^3$.

(Απάντηση: 0.59)

A2. Φωτόνιο ενέργειας 2 MeV υφίσταται Compton σκέδαση. Να υπολογισθεί η μέγιστη δυνατή ενέργεια που μπορεί να μεταφερθεί στο σκεδαζόμενο ηλεκτρόνιο.

(Απάντηση: 1774 keV)

A3. Δύο διαφορετικά υλικά (1) και (2) με μαζικούς συντελεστές απορρόφησης μ_{p1} και μ_{p2} αντίστοιχα χρησιμοποιούνται υπό μορφή ορθογώνιων πλακών σε θωράκιση γ -ακτινοβολίας. Εάν έχουν την ίδια επιφάνεια και επιφέρουν το ίδιο ποσοστό απορρόφησης, ποιος είναι ο λόγος των μαζών m_1/m_2 των δύο αυτών πλακών;

A4. Αποδείξτε πως, ασχέτως της αρχικής ενέργειας, φωτόνιο σκεδαζόμενο κατά Compton σε γωνία μεγαλύτερη των 60° είναι αδύνατον να δημιουργήσει φαινόμενο διδύμου γένεσης.

A5. Αναζητείται η αρχική ενέργεια E_0 φωτονίου γ , το οποίο, μετά από σκέδαση Compton σε υλικό, οπισθοσκεδάζεται χάνοντας τα $2/3$ της αρχικής του ενέργειας. Η κατά Compton ενέργεια σκεδαζόμενου φωτονίου σε γωνία θ δίνεται από τη σχέση:

$$E(\theta) = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_e c^2} (1 - \cos\theta)}$$

A6. Σωματίδιο α αρχικής ενέργειας $E_0 = 5.5 \text{ MeV}$ εκπέμπεται από σημειακή πηγή ^{241}Am στον αέρα. Η αλληλεπίδρασή του με τα μόρια του αέρα προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση που δίνει την γραμμική ανασχετική ισχύ

$$S(E) = -dE/dx = aE^{-b} \text{ με } a=2.1 \text{ και } b=0.50,$$

όταν η ενέργεια E μετράται σε MeV και η διαδρομή x σε cm. Να υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του αέρα για να σταματήσει την ακτινοβολία αυτή.

A7. Σωματίδιο α αρχικής ενέργειας $E_0 = 5.5 \text{ MeV}$ εκπέμπεται από σημειακή πηγή ^{241}Am στον αέρα. Η αλληλεπίδρασή του με τα μόρια του αέρα προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση που δίνει την γραμμική ανασχετική ισχύ

$$S(E) = -\frac{dE}{dx} = \frac{\lambda}{\sqrt{E}}$$

όταν η ενέργεια E μετράται σε MeV και η διαδρομή x σε cm. Να υπολογιστεί ο συντελεστής λ , εάν γνωρίζουμε πως 4cm αέρα είναι ικανά να σταματήσουν την ακτινοβολία αυτή.

A8. Ποιος πρέπει να είναι ο λόγος ενεργειών δύο διαφορετικών δεσμών πρωτονίων p και σωματιδίων α (πυρήνων ${}^4\text{He}$) ώστε να έχουν την ίδια εμβέλεια σε δοσμένο υλικό;

A9. Λεπτή δέσμη σωματιδίων α (${}^4\text{He}$) αρχικής ενέργειας $E_0 = 8.0 \text{ MeV}$ προσπίπτει σε αέριο στόχο πάχους 10 cm . Η αλληλεπίδρασή των με τα μόρια του αερίου προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση που δίνει την γραμμική ανασχετική ισχύ

$$S(E) = -dE/dx = aE^{-b} \text{ με } a=2.0 \text{ και } b=0.80,$$

όταν η ενέργεια E μετράται σε MeV και η διαδρομή x σε cm . Να διερευνηθεί εάν η δέσμη εξέρχεται του στόχου και με ποιά ενέργεια.

A10. Φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές υλικό με αρχική ενέργεια E_0 και σταματά ακριβώς στο μέσο του πάχους του. Εάν η γραμμική ανασχετική του ισχύς περιγράφεται ποσοτικά από τη σχέση

$$S(E) = -dE/dx = 2E^{-1/2}, \quad ([E]=\text{MeV}, [x]=\text{cm})$$

να υπολογιστεί η ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια (συναρτήσει της E_0) ώστε το σωματίδιο να εξέλθει του υλικού.