

## ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ NP1 (Nuclear Physics 1)

Παραδείγματα τέτοιων ασκήσεων κάναμε στα βίντεο. Προσπαθείστε να τις λύσετε μόνοι σας για εξάσκηση.

Διδάσκων: Θεόδωρος Ν. Τομαράς

1. Σε λεπτή επιφάνεια είναι χαραγμένες δύο παράλληλες σχισμές αμελητέου πάχους σε απόσταση  $d = 12$  μεταξύ τους. Δέσμη νετρονίων ορμής  $p = 2\pi\hbar/(5\text{\AA})$  ( $\hbar \equiv 2\pi\hbar = 6.63 \times 10^{-34} \text{Jsec}$  είναι η σταθερά του *Planck*) πέφτει πάνω στην οθόνη. (α) Υπολογίστε την ταχύτητα των νετρονίων της δέσμης σε  $m/sec$ . (β) Πόσο είναι το μήκος κύματος της δέσμης των νετρονίων; (γ) Πόσα τοπικά μέγιστα και σε τι γωνίες θα παρατηρηθούν πάνω σε οθόνη, που βρίσκεται πίσω από την επιφάνεια σε μεγάλη απόσταση και είναι παράλληλη προς αυτήν;

2. Εκτιμήστε την ενέργεια που πρέπει να έχει δέσμη πρωτονίων ικανή να διερευνήσει την δομή της ύλης σε αποστάσεις της τάξης των  $10^{-17} \text{cm}$ .

3. (α) Πυρήνας αζώτου  ${}^{12}_7N$  παράχθηκε στο εργαστήριο. Είναι ευσταθής ή ασταθής; Αν είναι ασταθής πώς διασπάται; Εξηγήστε.

(β) Το ίδιο για τον πυρήνα  ${}^8_3Li$ .

(γ) Συμφωνούν τα συμπεράσματά σας με τα στοιχεία που έχουν οι πίνακες των πυρήνων;

4. Να χωρίσετε σε μποζόνια και φερμιόνια τα εξής σωματάρια: νετρόνιο, πυρήνας  ${}^3He$ , άτομο  ${}^4He$ , άτομο  ${}^3H$ , άτομο  ${}^2H$ , πυρήνας  ${}^{12}_6C$ , άτομο  ${}^{14}_7N$ , πυρήνας  ${}^6_3Li$ . Εξηγήστε με σαφήνεια τον ισχυρισμό σας.

5. Στο μάθημα Φ3 έχετε υπολογίσει τις ενεργειακές στάθμες ενός σωματιδίου μάζας  $m$  σε απειρόβαθο πηγάδι δυναμικού εύρους  $L$  και έχετε βρει

$$E_n(m) = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

(α) Πέντε πρωτόνια και τρία νετρόνια βρίσκονται μέσα σε απειρόβαθο πηγάδι με  $L = 10F$ . Αγνοείτε τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις (μια πολύ χονδρική προσέγγιση) και υπολογίστε σε μονάδες  $eV$  ή πολλαπλάσιά του την ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης του συστήματος. Δίδονται  $m_p \simeq m_n \simeq 1\text{GeV}/c^2$  και  $m_D \simeq 2\text{GeV}/c^2$ .

(β) Το ίδιο για 5 πρωτόνια και 3 πυρήνες δευτερίου.

(γ) Το ίδιο για 8 πυρήνες δευτερίου.

6. Να υπολογισθεί η ενέργεια σύνδεσης ανα νουκλεόνιο του πυρήνα Μολύβδου  ${}^{208}_{82}Pb$ . Δίδονται η μάζα  $M$  του **ατόμου** του  ${}^{208}_{82}Pb$  ίση προς  $207.97664u$ , η μάζα του πρωτονίου  $1.007276u$ , η μάζα του νετρονίου  $1.008665u$  και η μάζα του ηλεκτρονίου  $0.000549u$ . Για τον υπολογισμό της μάζας του πυρήνα του  $Pb$ , που θα χρειαστείτε, χρησιμοποιείτε τις γνώσεις σας για τις τυπικές ενέργειες σύνδεσης των ηλεκτρονίων στα άτομα.

7. Σε φασματογράφο μάζας με μαγνητικό πεδίο  $B = 10^{-3} \text{Tesla}$  εισέρχεται πυρήνας  ${}^{16}_8O$  με ορμή  $p = 50 \text{keV}/c$ . Υπολογίστε την ακτίνα του κύκλου, που θα δια-

γράψει.

**8.** Η μάζα του πρωτονίου οφείλεται στην ενέργεια των κουάρκ και των γλιονίων που περιέχει σε αναλογία περίπου 1:1. Με δεδομένο ότι το μέγεθος του πρωτονίου είναι της τάξης του ενός *Fermi* και του γεγονότος ότι περιέχει τρία κουάρκ μάζας μερικών *MeV* το καθένα, χρησιμοποιήστε την αρχή της αβεβαιότητας και εκτιμήστε την μάζα του.