

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

Φυλλάδιο 8 : Άτομο Υδρογόνου, Θεωρία στροφορμής, Spin

Μέρος Α: Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

1. Στο ατομικό σύστημα μονάδων ($\hbar = m = e = 1$) η κυματοσυνάρτηση της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου του Υδρογόνου έχει τη μορφή:

$$\psi(\vec{r}) = Ne^{-r}$$

όπου ο συντελεστής κανονικοποίησης ισούται με:

α) $1/4\pi$ β) $1/\sqrt{4\pi}$ γ) $1/\pi$ δ) $1/\sqrt{\pi}$

2. Άτομο Υδρογόνου στην κατάσταση $4f$ έχει μέτρο στροφορμής:

α) $4\hbar$ β) $\sqrt{6}\hbar$ γ) $2\sqrt{3}\hbar$ δ) $3\hbar$

3. Η γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της στροφορμής με το $\hat{z}$ στην κατάσταση ψ_{432} του ατόμου του Υδρογόνου είναι:

α) 15.2° β) 30° γ) 54.8° δ) 60°

4. $2N$ ηλεκτρόνια συγκατοικούν σε απειρόβαθο πηγάδι δυναμικού εύρους L . Το ενεργειακά υψηλότερο ηλεκτρόνιο, όταν το σύστημα είναι στη θεμελιώδη του κατάσταση, έχει ενέργεια:

α) $E = \frac{\hbar^2 \pi^2 (2N)^2}{2mL^2}$ β) $E = \frac{\hbar^2 \pi^2 N^2}{2mL^2}$ γ) $E = \frac{\hbar^2 \pi^2 2N^2}{2mL^2}$
δ) $E = \frac{\hbar^2 \pi^2 (N/2)^2}{2mL^2}$

5. Δέκα σωματίδια με spin $s = 3/2$ συγκατοικούν σε ένα μονοδιάστατο απειρόβαθο πηγάδι δυναμικού και η ελάχιστη ολική τους ενέργεια είναι ίση με 19 eV. Η ενέργεια της θεμελιώδους στάθμης του πηγαδίου είναι ίση με:

α) 0.5 eV β) 0.25 eV γ) 2.5 eV δ) 1.5 eV

Μέρος Β: Προβλήματα.

1. Υπολογίστε την πιθανότητα να βρίσκεται το ηλεκτρόνιο του ατόμου του Υδρογόνου μέσα στη 'σφαίρα του Bohr', δηλαδή σε αποστάσεις από τον πυρήνα μικρότερες ή ίσες από την ακτίνα του Bohr.
2. Η κυματοσυνάρτηση της κατάστασης $2s$ του ατόμου του Υδρογόνου έχει τη μορφή

$$\psi(\vec{r}) = N(1 - r/2)e^{-r/2}.$$

Υπολογίστε τη μέση απόσταση του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα.

3. Το ηλεκτρόνιο ενός ατόμου Υδρογόνου βρίσκεται στη διεγερμένη κατάσταση $4p$. Υπολογίστε την ολική του ενέργεια καθώς και το μέγεθος του διανύσματος της στροφορμής του.
4. Το ηλεκτρόνιο ενός ατόμου Υδρογόνου βρίσκεται στη διεγερμένη κατάσταση $4p$.

<u>4s</u>	<u>4p</u>	<u>4d</u>	<u>4f</u>
<u>3s</u>	<u>3p</u>	<u>3d</u>	
<u>2s</u>	<u>2p</u>		
<u>1s</u>			

Δείξτε με βέλη τις επιτρεπόμενες αποδιεγέρσεις αυτού του ηλεκτρονίου και υπολογίστε τις ενέργειες και τα μήκη κύματος των εκπεμπόμενων φωτονίων.

5. Κάντε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του Αζώτου ($Z = 7$) και δείξτε πώς είναι τοποθετημένα πάνω σ' αυτές τα ηλεκτρόνιά του, στη θεμελιώδη κατάσταση.
6. Η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης σε ένα απειρόβαθο πηγάδι δυναμικού είναι $E_1 = 1$ eV. Υπολογίστε την ελάχιστη ολική ενέργεια και την πρώτη ενέργεια διέγερσης ενός συστήματος είκοσι όμοιων σωματιδίων με spin $5/2$ που συγκατοικούν μέσα σ' αυτό το πηγάδι. Το ίδιο ερώτημα αν τα σωματίδια έχουν spin $s = 2$.