

Κβαντική Θεωρία της Ύλης

Φυλλάδιο 3-2025 : Αρχή αβεβαιότητας, Κυματοσυνάρτηση στη 1 διάσταση

Μέρος Α: Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

1. Η θέση ενός ηλεκτρονίου είναι καθορισμένη με ακρίβεια $\Delta x = 1 \text{ \AA}$. Η αβεβαιότητα της ταχύτητάς του θα είναι ίση με:
α) $\Delta v = 10^4 \text{ cm/sec}$ β) $\Delta v = 10^8 \text{ cm/sec}$ γ) $\Delta v = 10^{10} \text{ cm/sec}$ δ) $\Delta v = 0 \text{ cm/sec}$
2. Η θέση ενός ηλεκτρονίου είναι γνωστή με ακρίβεια $\Delta x = 5 \text{ \AA}$. Η κινητική του ενέργεια θα είναι χονδρικά ίση με:
α) 0.01 eV β) 0.1 eV γ) 1 eV δ) 10^{-3} eV
3. Ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο είναι παγιδευμένα σε μια περιοχή μικροσκοπικών διαστάσεων. Μεγαλύτερη αβεβαιότητα ορμής θα έχει:
α) Το ηλεκτρόνιο β) Οι αβεβαιότητες θα είναι ίσες γ) Το πρωτόνιο
δ) Εξαρτάται από το μέγεθος της περιοχής
4. Η κυματοσυνάρτηση ενός σωματιδίου έχει, σε μια ορισμένη στιγμή, τη μορφή $\psi(x) = Nxe^{-x^2}$. Οι πιο πιθανές περιοχές να βρούμε το σωματίδιο είναι γύρω από τα σημεία:
α) $x = \pm 1$ β) $x = 0$ γ) $x = 0$ και $x = \pm 1/\sqrt{2}$ δ) $x = \pm 1/\sqrt{2}$
5. Μια μονοδιάστατη κυματοσυνάρτηση έχει τη μορφή $\psi(x) = Ne^{-\lambda|x|}$. Ο συντελεστής κανονικοποίησης έχει την τιμή:
α) $N = \sqrt{\lambda/2}$ β) $N = 1/\sqrt{\lambda}$ γ) $N = \sqrt{\lambda}$ δ) $N = 2\lambda$
6. Η πιθανότητα να βρούμε το σωματίδιο που περιγράφεται από την κυματοσυνάρτηση του προηγούμενου ερωτήματος στον θετικό ημιάξονα είναι:
α) 75% β) 25% γ) 50% δ) 0%
7. Η μέση θέση του παραπάνω σωματιδίου είναι:
α) $\langle x \rangle = 1/\lambda^2$ β) $\langle x \rangle = 1/\lambda$ γ) $\langle x \rangle = 0$ δ) $\langle x \rangle = \lambda$

Μέρος Β: Προβλήματα.

1. Υπολογίστε την αβεβαιότητα θέσης σωματιδίου με κυματοσυνάρτηση $\psi(x) = Ne^{-\lambda|x|}$. (Χρησιμοποιήστε τις απαντήσεις στις πιο πάνω ερωτήσεις 5 και 7.)
2. Επικαλεστείτε την αρχή της αβεβαιότητας για να εκτιμήσετε την ελάχιστη δυνατή ενέργεια που μπορεί να έχει ένα σωματίδιο παγιδευμένο σε ένα μονοδιάστατο διάστημα μήκους L .
3. Ο μέσος χρόνος ζωής του ηλεκτρονίου στην κατάσταση $2p$ του ατόμου του Υδρογόνου είναι $\tau = 1.6 \times 10^{-9} \text{ sec}$. Πόσο είναι το πλάτος, ΔE , της αντίστοιχης ενεργειακής στάθμης;