ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

Φυλλάδιο 7 : Αρμονικός ταλαντωτής

Μέρος Α: Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

1. Ενα σωματίδιο βρίσκεται στην 2η διεγερμένη στάθμη αρμονικού ταλαντωτή, απ' όπου μεταπίπτει στην 1η διεγερμένη εκπέμποντας ένα φωτόνιο μήκους κύματος 6200 Å. Η ενέργειά της θεμελιώδους στάθμης του είναι ίση με:

   α) 2 eV β) 4 eV γ) 1 eV δ) 10 eV

2. Η ενέργεια της θεμελιώδους στάθμης ενός αρμονικού ταλαντωτή είναι ίση με 1 eV. Αν ο ταλαντωτής βρίσκεται στην πέμπτη διεγερμένη στάθμη του η ενέργειά του θα είναι ίση με:

   α) 5 eV β) 11 eV γ) 9 eV δ) 11/2 eV

3. Η ενέργεια της θεμελιώδους στάθμης ενός αρμονικού ταλαντωτή είναι 2 eV. Η ενέργεια του ταλαντωτή όταν η κατάστασή του περιγράφεται από την κυματοσυνάρτηση

   $$\psi(x) = N(2x^3 - 3x)e^{-x^2/2} \qquad \text{(φυσικές μονάδες)}$$

   είναι ίση με:

   α) 7 eV β) 12 eV γ) 14 eV δ) 10 eV

4. Ένα σωματίδιο βρίσκεται στην τρίτη διεγερμένη στάθμη ενός αρμονικού ταλαντωτή. Η πιθανότητα να το βρούμε οπουδήποτε στο διάστημα $(-\infty, 0]$ είναι ίση με:

   α) $1/\sqrt{2}$ β) 1/4 γ) 1/2 δ) 2/3

Μέρος Β: Προβλήματα.

1. Οι λύσεις της εξίσωσης Schrödinger για τον αρμονικό ταλαντωτή έχουν, όπως ξέρετε, τη μορφή

   $$\psi_n(x) = e^{-x^2/2a^2} H_n(x), \qquad a = \sqrt{\hbar/m\omega},$$

   όπου $H_n(x)$ πολυώνυμο βαθμού n. Δοκιμάστε ως $H_n(x)$ ένα πολυώνυμο πρώτου βαθμού και βρείτε την τιμή της ενέργειας για την οποία μια τέτοια λύση πράγματι υπάρχει. Κατασκευάστε εκπεφρασμένα το αντίστοιχο πολυώνυμο και σχεδιάστε τη σχετική κυματοσυνάρτηση.

2. Υπολογίστε το γινόμενο αβεβαιότητας $\Delta x \Delta p$ για την θεμελιώδη στάθμη του αρμονικού ταλαντωτή. (Χρησιμοποιήστε την έκφραση της ενέργειας για να βρείτε το $< p^2 >$ ως συνάρτηση του $< x^2 >$, καθώς και το ότι η μέση τιμή της ορμής ($< p >$) στις δέσμιες καταστάσεις είναι μηδέν.)
   ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΔpΔx=hbar/2