

ΣΕΜΦΕ
ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ IV

Διάρκεια εξέτασης: 3 ώρες
Διδάσκουσα: Θ.Παπαδοπούλου

13 Ιουλίου 2010

Βιβλία, σημειώσεις, κινητά κλειστά
Διανέμεται σχετικό τυπολόγιο

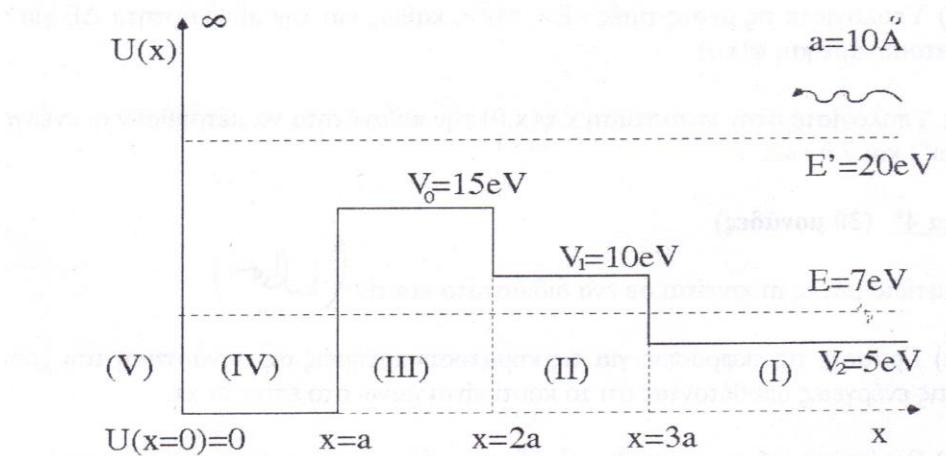
Θέμα 1^ο (20 μονάδες)

(1 α) Ένα άτομο εκπέμπει ένα φωτόνιο μήκους κύματος 5000 Å σε χρόνο $\tau = 10^{-10} \text{ sec}$. Υπολογίστε τη διασπορά των μηκών κύματος που έχουμε σε αυτό το φωτόνιο.

(1 β) Χρησιμοποιήστε τη συνθήκη του Bohr για ηλεκτρόνιο που κινείται κυκλικά στην n -οστή τροχιά γύρω από τον πυρήνα στο άτομο του υδρογόνου και βρείτε το αντίστοιχο μήκος κύματος του ηλεκτρονίου. Συγκρίνετε το με το μήκος της τροχιάς.

Θέμα 2^ο (30 μονάδες)

Σωματίδιο με ενέργεια $E=7 \text{ eV}$ κινείται σε μία διάσταση και προσπίπτει από δεξιά σε περιοχή όπου έχει δυναμική ενέργεια $U(x)$ που περιγράφεται από το παρακάτω σχήμα.



(2 α) Γράψτε τις φυσικά παραδεκτές λύσεις της εξίσωσης Schrödinger σε όλες τις περιοχές και περιγράψτε τι παριστάνει από φυσική άποψη κάθε όρος αυτών των λύσεων. Σχεδιάστε ποιοτικά το πραγματικό μέρος των λύσεων της εξίσωσης Schrödinger, αποδίδοντας ποιοτικά τα χαρακτηριστικά τους (π.χ. πλάτος, μήκος κύματος κλπ.)

(2 β) Επαναλάβετε το ερώτημα (2 α) για σωματίδιο με ενέργεια $E' = 20 \text{ eV}$.

(2 γ) Για την περίπτωση $E = 7 \text{ eV}$, βρείτε την έκφραση του συντελεστή ανάκλασης στην περιοχή I και του συντελεστή διάδοσης από την περιοχή I στην περιοχή IV με

τη χρήση των πυκνοτήτων ρεύματος πιθανότητας J_1, J_R, J_T . (Χρησιμοποιήστε τα πλάτη των διαφόρων κυμάτων χωρίς να τα υπολογίσετε).

(2 δ) Υπολογίστε προσεγγιστικά το συντελεστή διάδοσης από την περιοχή I στην περιοχή IV, για την περίπτωση $E=7 \text{ eV}$, αν η μάζα του σωματιδίου είναι $0,5 \text{ eV}/c^2$.

(2 ε) Σε ποιές περιοχές έχουμε κβαντισμένες ενέργειακές καταστάσεις και σε ποιές συνεχόμενες;

Θέμα 3^ο (30 μονάδες) Δίνεται η κυματοσυνάρτηση

$$\psi(x,0) = A \varphi_1(x) + (1/\sqrt{3}) \varphi_3(x), \quad A > 0$$

όπου $\varphi_1(x)$, $\varphi_3(x)$ οι ιδιοκαταστάσεις ενέργειας E_1, E_3 του απλού αρμονικού ταλαντωτή $V(x)=(1/2) m \omega^2 x^2$.

(3 α) Να υπολογιστεί η σταθερά A ($A > 0$).

(3 β) Υπολογίστε στην κατάσταση αυτή, την πιθανότητα να μετρηθούν οι ενέργειες:

$$\hbar \omega/2, \quad 3 \hbar \omega/2, \quad 5 \hbar \omega/2, \quad 7 \hbar \omega/2.$$

(3 γ) Υπολογίστε την κυματοσυνάρτηση $\psi(x,t)$ για $t > 0$. Δώστε την τελική έκφραση που να έχει, εκτός από τα x, t μόνο τις παραμέτρους m, \hbar και ω .

(3 δ) Υπολογίστε τις μέσες τιμές $\langle E \rangle, \langle E^2 \rangle$, καθώς και την αβεβαιότητα ΔE για την κυματοσυνάρτηση $\psi(x,t)$.

(3 ε) Υπολογίστε στην κατάσταση $x \psi(x,0)$ την πιθανότητα να μετρηθούν οι ενέργειες $3 \hbar \omega/2$ και $7 \hbar \omega/2$.

Θέμα 4^ο (20 μονάδες)

Σωματίδιο μάζας m κινείται σε ένα διδιάστατο κουτί. (κύλω)

(4 α) Γράψετε τις εκφράσεις για τις κυματοσυναρτήσεις ως συνάρτηση του χρόνου και τις ενέργειες υποθέτοντας ότι το κουτί είναι πάνω στο επίπεδο xz .

(4 β) Βρείτε τις ενέργειες της θεμελιώδους στάθμης, και επίσης της πρώτης έως και της πέμπτης διεγερμένης στάθμης.

(4 γ) Πότε μία ενέργειακή στάθμη ονομάζεται εκφυλισμένη; Ποιός είναι ο βαθμός εκφυλισμού των σταθμών που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα;

Καλή επιτυχία!