

Σχολή ΕΜΦΕ

Επαναληπτική εξέταση Φυσικής IV

Διάρκεια εξέτασης : 3 ώρες

Διδάσκοντες: Γ. Ζουπάνος, Θ. Παπαδοπούλου

1 Οκτωβρίου 2001

Θέμα 1ο

1 α) Τα άτομα αερίου διεγείρονται με κάποιο τρόπο σε χρόνο $t = 0$. Στη συνέχεια τα άτομα πέφτουν στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας φως μήκους κύματος $\lambda = 3000 \text{ Å}^\circ$. Η ένταση του φωτός ελαττώνεται με το χρόνο σύμφωνα με το νόμο

$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$$

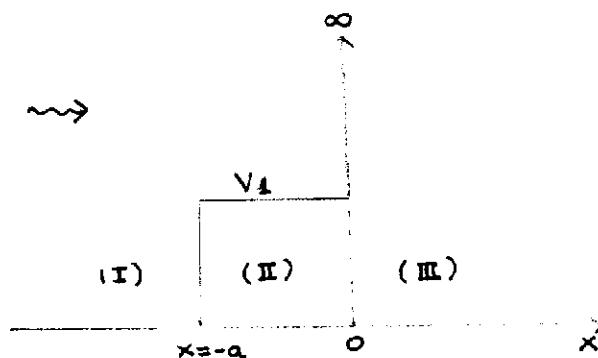
, όπου $\tau = 10^{-7} \text{ sec}$, ο μέσος χρόνος ζωής.

Βρείτε το πλάτος Δλ των μήκους κύματος της φασματικής γραμμής αν το "φυσικό" πλάτος είναι η μόνη πηγή διαπλάτυνσης.

1 β) Στο μοντέλο ατόμου του Bohr, ένα ηλεκτρόνιο κινείται κυκλικά στη n-οστή τροχιά γύρω από τον πυρήνα στο άτομο του υδρογόνου. Βρείτε το μήκος κύματος de Broglie του ηλεκτρονίου στη n-οστή τροχιά και συγκρίνετε το με την ακτίνα της τροχιάς.

Θέμα 2ο

Ενα σωματίδιο με μάζα m προσπίπτει από αριστερά πάνω στο δυναμικό του Σχήματος :



2 α) Γράψτε τη μορφή της κυματοσυνάρτησης που είναι λύση της χρονικά ανεξάρτητης εξίσωσης του Schrödinger στην κάθε περιοχή για τις δύο περιπτώσεις :

$$(i) E < V_1 \quad (ii) E' > V_1$$

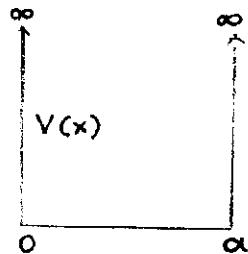
Σχεδιάστε ποιοτικά το πραγματικό μέρος της κυματοσυνάρτησης για την πρώτη περίπτωση (i)

2 β) Ποιοί είναι οι συντελεστές ανάκλασης και διάδοσης για $E = V_1$;

Θέμα 3ο

Σωματίδιο μάζας m περιωρισμένο σε μονοδιάστατο "κουτί" δυναμικού με αδιαπέραστα τοιχώματα περιγράφεται την στιγμή $t = 0$ από την κυματοσυνάρτηση :

$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{3\alpha}} \sin \frac{\pi x}{\alpha} + C \sqrt{\frac{2}{\alpha}} \sin \frac{\alpha \pi x}{\alpha}$$



που είναι υπέρθεση της θεμελιώδους και της πρώτης διεγερμένης κατάστασης του δυναμικού.

3 α) Προσδιορίστε τον συντελεστή C ώστε η $\Psi(x)$ να είναι κανονικοποιημένη.

3 β) Βρείτε την κυματοσυνάρτηση Ψ σαν συνάρτηση του χρόνου.

3 γ) Βρείτε τη μέση τιμή $\langle E \rangle$ ενός μεγάλου αριθμού μετρήσεων της ενέργειας του σωματιδίου.

Θέμα 4ο

4 α) Υπολογίστε τη μέση αναμενόμενη τιμή των μεταβλητών $\langle x \rangle$, $\langle p \rangle$, $\langle x^2 \rangle$ και $\langle p^2 \rangle$ για την θεμελιώδη στάθμη του μονοδιάστατου κβαντικού αρμονικού ταλαντωτή με μάζα m και "σταθερά ελατηρίου" k .

4 β) Υπολογίστε την αβεβαιότητα Δρ χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του ερωτήματος 2α) (4α)

4 γ) Υπολογίστε τη μέση αναμενόμενη τιμή της κινητικής ενέργειας στην ίδια στάθμη του ταλαντωτή.

4 δ) Σχολιάζοντας το αποτέλεσμα (4γ), μπορείτε να γράψετε τη μέση τιμή της δυναμικής ενέργειας του ταλαντωτή χωρίς να την υπολογίσετε ;

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

$$\int_{-\infty}^{+\infty} dx x^{2n} e^{-\frac{x^2}{a^2}} = \begin{cases} a \sqrt{\pi} & \text{για } n=0 \\ -\frac{a^3}{2} \sqrt{\pi} & \text{για } n=1 \\ \frac{3}{4} a^5 \sqrt{\pi} & \text{για } n=2 \end{cases}$$