

ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ

Προθεσμία 29/3/2024

Θέμα 1

Τη χρονική στιγμή $t = -\infty$ ένα άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση $1s$ τοποθετείται σε ηλεκτρικό πεδίο με χρονική εξάρτηση $\vec{E}(t) = \frac{B\tau}{e\pi} \frac{1}{t^2 + \tau^2} \hat{z}$ όπου B και τ σταθερές. Ποιά είναι η πιθανότητα για μετάβαση στην κατάσταση $2p$ τη χρονική στιγμή $t = +\infty$; Ποιά είναι η αντίστοιχη πιθανότητα για τη μετάβαση στην κατάσταση $(2s)$;

Θέμα 2

(α) Δείξτε ότι για ένα κεντρικό δυναμικό $V(\vec{r}) = V(r)$ η διαφορική ενεργός διατομή μπορεί να γραφεί στην προσέγγιση Born σαν

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{m}{2\pi\hbar^2} \right)^2 \frac{p_f}{p_i} |\tilde{V}^B(\vec{q})|^2$$

όπου $\tilde{V}^B(\vec{q}) = \frac{4\pi}{q} \int_0^\infty dr r V(r) \sin(qr)$, $\vec{q} = (\vec{p}_f - \vec{p}_i)/\hbar$ και \vec{p}_f, \vec{p}_i η τελική και αρχική ορμή του σχεδάζόμενου σωματίου.

(β) Υπολογίστε τη διαφορική και την ολική ενεργό διατομή, για ελαστική σκέδαση, στην περίπτωση του δυναμικού $V(r) = B \frac{e^{-\alpha r}}{r}$.

Θέμα 3

Ένα αδιατάρακτο ατομικό σύστημα, περιγράφεται από την Hamiltonian H_0 και έχει δύο διακριτές ιδιοκαταστάσεις $|1\rangle$ και $|2\rangle$ με αντίστοιχες ενέργειες $E_1 = \hbar\omega_1$ και $E_2 = \hbar\omega_2$, με $E_1 < E_2$. Αρχικά την χρονική στιγμή $t = 0$ το σύστημα βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Τότε μία σταθερή χρονικά διαταραχή W ενεργοποιείται.

(α) Χρησιμοποιώντας την ερμητιανότητα της Hamiltonian $H = H_0 + W$, προσδιορίστε την μορφή του W στη βάση των καταστάσεων $|1\rangle, |2\rangle$.

(β) Υπολογίστε την πιθανότητα σαν συνάρτηση του χρόνου t , το σύστημα να βρεθεί σε κάθε μια από τις δύο καταστάσεις του.