

ΕΚΤΑΚΤΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

“ ΦΥΣΙΚΗ ΙV -(ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Ι) ”

Η. Κατσούφης (Α – Λ) , Θ. Παπαδοπούλου (Μ – Ν)

Ιούλιος 2006

Θέμα 1^ο

1α) Ένα άτομο εκπέμπει ένα φωτόνιο μήκους κύματος 5000 \AA σε χρόνο $\tau = 2 \times 10^{-10} \text{ sec}$. Υπολογίστε τη διασπορά των μηκών κύματος που έχουμε σε αυτό το φωτόνιο.

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

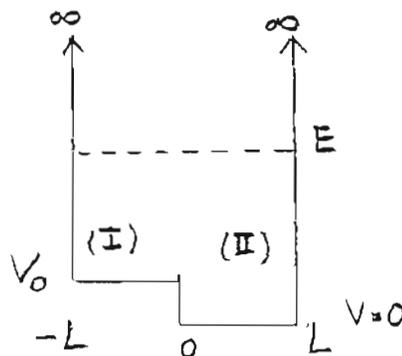
Θέμα 2^ο

Σωματίδιο μάζας m βρίσκεται στο άπειρο πηγάδι δυναμικού του σχήματος πλάτους $2L$, όπου $V = V_0$ στο διάστημα $(-L, 0)$ και $V = 0$ στο διάστημα $(0, L)$.

2α) Να γραφούν οι φυσικά παραδεκτές λύσεις της εξίσωσης Schrödinger όταν η ολική ενέργεια E είναι μεγαλύτερη του V_0 .

Να προσδιοριστούν οι σταθερές σαν συνάρτηση των ποσοτήτων E , m , V_0 και L . (Δεν ζητείται να προσδιοριστεί η σταθερά κανονικοποίησης).

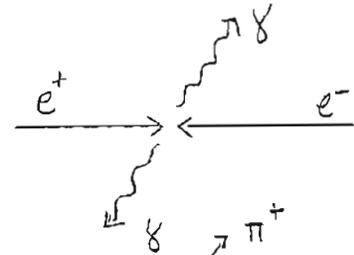
2β) Να βρεθεί η σχέση από την οποία μπορούν να προσδιοριστούν οι δυνατές τιμές της ενέργειας του σωματιδίου.



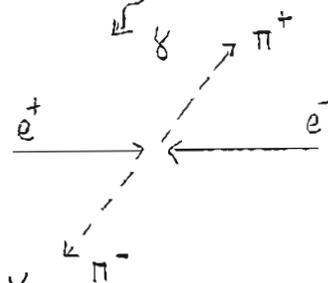
Θέμα 3^ο

Σε πείραμα συγκρουομένων δεσμών ηλεκτρονίων – ποζιτρονίων, η ολική ενέργεια του κέντρου μάζας είναι $Q = 30 \text{ GeV}$.

3α) Παρατηρούμε την αντίδραση εξαΰλωσης σε δύο φωτόνια, δηλ. $e^+ e^- \rightarrow \gamma \gamma$. Βρείτε το μήκος κύματος των παραγομένων φωτονίων στο σύστημα κέντρου μάζας της αντίδρασης.



3β) Στην περίπτωση που παρατηρούμε την αντίδραση $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^-$ υπολογίστε το μήκος κύματος de Broglie καθενός π-μεσονίου.



$$m_e c^2 = 0,5 \text{ MeV}, \quad m_\pi c^2 = 0,139 \text{ GeV}$$
$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}, \quad 1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$$

Θέμα 4^ο

Αρμονικός ταλαντωτής σταθεράς k και μάζας m , βρίσκεται στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση με κυματοσυνάρτηση $\psi = C x e^{-ax^2/2}$, όπου $a = \frac{m\omega}{\hbar}$ και $\omega^2 = \frac{k}{m}$

4α) Να προσδιοριστούν οι θέσεις στις οποίες η πυκνότητα πιθανότητας εύρεσης του σωματιδίου παρουσιάζει μέγιστο.

4β) Να βρεθεί η τιμή της πυκνότητας πιθανότητας στις θέσεις στις οποίες αυτή παρουσιάζει μέγιστο.

4γ) Να υπολογιστεί η πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο στην περιοχή $0 < x < +\infty$

4δ) Να υπολογιστεί η μέση τιμή της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας.