

ΣΕΜΦΕ

Εξέταση στη Φυσική IV

Διάρκεια εξέτασης : 2,5 ώρες

Διδάσκοντες: Η. Κατσούφης (Α - Λ), Θ. Παπαδοπούλου (Μ - Ω)

18 Σεπτεμβρίου 2007

ΟΛΑ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΙΝΑΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ

Βιβλία, σημειώσεις, κινητά: κλειστά.

Διανέμεται σχετικό τυπολόγιο.

Θέμα 1^ο (20 μονάδες)

χα) Για τον προσδιορισμό της θέσης ενός μη σχετικιστικού πρωτονίου η μέτρηση διαταράσσει την κινητική του ενέργεια K το πολύ κατά 1 keV.

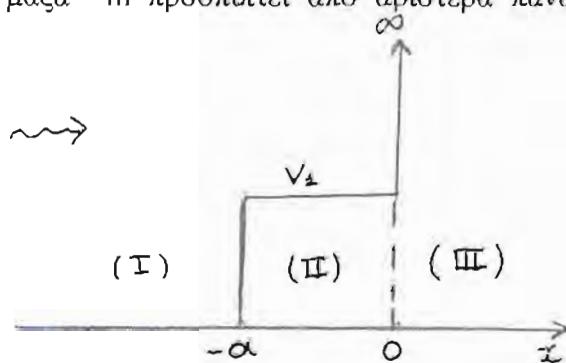
Πόση είναι η ελάχιστη ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης του; $m_p c^2 \approx 1 \text{ GeV}$

1β) Είναι δυνατόν ένα φωτόνιο να δώσει όλη του την ενέργεια και ορμή σε ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο;

Σχολιάστε το αποτέλεσμα σε σχέση με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

Θέμα 2^ο (25 μονάδες)

Ένα σωματίδιο με μάζα m προσπύτει από αριστερά πάνω στο δυναμικό του Σχήματος:



2α) 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)

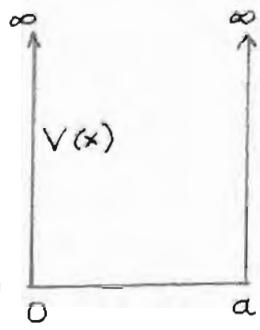
2β) Ποιοί είναι οι συνιελεστές ανάκλασης και διάδοσης για $E = V_1$;
Ζητείται αναλυτική απόδειξη.

Θέμα 3^ο (30 μονάδες)

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

$$\Psi(x) = C \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi x}{a} + \sqrt{\frac{2}{3a}} \sin \frac{2\pi x}{a}, \quad (1)$$

$C > 0$



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

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

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

~~3γ)~~ Βρείτε τη μέση ενέργεια $\langle E \rangle$ και την αβεβαιότητα της ενέργειας ΔE του σωματιδίου. Εκφράστε τα αποτελέσματά σας συναρτήσει της ενέργειας E , της θεμελιώδους κατάστασης.

~~3.8)~~ Ποια είναι η μέση θέση του σωματιδίου $\langle x \rangle_{t=0}$ κατά τη χρονική στιγμή $t=0$ και $\langle x \rangle_t$, ύστερα από χρόνο t ; (*Να γενν οπορθίσετε τα σεμεία
δημιουργίας απλάσις, σχηματίστε το άθος τέτοια*)

Θέμα 4^ο (25 μονάδες)

Σωματίδιο μάζας m κινείται σε ένα διδιάστατο κουτί πλευράς L .

(2α) Γράψετε τις εκφράσεις για τις κυματοσυναρτήσεις σαν συνάρτηση του χρόνου και τις ενέργειες υποθέτοντας ότι το κουτί είναι πάνω στο επίπεδο $x z$.

(2β) Βρείτε τις ενέργειες της θεμελιώδους στάθμης, της πρώτης και της πέμπτης διεγερμένης στάθμης. Είναι καμιά από τις στάθμες αυτές εκφυλισμένη; Εξηγήστε.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ