

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Θέματα Τελικών εξετάσεων στη Θεματική Ενότητα ΦΥΕ34

Ιούλιος 2008

ΣΥΓΧΡΟΝΗ

Διάρκεια: 120 λεπτά

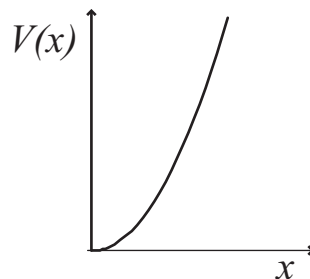
Ονοματεπώνυμο:

Τμήμα:

Θέμα 1^ο (Μονάδες: 1.5)

Σωματίδιο μάζας m υπόκειται στο δυναμικό

$$V(x) = \begin{cases} +\frac{1}{2}m\omega^2 x^2, & x > 0 \\ \infty & , x \leq 0 \end{cases}$$



όπου ω γνωστή θετική σταθερά.

A) Να εξεταστεί για ποιες τιμές των σταθερών A, B, C η κυματοσυνάρτηση

$$\psi(x) = (Ax + B)e^{-x^2/C}$$

αποτελεί λύση της εξίσωσης του Schroedinger για το συγκεκριμένο δυναμικό στην περιοχή $x \geq 0$ και σε ποια ενέργεια αντιστοιχεί;

B) Να υπολογιστεί η μέση τιμή της θέσης του σωματιδίου.

Θέμα 2^ο (Μονάδες: 1.5)

Εικοσιένα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε τρισδιάστατο κουτί πλευράς L . Θεωρώντας ότι τα ηλεκτρόνια έχουν σπιν αλλά αγνοώντας άλλες αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους να υπολογιστεί η διάσταση του κουτιού αν δίνεται ότι η ενέργεια της βασικής κατάστασης του συστήματος ισούται με 9.0eV.

Θέμα 3 (Μονάδες: 2.0)

Διατομικό μόριο CO βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση περιστροφής και ταλάντωσης με ενέργεια $E=0.4019$ eV. Αν το μέτρο της στροφορμής του ως προς το κέντρο μάζας του είναι $L = 2.280 \times 10^{-15}$ eV·s να βρεθούν

A) οι κβαντικοί αριθμοί ταλάντωσης και περιστροφής της διεγερμένης κατάστασης

B) οι κβαντικοί αριθμοί των σταθμών στις οποίες είναι δυνατόν να αποδιεγερθεί το μόριο με την εκπομπή ενός φωτονίου.

Υπόδειξη: Δίνεται ότι για το μόριο CO η σταθερά ελατηρίου είναι $K=1860$ N/m και το μήκος δεσμού $R_0=0.1130$ nm.

Θέμα 4 (Μονάδες: 2.0)

Το ατομικό φάσμα εκπομπής ενός ιόντος Li^{2+} που μεταπίπτει από διεγερμένη στάσιμη κατάσταση στη θεμελιώδη, αποτελείται από μια κορυφή στη συχνότητα $f = 2.2195 \times 10^{16} \text{ Hz}$.

A) Να βρεθούν οι κβαντικοί αριθμοί της διεγερμένης κατάστασης και να γραφτεί το ακτινικό μέρος της κυματοσυνάρτησης.

B) Ποιά είναι η πιο πιθανή ακτίνα r εύρεσης του ηλεκτρονίου στην παραπάνω διεγερμένη κατάσταση;

Θέμα 5 (Μονάδες: 1.5)

A) Δείξτε ότι σε ένα στερεό η πιθανότητα μια ενεργειακή στάθμη με ενέργεια $E = E_F + \varepsilon$ (πάνω από την στάθμη Fermi) να είναι κατειλημμένη ισούται με την πιθανότητα μια ενεργειακή στάθμη με ενέργεια $E = E_F - \varepsilon$ (κάτω από την στάθμη Fermi) να μην είναι κατειλημμένη.

B) Πόσα eV πάνω από την στάθμη Fermi πρέπει να βρίσκεται μια ηλεκτρονιακή κατάσταση σε ένα στερεό για να είναι κατειλημμένη με πιθανότητα 1% στη θερμοκρασία δωματίου (27 C);

Γ) Πόσα eV κάτω από την στάθμη Fermi πρέπει να βρίσκεται μια ηλεκτρονιακή κατάσταση σε ένα στερεό για να είναι κατειλημμένη με πιθανότητα 99% στη θερμοκρασία δωματίου (27 C);

Θέμα 6 (Μονάδες: 1.5)

Μετρήσεις δείχνουν ότι το 27.83% του συνόλου των ατόμων ρουβιδίου τα οποία βρίσκονται σήμερα στη Γη είναι το ραδιενεργό ισότοπο ^{87}Rb (το οποίο μετατρέπεται σε ^{87}Sr μέσω διάσπασης β). Τα υπόλοιπα είναι το σταθερό ισότοπο ^{85}Rb . Ο χρόνος ημιζωής του ^{87}Rb είναι 4.75×10^{10} χρόνια. Υποθέτοντας ότι δεν έχουν δημιουργηθεί καινούργια άτομα ρουβιδίου, τι ποσοστό των ατόμων του ρουβιδίου ήταν ^{87}Rb κατά τη δημιουργία του ηλιακού συστήματος 4.6×10^9 χρόνια πριν;

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

$$\int_0^{+\infty} dx x^2 e^{-ax^2} = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{a^3}}$$
$$\int_0^{+\infty} dx x^3 e^{-ax^2} = \frac{1}{2a^2}$$

Χρησιμοποιείτε όπου απαιτείται σταθερές από τα βιβλία σας.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ