

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**ΦΥΕ 34 2005-06****5^η ΕΡΓΑΣΙΑ****Προθεσμία παράδοσης 18/04/06****Άσκηση 1**

1A) Όταν υπεριώδες φως μήκους κύματος 254nm, από μια λυχνία υδραργύρου, προσπίπτει πάνω σε μια καθαρή επιφάνεια χαλκού, το δυναμικό αποκοπής που απαιτείται για να σταματήσει τη συλλογή φωτοηλεκτρονίων είναι 0.181V. Ποιο είναι το μήκος κύματος κατωφλίου για το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο στο χαλκό;

1B) Το φωτοηλεκτρικό έργο εξαγωγής του καλίου είναι 2.30 eV. Εάν φως μήκους κύματος 320nm πέσει πάνω σε επιφάνεια καλίου, βρείτε i) το δυναμικό αποκοπής σε volt, ii) τη μέγιστη δυνατή κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που εκπέμπονται σε ηλεκτρονιοβόλτ, iii) την ταχύτητα αυτών των ηλεκτρονίων.

Άσκηση 2

Στο φαινόμενο Compton που φαίνεται στο Σχήμα 40.7 του βιβλίου του Serway, το σκεδασθέν φωτόνιο έχει ενέργεια ίση με 120keV και το εκπεμπόμενο ηλεκτρόνιο 40keV. Βρείτε α) το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτονίου, β) τη γωνία σκέδασης και γ) τη γωνία φ που σχηματίζει το εκπεμπόμενο ηλεκτρόνιο.

Άσκηση 3

Ένα τυπικό αστέρι “μπλε υπεργίγαντα” έχει επιφανειακή θερμοκρασία 30.000K και οπτική φωτεινότητα 100.000 μεγαλύτερη από την αντίστοιχη φωτεινότητα του ήλιου. Ο ήλιος μας ακτινοβολεί με ρυθμό $3.86 \times 10^{26} \text{W}$. (Η οπτική φωτεινότητα είναι η ολική ισχύς που ακτινοβολείται στην ορατή περιοχή των μηκών κύματος).

(i) Εάν υποθεθεί ότι ο “μπλε υπεργίγαντας” συμπεριφέρεται σαν ένα μέλαν σώμα, ποιο είναι το κύριο μήκος κύματος που ακτινοβολεί; Ανήκει στο ορατό; Χρησιμοποιήστε την απάντησή σας για να εξηγήσετε το μπλε χρώμα του αστεριού αυτού.

(ii) Εάν υποθεθεί ότι η ακτινοβολούμενη ισχύς του αστεριού είναι επίσης 100.000 φορές την αντίστοιχη ισχύ του ήλιου μας, ποια είναι η ακτίνα του αστερα αυτού; Συγκρίνεται το μέγεθος του με το αντίστοιχο του ήλιου μας που έχει ακτίνα $6.96 \times 10^5 \text{km}$.

(iii) Είναι σωστό να λέμε ότι η οπτική φωτεινότητα είναι ανάλογη της ολικής ισχύος που ακτινοβολείται; Εξηγήστε.

Άσκηση 4

Ένα τριπλά ιονισμένο ιόν Be^{3+} (άτομο βηρυλλίου από το οποίο έχουν αποσπαστεί τρία ηλεκτρόνια), συμπεριφέρεται όπως ένα άτομο υδρογόνου με τη διαφορά ότι το πυρηνικό φορτίο είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερο.

(i) Ποια είναι η θεμελιώδης ενεργειακή κατάσταση του Be^{3+} ; Ποια η σχέση αυτής της ενέργειας με τη θεμελιώδη ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου;

(ii) Ποια είναι η ενέργεια ιονισμού του Be^{3+} ; Ποια η σχέση αυτής της ενέργειας με τη ενέργεια ιονισμού του ατόμου του υδρογόνου;

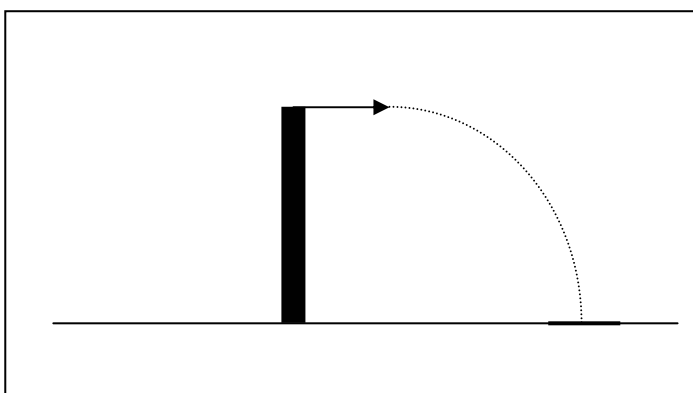
(iii) Όταν σε ένα άτομο υδρογόνου εκπέμπεται ένα φωτόνιο από την ενεργειακή στάθμη $n=2$ στην $n=1$, το μήκος κύματος του φωτονίου είναι 122nm. Ποιο είναι το αντίστοιχο μήκος κύματος ενός φωτονίου για το Be^{3+} ;

(iv) Για δεδομένη τιμή του n , ποια είναι η σχέση της ακτίνας (κατά το μοντέλο του Bohr) της τροχιάς του ηλεκτρονίου στο Be^{3+} συγκρινόμενη με την αντίστοιχη τροχιά στο άτομο του υδρογόνου;

Άσκηση 5

5A) Ένα παιδί εκσφενδονίζει από κάποιο ύψος οριζόντια και με την ίδια ταχύτητα μικρά σφαιρικά βότσαλα σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο έδαφος. Αποδείξτε ότι σύμφωνα με την αρχή της απροσδιοριστίας (σχέση 41.5 του βιβλίου του Serway), η απόσταση αστοχίας πρέπει να είναι λιγότερη από

$$\Delta x = \left(\frac{\hbar}{m} \right)^{1/2} \left(\frac{2H}{g} \right)^{1/4}$$



όπου H είναι η αρχική κατακόρυφη απόσταση κάθε βότσαλου από το έδαφος και m η μάζα κάθε βότσαλου. Πόση είναι η Δx αν: $m = 100 \text{ g}$, $H = 16 \text{ m}$, $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

5B) Η φωτοβολία ενός σωλήνα διαφήμισης ακτινοβολίας αερίου νέου που οφείλεται στην αποδιέγερση μιας διεγερμένης κατάστασης προς τη θεμελιώδη, έχει εύρος συχνοτήτων 10^8 Hz . Να εκτιμηθεί ο χρόνος ζωής της διεγερμένης κατάστασης του αερίου νέου.

Άσκηση 6

6 A) Ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε πηγάδι δυναμικού άπειρου βάθους με εύρος L (από 0 έως L) και η κυματοσυνάρτηση του είναι $\Psi = A \sin \frac{2\pi x}{L}$. (i) Βρείτε τη σταθερά

κανονικοποίησης A , (ii) Βρείτε την πιθανότητα να ανιχνεύσετε το ηλεκτρόνιο μεταξύ $x=L/4$ και $x=L/2$, (iii) Μπορείτε να εκτιμήσετε (χωρίς πράξεις) την πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο στο διάστημα $\frac{3L}{4} < x < L$;

6 B) Ηλεκτρόνιο με ενέργεια $E=3\text{eV}$ προσπίπτει σε φράγμα δυναμικού πάχους L και ύψους $U_0=6.2 \text{ eV}$. Εάν ο συντελεστής διέλευσης είναι $T = Ae^{-2KL}$, να βρεθεί το εύρος L του δυναμικού.

Υπόδειξη: Όταν $KL \ll 1$ ισχύει $T = Ae^{-2KL}$, $A = 16 \frac{E}{U_0} \left(1 - \frac{E}{U_0} \right)$, $K = \frac{\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}$.

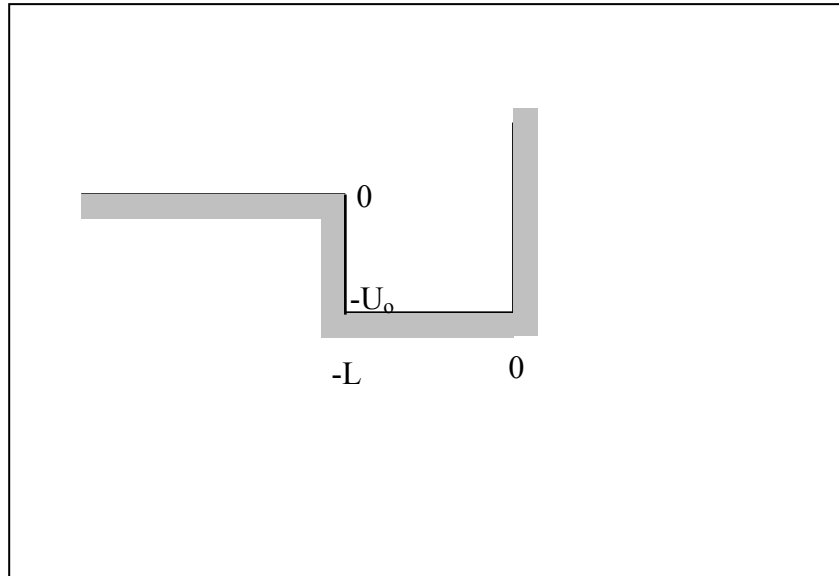
Επιβεβαιώστε τις προϋποθέσεις της υπόδειξης.

Άσκηση 7

Σωματίδιο μάζας m και ολικής ενέργειας E κινείται στο φράγμα δυναμικού του σχήματος. Για ενέργεια $E < 0$.

α) Να βρεθεί η κυματοσυνάρτηση

β) Να βρεθεί μια αναλυτική έκφραση η οποία να συνδέει την τιμή της ενέργειας με τις διαστάσεις του πηγαδιού.



Άσκηση 8

8A) Σωματίδιο μάζας m που υπόκειται σε δυναμικό αρμονικού ταλαντωτή περιγράφεται από την κυματοσυνάρτηση $\Psi_3 = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \frac{1}{\sqrt{3}} (2y^3 - 3y) e^{-y^2/2}$, όπου

$y = \sqrt{A}x$ και $A = \frac{m\omega}{\hbar}$. Να υπολογιστεί η ολική ενέργεια του σωματιδίου και να

βρεθεί σε ποια διεγερμένη κατάσταση βρίσκεται.

8B) Να βρεθεί πόσο θα ήταν το εύρος κίνησης του αντίστοιχου κλασικού αρμονικού ταλαντωτή.

Υπόδειξη: $\int x^m e^{-\alpha x^2} dx = \frac{\Gamma[(m+1)/2]}{2\alpha^{(m+1)/2}}$, $\Gamma(m+1) = m\Gamma(m)$, $\Gamma(\frac{1}{2}) = \sqrt{\pi}$

Άσκηση 9

9) Η κυματοσυνάρτηση του ηλεκτρονίου του υδρογόνου στην κατάσταση $2p$ είναι

$\Psi_p = \frac{1}{\sqrt{3}(2\alpha_0)^{3/2}} \frac{r}{\alpha_0} e^{-r/2\alpha_0}$. (i) Ποια είναι η πιθανότερη απόσταση, από τον πυρήνα,

ευρέσεως του ηλεκτρονίου στην κατάσταση $2p$; (Συμβουλευτείτε το Σχήμα 42.8 του βιβλίου του Serway).

(ii) Ποια είναι η πιθανότητα να βρίσκεται το ηλεκτρόνιο μέσα σε μια σφαίρα ακτίνας ίσης με την ακτίνα που προβλέπει το μοντέλο του Bohr;

(Υπόδειξη: $\int x^n e^{\alpha x} dx = \frac{e^{\alpha x}}{\alpha} \left(x^n - \frac{nx^{n-1}}{\alpha} + \frac{n(n-1)x^{n-2}}{\alpha^2} - \dots - \frac{(-1)^n n!}{\alpha^n} \right)$)

Άσκηση 10

10A) Βρείτε τις δυνατές τιμές των L , L_z και της μεταξύ τους γωνίας θ για ένα ηλεκτρόνιο στην κατάσταση 3d του υδρογόνου.

10B) Η τροχιακή στροφορμή της Γης κατά την κίνησή της γύρω από τον Ήλιο είναι ίση περίπου με $4.83 \times 10^{31} \text{kgm}^2/\text{s}$. Εάν υποθεθεί ότι είναι κβαντισμένη σύμφωνα με τη σχέση $L = \sqrt{\ell(\ell+1)}\hbar$, βρείτε (i) την τιμή του ℓ που αντιστοιχεί σε αυτήν τη στροφορμή και (ii) την κλασματική μεταβολή, του L , $\Delta L/L$ όταν το ℓ μεταβληθεί από 1 σε $\ell+1$.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1) Ένας ιδανικός ακτινοβολητής εκπέμπει ολική ισχύ ανά μονάδα επιφάνειας $I=8.72\text{kW/m}^2$. Σε ποιο μήκος κύματος παρατηρείται το μέγιστο της κατανομής $I(\lambda)$ του ακτινοβολητή;

2) Για ποια ταχύτητα ενός ηλεκτρονίου το μήκος κύματος de Broglie είναι ίσο με το μήκος κύματος Compton;

3) Πως συμβιβάζεται με την αρχή της αβεβαιότητας ($\Delta E \Delta t \geq \hbar$) το γεγονός ότι η ενέργεια του αρμονικού ταλαντωτή της βασικής κατάστασης είναι ακριβώς ίση με $\frac{1}{2}\hbar\omega$;

4) Δεδομένου ότι η αμαύρωση των φωτογραφικών φιλμ γίνεται με τη διάσπαση του δεσμού Ag-Br που απαιτεί ενέργεια 10^5 J/mol , εξηγήστε γιατί το φως μιας πυγολαμπίδας μπορεί να προκαλέσει αμαύρωση, ενώ η ακτινοβολία ενός ισχυρού ραδιοφωνικού σταθμού αδυνατεί;

5) Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου βρίσκεται στη διεγερμένη κατάσταση 4f. Ποιες από τις παρακάτω ποσότητες έχουν καθορισμένη τιμή και ποια είναι αυτή:
α) ολική ενέργεια β) κινητική ενέργεια, γ) μέτρο στροφορμής, δ) συνιστώσες τροχιακής στροφορμής, ε) προβολή της στροφορμής σπιν, ζ) στροφορμή σπιν.