

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1. Η τιμή του δείκτη διάθλασης του χαλαζία

- α) είναι ανεξάρτητη από την τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό
- β) ελαττώνεται, όταν ελαττώνεται η τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό
- γ) ελαττώνεται, όταν αυξάνεται η τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό
- δ) είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητα της ορατής ακτινοβολίας.

Μονάδες 5

A2. Εάν U είναι η δυναμική ενέργεια και K η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου, όταν βρίσκεται σε ορισμένη κυκλική τροχιά στο άτομο του υδρογόνου, σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, τότε ισχύει:

- α) $U = K$
- β) $U = -K$
- γ) $U = -\frac{K}{2}$
- δ) $U = -2K$

Μονάδες 5

A3. Δίνονται οι πυρήνες $^{12}_6\text{C}$, $^{16}_8\text{O}$, $^{28}_{14}\text{Si}$, $^{238}_{92}\text{U}$, με αντίστοιχες ενέργειες σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 7,68 MeV, 7,97 MeV, 8,46 MeV, 7,57 MeV. Ο σταθερότερος πυρήνας είναι ο πυρήνας του:

- α) $^{12}_6\text{C}$,
- β) $^{16}_8\text{O}$
- γ) $^{28}_{14}\text{Si}$
- δ) $^{238}_{92}\text{U}$

Μονάδες 5

A4. Το πρότυπο του Rutherford (Ράδερφορντ) για το άτομο ενός στοιχείου:

- α) εξηγεί τα γραμμικά φάσματα εκπομπής των αερίων
- β) εξηγεί την απόκλιση των σωματιδίων α κατά γωνίες που πλησιάζουν τις 180° στο πείραμα του Rutherford
- γ) προβλέπει κατανομή του θετικού φορτίου στο άτομο όμοια με αυτήν του προτύπου του Thomson (Τόμσον)
- δ) προβλέπει ότι η στροφορμή του ηλεκτρονίου είναι κβαντωμένη.

Μονάδες 5

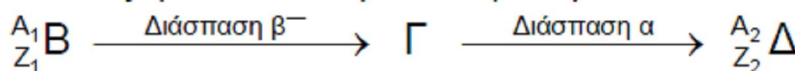
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Κατά τη διάδοση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο κενό οι εντάσεις των πεδίων E και B διαδίδονται με την ίδια ταχύτητα.
- β) Η ακτινοβολία που έχει μήκος κύματος στο κενό 800 nm είναι υπέρυθη.
- γ) Οι αποστάσεις μεταξύ των ενεργειακών σταθμών στον πυρήνα είναι μερικά MeV.
- δ) Τα οστά του ανθρώπου απορροφούν λιγότερο τις ακτίνες X από ό,τι οι ιστοί του.
- ε) Η ισχυρή πυρηνική δύναμη υπερνικά την αμοιβαία ηλεκτρική άπωση μεταξύ των πρωτονίων ενός σταθερού πυρήνα.

Μονάδες 5

Θέμα Β

B1. Πυρήνας B με ατομικό αριθμό Z_1 και μαζικό αριθμό A_1 μεταστοιχείωνεται σε πυρήνα Δ με ατομικό αριθμό Z_2 και μαζικό αριθμό A_2 μέσω μιας διάσπασης και μιας διάσπασης α , περνώντας από την ενδιάμεση κατάσταση Γ, όπως φαίνεται στην αντίδραση



Τότε ισχύει :

- i $A_2 = A_1 - 4$ και $Z_2 = Z_1 - 1$
- ii $A_2 = A_1 + 4$ και $Z_2 = Z_1 - 1$
- iii $A_2 = A_1 - 4$ και $Z_2 = Z_1 + 1$
- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

- β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

B2. Αν αυξήσουμε κατά 25% την τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου κατά την παραγωγή ακτίνων X, τότε το ελάχιστο μήκος κύματος:

- i αυξάνεται κατά 25%
- ii μειώνεται κατά 25%
- iii μειώνεται κατά 20%
- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

B3. Δύο ραδιοφωνικοί σταθμοί Α και Β εκπέμπουν σε συχνότητες f_A και f_B με $f_A > f_B$, ενώ έχουν την ίδια ακτινοβολούμενη ισχύ. Αν στον ίδιο χρόνο ο σταθμός Α εκπέμπει N_A φωτόνια και ο σταθμός Β εκπέμπει N_B φωτόνια, τότε ισχύει ότι:

i $N_A > N_B$

ii $N_A = N_B$

iii $N_A < N_B$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

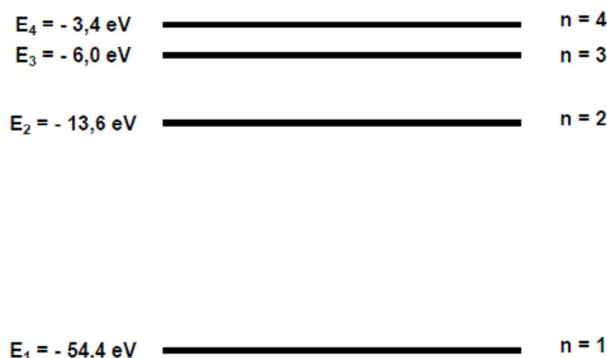
Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

Θέμα Γ

Το ιόν του ηλίου He^+ είναι ένα υδρογονοειδές, για το οποίο ισχύει το πρότυπο του Bohr. Το διάγραμμα των τεσσάρων πρώτων επιτρεπόμενων ενεργειακών σταθμών του ιόντος ηλίου He^+ φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Γ1. Πόση ενέργεια (σε eV) απαιτείται για τον ιονισμό του He^+ , αν το ηλεκτρόνιο βρίσκεται αρχικά στη θεμελιώδη κατάσταση;

Μονάδες 6

Το ιόν του ηλίου He^+ απορροφά ένα φωτόνιο ενέργειας 51 eV και μεταβαίνει από τη θεμελιώδη κατάσταση σε άλλη διεγερμένη.

Γ2. Αν το ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας $r_1 = 0.27 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, πόση θα είναι η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου στη διεγερμένη κατάσταση που θα προκύψει;

Μονάδες 6

Γ3. Πόσες φορές θα αυξηθεί το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου μετά τη διέγερση του ιόντος;

Μονάδες 6

Γ4. Να μεταφέρετε το σχήμα των τεσσάρων πρώτων ενεργειακών σταθμών του He^+ στο τετράδιό σας και να σχεδιάσετε όλες τις δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου από τη διεγερμένη κατάσταση σε καταστάσεις χαμηλότερης ενέργειας, υπολογίζοντας τις τιμές ενέργειας των φωτονίων που εκπέμπονται.

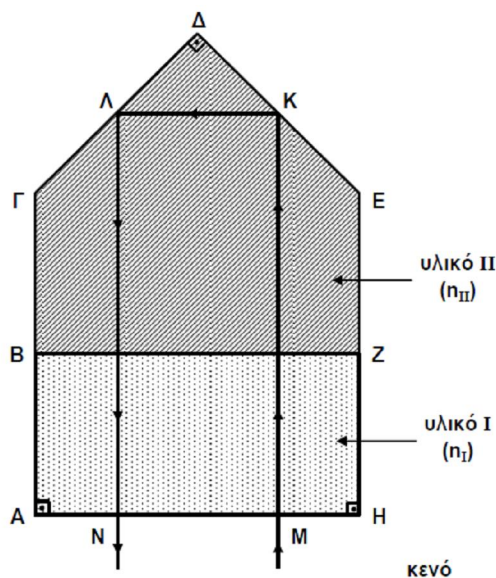
Μονάδες 7

Θέμα Δ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάθετη τομή διάταξης που αποτελείται από δύο οπτικά υλικά Ι και ΙΙ με δείκτες διάθλασης $n_I = 1.5$ και $n_{II} = 1.8$, αντίστοιχα. Οι γεωμετρικές διαστάσεις της διάταξης είναι:

$$AB = BG = EZ = ZH = \frac{AH}{2} = 1 \text{ cm}, \quad \Delta\Gamma = \Delta E = \sqrt{2} \text{ cm}$$

ενώ οι τρεις γωνίες $\hat{A}, \hat{\Delta}, \hat{H}$ είναι όλες 90° . Τα σημεία Κ και Λ βρίσκονται στο μέσο των αποστάσεων ΔE και $\Delta\Gamma$, αντίστοιχα.



Μία μονοχρωματική ακτίνα φωτός με μήκος κύματος $\lambda_0 = 400 \text{ nm}$ στο κενό διέρχεται από τη διάταξη, ακολουθώντας τη διαδρομή που δείχνει το σχήμα. Δίνεται ότι η ακτίνα εισέρχεται κάθετα στη διάταξη από την επιφάνεια ΑΗ στο σημείο Μ, ανακλάται πλήρως στα σημεία Κ και Λ των επιφανειών ΔΕ και ΔΓ, αντίστοιχα, και στη συνέχεια εξέρχεται από τη διάταξη κάθετα στην επιφάνεια ΑΗ στο σημείο Ν.

Δ1. Ποια είναι η ενέργεια καθενός φωτονίου της φωτεινής ακτίνας, όταν αυτή διέρχεται από το υλικό Ι;

Μονάδες 5

Δ2. Σε πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο υλικό Ι αντιστοιχεί η συνολική διαδρομή της ακτίνας στο υλικό αυτό;

Μονάδες 6

Δ3. Να βρεθεί ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για τη διέλευση της ακτίνας από τη διάταξη, από τη στιγμή εισόδου της στο σημείο Μ μέχρι τη στιγμή εξόδου της από το σημείο Ν.

Μονάδες 7

Στη συνέχεια, αφαιρούμε το υλικό Ι από την οπτική διάταξη και επαναλαμβάνουμε το πείραμα με την ίδια μονοχρωματική ακτίνα, τοποθετώντας το υλικό ΙΙ που απομένει σε θερμικά μονωμένο περιβάλλον.

Δ4. Αν γνωρίζουμε ότι το υλικό ΙΙ απορροφά το 5% της διαδιδόμενης σε αυτό ακτινοβολίας, να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων που πρέπει να εισέλθουν στο υλικό αυτό για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 2°C . Δίνεται ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία του υλικού ΙΙ κατά 2°C απαιτούνται 20 J.

Μονάδες 7

Δίνονται : η ταχύτητα του φωτός στο κενό : $c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$,
η σταθερά του Planck $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$,

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}, \quad \eta \mu 45^\circ = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. > γ Α2. > δ Α3. > γ Α4. > β Α5. > Σ, Σ, Σ, Λ, Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. i. ${}_{Z_1}^{A_1}B \rightarrow {}_{Z_1+1}^{A_1}\Gamma + e^- + \bar{\nu}_e$ Άρα $A_2 = A_1 - 4$, $Z_2 = Z - 1$
 ${}_{Z_1+1}^{A_1}\Gamma \rightarrow {}_{Z_1+1-2}^{A_1-4}\Delta + {}_2^4\text{He}$

$$V_2 = 0,25V_1 + V_1 = 1,25V_1$$

Β2. iii. $\lambda_{\min_2} = \frac{hc}{eV_2} = \frac{hc}{e1,25V_1} = \frac{\lambda_{\min_1}}{1,25}$

$$\Pi\% = \frac{\lambda_{\min_2} - \lambda_{\min_1}}{\lambda_{\min_1}} 100\% \Rightarrow \Pi\% = -20\%$$

Β3. iii. $P_A = P_B \Rightarrow \frac{N_A}{t} h \cdot f_A = \frac{N_B}{t} \cdot h \cdot f_B \Rightarrow N_A = N_B \frac{f_B}{f_A}$

Αφού $f_A > f_B$ συμπεραίνουμε ότι $N_A < N_B$

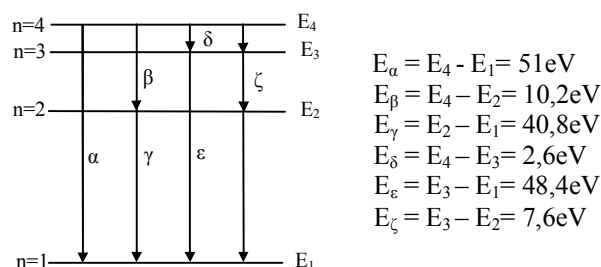
ΘΕΜΑ Γ

Γ1. $E_{\text{ION}} = -E_1 \Rightarrow E_{\text{ION}} = 54,4\text{eV}$

Γ2. $E_1 + E_{\text{απορρ}} = E_n \Rightarrow E_n = -3,4\text{eV} = E_4$ Δηλαδή διέγερση από $n = 1$ στην $n = 4$. Για το ιόν ισχύει το πρότυπο του Bohr δηλαδή $r_n = n^2 \cdot r_1 \Rightarrow r_4 = 16 \cdot r_1 \Rightarrow r_4 = 4,32 \cdot 10^{-10}\text{m}$

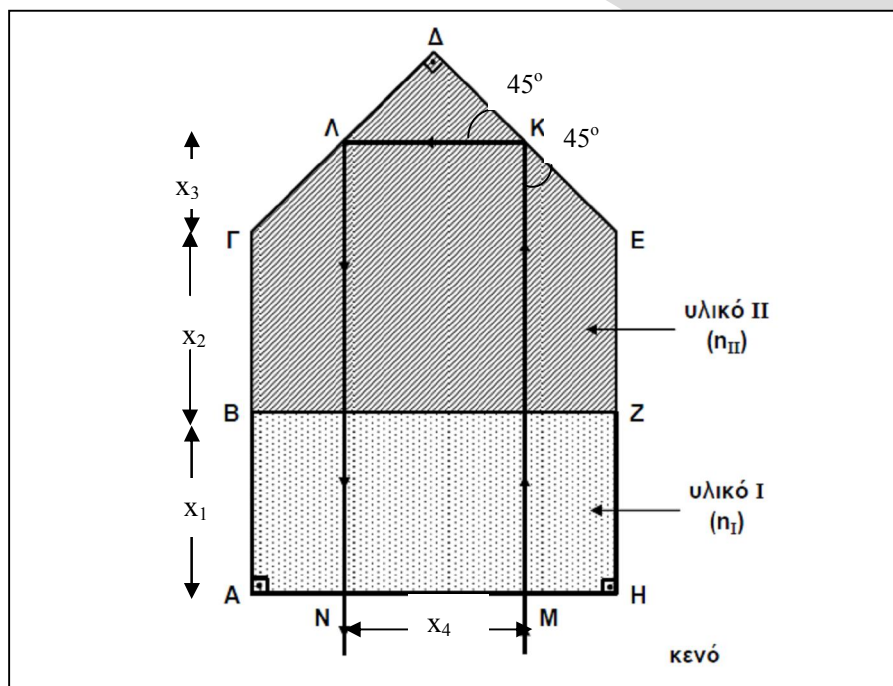
Γ3. Ισχύει $L_n = n \cdot \hbar \Rightarrow \left. \begin{matrix} L_4 = 4 \cdot \hbar \\ L_1 = 1 \cdot \hbar \end{matrix} \right\} \Rightarrow L_4 = 4L_1$ δηλαδή το μέτρο της στροφορμής τετραπλασιάζεται (αυξήθηκε κατά τρεις φορές)

Γ4.

**ΘΕΜΑ Δ**

Δ1. $E_\varphi = h \cdot f \Rightarrow E_\varphi = h \cdot \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow E_\varphi = 4,95 \cdot 10^{-19}\text{J}$

Δ2.



$\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{20}{9} \cdot 10^{-7}\text{m}$. Η συνολική απόσταση που διανύει στο υλικό II είναι $d_2 = 2x_2 + 2x_3 + x_4$ ①

$x_1 = x_2 = (EZ) \Rightarrow x_2 = 1 \cdot 10^{-2}\text{m}$

$x_3 = (KE) \eta \mu 45^\circ \Rightarrow x_3 = 0,5 \cdot 10^{-2}\text{m}$

$x_4 = \frac{(\Delta\Lambda)}{\eta \mu 45^\circ} \Rightarrow x_4 = 1 \cdot 10^{-2}\text{m}$

① $\Rightarrow d_2 = 4 \cdot 10^{-2}\text{m}$. Άρα $N_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} \Rightarrow N_2 = 18 \cdot 10^4$ μήκη κύματος

Δ3. Για τον συνολικό χρόνο ισχύει: $t_{\text{ολ}} = 2t_1 + 2t_2 + 2t_3 + t_4$ ②

$$c_1 = \frac{c_0}{n_1} \Rightarrow c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$c_2 = \frac{c_0}{n_2} \Rightarrow c_2 = \frac{5}{3} \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow t_{\text{ολ}} = 2 \frac{x_1}{c_1} + 2 \frac{x_2}{c_2} + 2 \frac{x_3}{c_2} + \frac{x_4}{c_2} \Rightarrow t_{\text{ολ}} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$\Delta 4. \quad E = \frac{5}{100} \cdot N \cdot E_{\phi} \Rightarrow N = \frac{20E}{E_{\phi}} \Rightarrow N = \frac{4}{4,95} \cdot 10^{21} \text{ φωτόνια.}$$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ ΜΑΡΙΝΟΣ • ΚΑΜΠΥΛΑΥΚΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ • ΚΑΡΑΪΣΚΟΥ ΑΝΝΑ
ΚΛΗΜΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ • ΜΑΚΡΑΚΗΣ ΣΤΕΛΙΟΣ • ΜΕΛΕΣΣΑΝΑΚΗ ΕΦΗ
ΜΟΥΡΤΖΑΝΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ • ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ • ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ • ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ • ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ