

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΘΕΣΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ – ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΜΑΡΟΥΣΙ

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

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

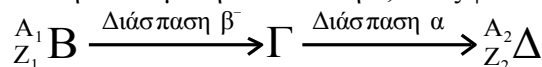
- A1.** Η τιμή του δείκτη διάθλασης του χαλαζία
- α. είναι ανεξάρτητη από την τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό
 - β. ελαττώνεται, όταν ελαττώνεται η τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό
 - γ. ελαττώνεται, όταν αυξάνεται η τιμή του μήκους κύματος της ορατής 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 αυτή 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**

ΘΕΜΑ Β

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΘΕΣΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ – ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΜΑΡΟΥΣΙ

- B1.** Πυρήνας B με ατομικό αριθμό Z_1 και μαζικό αριθμό A_1 μεταστοιχειώνεται σε πυρήνα Δ με ατομικό αριθμό Z_2 και μαζικό αριθμό A_2 μέσω μιας διάσπασης β^- 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 A και B 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 A εκπέμπει N_A φωτόνια και ο σταθμός B 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

ΘΕΜΑ 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:

$E_4 = -3,4\text{eV}$ _____ n=4

$E_3 = -6,0\text{eV}$ _____ n=3

$E_2 = -13,6\text{eV}$ _____ n=2

$E_1 = -54,4\text{eV}$ _____ n=1

- 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 51eV και μεταβαίνει από τη θεμελιώδη κατάσταση σε άλλη διεγερμένη.

- Γ2.** Αν το ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας $r_1 = 0,27 \times 10^{-10}$ 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 διεγερ-

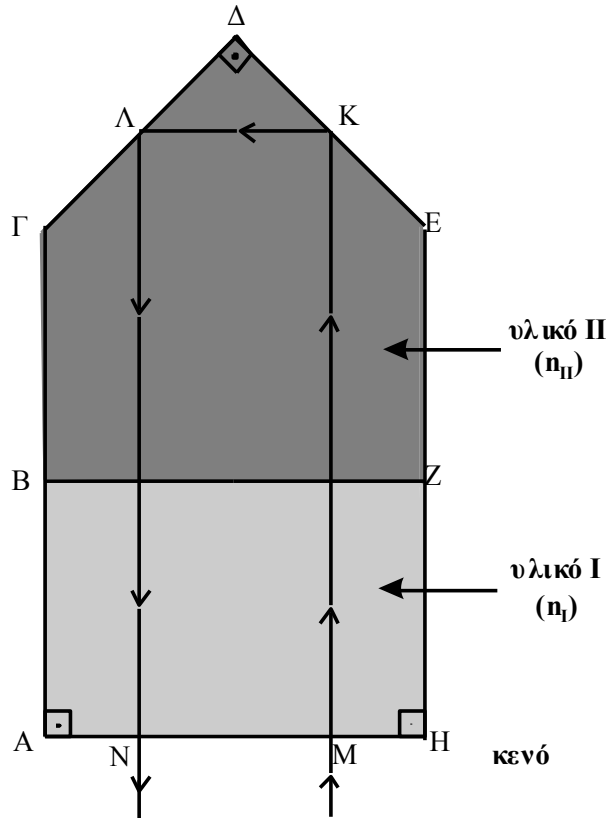
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΘΕΣΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ – ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΜΑΡΟΥΣΙ

μένη κατάσταση σε καταστάσεις χαμηλότερης ενέργειας, υπολογίζοντας τις τιμές ενέργειας των φωτονίων που εκπέμπονται. **Μονάδες 7**

ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάθετη τομή διάταξης που αποτελείται από δύο οπτικά υλικά I και II με δείκτες διάθλασης $n_I = 1,5$ και $n_{II} = 1,8$, αντίστοιχα. Οι γεωμετρικές διαστάσεις της διάταξης είναι: $AB = BG = EZ = ZH = \frac{AH}{2} = 1 \text{ cm}$, $\Delta\Gamma = \Delta E = \sqrt{2} \text{ cm}$, ενώ οι τρεις γωνίες $\hat{A}, \hat{\Delta}, \hat{H}$ είναι όλες 90° . Τα σημεία K 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 AH στο σημείο M, ανακλάται πλήρως στα σημεία K και Λ των επιφανειών ΔE και $\Delta\Gamma$, αντίστοιχα, και στη συνέχεια εξέρχεται από τη διάταξη κάθετα στην επιφάνεια AH στο σημείο N.

- Δ1.** Ποια είναι η ενέργεια καθενός φωτονίου της φωτεινής ακτίνας, όταν αυτή διέρχεται από το υλικό I; **Μονάδες 5**
- Δ2.** Σε πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο υλικό II 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 M μέχρι τη στιγμή εξόδου της από το σημείο N. **Μονάδες 7**

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

- Δ4.** Αν γνωρίζουμε ότι το υλικό II απορροφά το 5% της διαδιδόμενης σε αυτό ακτινοβολίας, να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων που πρέπει να εισέλθουν στο υλικό αυτό για να

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΘΕΣΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ – ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΜΑΡΟΥΣΙ

αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 2°C . Δίνεται ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία του υλικού Π 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: $h = 6,6 \times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$
- $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$, $\eta\mu 45^{\circ} = \sigma\upsilon\nu 45^{\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

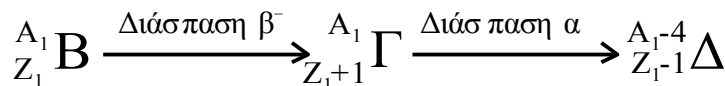
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1. γ A2. δ A3. γ A4. β
A5. $\alpha - \Sigma$, $\beta - \Sigma$, $\gamma - \Sigma$, $\delta - \Lambda$, $\varepsilon - \Sigma$

ΘΕΜΑ Β

B1.



Από τις διασπάσεις που φαίνονται παραπάνω προκύπτει ότι σωστό είναι το (i).

B2.

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{\min(\alpha\rho\chi)} &= \frac{hc_0}{eV} \quad (1) \\ \lambda_{\min(\tau\epsilon\lambda)} &= \frac{hc_0}{e \cdot 1,25V} \quad (2) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\stackrel{(1)/(2)}{\Rightarrow} \lambda_{\min(\tau\epsilon\lambda)} = 0,8\lambda_{\min(\alpha\rho\chi)} \text{ και } \frac{|\Delta\lambda|}{\lambda_{\min(\alpha\rho\chi)}} = 20\% \end{aligned}$$

Άρα σωστό το (iii).

B3. Ισχύει $P_A = P_B \Rightarrow \frac{E_A}{t} = \frac{E_B}{t} \Rightarrow \frac{N_A \cdot h \cdot f_A}{t} = \frac{N_B \cdot h \cdot f_B}{t} \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{f_B}{f_A}$

Είναι $f_A > f_B$ άρα $N_B > N_A$ άρα σωστό το (iii).

ΘΕΜΑ Γ

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

Γ2. $E_n - E_1 = 51\text{ eV} \Rightarrow E_n = 51\text{ eV} + E_1 \Rightarrow E_n = -3,4\text{ eV}$

Άρα από το ενεργειακό διάγραμμα προκύπτει $n = 4$

Επίσης γνωρίζουμε $r_n = n^2 r_1 \Rightarrow r_4 = 16 \cdot r_1 \Rightarrow r_4 = 4,32 \cdot 10^{-10}\text{ m}$

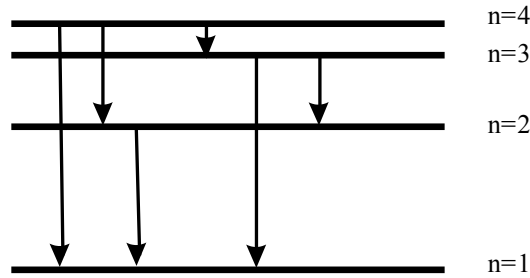
Γ3. Είναι

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= \frac{h}{2\pi} \\ L_4 &= \frac{4h}{2\pi} \end{aligned} \right\} \text{ Άρα ισχύει } L_4 = 4L_1 \text{ δηλ. αυξάνεται 4 φορές.}$$

Γ4. Οι δυνατές μεταβάσεις φαίνονται στο παρακάτω ενεργειακό διάγραμμα.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΘΕΣΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ – ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΜΑΡΟΥΣΙ



Οι ενέργειες είναι οι εξής:

$$E_{41} = E_4 - E_1 = 51 \text{ eV}$$

$$E_{42} = E_4 - E_2 = 10,2 \text{ eV}$$

$$E_{21} = E_2 - E_1 = 40,8 \text{ eV}$$

$$E_{43} = E_4 - E_3 = 2,6 \text{ eV}$$

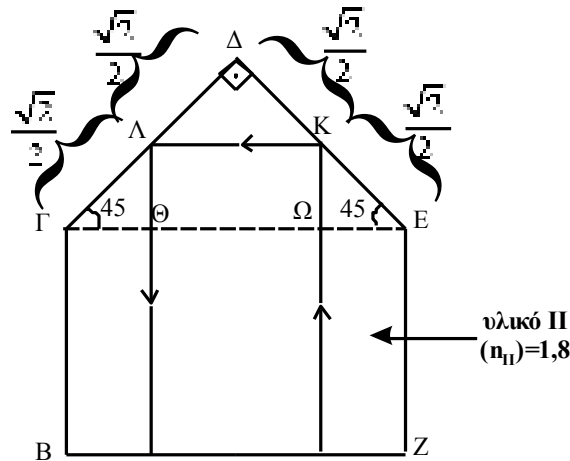
$$E_{31} = E_3 - E_1 = 48,4 \text{ eV}$$

$$E_{32} = E_3 - E_2 = 7,6 \text{ eV}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. $E_\varphi = h \cdot f \Rightarrow E_\varphi = h \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow E_\varphi = 4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ή $E_\varphi = 495 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

Δ2.



Θα βρούμε την απόσταση $\Lambda\Theta = \text{K}\Omega$: $\eta\mu 45 = \frac{\Lambda\Theta}{\Gamma\Lambda} \Rightarrow \Lambda\Theta = 0,5 \text{ cm} = \text{K}\Omega$

Επίσης από Πυθαγόρειο θεώρημα $\text{K}\Lambda = \sqrt{\Delta\Lambda^2 + \Delta\text{K}^2} \Rightarrow \text{K}\Lambda = 1 \text{ cm}$

Άρα η συνολική απόσταση που διανύει η ακτίνα στο μέσο II είναι

$$d_{\text{II}} = \text{B}\Gamma + \text{E}\text{Z} + \text{K}\Omega + \Lambda\Theta + \text{K}\Lambda \Rightarrow d_{\text{II}} = 4 \text{ cm} \quad (1)$$

Επίσης ισχύει $n_{\text{II}} = \frac{\lambda_0}{\lambda_{\text{II}}} \Rightarrow \lambda_{\text{II}} = \frac{\lambda_0}{n_{\text{II}}} \quad (2)$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{d_{\text{II}}}{\lambda_{\text{II}}} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ μήκη κύματος}$$

Δ3. Η απόσταση που διανύει στο μέσο I είναι $d_1 = \text{A}\text{B} + \text{Z}\text{H} \Rightarrow d_1 = 2 \text{ cm}$

Ισχύει $n_1 = \frac{c_0}{c_1} \Rightarrow n_1 = \frac{c_0}{\frac{d_1}{t_1}} \Rightarrow t_1 = \frac{n_1 d_1}{c_0} \Rightarrow t_1 = 10^{-10} \text{ s}$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΘΕΣΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ – ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΜΑΡΟΥΣΙ

$$\text{Όμοια για το μέσο II ισχύει } n_{II} = \frac{c_0}{c_{II}} \Rightarrow n_{II} = \frac{c_0}{\frac{d_{II}}{t_{II}}} \Rightarrow t_{II} = \frac{n_{II} d_{II}}{c_0} \Rightarrow t_{II} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\text{Άρα } t_{\omega} = t_I + t_{II} \Rightarrow t_{\omega} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

Δ4. Για να αυξηθεί η θερμοκρασία κατά 2°C απαιτούνται 20J . Πρέπει λοιπόν $E_{\text{απορ}} = 20\text{J}$

$$\text{Όμως } E_{\text{απ}} = \frac{5}{100} E_{\text{ολ}} \Rightarrow E_{\text{απ}} = \frac{5}{100} N \cdot h \cdot \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow N = 8,08 \cdot 10^{20} \text{ φωτόνια}$$

Επιμέλεια:

ΠΑΠΑΔΗΜΑΣ Γ. – ΤΣΙΓΚΟΣ Μ.