

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΚΑΙ Δ΄ ΤΑΞΗΣ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΔΕΥΤΕΡΑ 20 ΜΑΪΟΥ 2013 - ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΠΕΝΤΕ (5)

**Θέμα Α**

Στις ερωτήσεις **A1-A4** 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  $\alpha$  κατά γωνίες που πλησιάζουν τις  $180^\circ$  στο πείραμα του Rutherford

ΑΡΧΗ 2ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ - Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ - Δ΄ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ

- 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**

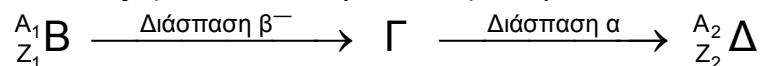
**A5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- 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  $A_1$  μεταστοιχειώνεται σε πυρήνα Δ με ατομικό αριθμό  $Z_2$  και μαζικό αριθμό  $A_2$  μέσω μιας διάσπασης  $\beta^-$  και μιας διάσπασης  $\alpha$ , 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**

ΑΡΧΗ 3ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ - Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ - Δ΄ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ

**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.

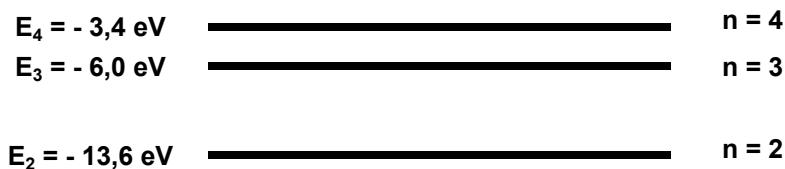
**Μονάδες 2**

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 7**

**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:



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

**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  $r_1 = 0,27 \times 10^{-10} \text{ m}$ , 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**

ΑΡΧΗ 4ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ - Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ - Δ΄ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ

- Γ4.** Να μεταφέρετε το σχήμα των τεσσάρων πρώτων ενεργειακών σταθμών του  $\text{He}^+$  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.

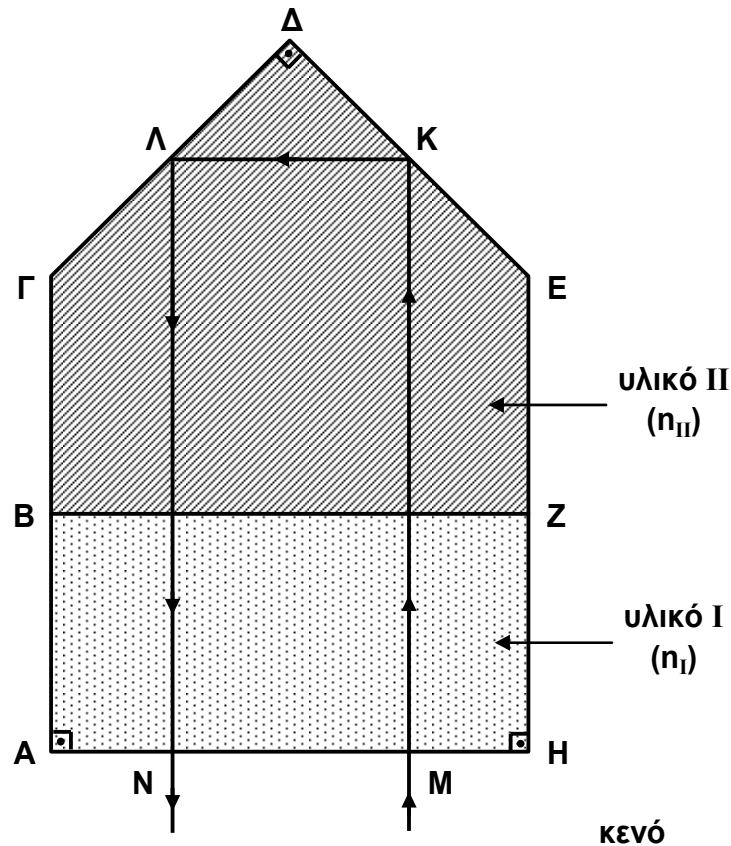
**Μονάδες 7**

**Θέμα Δ**

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάθετη τομή διάταξης που αποτελείται από δύο οπτικά υλικά I και II με δείκτες διάθλασης  $n_I = 1,5$  και  $n_{II} = 1,8$ , αντίστοιχα. Οι γεωμετρικές διαστάσεις της διάταξης είναι:

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

ενώ οι τρεις γωνίες  $\hat{A}, \hat{\Delta}, \hat{H}$  είναι όλες  $90^\circ$ . Τα σημεία K και Λ βρίσκονται στο μέσο των αποστάσεων  $\Delta E$  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  $\Delta E$  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**

## ΑΡΧΗ 5ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ - Γ΄ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ - Δ΄ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ

- 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 αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 2 °C. Δίνεται ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία του υλικού II κατά 2 °C απαιτούνται 20 J.

**Μονάδες 7**

Δίνονται : η ταχύτητα του φωτός στο κενό :  $c_0 = 3 \times 10^8$  m/s,

η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \times 10^{-34}$  J·s,

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

### ΟΔΗΓΙΕΣ (για τους εξεταζομένους)

1. Στο εξώφυλλο του τετραδίου να γράψετε το εξεταζόμενο μάθημα. Στο εσώφυλλο πάνω-πάνω να συμπληρώσετε τα ατομικά στοιχεία μαθητή. Στην αρχή των απαντήσεών σας να γράψετε πάνω-πάνω την ημερομηνία και το εξεταζόμενο μάθημα. Να μην αντιγράψετε τα θέματα στο τετράδιο και να μην γράψετε πουθενά στις απαντήσεις σας το όνομά σας.
2. Να γράψετε το ονοματεπώνυμό σας στο πάνω μέρος των φωτοαντιγράφων αμέσως μόλις σας παραδοθούν. Τυχόν σημειώσεις σας πάνω στα θέματα δεν θα βαθμολογηθούν σε καμία περίπτωση. Κατά την αποχώρησή σας να παραδώσετε μαζί με το τετράδιο και τα φωτοαντίγραφα.
3. Να απαντήσετε στο τετράδιό σας σε όλα τα θέματα **μόνο** με μπλε ή **μόνο** με μαύρο στυλό με μελάνι που δεν σβήνει. Μολύβι επιτρέπεται, **μόνο** αν το ζητάει η εκφώνηση, και **ΜΟΝΟ** για πίνακες, διαγράμματα κλπ.
4. Κάθε απάντηση επιστημονικά τεκμηριωμένη είναι αποδεκτή.
5. Διάρκεια εξέτασης: τρεις (3) ώρες μετά τη διανομή των φωτοαντιγράφων.
6. Χρόνος δυνατής αποχώρησης: 10:30 π.μ.

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**

**ΤΕΛΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ**

ΤΕΛΟΣ 5ΗΣ ΑΠΟ 5 ΣΕΛΙΔΕΣ



**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ' ΤΑΞΗΣ  
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)  
ΔΕΥΤΕΡΑ 20 ΜΑΪΟΥ 2013  
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

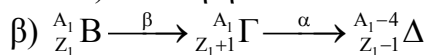
**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

- A1. γ      A2. δ      A3. γ      A4. β  
A5. α) Σ      β) Σ      γ) Σ      δ) Λ      ε) Σ

**ΘΕΜΑ Β**

B.1. α) Σωστή η ii.



B.2. α) Σωστή η iii

$$\beta) \left. \begin{array}{l} \lambda_{\min} = \frac{hc}{eV} \\ \lambda'_{\min} = \frac{hc}{eV'} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_{\min}}{\lambda'_{\min}} = \frac{V'}{V} \Rightarrow \frac{\lambda_{\min}}{\lambda'_{\min}} = \frac{1,25 \cdot V}{V} \Rightarrow \lambda_{\min} = 1,25 \cdot \lambda'_{\min} \Rightarrow \lambda'_{\min} = \frac{\lambda_{\min}}{1,25}$$

Ποσοστό:

$$\frac{\Delta\lambda_{\min}}{\lambda_{\min}} \cdot 100\% = \left( \frac{\lambda'_{\min} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\min}} \right) \cdot 100\% = \left( \frac{\lambda'_{\min}}{\lambda_{\min}} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{1}{1,25} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{4}{5} - 1 \right) \cdot 100\% = -\frac{1}{5} \cdot 100\% = -20\%$$

B.3. α) Σωστή η iii

β)  $f_A > f_B$        $P_A = P_B$

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{E_{\text{ολ}A}}{t} = \frac{E_{\text{ολ}B}}{t} \Rightarrow \frac{N_A E_{\varphi(A)}}{t} = \frac{N_B E_{\varphi(B)}}{t} \Rightarrow N_A \cdot hf_A = N_B \cdot hf_B \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{f_B}{f_A}$$

Αφού  $f_B < f_A$  τότε  $N_A < N_B$

**ΘΕΜΑ Γ**

Γ.1.  $E_{\text{το}V} = -E_1 = 54,4\text{eV}$

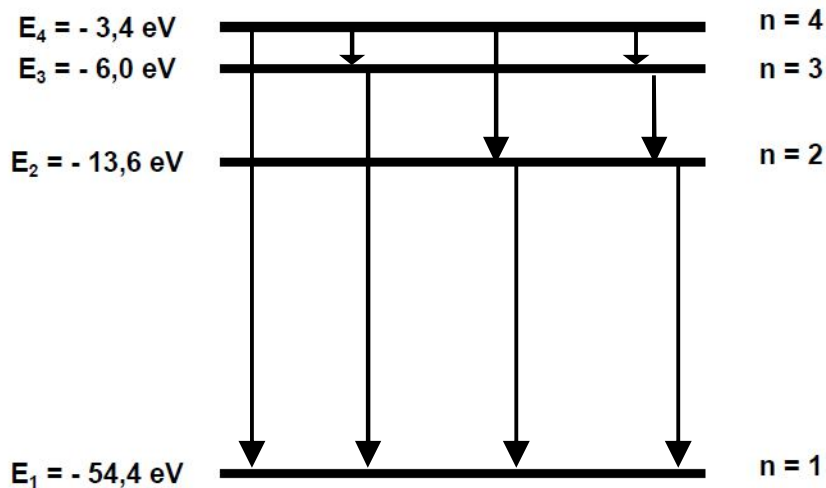
Γ.2.

$$E_{\varphi} = E_n - E_1 \Rightarrow E_n = E_{\varphi} + E_1 \Rightarrow \frac{E_1}{n^2} = E_{\varphi} + E_1 \Rightarrow \frac{n^2}{E_1} = \frac{1}{E_{\varphi} + E_1} \Rightarrow n^2 = \frac{E_1}{E_{\varphi} + E_1} \Rightarrow n^2 = \frac{-54,4\text{eV}}{51\text{eV} - 54,4\text{eV}} \Rightarrow n^2 = \frac{-54,4}{-3,4} \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4$$

Γ.3.  $L_4 = nL_1 \Rightarrow L_4 = 4L_1$

Αφού τετραπλασιάζεται, θα αυξηθεί 3 φορές.

Γ.4.



$$E_{4 \rightarrow 1} = E_4 - E_1 = -3,4\text{eV} - (-54,4\text{eV}) = 51\text{eV}$$

$$E_{4 \rightarrow 3} = E_4 - E_3 = -3,4\text{eV} - (-6,0\text{eV}) = 2,6\text{eV}$$

$$E_{3 \rightarrow 1} = E_3 - E_1 = -6,0\text{eV} - (-54,4\text{eV}) = 48,4\text{eV}$$

$$E_{4 \rightarrow 2} = E_4 - E_2 = -3,4\text{eV} - (-13,6\text{eV}) = 10,2\text{eV}$$

$$E_{2 \rightarrow 1} = E_2 - E_1 = -13,6\text{eV} - (-54,4\text{eV}) = 40,8\text{eV}$$

$$E_{3 \rightarrow 2} = E_3 - E_2 = -6,0\text{eV} - (-13,6\text{eV}) = 7,6\text{eV}$$

### ΘΕΜΑ Δ

$$\Delta 1. E_{\varphi} = hf = h \frac{c_0}{\lambda} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{4 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \Rightarrow E_{\varphi} = 4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Δ2.

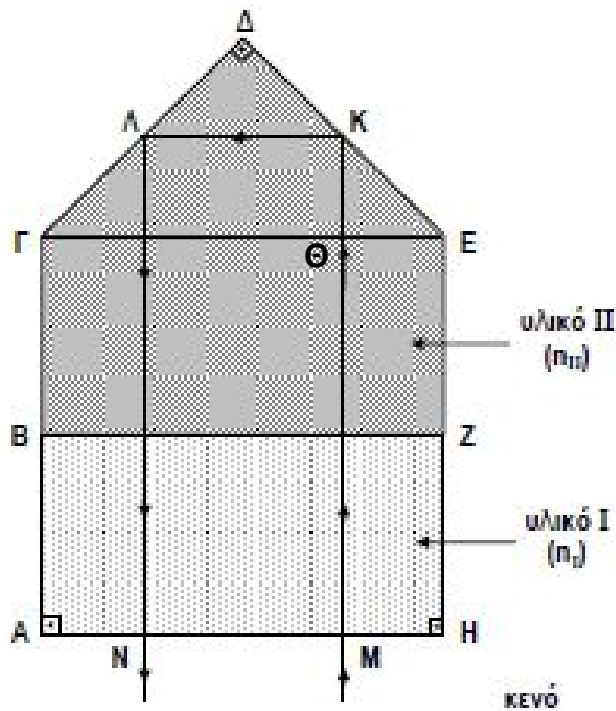
$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{1,8} = \frac{20}{9} \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\overset{\Delta}{\text{K}}\overset{\Delta}{\Lambda}\overset{\Delta}{\text{K}}: \overset{\Delta}{\Lambda}\text{K} = \sqrt{\overset{\Delta}{\Lambda}\overset{\Delta}{\Pi}^2 + \overset{\Delta}{\Lambda}\text{K}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} \Rightarrow \overset{\Delta}{\Lambda}\text{K} = 1\text{cm}$$

$$\text{K}\overset{\circ}{\text{E}}: \eta_{\mu 45^\circ} = \frac{\text{K}\overset{\circ}{\theta}}{\text{K}\overset{\circ}{\text{E}}} \Rightarrow \text{K}\overset{\circ}{\theta} = \text{K}\overset{\circ}{\text{E}} \cdot \eta_{\mu 45^\circ} \Rightarrow \text{K}\overset{\circ}{\theta} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \text{K}\overset{\circ}{\theta} = 0,5\text{cm}$$

Η διαδρομή  $S_2$  του υλικού στο μέσο  $\Pi$  είναι:

$$S_2 = 2(\overset{\circ}{\text{E}} + \overset{\circ}{\text{K}}) + \overset{\Delta}{\text{K}} \Rightarrow S_2 = 2(1\text{cm} + 0,5\text{cm}) + 1\text{cm} \Rightarrow S_2 = 4\text{cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



$$\text{Άρα } N_2 = \frac{S_2}{\lambda_2} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\frac{20}{9} \cdot 10^{-7} \text{ m}} = \frac{36}{20} \cdot 10^5 = 1,8 \cdot 10^5 \text{ μ.κ.}$$

Δ.3. Η διαδρομή  $S_1$  στο υλικό I είναι  $S_1 = HZ + AB = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$$c_1 = \frac{c_0}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,5} \Rightarrow c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$S_1 = c_1 \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{S_1}{c_1} \Rightarrow t_1 = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \Rightarrow t_1 = 1 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$c_2 = \frac{c_0}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,8} = \frac{5}{3} \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{και } S_2 = c_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{S_2}{c_2} \Rightarrow t_2 = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\frac{5}{3} \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \Rightarrow t_2 = 2,4 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$t_{\text{ολ}} = t_1 + t_2 \Rightarrow t_{\text{ολ}} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

Δ.4. Για να αυξηθεί η θερμοκρασία του υλικού κατά  $2^\circ\text{C}$  πρέπει να απορροφήσει ενέργεια  $E_{\text{απορ}} = 20 \text{ J}$ . Η ενέργεια που πρέπει να εισέλθει στο υλικό II,  $E_{\text{II}}$  είναι:

$$E_{\text{απορ}} = \frac{5}{100} E_{\text{II}} \Rightarrow E_{\text{απορ}} = \frac{1}{20} E_{\text{II}} \Rightarrow E_{\text{II}} = 20 E_{\text{απορ}} \Rightarrow E_{\text{II}} = 20 \cdot 20 \text{ J} \Rightarrow E_{\text{II}} = 400 \text{ J}$$

$$E_{\text{II}} = N E_{\varphi} \Rightarrow N = \frac{E_{\text{II}}}{E_{\varphi}} \Rightarrow N = \frac{400 \text{ J}}{4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \Rightarrow N = \frac{80}{99} 10^{21} \text{ φωτόνια}$$