

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 α κατά γωνίες που πλησιάζουν τις 180° 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

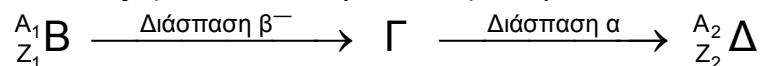
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- 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 υπέρυθρη.
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 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

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.

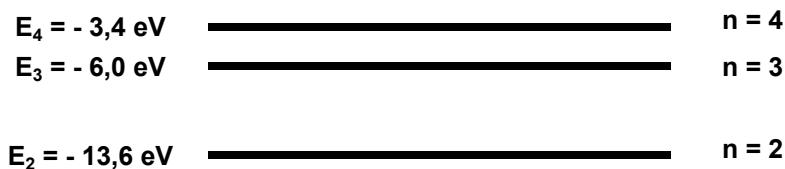
Μονάδες 2

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 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.

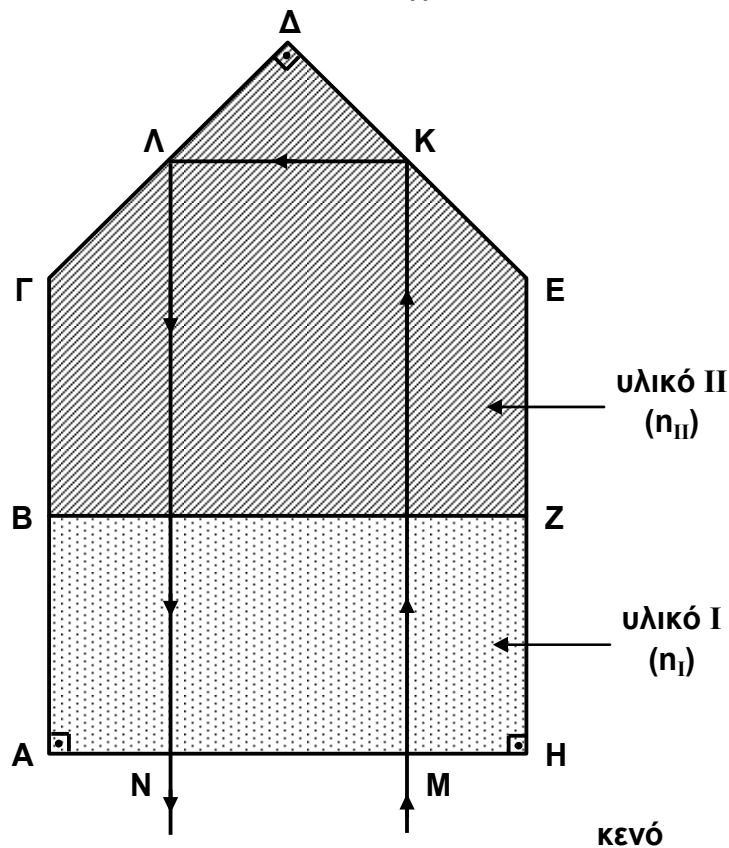
Μονάδες 7

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° . 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

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,

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

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

ΦΥΣΙΚΗ
ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ & ΕΠΑ.Λ. Β'
20 ΜΑΪΟΥ 2013
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. $\rightarrow \gamma$

A2. $\rightarrow \delta$

A3. $\rightarrow \gamma$

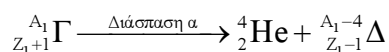
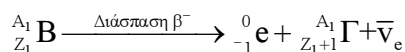
A4. $\rightarrow \beta$

A5.

$\alpha) \rightarrow \Sigma, \beta) \rightarrow \Sigma, \gamma) \rightarrow \Sigma, \delta) \rightarrow \Lambda, \epsilon) \rightarrow \Sigma$

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση η (i)



Άρα $A_2 = A_1 - 4$ και $Z_2 = Z_1 - 1$

B2. Σωστή απάντηση η (iii)

Αν αυξήσουμε κατά 25% την τάση μεταξύ ανόδου - καθόδου τότε η νέα τάση θα γίνει: $V' = V + 0,25 V = 1,25 V$.

Άρα: Το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X $\left(\lambda_{\min} = \frac{c \cdot h}{e \cdot V} \right)$ θα γίνει

$$\lambda'_{\min} = \frac{c \cdot h}{e \cdot 1,25 V} = \frac{\lambda_{\min}}{1,25} = 0,8 \cdot \lambda_{\min}$$

Άρα το λ_{\min} μειώθηκε κατά 20%.

B3 Σωστή απάντηση η (iii)

Η ισχύς των δύο σταθμών είναι:

$$\left. \begin{aligned} P_{\text{ολ}(A)} &= \frac{N_A \cdot h \cdot f_A}{t} \\ P_{\text{ολ}(B)} &= \frac{N_B \cdot h \cdot f_B}{t} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &P_{\text{ολ}(A)} = P_{\text{ολ}(B)} \\ &\Rightarrow \frac{N_A \cdot h \cdot f_A}{t} = \frac{N_B \cdot h \cdot f_B}{t} \Rightarrow N_A \cdot f_A = N_B \cdot f_B \xRightarrow{f_A > f_B} N_A < N_B \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η ενέργεια του ιονισμού του He^+ είναι:

$$E_{\text{iov}} = -E_1 = -(-54,4 \text{ eV}) \Rightarrow 54,4 \text{ eV}.$$

Γ2. Το ιόν He^+ απορροφώντας το φωτόνιο ενέργειας 52 eV μεταβαίνει από τη θεμελιώδη κατάσταση στη κατάσταση E_n με ενέργεια:

$$\Delta E = E_n - E_1 \Rightarrow 52 = E_n - (-54,4) \Rightarrow E_n = -3,4 \text{ eV}.$$

Η κατάσταση αυτή αντιστοιχεί στο $n = 4$ με ακτίνα:

$$r_A = n^2 \cdot r_1 = 4^2 \cdot 0,27 \cdot 10^{-10} = 4,32 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Γ3. Η στροφορμή του ηλεκτρονίου δίνεται: $L = n \cdot \hbar$

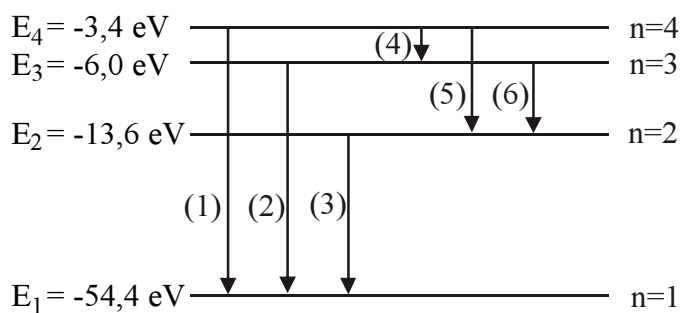
Στην κατάσταση για $n = 1$ είναι $L_1 = 1 \cdot \hbar$

Στην κατάσταση για $n = 4$ είναι $L_4 = 4 \cdot \hbar$

Άρα: $L_4 = 4 \cdot L_1$.

Δηλαδή η στροφορμή τετραπλασιάστηκε, άρα το μέτρο της αυξήθηκε κατά τρεις φορές.

Γ4.



Άρα:

$$E_{\Phi(1)} = E_4 - E_1 = 51 \text{ eV}$$

$$E_{\Phi(2)} = E_3 - E_1 = 48,4 \text{ eV}$$

$$E_{\Phi(3)} = E_2 - E_1 = 40,8 \text{ eV}$$

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

$$E_{\Phi(5)} = E_4 - E_2 = 10,2 \text{ eV}$$

$$E_{\Phi(6)} = E_3 - E_2 = 7,6 \text{ eV}$$

ΘΕΜΑ Δ

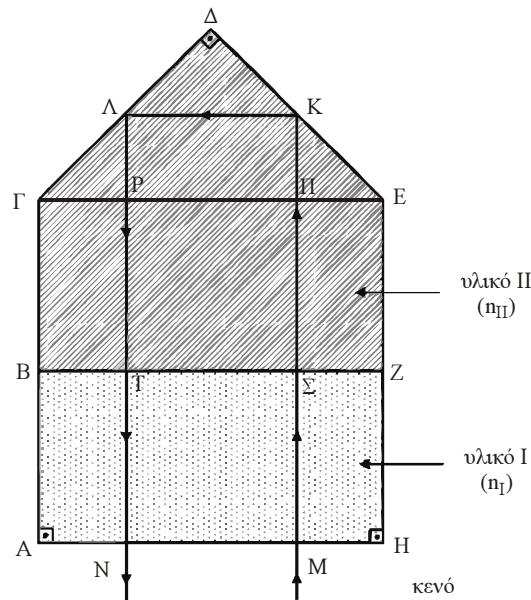
Δ1. Η συχνότητα είναι ίδια στα οπτικά υλικά I, II.

$$\text{Άρα, } f_1 = f_2 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = \frac{3}{4} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Η ενέργεια ενός φωτονίου θα δίνεται:

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda_0} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} = 4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- Δ2.** Υπολογίζουμε αρχικά τη συνολική διαδρομή της ακτίνας στο υλικό II ως εξής:



$$\Delta\Lambda = \Delta\mathbf{K} = \frac{\Delta\Gamma}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ cm}$$

Στο τρίγωνο $\Delta\Lambda\mathbf{K}$ εφαρμόζουμε πυθαγόρειο θεώρημα:

$$\mathbf{K}\Lambda = \sqrt{\Delta\Lambda^2 + \Delta\mathbf{K}^2} = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = 1 \text{ cm}$$

$$\mathbf{P}\mathbf{P} = \mathbf{K}\Lambda = 1 \text{ cm}$$

$$\Gamma\mathbf{P} = \mathbf{P}\mathbf{E} = \frac{\Gamma\mathbf{E} - \mathbf{P}\mathbf{P}}{2} = 0,5 \text{ cm}$$

$$\mathbf{P}\Lambda = \sqrt{\Gamma\Lambda^2 - \Gamma\mathbf{P}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{0,25} = 0,5 \text{ cm}$$

$$\text{Άρα: } \Sigma\mathbf{P} = \mathbf{T}\mathbf{P} = 1 \text{ cm}$$

Έτσι η διαδρομή της ακτίνας στο υλικό II είναι:

$$d_2 = \Sigma\mathbf{P} + \mathbf{P}\mathbf{K} + \mathbf{K}\Lambda + \Lambda\mathbf{P} + \mathbf{P}\mathbf{T} = 4 \text{ cm.}$$

Το μήκος κύματος στο υλικό II είναι:

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} = \frac{400\text{nm}}{1,8}$$

$$\text{Άρα: } d_2 = N \cdot \lambda_2 \Rightarrow N = \frac{d_2}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{4 \cdot 10^{-2}}{\frac{400 \cdot 10^{-9}}{1,8}} \Rightarrow N = 1,8 \cdot 10^5 \text{ μήκη κύματος}$$

- Δ3.** Η διαδρομή της ακτίνας στο υλικό I είναι:

$$d_1 = M\Sigma + TN = 2cm$$

Το μήκος κύματος στο υλικό I είναι:

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1} = \frac{400nm}{1,5} = \frac{800}{3} nm$$

Οι ταχύτητες στα υλικά I, II υπολογίζονται:

$$v_1 = \lambda_1 \cdot f_1 = \frac{800}{3} \cdot 10^{-9} \cdot \frac{3}{4} \cdot 10^{15} = 2 \cdot 10^8 m/s$$

$$v_2 = \lambda_2 \cdot f_2 = \frac{2000}{9} \cdot 10^{-9} \cdot \frac{3}{4} \cdot 10^{15} = \frac{5}{3} \cdot 10^8 m/s$$

Ο χρόνος στη διαδρομή I (d_1) είναι:

$$t_1 = \frac{d_1}{v_1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^8} = 10^{-10} \text{ sec}$$

και στην διαδρομή II (d_2) είναι :

$$t_2 = \frac{d_2}{v_2} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{\frac{5}{3} \cdot 10^8} = 2,4 \cdot 10^{-10} \text{ sec}$$

$$\text{Συνολικός χρόνος : } t_{\text{ολ}} = t_1 + t_2 = 10^{-10} + 2,4 \cdot 10^{-10} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ sec .}$$

- Δ4.** Το 5% επί της συνολικής ενέργειας απορροφάται και αποδίδεται με μορφή θερμότητας που αυξάνει τη θερμοκρασία του υλικού κατά 2°C.

$$\text{Άρα } Q = 5\% \cdot E_{\text{ολ}}$$

$$Q = 5\% \cdot E_1 = 0,05 \cdot N \cdot E_1 \Rightarrow N = \frac{Q}{0,05 \cdot E_1} = \frac{20}{0,05 \cdot 4,95 \cdot 10^{-19}} =$$

$$= 8,08 \cdot 10^{20} \text{ φωτόνια.}$$