



ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2013

Επιμέλεια: Ομάδα Φυσικών
της Ωθησης



Δευτέρα, 20 Μαΐου 2013
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A3** 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) $U = -K / 2$
- δ) $U = -2K$

Μονάδες 5

A3. Δίνονται οι πυρήνες ${}^1_2\text{C}$, ${}^1_6\text{O}$, ${}^2_8\text{S}$, ${}^2_{39}\text{U}$ 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) ${}^1_2\text{C}$
- β) ${}^1_6\text{O}$
- γ) ${}^2_8\text{S}$
- δ) ${}^2_{39}\text{U}$

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, το γράμμα Σ, αν η πρόταση είναι σωστή, ή Λ, 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 ότι οι ιστοί του.

ε) Η ισχυρή πυρηνική δύναμη υπερνικά την αμοιβαία ηλεκτρική άπωση μεταξύ των πρωτονίων ενός σταθερού πυρήνα.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A1. → γ.

A2. → δ.

A3. → γ.

A4. → β.

A5. → α. → Σ

β. → Σ

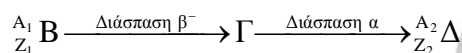
γ. → Σ

δ. → Λ

ε. → Σ

ΘΕΜΑ 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 Χ, 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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

B1. α) Σωστό είναι το i.

β) **Αιτιολόγηση:**

Οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι οι εξής:

- Διάσπαση β: ${}_{Z_1}^{A_1}B \rightarrow {}_{Z_1+1}^{A_1}\Gamma + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}_e$
- Διάσπαση α ${}_{Z_1+1}^{A_1}\Gamma \rightarrow {}_{Z_1+1-2}^{A_1-4}\Delta + {}_2^4He$ ή ${}_{Z_1+1}^{A_1}\Gamma \rightarrow {}_{Z_1-1}^{A_1-4}\Delta + {}_2^4He$

Επομένως θα ισχύει

$$\boxed{A_2 = A_\Delta = A_1 - 4} \quad \text{και} \quad \boxed{Z_2 = Z_\Delta = Z_1 - 1}$$

B2. α) Σωστό είναι το iii.

β) **Αιτιολόγηση:**

Σύμφωνα με την εκφώνηση θα ισχύει:

$$V' = V + \frac{25}{100}V \Rightarrow V' = V + \frac{V}{4} \Rightarrow V' = \frac{5V}{4} \quad (1)$$

Επίσης, για το ελάχιστο μήκος κύματος στις δύο καταστάσεις (αρχική-τελική) λειτουργίας της συσκευής ισχύουν αντίστοιχα οι σχέσεις:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{\min} &= \frac{h \cdot c}{e \cdot V} \\ \lambda'_{\min} &= \frac{h \cdot c}{e \cdot V'} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\stackrel{(*)}{\Rightarrow} \frac{\lambda_{\min}}{\lambda'_{\min}} = \frac{V'}{V} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \frac{\lambda_{\min}}{\lambda'_{\min}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{\lambda_{\min}}{\lambda'_{\min}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{\lambda'_{\min}}{\lambda_{\min}} = \frac{4}{5} \end{aligned} \quad (2)$$

Άρα για το ποσοστό μεταβολής του μήκους κύματος θα έχουμε:

$$\Pi = \frac{\lambda'_{\min} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\min}} \cdot 100\% \Rightarrow \Pi = \left(\frac{\lambda'_{\min}}{\lambda_{\min}} - 1 \right) \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\stackrel{(2)}{\Rightarrow} \Pi = \left(\frac{4}{5} - \frac{5}{5} \right) \cdot 100\% = -\frac{1}{5} \cdot 100\% \Rightarrow \boxed{\Pi = -20\%}$$

Οπότε το ελάχιστο μήκος κύματος μειώνεται κατά 20%.

B3. α) Σωστό είναι το iii.

β) Αιτιολόγηση:

Η ισχύς που ακτινοβολεί μια πηγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων συγκεκριμένης συχνότητας είναι:

$$P = \text{σταθ.} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} P = \frac{E_{\text{ολ}}}{\Delta t} \\ E_{\text{ολ}} = N \cdot E_{\varphi} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} P = \frac{N \cdot E_{\varphi}}{\Delta t} \\ E_{\varphi} = h \cdot f \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{N \cdot h \cdot f}{\Delta t} \quad (1)$$

Για τις πηγές A και B η σχέση (1) γράφεται:

$$\left. \begin{array}{l} P_A = \frac{h \cdot N_A \cdot f_A}{\Delta t} \\ P_B = \frac{h \cdot N_B \cdot f_B}{\Delta t} \\ \text{αλλά } P_A = P_B \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{h \cdot N_A \cdot f_A}{\Delta t} = \frac{h \cdot N_B \cdot f_B}{\Delta t} \Rightarrow N_A \cdot f_A = N_B \cdot f_B \Rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{f_A}{f_B},$$

$$\text{αλλά } f_A > f_B \quad \text{ή} \quad \frac{f_A}{f_B} > 1, \quad \text{οπότε: } \frac{N_B}{N_A} > 1 \Rightarrow \boxed{N_B > N_A}$$

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:



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

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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1. Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας για τον ιονισμό, θα έχουμε

$$E_1 + E_{\text{προσφ}} = K_{\infty} + U_{\infty} \Rightarrow E_1 + E_{\text{προσφ}} = K_{\infty} + 0 \Rightarrow E_{\text{προσφ}} = K_{\infty} - E_1,$$

οπότε για την E_{iov} απαιτούμε $K_{\infty} = 0$, συνεπώς $E_{\text{iov}} = -E_1 = 54,4 \text{ eV}$

Γ2. Σύμφωνα με την Α.Δ.Ε. για την απορρόφηση φωτονίου ισχύει:

$$E_n = E_1 + E_{\phi} \Rightarrow E_n = -54,4 \text{ eV} + 51 \text{ eV} \Rightarrow E_n = -3,4 \text{ eV}$$

Επομένως, σύμφωνα με το ενεργειακό διάγραμμα που δίνεται, θα είναι $n=4$. Από το πρότυπο του Bohr για την κβάντωση της επιβατικής ακτίνας, θα έχουμε:

$$r_n = n^2 \cdot r_1 = 16 \cdot 0,27 \cdot 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow r_n = r_4 = 4,32 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Γ3. Από το πρότυπο του Bohr, για το μέτρο της τροχιακής στροφορμής του ηλεκτρονίου ισχύει:

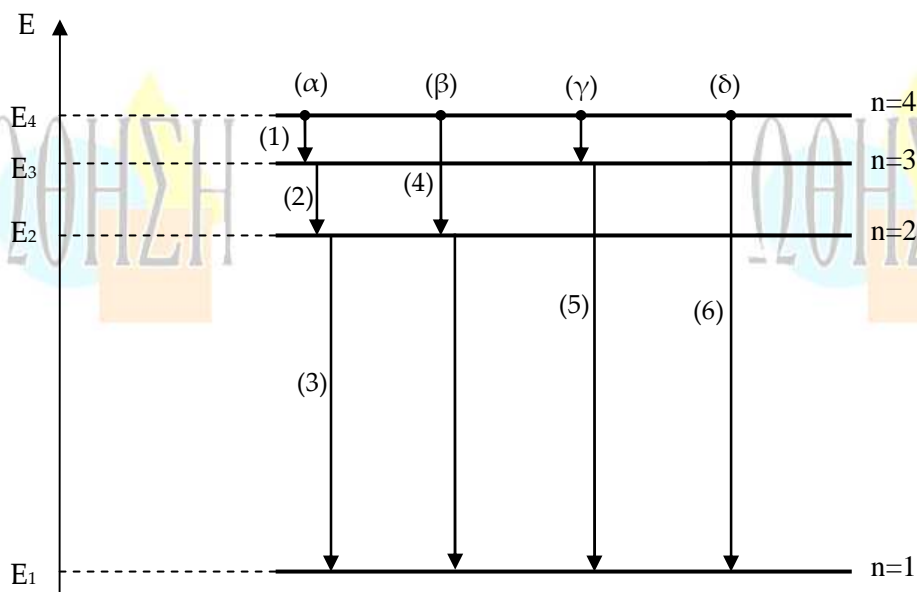
$$L_n = n \cdot \hbar \quad (1), \quad \text{με } n = 1, 2, 3, \dots$$

Επομένως, για τη μεταβολή του μέτρου της στροφορμής θα έχουμε:

$$\Delta L = L_4 - L_1 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \Delta L = 4\hbar - \hbar \Rightarrow \Delta L = 3\hbar \quad \text{ή} \quad \Delta L = 3L_1$$

άρα η στροφορμή του ηλεκτρονίου αυξήθηκε τρεις φορές.

Γ4. Το ενεργειακό διάγραμμα που ζητείται είναι:



Οι δυνατοί τρόποι αποδιέγερσης είναι τέσσερις: (α), (β), (γ) και (δ) και τα φωτόνια διαφορετικής ενέργειας 6. Οι ενέργειες των φωτονίων αυτών είναι:

$$E_{\phi(1)} = E_4 - E_3 \Rightarrow E_{\phi(1)} = 2,6\text{eV}, \quad E_{\phi(2)} = E_3 - E_2 \Rightarrow E_{\phi(2)} = 7,6\text{eV}$$

$$E_{\phi(3)} = E_2 - E_1 \Rightarrow E_{\phi(3)} = 40,8\text{eV}, \quad E_{\phi(4)} = E_4 - E_2 \Rightarrow E_{\phi(4)} = 10,2\text{eV}$$

$$E_{\phi(5)} = E_3 - E_1 \Rightarrow E_{\phi(5)} = 48,4\text{eV}, \quad E_{\phi(6)} = E_4 - E_1 \Rightarrow E_{\phi(6)} = 51\text{eV}$$

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:

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

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 ΔΓ, αντίστοιχα.

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 : $h = 6,6 \times 10^{-34}$ Js,

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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. Για την ενέργεια του καθενός φωτονίου θα έχουμε:

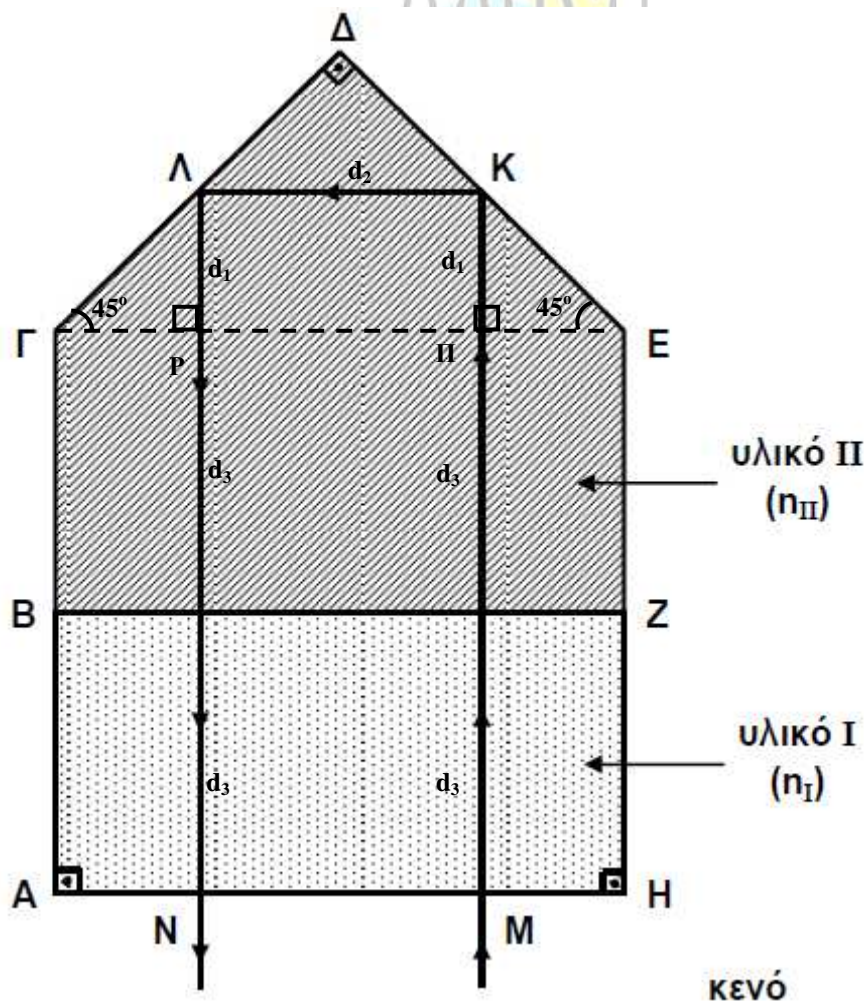
$$\left. \begin{aligned} E_\phi &= h \cdot f \\ \Theta.E.K \Rightarrow c_0 &= f \cdot \lambda_0 \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_\phi = \frac{h \cdot c_0}{\lambda_0} \Rightarrow E_\phi = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^2 \cdot 10^{-9}} \text{ J} \Rightarrow \boxed{E_\phi = 4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

Δ2. Για το μήκος κύματος στο υλικό II θα έχουμε:

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_{II}} = \frac{400\text{nm}}{1,8} = \frac{2000}{9} \text{ nm}$$

ή

$$\lambda_2 = \frac{2}{9} \cdot 10^{-6} \text{ m}$$



Υπολογισμός συνολικής διαδρομής στο υλικό II

$$d_{o\lambda} = 2 \cdot d_3 + 2 \cdot d_1 + d_2 \quad (1)$$

$$\text{Κ} \hat{\Delta} \Lambda \ (\hat{\Delta} = 90^\circ) \xrightarrow{\text{Π.Θ}} d_2 = \sqrt{(\Delta K)^2 + (\Delta \Lambda)^2} = \sqrt{2(\Delta K)^2} \Rightarrow d_2 = (\Delta K) \cdot \sqrt{2} = \frac{(\Delta E)}{2} \cdot \sqrt{2} = 1\text{cm} \quad (2)$$

$$\text{Κ} \hat{\Pi} \text{Ε} \ (\hat{\Pi} = 90^\circ) : \eta\mu 45^\circ = \frac{d_1}{(\text{ΚΕ})} \Rightarrow d_1 = \frac{(\Delta E)}{2} \cdot \eta\mu 45^\circ = 0,5\text{cm} \quad (3)$$

Η σχέση (1) θα γίνει:

$$d_{o\lambda} = 2 \cdot (ZE) + 2d_1 + d_2 \xrightarrow{(2)} \xrightarrow{(3)} d_{o\lambda} = (2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,5 + 1)\text{cm} \Rightarrow d_{o\lambda} = 4\text{cm} \Rightarrow \underline{d_{o\lambda} = 4 \cdot 10^{-2} \text{m}}$$

Άρα θα έχουμε:

$$N = \frac{d_{o\lambda}}{\lambda_2} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{m}}{\frac{2}{9} \cdot 10^{-6} \text{m}} \Rightarrow \boxed{N = 18 \cdot 10^4 \mu.κ.}$$

Δ3. Για τον χρόνο διέλευσης θα έχουμε:

$$t_{o\lambda} = \Delta t_I + \Delta t_{II} \Rightarrow t_{o\lambda} = \frac{x_I}{c_1} + \frac{x_{II}}{c_2} \Rightarrow t_{o\lambda} = \frac{2d_3}{c_0} + \frac{d_{o\lambda}}{c_0} \Rightarrow t_{o\lambda} = \frac{1}{c_0} (2d_3 \cdot n_I + d_{o\lambda} n_{II}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_{o\lambda} = \frac{1}{3 \cdot 10^8 \text{m/s}} (2 \cdot 1 \cdot 1,5 + 4 \cdot 1,8) \cdot 10^{-2} \text{m} \Rightarrow \boxed{t_{o\lambda} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{s}}$$

Δ4. Για την ολική ενέργεια της ακτινοβολίας σε κάποιο χρονικό διάστημα ισχύει

$$E_{o\lambda} = N \cdot E_\phi \quad (4)$$

Το υλικό απορροφά το 5% αυτής της ενέργειας υπό μορφή θερμότητας. Οπότε, θα ισχύει:

$$Q = \frac{5}{100} \cdot E_{o\lambda} \xrightarrow{(4)} Q = \frac{1}{20} \cdot N \cdot E_\phi \Rightarrow N = \frac{20Q}{E_\phi} \quad (5)$$

Για την αύξηση της θερμοκρασίας κατά $\Delta\theta=2^\circ\text{C}$ απαιτείται θερμότητα $Q=20\text{J}$, οπότε από τη σχέση (5) θα έχουμε:

$$N = \frac{20Q}{E_\phi} \Rightarrow N = \frac{20 \cdot 20}{4,95} \cdot 10^{19} = \frac{4}{4,95} \cdot 10^{21} \Rightarrow N = \frac{40}{4,95} \cdot 10^{20} \quad \text{ή} \quad \boxed{N \cong 8,08 \cdot 10^{20} \text{ φωτόνια}}$$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 2013

Τα σημερινά θέματα Φυσικής Γενικής Παιδείας καλύπτουν ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης, είναι απαιτητικά και δημιουργούν κατάλληλες προϋποθέσεις για την διάκριση των υποψηφίων ανάλογα με τις δυνατότητες τους.

Τα θεωρητικά θέματα Α και Β απαιτούσαν από τους υποψηφίους κυρίως δυνατότητα αναπαραγωγής της θεωρίας, αλλά και κριτική ικανότητα σε μικρότερο ποσοστό.

Τα προβλήματα και κυρίως το θέμα Δ απαιτούσαν συνθετική ικανότητα σε συνδυασμό με άνεση στο χειρισμό βασικών γεωμετρικών εννοιών.

Συνεπώς τα σημερινά θέματα είναι ποιοτικά, σαφή με σχετικά μεγάλη έκταση, που όμως μπορούν να αντιμετωπιστούν με σχετική άνεση από έναν καλά προετοιμασμένο και προσεκτικό υποψήφιο.

