

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΘΕΜΑ 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.

Α1. 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

Α2. Εάν  $U$  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)  $U= -2 K$

Μονάδες 5

Α3. 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

Α4. 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
- γ) προβλέπει κατανομή του θετικού φορτίου στο άτομο όμοια με αυτήν του προτύπου του Thomson (Τόμσον)

## ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013

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.

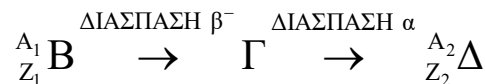
δ) Τα οστά του ανθρώπου απορροφούν λιγότερο τις ακτίνες X από ό, τι οι ιστοί του.

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

**Μονάδες 5**

### ΘΕΜΑ Β

**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**

## ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013

**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.

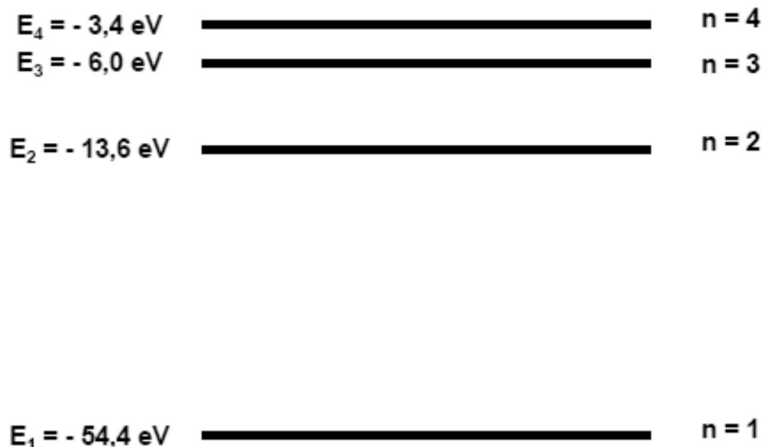
**Μονάδες 2**

**β)** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**Μονάδες 7**

### ΘΕΜΑ Γ

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



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

**Μονάδες 6**

Το ιόν του ηλίου  $\text{He}^+$  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 με μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου μετά τη διέγερση του ιόντος;

**Μονάδες 6**

## ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013

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.

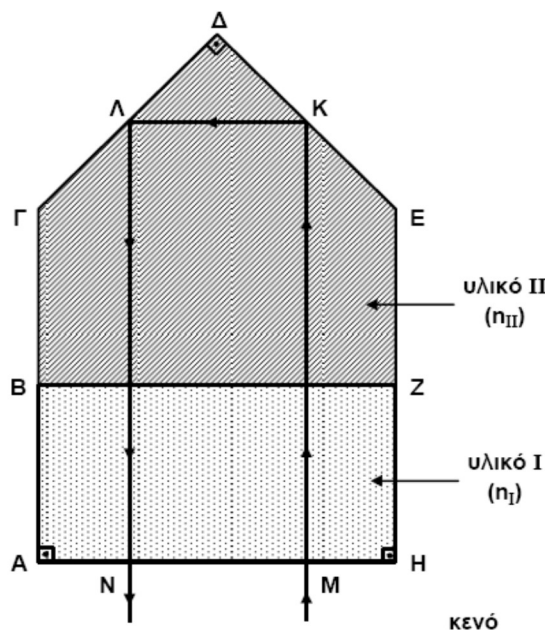
Μονάδες 7

### 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:

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

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



Μια 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 ΔΓ, 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

## ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013

**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 20J.

**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,

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

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

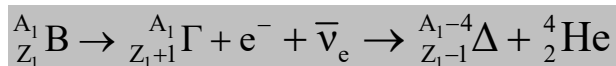
- A.1.  $\gamma$       A.2.  $\delta$       A.3.  $\gamma$       A.4.  $\beta$   
 A.5.    α.  $\Sigma$     β.  $\Sigma$     γ.  $\Sigma$     δ.  $\Lambda$     ε.  $\Sigma$

ΘΕΜΑ Β

B.1. Σωστή απάντηση η (i).

Στη διάσπαση  $\beta^-$  ο πυρήνας  $\Gamma$  θα έχει, ίδιο μαζικό αριθμό με τον Β δηλαδή  $A_1$  και ατομικό αυξημένο κατά 1, δηλαδή  $(Z_1+1)$ , αφού παράγεται ένα πρωτόνιο.

Στη διάσπαση  $\alpha$ , ο μαζικός του  $\Gamma$  θα μειωθεί κατά 4, άρα  $A_2 = A_1 - 4$  και ο ατομικός αριθμός του θα μειωθεί κατά 2, άρα  $Z_2 = Z_1 + 1 - 2 = Z_1 - 1$ , αφού παράγεται πυρήνας Ηλίου  ${}^4_2\text{He}$



B.2. Σωστή η (iii)

$$\text{Η νέα τάση θα είναι } V_2 = V_1 + \frac{25}{100}V_1 = 1,25V_1 = \frac{5}{4}V_1$$

Το νέο ελάχιστο μήκος κύματος:

$$\lambda_{2,\min} = \frac{hc}{eV_2} = \frac{hc}{e \cdot 1,25V_1} = \frac{4}{5} \frac{hc}{eV_1} = \frac{4}{5} \lambda_{1,\min}$$

Η επί τοις εκατό μεταβολή του ελάχιστου μήκους κύματος θα είναι:

$$\pi = \frac{\lambda_{2,\min} - \lambda_{1,\min}}{\lambda_{1,\min}} 100 = -20\%. \text{ Άρα μειώνεται κατά } 20\%$$

B.3. Σωστή η (iii).

Για τις ισχύεις των δύο σταθμών θα ισχύει:

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{N_A hf_A}{t} = \frac{N_B hf_B}{t} \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{f_B}{f_A} \quad (1)$$

$$\text{Όμως } f_A > f_B \xrightarrow{(1)} N_A < N_B$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ.1. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας:

$$E_1 + E_{\text{τοV}} = E_{\infty} \Rightarrow E_{\text{τοV}} = -E_1 = 54,4\text{eV}$$

Γ.2. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας:

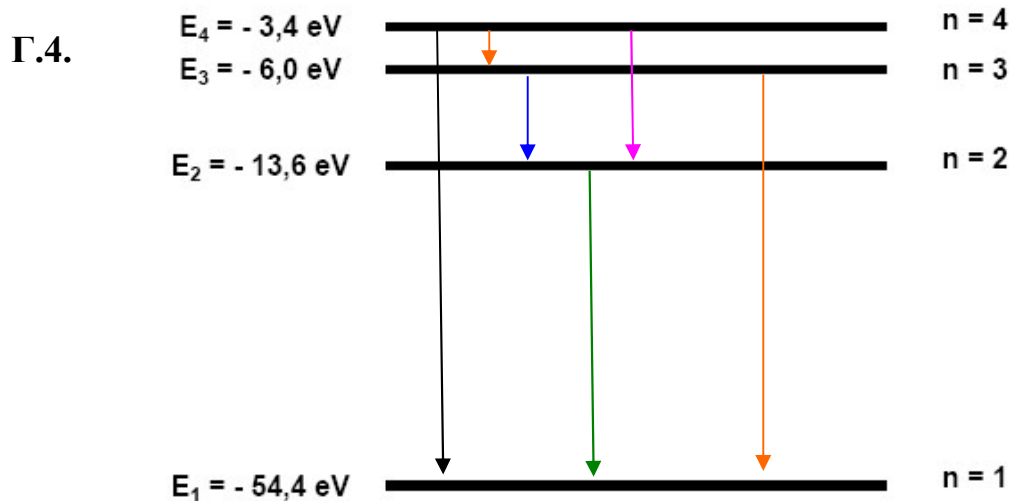
$$E_1 + E_{\text{φωτ}} = E_n \Rightarrow E_n = -54,4 + 51 = -3,4\text{eV}.$$

Άρα το ηλεκτρόνιο του ιόντος μεταβαίνει στη ενεργειακή στάθμη  $n=4$ .

$$\text{Έτσι } r_4 = n^2 r_1 = 4,32 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Γ.3. Για τη στροφορμή θα ισχύει:  $L_4 = n \frac{h}{2\pi} = 4 \frac{h}{2\pi} = 4L_1$ .

Θα αυξηθεί 3 φορές.



$$\text{Από την } n=4 \text{ στην } n=1: E_{4,1} = E_4 - E_1 = 51\text{eV}$$

$$\text{Από την } n=4 \text{ στην } n=3: E_{4,3} = E_4 - E_3 = 2,6\text{eV}$$

$$\text{Από την } n=3 \text{ στην } n=2: E_{3,2} = E_3 - E_2 = 7,6\text{eV}$$

$$\text{Από την } n=2 \text{ στην } n=1: E_{2,1} = E_2 - E_1 = 40,8\text{eV}$$

$$\text{Από την } n=4 \text{ στην } n=2: E_{4,2} = E_4 - E_2 = 10,2\text{eV}$$

$$\text{Από την } n=3 \text{ στην } n=1: E_{3,1} = E_3 - E_1 = 48,4\text{eV}$$

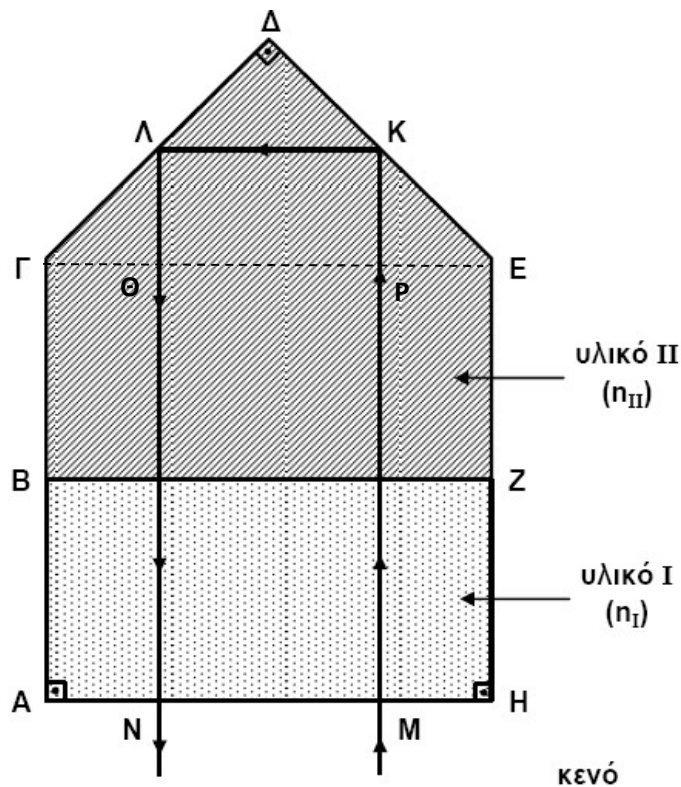
ΘΕΜΑ Δ

Δ.1. Η συχνότητα του φωτονίου είναι σε όλα τα υλικά ίδια με αυτή στο κενό.

$$\text{Άρα: } c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} = \frac{3}{4} 10^{15} \text{ Hz}$$

Η ενέργεια του φωτονίου θα είναι :  $E_{\text{φωτ}} = hf = 4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Δ.2.



Στο υλικό II το μήκος κύματος θα είναι:  $n_2 = \frac{\lambda_0}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2}{9} \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Η συνολική διαδρομή στο υλικό (II) θα είναι:

$$s_2 = 2(B\Gamma) + 2(\Theta\Lambda) + (Κ\Lambda)$$

$$(\Theta\Lambda) = \eta\mu 45 \cdot (\Gamma\Lambda) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ cm} = \frac{1}{2} \text{ cm}$$

$$(\Κ\Lambda) = \frac{(\Delta\Lambda)}{\eta\mu 45} = 1 \text{ cm}$$

$$\text{Άρα } s_2 = 2(B\Gamma) + 2(\Theta\Lambda) + (\Κ\Lambda) = 2 + 1 + 1 = 4 \text{ cm}$$



## ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2013

Ο αριθμός από τα μήκη κύματος θα είναι:

$$N_{\text{κυμ}} = \frac{s_2}{\lambda_2} = 18 \cdot 10^4 \text{ μήκη κύματος}$$

**Δ3.** Για το υλικό (I)  $n_1 = \frac{c_0}{c_1} \Rightarrow c_1 = \frac{c_0}{n_1} \Rightarrow c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Για το υλικό (II)  $n_2 = \frac{c_0}{c_2} \Rightarrow c_2 = \frac{c_0}{n_2} \Rightarrow c_2 = \frac{5}{3} 10^8 \text{ m/s}$

Στο υλικό (I)  $t_1 = \frac{2(AB)}{c_1} = 10^{-10} \text{ sec}$

Στο υλικό (II)  $t_2 = \frac{s_2}{c_2} = 2,4 \cdot 10^{-10} \text{ sec}$

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

**Δ4.**  $E_{\text{ολ}} = N_{\phi} \cdot h \cdot f$ , άρα:

$$E_{\text{θερ}} = \frac{5}{100} E_{\text{ολ}} = \frac{5}{100} N_{\phi} \cdot h \cdot f \Rightarrow N_{\phi} = \frac{100 E_{\text{θερ}}}{5hf} = 8,08 \cdot 10^{20} \text{ φωτόνια.}$$

ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΕ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΤΩΝ  
**ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ**  
**«ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ» ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ**