

**ΦΥΣΙΚΗ**  
**ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**  
**2010**  
**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ**

**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.** Το ουράνιο τόξο είναι αποτέλεσμα

- α.** της απορρόφησης του φωτός από την ατμόσφαιρα.
- β.** της μονοχρωματικότητας του ηλιακού φωτός.
- γ.** του διασκεδασμού και της ολικής ανάκλασης του λευκού φωτός.
- δ.** των ιδιοτήτων της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

**Μονάδες 5**

**A2.** Στους λαμπτήρες πυρακτώσεως το νήμα του βολφραμίου είναι διαμορφωμένο σε πολύ πυκνές σπείρες. Αυτό γίνεται διότι

- α.** το νήμα έτσι έχει μικρότερη αντίσταση.
- β.** ελαχιστοποιείται η απαγωγή θερμότητας από το εσωτερικό των σπειρών, με αποτέλεσμα το νήμα να διατηρείται θερμότερο και να εκπέμπει περισσότερο φως.
- γ.** αποφεύγεται η εξάχνωση του βολφραμίου.
- δ.** το νήμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του λαμπτήρα.

**Μονάδες 5**

**A3.** Η υπέρυθρη ακτινοβολία

- α.** έχει μικρότερο μήκος κύματος στο κενό από την ορατή.
- β.** προκαλεί το μαύρισμα του δέρματός μας, όταν εκτιθέμεθα στον ήλιο.
- γ.** δεν προκαλεί το φαινόμενο του φωσφορισμού.
- δ.** συμμετέχει στην μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.

**Μονάδες 5**

**A4.** Ποια από τις παρακάτω προτάσεις, που αναφέρονται στην πυρηνική σύντηξη των πυρήνων  ${}^1_1\text{H}$  με τον κύκλο πρωτονίου-πρωτονίου, είναι **λάθος**;

- α.** Τέσσερις πυρήνες  ${}^1_1\text{H}$  συντήκονται και δημιουργούν ένα πυρήνα  ${}^4_2\text{He}$
- β.** Οι πυρήνες  ${}^1_1\text{H}$  πρέπει να έχουν πολύ μεγάλη κινητική ενέργεια, ώστε να πλησιάσουν σε απόσταση που δρουν οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις.
- γ.** Η συνολική αντίδραση είναι ενδόθερμη.
- δ.** Οι πυρηνικές αυτές αντιδράσεις πιστεύεται ότι συμβαίνουν στο εσωτερικό του Ηλίου και των άλλων άστρων.

**Μονάδες 5**

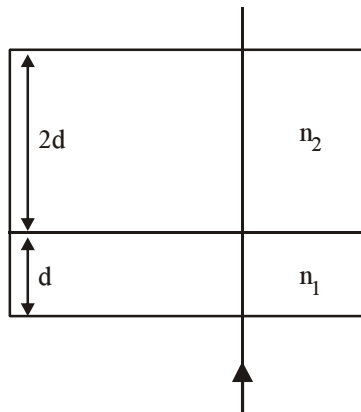
**A5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α. Η μονάδα ατομικής μάζας  $u$  ορίζεται ως το  $\frac{1}{12}$  της μάζας του πυρήνα του  ${}^{16}_8\text{O}$
- β. Οι ακτίνες X είναι ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια.
- γ. Η φθορίζουσα ουσία στους λαμπτήρες φθορισμού απορροφά υπεριώδη ακτινοβολία και εκπέμπει ορατή.
- δ. Η θεωρία των κβάντα δεν αναιρεί την κυματική φύση του φωτός.
- ε. Οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις είναι διαφορετικές, όταν αναπτύσσονται μεταξύ δύο πρωτονίων και διαφορετικές, όταν αναπτύσσονται μεταξύ δύο νετρονίων.

**Μονάδες 5**

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαπερνά διαδοχικά δύο οπτικά υλικά με δείκτες διάθλασης  $n_1$  και  $n_2$  αντίστοιχα, όπου  $n_2 = 1,5 \cdot n_1$



Η ακτίνα προσπίπτει κάθετα στις διαχωριστικές επιφάνειες των δύο οπτικών υλικών, όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα δύο οπτικά υλικά έχουν πάχος  $d$  και  $2d$  αντίστοιχα.

Στο οπτικό υλικό με δείκτη διάθλασης  $n_1$  το πάχος  $d$  ισούται με  $10^5$  μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο αυτό. Με πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο με δείκτη διάθλασης  $n_2$  ισούται το πάχος  $2d$ ;

- α)  $2 \cdot 10^5$ ,   β)  $0,75 \cdot 10^5$ ,   γ)  $3 \cdot 10^5$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

**Μονάδες 8**

**B2.** Δύο δέσμες ακτίνων X παράγονται από συσκευές στις οποίες η τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου είναι  $V_1$  για την πρώτη δέσμη και  $V_2$  για τη δεύτερη. Οι δέσμες προσπίπτουν σε μια πλάκα. Η πρώτη δέσμη απορροφάται πλήρως από την πλάκα, ενώ η δεύτερη την διαπερνά. Ποια από τις παρακάτω συνθήκες ισχύει;

- α)  $V_1 > V_2$ ,   β)  $V_1 < V_2$ ,   γ)  $V_1 = V_2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

**Μονάδες 8**

**B3.** Ένας πυρήνας X με μαζικό αριθμό 250 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 7,5 MeV, διασπάται σε 2 πυρήνες: 1) τον Y με μαζικό αριθμό 100 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8,8 MeV και 2) τον Ω με μαζικό αριθμό 150 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8,2 MeV. Κατά την διαδικασία αυτή

- α) εκλύεται ενέργεια.
- β) απορροφάται ενέργεια.
- γ) ούτε εκλύεται ούτε απορροφάται ενέργεια.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).  
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 7).

**Μονάδες 9**

## ΘΕΜΑ Γ

Ηλεκτρόνια επιταχύνονται από τάση  $V$  και στη συνέχεια προσπίπτουν σε άτομα υδρογόνου, τα οποία βρίσκονται στη θεμελιώδη τους κατάσταση. Κατά την πρόσπτωση αυτή τα άτομα του υδρογόνου διεγείρονται στην  $3^{\text{η}}$  διεγερμένη κατάσταση ( $n = 4$ ). Να υπολογισθεί:

**Γ1.** Το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου ενός διεγερμένου ατόμου υδρογόνου το οποίο βρίσκεται στην τροχιά με  $n = 4$ .

**Μονάδες 5**

**Γ2.** Η ελάχιστη τιμή της τάσης  $V$  με την οποία επιταχύνθηκαν τα ηλεκτρόνια που προκάλεσαν τη διέγερση των ατόμων του υδρογόνου.

**Μονάδες 6**

**Γ3.** Ο λόγος των κινητικών ενεργειών  $K_4/K_1$  των ηλεκτρονίων του ατόμου του υδρογόνου, όπου  $K_1$  η κινητική ενέργεια του ατόμου στην τροχιά με  $n = 1$  και  $K_4$  η κινητική ενέργεια του ατόμου στην τροχιά με  $n = 4$ .

**Μονάδες 7**

**Γ4.** Η δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου στην τροχιά με  $n = 4$ .

**Μονάδες 7**

Δίνονται:  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ , η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση και  $h = \frac{h}{2\pi} = 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

## ΘΕΜΑ Δ

Το  ${}_{83}^{214}\text{Bi}$  (βισμούθιο) είναι ένα ραδιενεργό ισότοπο. Οι πυρήνες του βισμούθιου μπορούν να διασπασθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους, με διάσπαση  $\alpha$  ή με διάσπαση  $\beta^-$ . Κατά τις διασπάσεις αυτές ο χρόνος υποδιπλασιασμού του βισμούθιου είναι  $T_{1/2} = 20 \text{ min}$ . Κατά τη διάσπαση  $\alpha$  παράγεται Tl (θάλλιο) και κατά την διάσπαση  $\beta^-$  παράγεται Po (πολώνιο). Η διάσπαση  $\alpha$  πραγματοποιείται σε ποσοστό 0,4%, ενώ κατά το υπόλοιπο ποσοστό πραγματοποιείται η διάσπαση  $\beta^-$ .

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  διαθέτουμε ένα δείγμα  $N_0 = 9,6 \cdot 10^{18}$  πυρήνων  ${}_{83}^{214}\text{Bi}$ .

**Δ1.** Να γράψετε τις πυρηνικές αντιδράσεις διάσπασης  $\alpha$  και  $\beta^-$  που πραγματοποιούνται.

**Μονάδες 6**

**Δ2.** Να υπολογίσετε την ενεργότητα του δείγματος αυτού τη χρονική στιγμή  $t_1 = 60 \text{ min}$ .

**Μονάδες 7**

**Δ3.** Να γίνει η γραφική παράσταση του αριθμού  $N$  των πυρήνων  ${}_{83}^{214}\text{Bi}$  που παραμένουν αδιάσπαστοι σε συνάρτηση με το χρόνο για χρονικό διάστημα από  $t_0 = 0$  έως  $t_1 = 60 \text{ min}$ . Στη γραφική παράσταση να φαίνονται οι συντεταγμένες 4 σημείων της καμπύλης.

**Μονάδες 5**

**(Η γραφική παράσταση να γίνει με στυλό ή με μολύβι στο μιλιμετρέ χαρτί που βρίσκεται στο τέλος του τετραδίου).**

**Δ4.** Να υπολογίσετε τον αριθμό των σωματίων  $\alpha$  που παράχθηκαν στο χρονικό διάστημα από  $t_0 = 0$  έως  $t_2 = 40 \text{ min}$ .

**Μονάδες 7**

Δίνεται  $\ln 2 = 0,7$

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ Α

A1.  $\rightarrow \gamma$

A2.  $\rightarrow \beta$

A3.  $\rightarrow \gamma$

A4.  $\rightarrow \gamma$

A5. α.  $\rightarrow \Lambda$

β.  $\rightarrow \Lambda$

γ.  $\rightarrow \Sigma$

δ.  $\rightarrow \Sigma$

ε.  $\rightarrow \Lambda$

### ΘΕΜΑ Β

B1.

$$n_1 : \left. \begin{array}{l} d = 10^5 \cdot \lambda_1 \\ 2d = \kappa \cdot \lambda_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{10^5 \cdot \lambda_1}{\kappa \cdot \lambda_2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{10^5 \cdot \frac{\lambda_0}{n_1}}{\kappa \cdot \frac{\lambda_0}{n_2}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{n_2 \cdot 10^5}{\kappa \cdot n_1} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1,5 \cdot n_1 \cdot 10^5}{\kappa \cdot n_1} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{3}{2\kappa} 10^5 \Rightarrow \kappa = 3 \cdot 10^5 \text{ μ.κ. του } \lambda_2 .$$

Σωστή η απάντηση (γ).

B2. Η πρώτη δέσμη που απορροφάται πλήρως από την πλάκα έχει μεγαλύτερο μ.κ. από τη δεύτερη που τη διαπερνά.

Ισχύει:

$$\lambda_{\min_1} > \lambda_{\min_2} \Rightarrow \frac{c \cdot h}{e \cdot V_1} > \frac{c \cdot h}{e \cdot V_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{V_1} > \frac{1}{V_2} \Rightarrow V_2 > V_1 .$$

Σωστή η απάντηση (β).

B3.

$$A_X = 250 \qquad A_Y = 100$$
$$(X) \left( \frac{E_B}{A} \right)_X = 7,5 \text{ MeV} \qquad (Y) \left( \frac{E_B}{A} \right)_Y = 8,8 \text{ MeV}$$

$$A_\Omega = 150$$
$$\left( \frac{E_B}{A} \right)_\Omega = 8,2 \text{ MeV}$$

$$E_{B_X} = A_X \cdot 7,5 = 250 \cdot 7,5 = 1875 \text{ MeV}$$

$$E_{B_Y} = A_Y \cdot 8,8 = 100 \cdot 8,8 = 880 \text{ MeV}$$

$$E_{B_\Omega} = A_\Omega \cdot 8,2 = 150 \cdot 8,2 = 1230 \text{ MeV}$$

$$Q = -E_{B_X} + E_{B_Y} + E_{B_\Omega} \Rightarrow$$

$$Q = -1875 + 880 + 1230 \Rightarrow$$

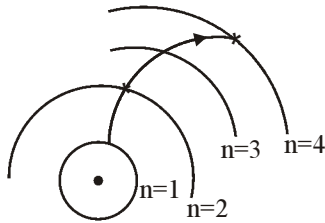
$$Q = +235 \text{ MeV} > 0$$

Εκλύεται ενέργεια.

### ΘΕΜΑ Γ

Γ1.  $L_n = n \cdot \hbar \Rightarrow L_4 = 4\hbar = 4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}.$

Γ2.



$$E_{\delta\epsilon\gamma} = E_4 - E_1 = \frac{E_1}{4^2} - E_1 = \frac{E_1}{16} - E_1 = \frac{-15E_1}{16} \Leftrightarrow$$

$$E_{\delta\epsilon\gamma} = 12,75 \text{ eV}$$

$$K \geq E_{\delta\epsilon\gamma} \Rightarrow$$

$$\left. \begin{array}{l} K_{\min} = E_{\delta\epsilon\gamma} \\ K = eV \Rightarrow K_{\min} = eV_{\min} \end{array} \right\} \Rightarrow E_{\delta\epsilon\gamma} = eV_{\min} \Rightarrow V_{\min} = \frac{E_{\delta\epsilon\gamma}}{e} \Rightarrow V_{\min} = 12,75 \text{ Volt}.$$

Γ3. Ισχύει:

$$K = -E$$

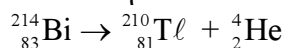
$$\frac{K_4}{K_1} = \frac{-E_4}{-E_1} \Rightarrow \frac{K_4}{K_1} = \frac{E_4}{E_1} \Rightarrow \frac{K_4}{K_1} = \frac{\frac{E_1}{4^2}}{\frac{E_1}{1}} \Rightarrow \frac{K_4}{K_1} = \frac{1}{16}.$$

Γ4.  $U = 2E \Rightarrow U_4 = 2E_4 \Rightarrow U_4 = \frac{2E_1}{4^2} \Rightarrow U_4 = \frac{2E_1}{16} \Rightarrow U_4 = \frac{E_1}{8} \Rightarrow U_4 = \frac{-13,6}{8}.$

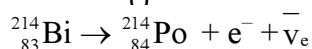
$$U_4 = -1,7 \text{ eV}$$

## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1** Διάσπαση α



Διάσπαση β<sup>-</sup>



**Δ2** Αρχικά θα βρούμε τη σταθερά διάσπασης λ.

$$\text{Ισχύει: } T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \Rightarrow \lambda = \frac{0,7}{1200} \text{ sec}^{-1}$$

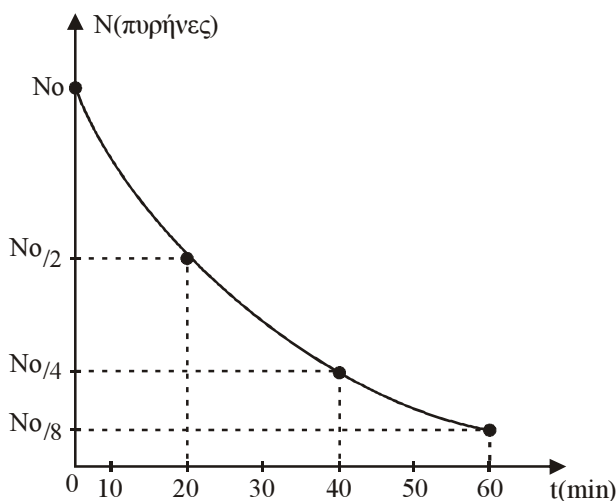
Άρα η ενεργότητα του δείγματος τη χρονική στιγμή  $t_1 = 60 \text{ min} = 3600 \text{ sec}$  είναι:

$$t_1 = 60 \text{ min} = 3 T_{1/2}$$

$$N_0 \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T_{1/2}} N_1 = \frac{N_0}{8}$$

$$\left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_1 = \lambda \cdot N_1 = \lambda \cdot \frac{N_0}{8} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot \frac{N_0}{8} = \frac{\ln 2}{1200} \cdot \frac{9,6 \cdot 10^{18}}{8} = 0,07 \cdot 10^{16} = 7 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$$

**Δ3**



όπου  $N_0 = 9,6 \cdot 10^{18}$  πυρήνες  
και  $T_{1/2} = 20 \text{ min}$  (χρόνος διπλασιασμού).

**Δ4.** Στο χρονικό διάστημα από  $t_0 = 0$  έως  $t_2 = 40 \text{ min} = 2 T_{1/2}$  έχουν διασπαστεί:

$$N = N_0 - \frac{N_0}{4} \Rightarrow N = \frac{3N_0}{4} \Rightarrow N = \frac{3 \cdot 9,6 \cdot 10^{18}}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = 7,2 \cdot 10^{18} \text{ πυρήνες.}$$

Από τους παραπάνω διασπασθέντες πυρήνες το 0,4% των διασπάσεων είναι διασπάσεις α. Η καθεμία από αυτές δίνει ένα σωματίο α σύμφωνα με την αντίδραση:  ${}_{83}^{214}\text{Bi} \rightarrow {}_{81}^{210}\text{Tl} + {}_2^4\text{He}$

Άρα ο αριθμός των σωματίων (α) που παράχθηκαν είναι:

$$\frac{0,4}{100} \cdot 7,2 \cdot 10^{18} = 2,88 \cdot 10^{16}.$$