

ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Εξετάσεις 2010



Επιμέλεια:
Ομάδα Φυσικών της
Ωθησης

Δευτέρα, 17 Μαΐου 2010

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. 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 υπέρυθη 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_1H με τον κύκλο πρωτονίου-πρωτονίου, είναι **λάθος**;

- α. Τέσσερις πυρήνες ^1_1H συντήκονται και δημιουργούν ένα πυρήνα ^4_2He .
- β. Οι πυρήνες ^1_1H 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.

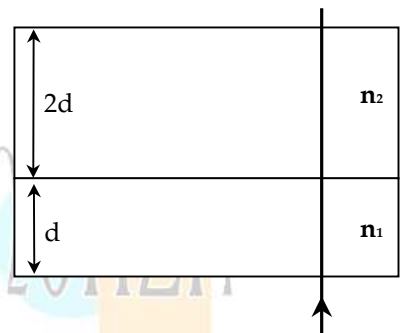
Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- A1. $\rightarrow \gamma$
- A2. $\rightarrow \beta$
- A3. $\rightarrow \gamma$
- A4. $\rightarrow \gamma$
- A5. $\rightarrow$
 - α. $\rightarrow \Lambda$
 - β. $\rightarrow \Lambda$
 - γ. $\rightarrow \Sigma$
 - δ. $\rightarrow \Sigma$
 - ε. $\rightarrow \Lambda$

ΘΕΜΑ Β

B1. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαπερνά διαδοχικά δύο οπτικά υλικά με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 αντίστοιχα, όπου $n_2 = 1,5 n_1$. 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 Χ 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 Χ με μαζικό αριθμό 250 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 7,5 MeV, διασπάται σε 2 πυρήνες: 1) τον Υ 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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

B1. Σωστό είναι το γ).

Αιτιολόγηση:

1^{ος} τρόπος

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{\lambda_o}{\lambda_1} \\ n_2 = \frac{\lambda_o}{\lambda_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_1}{1,5n_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{1,5} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1 = 1,5\lambda_2$$

$$x = 2 \cdot d = 2 \cdot 10^5 \cdot \lambda_1 = 2 \cdot 10^5 \cdot 1,5\lambda_2 = 3 \cdot 10^5 \lambda_2$$

Συνεπώς ο αριθμός των μηκών κύματος είναι $3 \cdot 10^5$.

2^{ος} τρόπος

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ισχύει } N = \frac{d}{\lambda} \\ \text{επίσης } \lambda = \frac{\lambda_o}{n} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \frac{d}{\lambda_o} \Rightarrow N = n \frac{d}{\lambda_o} \quad (1)$$

$$\begin{array}{l} \text{υλικό 1} \xrightarrow{(1)} N_1 = n_1 \frac{d}{\lambda_o} \\ \text{υλικό 2} \xrightarrow{(1)} N_2 = n_2 \frac{2d}{\lambda_o} \end{array} \left\{ \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{2n_2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{2 \cdot 1,5 \cdot n_1} \Rightarrow N_2 = 3N_1 = 3 \cdot 10^5 \right.$$

Επομένως

B2. Σωστό είναι το β).

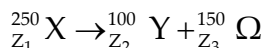
Αιτιολόγηση: Οι ακτίνες Χ που αποτελούν τη δεύτερη δέσμη είναι πιο διεισδυτικές, δηλαδή έχουν μικρότερα μήκη κύματος, άρα και μικρότερο ελάχιστο μήκος κύματος από τις ακτίνες Χ που αποτελούν την πρώτη δέσμη. Δηλαδή:

$$\lambda_{\min(1)} > \lambda_{\min(2)} \Rightarrow \frac{h \cdot c}{e \cdot V_1} > \frac{h \cdot c}{e \cdot V_2} \Rightarrow \underline{\underline{V_2 > V_1}}$$

B3. Σωστό είναι το α).

Αιτιολόγηση:

Είναι $A_X=250$, $A_Y=100$ και $A_\Omega=150$, οπότε έχουμε σχηματικά την παρακάτω διάσπαση



Η διάλυση του αρχικού πυρήνα στα νουκλεόνια που τον αποτελούν απαιτεί ενέργεια $A_X \cdot \Sigma_X = 250 \cdot 7,5 \text{ MeV} = 1875 \text{ MeV}$, ενώ ο σχηματισμός των δύο πυρήνων Χ και Υ εκλύει ενέργεια $A_Y \cdot \Sigma_Y + A_\Omega \cdot \Sigma_\Omega = (100 \cdot 8,8 + 150 \cdot 8,2) \text{ MeV} = (880 + 1230) \text{ MeV} = 2110 \text{ MeV}$. Άρα από όλη τη διαδικασία της σχάσης αποδεσμεύεται ενέργεια ίση με

$$Q = (2110 - 1875) \text{ MeV} = 235 \text{ MeV} > 0$$

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^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 $\frac{K_4}{K_1}$ 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 $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr ισχύει:

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

Γ2. Η ενέργεια διέγερσης που αντιστοιχεί στην ενέργεια που απορροφά το άτομο κατά την κρούση με το ηλεκτρόνιο-βλήμα, είναι:

$$E_{\Delta} = E_n - E_1 \xrightarrow{n=4} E_{\Delta(1 \rightarrow 4)} = E_4 - E_1 \quad (1),$$

$$\text{αλλά } E_n = \frac{E_1}{n^2} \xrightarrow{n=4} E_4 = \frac{-13,6}{16} \text{ eV} = -0,85 \text{ eV} \quad (2)$$

$$\text{Από τις σχέσεις (1), (2) έχουμε: } E_{\Delta(1 \rightarrow 4)} = (-0,85 + 13,6) \text{ eV} = 12,75 \text{ eV} \quad (3)$$

Με εφαρμογή του Θ.Μ.Κ.Ε. προκύπτει $K = e \cdot V_{\text{ΕΠ}} \quad (4)$

Πρόπει

$$K \geq E_{\Delta(1 \rightarrow 4)} \xrightarrow{(3)} e \cdot V_{\text{ΕΠ}} \geq 12,75 \text{ eV} \Rightarrow V_{\text{ΕΠ}} \geq 12,75 \text{ V} \Rightarrow \underline{\underline{V_{\text{ΕΠ(min)}} = V = 12,75 \text{ V}}}$$

Γ3. Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη στάθμη n είναι:

$$K_n = k_C \frac{e^2}{2r_n}, \text{ αλλά } r_n = n^2 \cdot r_1, \text{ οπότε } K_n = k_C \frac{e^2}{2n^2 \cdot r_1} \Rightarrow K_n = \frac{1}{n^2} \frac{k_C e^2}{2r_1} \quad (1),$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{στάθμη με } n=4, \quad K_4 = \frac{1}{16} \frac{k_C e^2}{2r_1} \\ \text{στάθμη με } n=1, \quad K_1 = \frac{k_C e^2}{2r_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{K_4}{K_1} = \frac{\frac{1}{16} \frac{k_C e^2}{2r_1}}{\frac{k_C e^2}{2r_1}} \Rightarrow \underline{\underline{\frac{K_4}{K_1} = \frac{1}{16}}}$$

Γ4. Η δυναμική ενέργεια στη n=4 είναι: $U_4 = -\frac{k_C e^2}{r_4} \quad (2)$

Η ολική ενέργεια στη n=4 είναι: $E_4 = -\frac{k_C e^2}{2r_4} \quad (3)$

Με διαίρεση κατά μέλη $\frac{(2)}{(3)}$:

$$\frac{U_4}{E_4} = \frac{-\frac{k_C e^2}{r_4}}{-\frac{k_C e^2}{2r_4}} \Rightarrow \frac{U_4}{E_4} = 2 \Rightarrow U_4 = 2E_4 \Rightarrow U_4 = 2 \cdot (-0,85) \text{ eV} \Rightarrow \underline{\underline{U_4 = -1,7 \text{ eV}}}$$

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 α ή με διάσπαση β⁻. Κατά τις διασπάσεις αυτές ο χρόνος υποδιπλασιασμού του βισμούθιου είναι $T_{1/2} = 20 \text{ min}$. Κατά τη διάσπαση α παράγεται Tl (θάλλιο) και κατά την διάσπαση β⁻

παράγεται Po (πολώνιο). Η διάσπαση α πραγματοποιείται σε ποσοστό 0,4%, ενώ κατά το υπόλοιπο ποσοστό πραγματοποιείται η διάσπαση β⁻.

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

Δ1. Να γράψετε τις πυρηνικές αντιδράσεις διάσπασης α και β⁻ 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 $^{214}_{83}\text{Bi}$ 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 σωματιών α που παράχθηκαν στο χρονικό διάστημα από $t_0=0$ έως $t_2=40 \text{ min}$.

Μονάδες 7

Δίνεται $\ln 2=0,7$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1. $^{214}_{83}\text{Bi} \rightarrow ^{210}_{81}\text{Tl} + ^4_2\text{He}$ (διάσπαση α)

$^{214}_{83}\text{Bi} \rightarrow ^{214}_{84}\text{Po} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$ (διάσπαση β⁻)

Δ2. Η σχέση ορισμού της ενεργότητας είναι

$$\left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| = \lambda \cdot N \quad (1), \text{ αλλά } T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad (2) \text{ και ακόμη}$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \xrightarrow{(2)} N = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t} \Rightarrow N = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{20 \text{ min}} \cdot 60 \text{ min}} \Rightarrow N = N_0 \cdot e^{-3 \ln 2} \Rightarrow$$

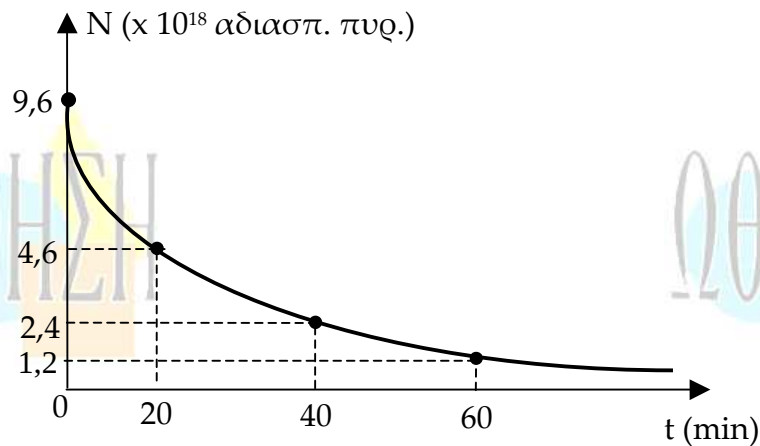
$$N = \frac{N_0}{e^{3 \ln 2}} \Rightarrow N = \frac{N_0}{e^{\ln 2^3}} \Rightarrow N = \frac{N_0}{8} \quad (3)$$

Επομένως θα έχουμε

$$(1) \xrightarrow{(2)} \xrightarrow{(3)} \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot \frac{N_0}{8} = \frac{0,7}{20 \cdot 60 \text{ sec}} \cdot \frac{9,6 \cdot 10^{18}}{8} \text{ διασπάσεις} \Rightarrow \boxed{\left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| = 7 \cdot 10^{14} \text{ Bq}}$$

Δ3. Η σχέση του αριθμού των πυρήνων που παραμένουν αδιάσπαστοι με το χρόνο είναι

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \xrightarrow{(2)} N = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t} \Rightarrow \underline{\underline{N = 9,6 \cdot 10^{18} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{1200} t}}} \quad (\text{S.I.})$$



Δ4. Είναι $N_2 = 2,4 \cdot 10^{18}$ και ισχύει

$$N_\delta + N_2 = N_0 \Rightarrow N_\delta = N_0 - N_2 \Rightarrow N_\delta = (9,6 \cdot 10^{18} - 2,4 \cdot 10^{18}) \text{ πυρήνες} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{N_\delta = 7,2 \cdot 10^{18} \text{ πυρήνες}}}$$

Στις 1000 διασπάσεις οι 4 δίνουν σωμάτια α

Στις N_δ διασπάσεις οι k ; δίνουν σωμάτια α

επομένως είναι $\frac{1000}{N_\delta} = \frac{4}{k} \Rightarrow \frac{1000}{7,2 \cdot 10^{18}} = \frac{4}{k} \Rightarrow k = 4 \cdot \frac{7,2 \cdot 10^{18}}{10^3} \Rightarrow \underline{\underline{k = 28,8 \cdot 10^{15} \text{ σωμάτια α}}}$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα Φυσικής Γενικής Παιδείας είναι διατυπωμένα με σαφήνεια, ενώ ταυτόχρονα καλύπτουν ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης.

Τα θεωρητικά θέματα Α και Β, εκτός από τη δυνατότητα αναπαραγωγής γνώσεων από τους υποψηφίους, απαιτούσαν από αυτούς και συνθετική ικανότητα.

Το πρώτο πρόβλημα (Θέμα Γ) δεν ήταν ιδιαίτερα απαιτητικό, ενώ το δεύτερο πρόβλημα (Θέμα Δ) απαιτούσε από τους υποψηφίους εξοικίωση με τις θεμελιώδεις έννοιες της Πυρηνικής Φυσικής σε συνδυασμό με την άνεση στο χειρισμό κάποιων βασικών μαθηματικών εργαλείων.

Συνεπώς τα σημερινά θέματα είναι ποιοτικά, αλλά και προσπελάσιμα από έναν καλά προετοιμασμένο αλλά και έμπειρο υποψήφιο.