

**ΘΕΜΑ Α**

Στις ερωτήσεις Α1-Α3 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.** 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

**Α2.** 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

**Α3.** 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

**Α4.** 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  ${}^1_1\text{H}$  συντηκονται 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

**Α5.** 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

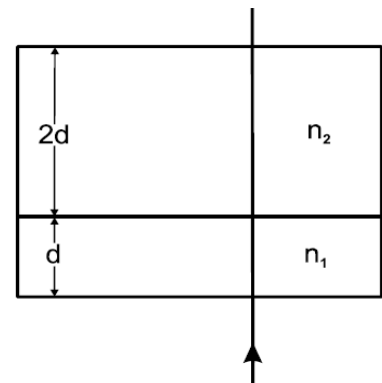
**ΘΕΜΑ Β**

**Β1.** 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).



**Β2.** 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<sup>η</sup> 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  $\frac{K_4}{K_2}$  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  $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

### ΘΕΜΑ Δ

Το  $^{214}_{83}\text{Bi}$  (βισμούθιο) είναι ένα ραδιενεργό ισότοπο. Οι πυρήνες του βισμούθιου μπορούν να διασπασθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους, με διάσπαση α ή με διάσπαση β<sup>-</sup>. 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<sup>-</sup> παράγεται Po (πολώνιο). Η διάσπαση α πραγματοποιείται σε ποσοστό 0,4%, ενώ κατά το υπόλοιπο ποσοστό πραγματοποιείται η διάσπαση β<sup>-</sup>.

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<sup>-</sup> 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 σωματίων α που παράχθηκαν στο χρονικό διάστημα από  $t_0 = 0$  έως  $t_2 = 40 \text{ min}$ . Δίνεται  $\ln 2 = 0,7$  Μονάδες 7

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

#### ΘΕΜΑ Α

1. → γ      2. → β      3. → γ      4. → γ      5. → Α, Α, Σ, Σ, Α

#### ΘΕΜΑ Β

**B1.** Σωστό το γ. Έστω  $N_1$  το πλήθος των μηκών κύματος στο οπτικό υλικό πάχους d και  $N_2$  το πλήθος των μηκών κύματος στο οπτικό υλικό πάχους 2d. Ισχύει:  $N_1 = \frac{d}{\lambda_1}$  και  $N_2 = \frac{2d}{\lambda_2}$ . Διαιρώντας κατά μέλη:

εκπαιδευτικός οργανισμός

ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{2n_2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow N_2 = 3N_1 \Rightarrow N_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ μήκη κύματος.}$$

**B2.** Σωστό το β. Όταν διαφορετικές ακτίνες X διαπερνούν μια πλάκα που έχει ορισμένο πάχος η απορρόφηση των ακτινών αυξάνεται όσο αυξάνεται το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Επομένως:  $\lambda_1 > \lambda_2 \Rightarrow \frac{hc}{eV_1} > \frac{hc}{eV_2} \Rightarrow V_1 < V_2$

**B3.** Σωστό το α. Η διάλυση του αρχικού πυρήνα στα νουκλεόνια που τον αποτελούν απαιτεί δαπάνη ενέργειας  $250 \times 7,5 \text{ MeV} = 1875 \text{ MeV}$ . Ο σχηματισμός των δύο νέων πυρήνων από τα ίδια νουκλεόνια εκλύει ενέργεια  $100 \times 8,8 \text{ MeV} + 150 \times 8,2 \text{ MeV} = 880 + 1230 = 2110 \text{ MeV}$  Από όλη τη διαδικασία της σχάσης εκλύεται ενέργεια ίση με  $2110 - 1875 \text{ MeV} = 235 \text{ MeV}$ .

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Για το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου ισχύει:  $L = n\hbar$  επομένως για την τροχιά  $n = 4$  θα έχουμε:  $L = 4 \cdot \hbar \Rightarrow \boxed{L = 4 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}$

**Γ2.** Η ενέργεια που απορροφήθηκε από το άτομο του υδρογόνου είναι:  $E_{\text{απορ}} = E_4 - E_1 = \frac{E_1}{4^2} - E_1 = 12,75 \text{ eV}$ .

Η ελάχιστη απαιτούμενη κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που προκάλεσαν την διέγερση είναι  $K = 12,75 \text{ eV}$ .  
Αφού  $K = |q_e|V \Rightarrow 12,75 \text{ eV} = |q_e|V \Rightarrow V = 12.75 \text{ V}$ .

**Γ3.** Για την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου ισχύει:  $K = k \frac{e^2}{2r}$ .  
Για την ολική ενέργεια ισχύει  $E = -k \frac{e^2}{2r}$   $\Rightarrow K = -E$

Επομένως ο λόγος των κινητικών ενεργειών θα είναι:  $\frac{K_4}{K_1} = \frac{-E_4}{-E_1} = \frac{E_1}{E_4} \Rightarrow \boxed{\frac{K_4}{K_1} = \frac{1}{16}}$

**Γ4.** Για την δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου ισχύει:  $U = -k \frac{e^2}{r}$ .  
Για την ολική ενέργεια ισχύει:  $E = -k \frac{e^2}{2r}$   $\Rightarrow U = 2E$

Επομένως, για την τροχιά  $n = 4$  θα έχουμε:  $U_4 = 2E_4 = 2 \frac{E_1}{4^2} \Rightarrow \boxed{U_4 = -1,7 \text{ eV}}$

### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Διάσπαση α:  ${}_{83}^{214}\text{Bi} \rightarrow {}_{81}^{210}\text{Tl} + {}_2^4\text{He}$

Διάσπαση β<sup>-</sup>:  ${}_{83}^{214}\text{Bi} \rightarrow {}_{84}^{214}\text{Po} + e^- + \bar{\nu}_e$

**Δ2.** Έστω  $N_0$  οι αρχικοί πυρήνες Βισμούθιου. Οι αρχικοί πυρήνες που θα υποστούν διάσπαση α είναι:  $N_{0(\alpha)} = 0,4\%N_0$   
Οι αρχικοί πυρήνες που θα υποστούν διάσπαση β<sup>-</sup> είναι  $N_{0(\beta)} = 99,6\%N_0$

Επειδή οι δύο διασπάσεις έχουν το ίδιο  $T_{1/2}$  θα έχουν την ίδια  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$

Η ενεργότητα του δείγματος λόγω της διάσπασης α είναι:  $\left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\alpha)} = \lambda N_\alpha \Rightarrow \left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\alpha)} = \lambda N_{0(\alpha)} e^{-\lambda t}$

Η ενεργότητα του δείγματος λόγω της διάσπασης β<sup>-</sup> είναι:  $\left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\beta)} = \lambda N_\beta \Rightarrow \left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\beta)} = \lambda N_{0(\beta)} \cdot e^{-\lambda t}$

Άρα η ολική ενέργεια του δείγματος του δείγματος είναι:  $\left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\text{ΟΛΙΚΟ})} = \left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\alpha)} + \left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\beta)} \Rightarrow$

$\left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\text{ΟΛΙΚΟ})} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\text{ΟΛΙΚΟ})} = \lambda N$ . Άρα για  $t_1 = 60 \text{ min} \Rightarrow t_1 = 3T_{1/2}$  έχουμε:

$N = \frac{N_0}{8} \Rightarrow N = 1,2 \cdot 10^{18}$  πυρήνες. Άρα  $\left. \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|_{(\text{ΟΛΙΚΟ})} = 7 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$

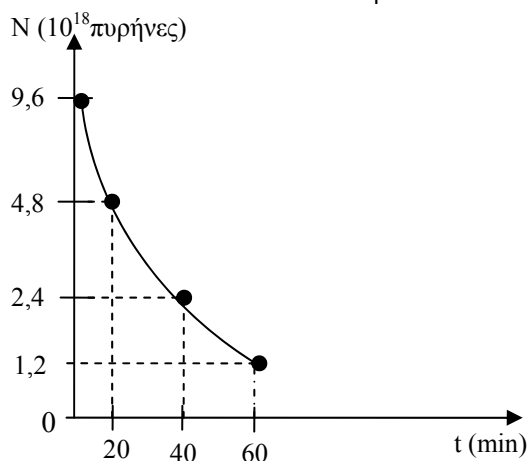
εκπαιδευτικός οργανισμός

**ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Δ3. Για  $t = 20 \text{ min}$   $t = 1 \cdot T_{1/2}$  έχουμε:  $N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow N = 4,8 \cdot 10^{18}$  πυρήνες

Για  $t = 40 \text{ min}$   $t = 2 \cdot T_{1/2}$  έχουμε:  $N = \frac{N_0}{4} \Rightarrow N = 2,4 \cdot 10^{18}$  πυρήνες.



Δ4. Για  $t_2 = 40 \text{ min} \Rightarrow t_2 = 2T_{1/2}$  οι πυρήνες που παραμένουν αδιάσπαστοι είναι:  $N_2 = \frac{N_0}{4} \Rightarrow N_2 = 2,4 \cdot 10^{18}$  πυρήνες, άρα έχουν διασπαστεί:  $|\Delta N| = N_0 - N_2 \Rightarrow |\Delta N| = 7,2 \cdot 10^{18}$  πυρήνες. Άρα έχουν γίνει  $0,4\% \cdot 7,2 \cdot 10^{18} = 28,8 \cdot 10^{15}$  διασπάσεις α. Άρα παράχθησαν  $28,8 \cdot 10^{15}$  σωμάτια.

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

**ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ • ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ  
ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ**

**ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ • ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**