

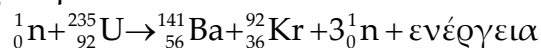


ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2001
Τρίτη, 12 Ιουνίου 2001
ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΙΔΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ 1

Στις ερωτήσεις 1-4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Η πυρηνική αντίδραση



παριστάνει:

- α. διάσπαση β^-
- β. διάσπαση γ
- γ. σύντηξη
- δ. σχάση

Μονάδες 5

Απ. Σωστή απάντηση η δ

2. Η υπεριώδης ακτινοβολία

- α. είναι ορατή με γυμνό μάτι
- β. δεν προκαλεί αμαύρωση των φωτογραφικών πλακών
- γ. συμμετέχει στην μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον
- δ. δεν προκαλεί το φθορισμό σε διάφορα σώματα

Μονάδες 5

Απ. Σωστή απάντηση η γ

3. Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περάσει από τον αέρα σε γυαλί, μεταβάλλεται
- α. η συχνότητά της
 - β. μόνο το μήκος κύματός της
 - γ. το μήκος κύματος και η ταχύτητα διάδοσης της
 - δ. η συχνότητα και η ταχύτητα διάδοσης

Μονάδες 5

Απ. Σωστή απάντηση η γ

4. Αδρόνια είναι
- α. το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο
 - β. το πρωτόνιο και το νετρόνιο
 - γ. το νετρόνιο και το μίονιο
 - δ. το μίονιο και το ηλεκτρόνιο

Μονάδες 5

Απ. Σωστή απάντηση η β

5. Να χαρακτηρίσετε στο τετράδιό σας τις προτάσεις που ακολουθούν με το γράμμα Σ αν είναι σωστές και με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένες.
- α. Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford τα άτομα θα έπρεπε να εκπέμπουν συνεχές και όχι γραμμικό φάσμα.
 - β. Ο Thomson πρότεινε το λεγόμενο πλανητικό μοντέλο για το άτομο.
 - γ. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου, εκπέμπει ακτινοβολία όταν κινείται σε επιτρεπομένη τροχιά.
 - δ. Το σωματίο α είναι ένας πυρήνας ηλίου (${}^4_2\text{He}$)
 - ε. Η ακτινοβολία γ δεν εκτρέπεται από μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 5

Απ. Σωστή επιλογή: α-Σ β-Λ γ-Λ δ-Σ ε-Σ

ΘΕΜΑ 2

2.1. Η ενέργεια σύνδεσης E_{B_x} του πυρήνα ${}^A_{Z_1}X$ είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια σύνδεσης E_{B_y} του πυρήνα ${}^A_{Z_2}Y$.

α. Ποιος από τους δυο παραπάνω πυρήνες είναι σταθερότερος; **(Μονάδες 2)**

β. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. **(Μονάδες 5)**

Απ.

Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο $\left(\frac{E_B}{A}\right)$ αποτελεί μέτρο της σταθερότητας ενός πυρήνα. Όσο μεγαλύτερο το πηλίκο $\left(\frac{E_B}{A}\right)$, τόσο σταθερότερος είναι ο πυρήνας. Επειδή $E_{B_x} > E_{B_y}$ και $A_x = A_y = A$, έχουμε $\frac{E_{B_x}}{A} > \frac{E_{B_y}}{A}$. Άρα, ο πυρήνας ${}^A_{Z_1}X$ είναι σταθερότερος από τον πυρήνα ${}^A_{Z_2}Y$.

2.2 Να μεταφέρετε συμπληρωμένες στο τετράδιό σας τις παρακάτω αντιδράσεις:

α. ${}^4_2He + {}^7_7N \rightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1H$ **(Μονάδες 4)**

β. ${}^{222}_{86}Rn^* \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + \dots\dots\dots$ **(Μονάδες 4)**

Απ.

α. Είναι ${}^4_2He + {}^\psi_7N \rightarrow {}^{17}_xO + {}^1_1H$.

Από την αρχή διατήρησης του φορτίου ισχύει $Z_{\text{αντιδρ}} = Z_{\text{προιον}}$, άρα είναι

$$2 + 7 = X + 1 \Rightarrow X = 8$$

ο ατομικός αριθμός του οξυγόνου.

Από διατήρηση του αριθμού νουκλεονίων έχουμε $A_{\text{αντιδρ}} = A_{\text{προιον}}$ άρα είναι

$$4 + \psi = 17 + 1 \Rightarrow \psi = 14$$

ο μαζικός αριθμός του αζώτου.

Άρα ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$.

β. Είναι ${}^{222}_{86}\text{Rn}^x \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^A_Z\text{X}$.

Έστω ${}^A_Z\text{X}$ το στοιχείο στην αντίδραση. Τότε, από αρχή διατήρησης του φορτίου, έχουμε $Z_{\text{αντιδρ}} = Z_{\text{προιον}}$ ή $86 = 86 + Z$ ή $Z = 0$.

Από διατήρηση αριθμού νουκλεονίων, έχουμε $A_{\text{αντιδρ}} = A_{\text{προιον}}$ ή $222 = 222 + A$ ή $A = 0$. Οπότε η αντίδραση είναι ραδιενεργός διάσπαση γ και το στοιχείο που λείπει είναι φωτόνιο ακτινοβολίας γ , το οποίο εκπέμπεται από τον διεγερμένο πυρήνα που επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

2.3 Να αιτιολογήσετε γιατί ο δείκτης διάθλασης ενός οποιουδήποτε οπτικού μέσου για μια μονοχρωματική ακτινοβολία δεν είναι δυνατόν να είναι μικρότερος από τη μονάδα. **(Μονάδες 5)**

Απ.

Από τον ορισμό του δείκτη διάθλασης για μονοχρωματική ακτινοβολία η οποία διαδίδεται με ταχύτητα c_0 (όπως όλες) στο κενό και με ταχύτητα c στο υλικό ισχύει

$$\left. \begin{array}{l} n = \frac{c_0}{c} \\ n < 1 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{c_0}{c} < 1 \Rightarrow c_0 < c \Rightarrow c > c_0$$

άτοπο, γιατί η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα που παρατηρείται στη φύση.

2.4 Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται σε δυο διαφορετικά υλικά, με δείκτες διάθλασης n_1, n_2 όπου $n_2 > n_1$. Να δείξετε ότι $\lambda_1 > \lambda_2$, όπου λ_1 και λ_2 τα αντίστοιχα μήκη κύματος. **(Μονάδες 5)**

Απ.

Ισχύει

$$n_2 > n_1 \Rightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda_2} > \frac{\lambda_0}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} > \frac{1}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_2 < \lambda_1$$

Θέμα 3^ο

Διεγερμένα άτομα υδρογόνου αποδιεγείρονται και τα άτομα επανέρχονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης είναι $E_1 = -13,6\text{eV}$. Από τη μελέτη των φασματικών γραμμών υπολογίστηκαν τρεις διαφορές ενεργειών μεταξύ των διεγερμένων καταστάσεων και της θεμελιώδους κατάστασης και βρέθηκαν ίσες με $12,75\text{eV}$, $12,09\text{eV}$ και $10,2\text{eV}$.

A.1 Να υπολογίσετε τις ενέργειες που αντιστοιχούν στις διεγερμένες καταστάσεις των ατόμων υδρογόνου. **(Μονάδες 6)**

A.2 Να υπολογίσετε τους κβαντικούς αριθμούς στους οποίους αντιστοιχούν οι διεγερμένες καταστάσεις. **(Μονάδες 6)**

A.3 Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, στο οποίο να φαίνονται οι μεταβάσεις των ηλεκτρονίων που πραγματοποιούνται. **(Μονάδες 5)**

A.4 Σε ένα από τα άτομα του υδρογόνου, που βρίσκεται πλέον στη θεμελιώδη κατάσταση, προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία, με συνέπεια το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου να έχει κινητική ενέργεια $K=6,29\text{eV}$, σε περιοχή όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν.

Να υπολογίσετε τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

(Μονάδες 8)

Δίνονται: η σταθερά του Planck, $h=6,63 \cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ και η μονάδα ενέργειας $1\text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$.

Λύση

A.1 Κατά την αποδιέγερση των διεγερμένων ατόμων προκύπτουν τρεις διαφορετικές φασματικές γραμμές που αντιστοιχούν σε τρία διαφορετικά ποσά ενέργειας που εκπέμπονται μέσω φωτονίων από τα άτομα.

$$\Delta E_1 = E_{n_1} - E_1 \Rightarrow 12,75\text{eV} = E_{n_1} - (-13,6\text{eV}) \Rightarrow E_{n_1} = -0,85\text{eV}$$

$$\Delta E_2 = E_{n_2} - E_1 \Rightarrow 12,09\text{eV} = E_{n_2} - (-13,6\text{eV}) \Rightarrow E_{n_2} = -1,51\text{eV}$$

$$\Delta E_3 = E_{n_3} - E_1 \Rightarrow 10,2\text{eV} = E_{n_3} - (-13,6\text{eV}) \Rightarrow E_{n_3} = -3,4\text{eV}$$

δηλαδή οι ενέργειες είναι: $E_{n_1} = -0,85\text{eV}$

$$E_{n_2} = -1,51\text{eV}$$

$$E_{n_3} = -3,4\text{eV}$$

A.2 Οι ενέργειες αυτές αντιστοιχούν σε διεγερμένες καταστάσεις με κβαντικούς αριθμούς που υπολογίζονται από την

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \Rightarrow n^2 = \frac{E_1}{E_n} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{E_1}{E_n}}$$

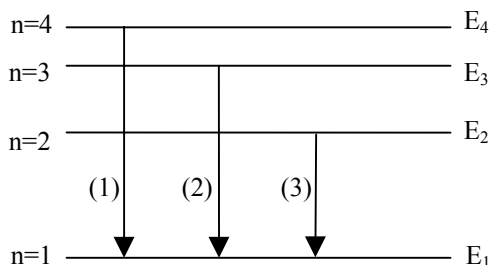
$$\text{οπότε } n_1 = \sqrt{\frac{E_1}{E_{n_1}}} = \sqrt{\frac{13,6}{0,85}} \Rightarrow n_1 = 4$$

$$n_2 = \sqrt{\frac{E_1}{E_{n_2}}} = \sqrt{\frac{13,6}{1,51}} \Rightarrow n_2 = 3$$

$$n_3 = \sqrt{\frac{E_1}{E_{n_3}}} = \sqrt{\frac{13,6}{3,4}} \Rightarrow n_3 = 2$$

δηλαδή αντιστοιχούν στην πρώτη διεγερμένη ($n_3=2$), στη δεύτερη διεγερμένη ($n_2=3$) και στη τρίτη διεγερμένη κατάσταση ($n_1=4$).

A3.

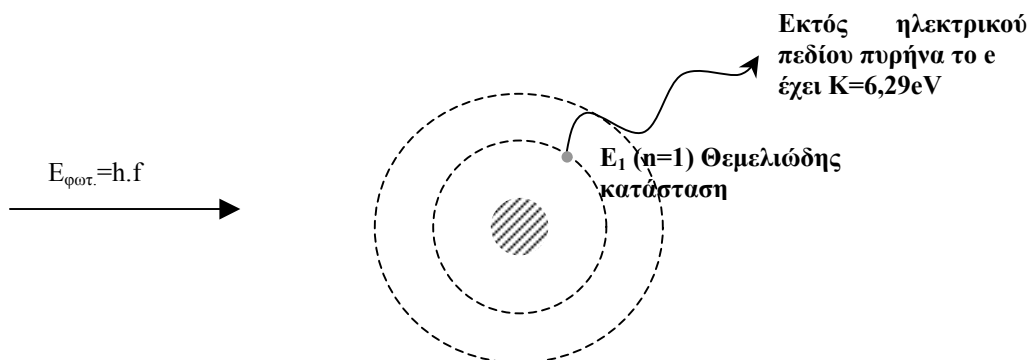


Η αποδιέγερση (1) αντιστοιχεί στην εκπεμπόμενη ενέργεια $\Delta E_1=12,75\text{eV}$.

Η αποδιέγερση (2) αντιστοιχεί στην εκπεμπόμενη ενέργεια $\Delta E_2=12,09\text{eV}$.

Η αποδιέγερση (3) αντιστοιχεί στην εκπεμπόμενη ενέργεια $\Delta E_3=10,2\text{eV}$.

A4.



Κατά την απορρόφηση φωτονίου συχνότητας f από το άτομο (το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση) αυτό ionίζεται και το ηλεκτρόνιο όταν βρεθεί εκτός του ηλεκτρικού πεδίου έχει κινητική ενέργεια $K=6,29\text{eV}$ δηλ. (από την ΑΔΕ):

$$E_{\text{φωτ}} + E_1 = E_{\infty} \Rightarrow h \cdot f + E_1 = K \Rightarrow f = \frac{K - E_1}{h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{(6,29 + 13,6)}{6,63 \cdot 10^{-34}} \boxed{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Hz} \Rightarrow} f = 4,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Θέμα 4°

Προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη κοιλότητας στο εσωτερικό ενός μεταλλικού αντικειμένου, χρησιμοποιούνται ακτίνες Χ. Στη διάταξη παραγωγής των ακτίνων Χ, η τάση που εφαρμόζεται μεταξύ της ανόδου και της καθόδου είναι 16.575V . Τα ηλεκτρόνια ξεκινούν από την κάθοδο με μηδενική ταχύτητα, επιταχύνονται και προσπίπτουν στην άνοδο. Θεωρούμε ότι η θερμοκρασία της καθόδου είναι σταθερή και ότι η κινητική ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε ενέργεια ενός φωτονίου σε μια μόνο κρούση.

A. Να υπολογίσετε:

A1. την κινητική ενέργεια που έχει κάθε ηλεκτρόνιο όταν φθάνει στην άνοδο
(Μονάδες 6)

A2. το ελάχιστο μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το υλικό της ανόδου.
(Μονάδες 6)

B. Στην παραπάνω διάταξη παραγωγής ακτίνων Χ, μεταβάλλοντας την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου, η αρχική ισχύς P_1 της δέσμης των ηλεκτρονίων τετραπλασιάζεται και παίρνει την τιμή $P_2=4P_1$, ενώ η θερμοκρασία της καθόδου διατηρείται σταθερή και η ένταση του ρεύματος των ηλεκτρονίων παραμένει η ίδια. Να υπολογίσετε:

B1. το λόγο των ταχυτήτων $\frac{v_1}{v_2}$, όπου v_1 και v_2 οι ταχύτητες με τις οποίες τα

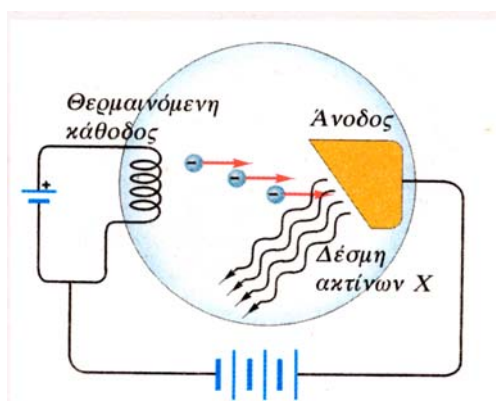
ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο πριν και μετά τον τετραπλασιασμό της ισχύος, αντίστοιχα.
(Μονάδες 7)

B2. το ελάχιστο μήκος κύματος της παραγόμενης ακτινοβολίας, μετά τον τετραπλασιασμό της ισχύος και να δικαιολογήσετε είναι περισσότερη διεισδυτική.

(Μονάδες 6)

Δίνονται: η σταθερά του Planck, $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό, $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ και η μονάδα ενέργειας $1 \text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$.

Λύση



(A1) Στον καθοδικό σωλήνα του παραπάνω σχήματος, τα ηλεκτρόνια της δέσμης επιταχύνονται από την ηρεμία μεταξύ καθόδου και ανόδου.

Εφαρμόζοντας ΘΜΚΕ για το e κατά την κίνηση μεταξύ ανόδου και καθόδου παίρνουμε:

$$K_{(A)} - K_{(K)} = W_F^{(K \rightarrow A)} \Leftrightarrow K_{(A)} = e \cdot V \Leftrightarrow K_{(A)} = 16575 \text{ eV}$$

Αφού $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ στο SI θα ισχύει

$$K_{(A)} = 16575 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Leftrightarrow K_{(A)} = 26250 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Leftrightarrow K_{(A)} = 2,652 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

(A2) Η ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε φωτόνια ακτίνων X. Επομένως:

$$\left. \begin{aligned} E_{\phi} = K_{(A)} &\Leftrightarrow h \cdot f_{\max} = K_{(A)} \\ f = \frac{c}{\lambda_{\min}} \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow \frac{h \cdot c}{\lambda_{\min}} = K_{(A)} \Leftrightarrow \lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{K_{(A)}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \lambda_{\min} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}}{2,652 \cdot 10^{-15} \text{ J}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \lambda_{\min} = 7,5 \cdot 10^{-34+8+15} \text{ m} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \lambda_{\min} = 7,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

(B1) Η ισχύς της δέσμης δίνεται από τη σχέση $P = V \cdot I$. Επομένως είναι:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2 \cdot I}{V_1 \cdot I} \stackrel{P_2=4P_1}{\Leftrightarrow} \frac{4P_1}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \Leftrightarrow V_2 = 4V_1 \quad (1)$$

Από την εξίσωση (A) του ερωτήματος (A1) και επειδή $K_{(A)} = \frac{1}{2} m_e \cdot u_{(A)}^2$ παίρνουμε

$$\frac{1}{2} m_e \cdot u_{(A)}^2 = e \cdot V \Leftrightarrow u_{(A)} = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$

οπότε

$$\frac{u_{(A)2}}{u_{(A)1}} = \frac{\sqrt{\frac{2eV_2}{m_e}}}{\sqrt{\frac{2eV_1}{m_e}}} \Leftrightarrow \frac{u_{(A)2}}{u_{(A)1}} = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}} \stackrel{(1)}{\Leftrightarrow} \frac{u_{(A)2}}{u_{(A)1}} = \sqrt{\frac{4V_1}{V_1}} \Leftrightarrow \frac{u_{(A)2}}{u_{(A)1}} = 2 \Leftrightarrow \frac{u_{(A)1}}{u_{(A)2}} = \frac{1}{2}$$

(B2) Από (B) και (A) των προηγούμενων ερωτημάτων είναι $\lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{e \cdot V}$. Άρα

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_{\min 2}}{\lambda_{\min 1}} &= \frac{\frac{hc}{eV_2}}{\frac{hc}{eV_1}} \Leftrightarrow \frac{\lambda_{\min 2}}{\lambda_{\min 1}} = \frac{V_1}{V_2} \stackrel{(1)}{\Leftrightarrow} \frac{\lambda_{\min 2}}{\lambda_{\min 1}} = \frac{V_1}{4V_1} \Leftrightarrow \lambda_{\min 2} = \frac{\lambda_{\min 1}}{4} \Leftrightarrow \lambda_{\min 2} = \frac{7,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}}{4} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \lambda_{\min 2} = 1,875 \cdot 10^{-11} \text{ m} \end{aligned}$$

Γνωρίζουμε ότι η διεισδυτικότητα των ακτινών X αυξάνεται καθώς μειώνεται το μήκος κύματος.

Στο πρόβλημα μας είναι $\lambda_{\min 1} > \lambda_{\min 2}$, επομένως περισσότερο διεισδυτική είναι η δεύτερη ακτινοβολία.

Αξιολόγηση

Όπως στη Φυσική κατεύθυνσης έτσι και στην Γενικής Παιδείας οι υποψήφιοι αντιμετώπισαν ένα διαγώνισμα

ι) περιέχει διαβαθμισμένα θέματα

ιι) εξέταζε ποιοτικά ευρύ φάσμα της ύλης

ιιι) απαιτούσε διεξοδική μελέτη της εξεταστέας ύλης και ταυτόχρονα ενεργοποιούσε την κριτική και συνθετική ικανότητα του υποψηφίου.

Πιστεύουμε ότι τέτοια ποιότητας διαγωνίσματα ικανοποιούν ταυτόχρονα δυο στόχους.

Μέσω των θεμάτων 1,2 ικανοποιούν τον στόχο τους απολυτήριες εξετάσεις ενώ μέσω των θεμάτων 3,4 παράγουν εμφανείς διαφοροποιήσεις για την κατάταξη των υποψηφίων στις διάφορες σχολές.

Ακόμα πρέπει να τονίσουμε ότι αποτελούν τη βάση για την ποιοτική αναβάθμιση του τρόπου αντιμετώπισης των εξατάσεων από τους υποψηφίους αποκλείοντας τη στείρα αναπαραγωγή πληροφοριών ως το μοναδικό τρόπο στόχευσης της επιτυχίας.