

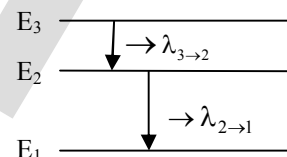
ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ο ραδιενεργός μόλυβδος $^{210}_{82}\text{Pb}$, μετά από μια σειρά ραδιενεργών διασπάσεων, καταλήγει στο σταθερό ισότοπο $^{206}_{82}\text{Pb}$. Ποια σειρά διασπάσεων μπορεί να περιγράψει την παραπάνω διαδικασία;
 Α. α, α, β⁻, Β. β⁻, β⁻, α, Γ. α, α, α, α, Δ. β⁻, β⁻, β⁻, β⁻.

2. Όταν ο αριθμός των νουκλεονίων σε έναν πυρήνα αυξάνεται, τότε η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο:
 Α. αυξάνεται συνεχώς με το μαζικό αριθμό,
 Β. μειώνεται συνεχώς με το μαζικό αριθμό,
 Γ. παραμένει σταθερή με το μαζικό αριθμό,
 Δ. αρχικά αυξάνεται και εν συνεχεία μειώνεται με την αύξηση του μαζικού αριθμού.

3. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνονται οι τρεις ενεργειακές στάθμες E_1, E_2, E_3 , ενός ατόμου. Κατά την μετάβαση από τη στάθμη E_3 στην στάθμη E_2 εκπέμπεται φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 240\text{nm}$. Κατά την μετάβαση από την στάθμη E_2 στην E_1 εκπέμπεται φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda_{2 \rightarrow 1} = 80\text{nm}$. Το μήκος κύματος $\lambda_{3 \rightarrow 1}$ του εκπεμπόμενου φωτονίου κατά την μετάβαση από τη στάθμη E_3 στη στάθμη E_1 , είναι:
 Α. 30nm, Β. 60nm, Γ. 120nm, Δ. 160nm.



Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

4. Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα ^{238}U είναι 7,5MeV. Εάν ο πυρήνας διασπαστεί σε δύο όμοιους πυρήνες, με ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο 8,5MeV, η ενέργεια που απελευθερώνεται, είναι:
 Α. 23,8MeV, Β. 238MeV, Γ. 2,38MeV, Δ. 119MeV.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

5. Ακίνητος ραδιενεργός πυρήνας θορίου $^{232}_{90}\text{Th}$ υφίσταται διάσπαση άλφα. Βρείτε ποίο κλάσμα της ολικής ενέργειας που ελευθερώνεται, είναι ενέργεια του σωματίου άλφα. Δίνονται οι πυρηνικές μάζες: $m_\theta = 228\text{u}$ και $m_\alpha = 4\text{u}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Β, 2. Δ.

3. Β. Αιτιολόγηση: $E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{3 \rightarrow 2}}$ ① και $E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{2 \rightarrow 1}}$ ②

$$\text{①} + \text{②}: E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} + \frac{hc}{\lambda_{2 \rightarrow 1}} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{3 \rightarrow 1}} = \frac{hc}{60\text{nm}} \Rightarrow \lambda_{3 \rightarrow 1} = 60\text{nm}.$$

4. Β. Αιτιολόγηση: Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο αυξάνεται 1MeV κατά τη διάσπαση. Επειδή $A = 238$, έπεται ότι η ενέργεια που απελευθερώνεται είναι 238 MeV.

5. Κατά τη διάσπαση α του θορίου ($^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{228}_{88}\text{Th} + ^4_2\text{He}$) διατηρείται η ορμή του συστήματος, οπότε:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow 0 = m_\theta v_\theta - m_\alpha v_\alpha \Rightarrow \frac{v_\alpha}{v_\theta} = \frac{m_\theta}{m_\alpha} \Rightarrow \frac{v_\alpha}{v_\theta} = 57 \quad (1)$$

Ο λόγος των κινητικών ενεργειών σωματίου α και θυγατρικού πυρήνα είναι: $\frac{K_\alpha}{K_\theta} = \frac{\frac{1}{2}m_\alpha v_\alpha^2}{\frac{1}{2}m_\theta v_\theta^2} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \frac{K_\alpha}{K_\theta} = 57 \Rightarrow K_\alpha = 57K_\theta \quad (2)$

Η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη διάσπαση α είναι: $E = K_\theta + K_\alpha \stackrel{(2)}{\Rightarrow} E = \frac{K_\alpha}{57} + K_\alpha \Rightarrow E = \frac{58}{57}K_\alpha \Rightarrow \frac{K_\alpha}{E} = \frac{57}{58}$.

ΑΣΚΗΣΗ

Πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας εκπέμπει δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_0 = 660\text{nm}$ (ερυθρό). Η ισχύς της δέσμης είναι $P = 3\text{Watt}$ και έχει διάμετρο $\Delta = 5\text{mm}$. Σε απόσταση $L = 6\text{cm}$ από την πηγή βρίσκεται πέτασμα με οπή διαμέτρου $\delta = 1\text{mm}$ στο σημείο πρόσπτωσης της δέσμης. Μεταξύ πηγής και πετάσματος παρεμβάλλεται ειδικά επεξεργασμένο πλακίδιο πυριτίου πάχους $d = 10\text{mm}$ κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης της δέσμης, με δείκτη διάθλασης $n = 1,6$ στο ερυθρό. Θεωρήστε ότι η ένταση της δέσμης είναι ομοιόμορφα κατανομημένη και το πλακίδιο είναι 100% διαπερατό στο ερυθρό.

α. Πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας περιλαμβάνονται μεταξύ πηγής και πετάσματος;

β. Ποια χρονική καθυστέρηση παρατηρείται στη διάδοση της ακτινοβολίας λόγω του πλακιδίου;

Μέρος της δέσμης διαπερνά το πέτασμα μέσω της οπής και συναντά διάταξη μη γραμμικής οπτικής με την οποία επιτυγχάνεται διπλασιασμός της συχνότητας όλων των φωτονίων της. Η παραγόμενη δέσμη φωτονίων απορροφάται από νέφος (υποθετικά) υδρογονοειδών ατόμων. Ένα φωτόνιο της δέσμης, μπορεί να προκαλέσει μετάβαση του ηλεκτρονίου του υδρογονοειδούς ατόμου από τη θεμελιώδη στη 2^η διεγερμένη στάθμη του.

εκπαιδευτικός οργανισμός



- γ. Να βρείτε πόσα φωτόνια διέρχονται από το πέτασμα σε χρόνο $\Delta t = 1\text{ s}$ και ποιά η συνολική ενέργεια της παραγόμενης δέσμης; Θεωρήστε ότι η διάταξη διπλασιασμού της συχνότητας απορροφά το 20% της διαδιδόμενης ακτινοβολίας.
- δ. Να μεταφέρετε στο τετράδιο σας το σχήμα των ενεργειακών σταθμών του υποθετικού ατόμου καταγράφοντας τις τιμές των ενεργειών μέχρι την 3^η διεγερμένη στάθμη. Στο ίδιο διάγραμμα να φαίνονται και οι πιθανές αποδιεγέρσεις του ηλεκτρονίου του.
- ε. Να βρείτε τις συχνότητες των φωτονίων που εκπέμπονται κατά τις πιθανές αποδιεγέρσεις του ηλεκτρονίου.
- Δίνονται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1\text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

ΛΥΣΗ

α. Ο συνολικός αριθμός μηκών κύματος είναι: $N = N_{\text{αέρα}} + N_{\text{πλακιδίου}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow N = \frac{L-d}{\lambda_0} + \frac{d}{\lambda} = \frac{L-d}{\lambda_0} + \frac{nd}{\lambda_0} = \frac{L+d(n-1)}{\lambda_0} \Rightarrow N = 10^5$ μήκη κύματος.

β. $\Delta t = t_{\text{πλ}} - t_{\text{αέρα}} = \frac{d}{c} - \frac{d}{c_0} = \frac{nd}{c_0} - \frac{d}{c_0} = \frac{(n-1)d}{c_0} \Rightarrow \Delta t = 2 \cdot 10^{-11} \text{ s}$.

γ. Η ενέργεια ενός φωτονίου στα 660nm είναι: $E_\phi = \frac{hc_0}{\lambda_0} \Rightarrow E_\phi = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Η ολική ενέργεια της δέσμης σε χρόνο $\Delta t = 1\text{ s}$ είναι: $P = \frac{E_{\text{ολ}}}{\Delta t} \Rightarrow E_{\text{ολ}} = P \cdot \Delta t \Rightarrow E_{\text{ολ}} = 3\text{ J}$.

Ο αριθμός των φωτονίων που προσπίπτουν στο πέτασμα σε χρόνο $\Delta t = 1\text{ s}$ είναι:

$E_{\text{ολ}} = N_\phi \cdot E_\phi \Rightarrow N_\phi = \frac{E_{\text{ολ}}}{E_\phi} \Rightarrow N_\phi = 10^{19}$ φωτόνια .

Ο αριθμός αυτός περιέχεται σε δέσμη διατομής $A_{\text{δέσμης}} = \pi \left(\frac{\Delta}{2} \right)^2$. Η διατομή της οπής είναι $A_{\text{οπής}} = \pi \left(\frac{\delta}{2} \right)^2$.

Από την οπή θα περάσουν τελικά: $N' = N_\phi \frac{A_{\text{οπής}}}{A_{\text{δέσμης}}} \Rightarrow N' = \frac{N_\phi}{25} \Rightarrow N' = 4 \cdot 10^{17}$ φωτόνια .

Μετά τη διάταξη της γραμμικής οπτικής, η παραγόμενη δέσμη αποτελείται από φωτόνια διπλάσιας συχνότητας, άρα υποδιπλάσιου μήκους κύματος $\lambda' = 330\text{ nm}$.

Η ενέργεια ενός φωτονίου της παραγόμενης δέσμης είναι: $E'_\phi = \frac{hc_0}{\lambda'_\phi} = 6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow E'_\phi = \frac{6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \Rightarrow E'_\phi = 3,75 \text{ eV}$.

Επειδή η διάταξη απορροφά το 20% της διαδιδόμενης ακτινοβολίας, η ενέργεια της παραγόμενης δέσμης είναι τελικά:

$E'_{\text{τελ}} = 0,8 \cdot N' \cdot E'_\phi \Rightarrow E'_{\text{τελ}} = 0,192\text{ J}$.

δ. Αφού τα άτομα υπακούουν στο πρότυπο Bohr για το άτομο του υδρογόνου, ισχύει: $E_n = \frac{E_1}{n^2}$.

Το υποθετικό υδρογονοειδές άτομο διεγείρεται στη 2^η διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$), άρα:

$E'_\phi = E_3 - E_1 \Rightarrow E'_\phi = \frac{E_1}{n^2} - E_1 \stackrel{n=3}{\Rightarrow} E'_\phi = -\frac{8}{9} E_1 \Rightarrow E_1 = -4,219\text{ eV}$.

Για $n = 2$: $E_2 = \frac{E_1}{4} = -1,055\text{ eV}$,

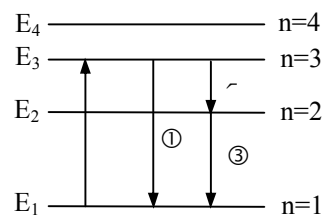
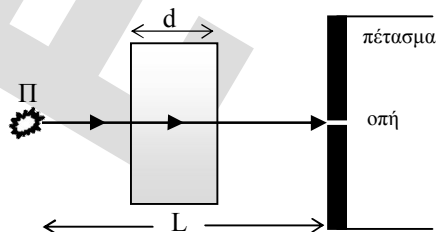
για $n = 3$: $E_3 = \frac{E_1}{9} = -0,469\text{ eV}$

και για $n = 4$: $E_4 = \frac{E_1}{16} = -0,264\text{ eV}$.

Το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών και οι πιθανές αποδιεγέρσεις του ηλεκτρονίου φαίνονται στο σχήμα.

ε. Οι πιθανές αποδιεγέρσεις αντιστοιχούν σε φωτόνια με συχνότητες:

$f_1 = \frac{E_3 - E_1}{h} = 9,091 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ή $f_2 = \frac{E_3 - E_2}{h} = 1,421 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ και $f_3 = \frac{E_2 - E_1}{h} = 7,67 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ ΜΑΡΙΝΟΣ • ΚΑΡΑΪΣΚΟΥ ANNA • ΚΛΗΜΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
 ΜΑΚΡΑΚΗΣ ΣΤΕΛΙΟΣ • ΜΕΛΕΣΣΑΝΑΚΗ ΕΦΗ • ΜΟΥΡΤΖΑΝΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ
 ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ • ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ • ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ
 ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ • ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

εκπαιδευτικός οργανισμός

ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ