

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Επιμέλεια: Θεodorής Πιερράτος

1. Μονοχρωματική ακτινοβολία με συχνότητα $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Στην πορεία της ακτίνας παρεμβάλλεται κάθετα διαφανές υλικό πάχους $d = 8 \text{ cm}$, μέσα στο οποίο η ταχύτητα διάδοσης του φωτός μειώνεται στα $2/3$ της αρχικής της τιμής. Να υπολογίσετε:
- α.** το μήκος κύματος λ_0 του μονοχρωματικού φωτός στο κενό
 - β.** το δείκτη διάθλασης n του διαφανούς υλικού
 - γ.** την ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας αυτής
 - δ.** αν λ το μήκος κύματος του μονοχρωματικού φωτός στο διαφανές υλικό, με πόσα τέτοια μήκη κύματος είναι ίσο το πάχος d του διαφανούς υλικού;
 - ε.** πόσα φωτόνια αντιστοιχούν σε ενέργεια $1,32 \cdot 10^{-8} \text{ J}$;
 - στ.** την ισχύ της πηγής που εκπέμπει την παραπάνω ακτινοβολία αν τα φωτόνια εκπέμπονται με ρυθμό 10^{26} φωτόνια ανά δευτερόλεπτο
(**Απ.** **α.** $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$, **β.** $n = 1,5$, **γ.** $E_\varphi = 33 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, **δ.** $2 \cdot 10^{15}$ μήκη κύματος, **ε.** $4 \cdot 10^{10}$ φωτόνια)
2. Σε ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου το ηλεκτρόνιο περιφέρεται σε μια επιτρεπόμενη τροχιά με ακτίνα $r = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Να υπολογίσετε:
- α.** τον κβαντικό αριθμό n που αντιστοιχεί στην επιτρεπόμενη κατάσταση και το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου.
 - β.** την ολική ενέργεια του διεγερμένου ατόμου.
 - γ.** την κινητική και τη δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου.
 - δ.** την ενέργεια που απαιτήθηκε για να διεγερθεί το άτομο του υδρογόνου από την θεμελιώδη του κατάσταση.
 - ε.** την ενέργεια που απαιτείται για να ιονιστεί το άτομο του υδρογόνου ενώ βρίσκεται στη διεγερμένη του κατάσταση.
 - στ.** να κατασκευάσετε το ενεργειακό διάγραμμα, να υπολογίσετε τους δυνατούς τρόπους αποδιέγερσης του ατόμου του υδρογόνου (θεωρώντας ότι ένας δυνατός τρόπος αποδιέγερσης έχει ολοκληρωθεί όταν το ηλεκτρόνιο καταλήγει τελικά στη θεμελιώδη κατάσταση) και το πλήθος των διαφορετικών φωτονίων που παράγονται, καθώς επίσης και το πλήθος των φωτονίων κάθε συχνότητας αν θεωρήσουμε ότι έχουμε 6000 άτομα υδρογόνου στην παραπάνω διεγερμένη κατάσταση. (Θεωρήστε όλους τους δυνατούς τρόπους αποδιέγερσης ισοπίθανους).
 - ζ.** Πόση ενέργεια πρέπει να προσφέρουμε στο άτομο του υδρογόνου ώστε το ηλεκτρόνιο από την διεγερμένη κατάσταση που αρχικά βρίσκεται να μεταφερθεί στο άπειρο (εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα) και εκεί να έχει κινητική ενέργεια $K_e = 5 \text{ eV}$ ενώ ο πυρήνας να έχει αποκτήσει κινητική ενέργεια $K_\pi = 0,15 \text{ eV}$
 - η.** Σε ποια κατάσταση θα βρεθεί το ηλεκτρόνιο αν στο άτομο του υδρογόνου προσφέρουμε ενέργεια $E = 0,306 \text{ eV}$ ενώ βρίσκεται στη διεγερμένη κατάσταση; Θα φθάσει σε αυτή την κατάσταση αν του προσφέρουμε ένα φωτόνιο ενέργειας $E_\varphi = 0,4 \text{ eV}$;
 - θ.** Πόση κινητική ενέργεια θα έχει ένα σωματίδιο - βλήμα όταν μετά τη σύγκρουση με το παραπάνω διεγερμένο άτομο το ηλεκτρόνιο κινείται εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα έχοντας κινητική ενέργεια $K_e = 5 \text{ eV}$ ενώ η ενέργεια του πυρήνα αυξάνεται κατά $K_\pi = 0,15 \text{ eV}$. Η κινητική ενέργεια του βλήματος πριν την κρούση ήταν $K_\beta = 16 \text{ eV}$. Δίνονται η ακτίνα της θεμελιώδους τροχιάς του ηλεκτρονίου $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.
(**Απ.** **α.** $n = 4, L = 4,22 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, **β.** $E_4 = -0,85 \text{ eV}$, **γ.** $K = 0,85 \text{ eV}$, $U = -1,7 \text{ eV}$, **δ.** $E_\delta = 12,75 \text{ eV}$, **ε.** $E_{\text{ιον}} = 0,85 \text{ eV}$, **στ.** 4 τρόποι, 6 διαφορετικά φωτόνια, 1500 φωτόνια $f_{4 \rightarrow 1}$, 1500 φωτόνια $f_{4 \rightarrow 2}$,

3000 φωτόνια $f_{4 \rightarrow 3}$, 1500 φωτόνια $f_{3 \rightarrow 2}$, 1500 φωτόνια $f_{3 \rightarrow 1}$, 3000 φωτόνια $f_{2 \rightarrow 1}$, η . $n=5$, θ , $K_{\beta, \text{μετά}}=10eV$.)

3. Σε ένα από τα άτομα του υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση με ενέργεια $E_1 = -13,6eV$ προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 7,38 \cdot 10^{15} Hz$, με συνέπεια το ηλεκτρόνιο του υδρογόνου να βρεθεί σε περιοχή όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν. Το ηλεκτρόνιο αυτό συγκρούεται με ένα δεύτερο άτομο υδρογόνου, που βρίσκεται και αυτό στη θεμελιώδη κατάσταση. Το ηλεκτρόνιο του δεύτερου ατόμου υδρογόνου απορροφά τα τρία τέταρτα της ενέργειας του ηλεκτρονίου βλήματος και διεγείρεται. Να υπολογίσετε:
- α. την ενέργεια του φωτονίου
 - β. την ενέργεια που θα έχει το ηλεκτρόνιο του πρώτου ατόμου υδρογόνου όταν βρίσκεται σε περιοχή, όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν
 - γ. σε ποια κατάσταση θα βρεθεί το ηλεκτρόνιο του δεύτερου ατόμου υδρογόνου μετά τη διέγερσή του
 - δ. ποιες είναι οι δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου που πραγματοποιούνται κατά την αποδιέγερση. Σχεδιάστε τις σε ένα ενεργειακό διάγραμμα
 - ε. ποιο από τα φωτόνια που εκπέμπονται έχει το μικρότερο μήκος κύματος.
- Δίνεται η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ και ότι $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$.
(Απ. α. $E_{\phi} = 30,6eV$, β. $K_{\beta 1} = 17eV$, γ. $n=4$, ε. $\lambda_{4 \rightarrow 1}$)
4. Σε σωλήνα παραγωγής ακτίνων X η τάση που εφαρμόζεται μεταξύ ανόδου και καθόδου είναι $V = 99/8KV$, ενώ η ένταση του ηλεκτρονικού ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι $I = 16mA$. Να υπολογίσετε:
- α. το ελάχιστο μήκος κύματος που εκπέμπεται από την άνοδο
 - β. τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσπίπτουν στην άνοδο ανά δευτερόλεπτο
 - γ. την ισχύ που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων
 - δ. την ισχύ της παραγόμενης ακτινοβολίας X, αν το 96% της ισχύος της ηλεκτρονικής δέσμης μετατρέπεται σε θερμότητα κατά την πρόσπτωση των ηλεκτρονίων στην άνοδο
 - ε. την ενέργεια που θα απορροφήσει ένας ανθρώπινος οργανισμός αν εκτεθεί στην πηγή της παραπάνω ακτινοβολίας για χρόνο $\Delta t = 0,01s$ και τον αριθμό των ηλεκτρονίων που θα πρέπει να προσκρούσουν στην άνοδο ώστε να απορροφήσει αυτό το ποσό ενέργειας, δεδομένου ότι όλο το ποσό της ακτινοβολίας X απορροφάται από τον άνθρωπο
 - στ. Την κινητική ενέργεια που θα έχουν τα ηλεκτρόνια όταν φθάνουν στην άνοδο καθώς και την ταχύτητά τους. Θεωρήστε ότι τα ηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο με μηδενική ταχύτητα.
 - ζ. πόση πρέπει να γίνει η τάση ανόδου – καθόδου, ώστε η μέγιστη ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας X να διπλασιασθεί
 - η. Αν η τάση ανόδου – καθόδου τετραπλασιαστεί πόση είναι η μεταβολή $\Delta \lambda$ του ελάχιστου μήκους κύματος και πόσο η επί τοις εκατό μεταβολή;
- Δίνονται: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$, $c = 3 \cdot 10^8 m/s$, $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31} Kg$, $\sqrt{11} = 3,3$
(Απ. α. $10^{-10} m$, β. $10^{17} ηλ/s$, γ. $198W$, δ. $7,92W$, ε. $0,0792J$, $10^{15} ηλ$, στ. $99/8KeV$, $6,6 \cdot 10^7 m/s$, ζ. $99/4KV$, η. $-3/4 \cdot 10^{-10} m$, -75%)
5. Η ενέργεια σύνδεσης για τον πυρήνα X είναι $E_B = 456,04MeV$ και η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο στον πυρήνα αυτόν είναι $\Sigma = E_B/A = 8,77MeV / \text{νουκλεόνιο}$. Αν γνωρίζουμε ότι ο αριθμός των νετρονίων στον πυρήνα είναι μεγαλύτερος κατά τέσσερα από τον αριθμό των πρωτονίων του να υπολογίσετε:
- α. τον μαζικό αριθμό A του πυρήνα
 - β. τον μαζικό αριθμό Z του πυρήνα
 - γ. το έλλειμμα μάζας ΔM του πυρήνα
 - δ. τη μάζα του πυρήνα M_{π}

ε. τη μάζα του ουδέτερου ατόμου

στ. αν απομακρύνουμε από τον πυρήνα ένα νετρόνιο τότε προκύπτει ένας ισότοπος πυρήνας του αρχικού με $\Delta M = 0,37u$. Να βρείτε ποιος από τους δυο πυρήνες είναι πιο σταθερός.

Δίνονται: $m_p = 1,007u$, $m_n = 1,008u$, $m_e = 0,0005u$, $1u = 931MeV$

(Απ. α. $A=52$, β. $Z=28$, γ. $\Delta M=0,49u$, δ. $M_\pi=51,902u$, ε. $m=51,914u$, στ. ο πρώτος)

6. Ένα ραδιενεργό υλικό αποτελείται από πυρήνες του στοιχείου ${}^A_Z X$ με χρόνο υποδιπλασιασμού $T_{1/2} = 20d$. Αν έχουμε αρχικά N_0 πυρήνες, να υπολογίσετε:

α. τον αριθμό των αδιάσπαστων πυρήνων μετά από χρόνο $t_1 = 60d$

β. το πλήθος των πυρήνων που διασπάστηκαν σε χρόνο $t_2 = 40d$

γ. σε πόσο χρόνο t_3 θα έχουν διασπαστεί τα $31/32$ των αρχικών πυρήνων

δ. μετά από πόσο χρόνο t_4 θα έχουν απομείνει τα $5/6$ των αρχικών πυρήνων

ε. πόσοι πυρήνες N_5 θα έχουν παραμείνει αδιάσπαστοι μετά από χρόνο $t_5 = 30d$

στ. αν $N_0 = 1,728 \cdot 10^{23}$ να υπολογιστεί

i. Η ενεργότητα του δείγματος $\left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|$ μετά από χρόνο $t_6 = 10d$

ii. ο χρόνος t_7 που απαιτείται ώστε η ενεργότητα να γίνει το $1/4$ της αρχικής.

(Απ. α. $N_1 = N_0/8$, β. $N_2 = 3/4 N_0$, γ. $t_3 = 100d$, δ. $20 \frac{\ln 6 - \ln 5}{\ln 2} d$, ε. $N_5 = \sqrt{2}/4 N_0$, στ. i.

$\ln 2 / \sqrt{2} \cdot 10^{17} Bq$, ii $t_7 = 40d$)

7. Κατά τη λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα ελευθερώνεται ενέργεια 20MJ. Για τη λειτουργία του αντιδραστήρα χρησιμοποιείται ουράνιο-235 (${}^{235}_{92}U$) για το οποίο γνωρίζουμε ότι από τη σχάση ενός πυρήνα του εκλύεται ενέργεια 200MeV. Να υπολογίσετε:

α. πόσοι πυρήνες διασπάστηκαν για να παραχθεί το παραπάνω ποσό ενέργειας

β. πόση είναι η μάζα του ουρανίου-235 που χρησιμοποιήθηκε

γ. πόση είναι η ελάττωση της μάζας του

Δίνονται $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$, $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$, $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} Kg$ και η ατομική μάζα του ουρανίου-235, 235,043915u.

(Απ. α. $6,25 \cdot 10^{17}$ πυρήνες, β. $2,44 \cdot 10^{-7} Kg$, γ. $2,22 \cdot 10^{-10} Kg$)

8. Ο πυρήνας του αζώτου ${}^{14}_7 N$ έχει μάζα 14,003u. Το άθροισμα των μαζών των πυρήνων του υδρογόνου ${}^1_1 H$ και του άνθρακα ${}^{13}_6 C$ είναι 14,001u. Με βάση τις παραπάνω τιμές η αντίδραση ${}^1_1 H + {}^{13}_6 C \rightarrow {}^{14}_7 N$,

α. μπορεί να συμβεί μόνο αν προσφέρουμε ενέργεια

β. δεν μπορεί να συμβεί

γ. μπορεί να συμβεί και θα παραχθεί ενέργεια

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.