

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 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. Η σωματιδιακή φύση του φωτός εκδηλώνεται στο

- α. φαινόμενο της συμβολής.
- β. φαινόμενο της περίθλασης.
- γ. φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
- δ. φαινόμενο της πόλωσης.

Μονάδες 5

Α2. Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση με ενέργεια E_1 . Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τον ιονισμό του είναι

- α. 0
- β. E_1
- γ. $-E_1$
- δ. $-\frac{E_1}{2}$

Μονάδες 5

Α3. Για τους πυρήνες X, Y, Z και Ω οι ενέργειες σύνδεσης ανά νουκλεόνιο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

ΠΥΡΗΝΑΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΝΟΥΚΛΕΟΝΙΟ (MeV/νουκλεόνιο)
X	8,2
Y	7,6
Z	8,6
Ω	7,7

Ο πιο ασταθής πυρήνας είναι ο

- α. X.
- β. Y.
- γ. Z.
- δ. Ω.

Μονάδες 5

Α4. Σε μια πυρηνική αντίδραση της μορφής $A+B \rightarrow \Gamma+\Delta$ η ενέργεια Q της αντίδρασης είναι

- α. $Q=(M_\Gamma+M_\Delta-M_A-M_B)c^2$.
- β. $Q=(M_A+M_B-M_\Gamma-M_\Delta)c$.
- γ. $Q=(M_A+M_B+M_\Gamma+M_\Delta)c^2$.
- δ. $Q=(M_A+M_B-M_\Gamma-M_\Delta)c^2$.

Τα M_A , M_B , M_Γ και M_Δ είναι οι μάζες των πυρήνων A, B, Γ, Δ αντίστοιχα και c η ταχύτητα του φωτός στο κενό.

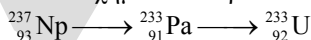
Μονάδες 5

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. Σύμφωνα με το πρότυπο του Thomson, η σύγκρουση σωματιών α με τα ηλεκτρόνια επηρεάζει σημαντικά την κίνησή τους.
- β. Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford, στο άτομο υπάρχει μια πολύ μικρή περιοχή που είναι συγκεντρωμένο όλο το θετικό φορτίο.
- γ. Κατά την εκπομπή ακτινοβολίας γ από πυρήνα, δεν αλλάζει το Z, αλλάζει όμως το A του πυρήνα.
- δ. Η ακτινοβολία β ονομάζεται «ιονίζουσα», διότι αποτελείται από ιόντα.
- ε. Το ραδιενεργό ιώδιο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της λειτουργίας του θυρεοειδούς αδένος.

ΘΕΜΑ Β

Β1. Οι πυρήνες ενός δείγματος ποσειδωνίου (${}^{237}_{93}\text{Np}$) διασπώνται αρχικά σε πυρήνες πρωτακτινίου (${}^{233}_{91}\text{Pa}$), οι οποίοι στη συνέχεια διασπώνται σε πυρήνες ουρανίου (${}^{233}_{92}\text{U}$), όπως φαίνεται σχηματικά παρακάτω



Από τις αντιδράσεις αυτές εκπέμπονται

- α. μόνο σωματίδια α.
- β. μόνο σωματίδια β.
- γ. σωματίδια α και σωματίδια β.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

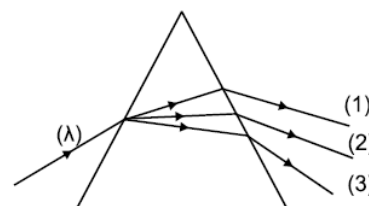
Β2. Μία ακτίνα λευκού φωτός (λ) προσπίπτει από τον αέρα σε γυάλινο πρίσμα και αναλύεται. Στο σχήμα φαίνεται η πορεία της ιώδους, της κίτρινης και της κόκκινης ακτίνας.

Η ιώδης ακτίνα είναι

- α. η (1).
- β. η (2).
- γ. η (3).

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).



Μονάδες 8

B3. Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται είναι $\lambda_{\min}$. Ένα ηλεκτρόνιο, κατά την πρόσκρουσή του στην άνοδο, χάνει το 25% της κινητικής του ενέργειας, η οποία μετατρέπεται σε ενέργεια φωτονίου μήκους κύματος λ . Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστή;

α. $\lambda = \frac{\lambda_{\min}}{4}$. β. $\lambda = 4\lambda_{\min}$. γ. $\lambda = \lambda_{\min}$.

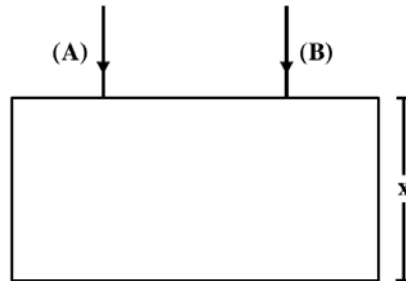
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες (A) και (B), που διαδίδονται στο κενό με μήκη κύματος λ_{OA} και λ_{OB} αντίστοιχα, εισέρχονται ταυτόχρονα σε οπτικό υλικό πάχους $x=60\text{cm}$, κάθετα στη με το κενό, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Κατά την είσοδο της ακτινοβολίας (A) στο οπτικό υλικό, η ταχύτητά της μειώνεται κατά 10^8 m/s . Ο δείκτης διάθλασης του οπτικού υλικού για την ακτινοβολία (B) είναι $n_B = 2$.

Γ1. Να βρεθεί η ταχύτητα c_B της ακτινοβολίας (B) μέσα στο οπτικό υλικό.

Μονάδες 5

Γ2. Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης n_A του οπτικού υλικού για την ακτινοβολία (A).

Μονάδες 6

Γ3. Αν είναι γνωστό ότι $\frac{\lambda_{OA}}{\lambda_{OB}} = \frac{3}{2}$, να βρεθεί ο λόγος των μηκών κύματος $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$ των ακτινοβολιών μέσα στο οπτικό υλικό.

Μονάδες 7

Γ4. Να βρεθεί η χρονική διαφορά εξόδου των δύο ακτινοβολιών από το οπτικό υλικό.

Μονάδες 7

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

ΘΕΜΑ Δ

Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από την ηρεμία μέσω τάσης V και αποκτά κινητική ενέργεια K . Στη συνέχεια, το ηλεκτρόνιο συγκρούεται με ένα άτομο υδρογόνου το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Μετά την κρούση, το ηλεκτρόνιο έχει

κινητική ενέργεια $K_{\text{τελ}} = \frac{K}{2}$, ενώ το άτομο του υδρογόνου διεγείρεται. Η κινητική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου δεν

μεταβάλλεται κατά την κρούση. Στη διεγερμένη κατάσταση, το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου έχει κατά μέτρο τριπλάσια στροφορμή από αυτή που έχει στη θεμελιώδη κατάσταση. Σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, το άτομο του υδρογόνου επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση, εκπέμποντας δύο φωτόνια με μήκη κύματος λ_a και λ_b αντίστοιχα, με $\lambda_a < \lambda_b$.

Δ1. Να βρείτε σε ποια ενεργειακή στάθμη διεγείρεται το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 4

Δ2. Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{\lambda_a}{\lambda_b}$.

Μονάδες 5

Δ3. Να αποδείξετε ότι $K_{\text{τελ}} = -\frac{8}{9}E_1$, όπου E_1 η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση. **Μονάδες 5**

Δ4. Να υπολογίσετε την τάση V με την οποία επιταχύνθηκε το ηλεκτρόνιο.

Μονάδες 5

Δ5. Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{v_{\text{τελ}}}{v_n}$ όπου $v_{\text{τελ}}$ το μέτρο της ταχύτητας του ηλεκτρονίου που συγκρούστηκε με το άτομο του

υδρογόνου μετά τη κρούση και v_n το μέτρο της ταχύτητας του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου στην αρχική διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 6

Δίνεται $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. $\rightarrow \gamma$. **A2.** $\rightarrow \gamma$. **A3.** $\rightarrow \beta$. **A4.** $\rightarrow \delta$.

A5. α. $\rightarrow \Lambda$, β. $\rightarrow \Sigma$, γ. $\rightarrow \Lambda$, δ. $\rightarrow \Lambda$, ε. $\rightarrow \Sigma$

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστό το γ.

Το Np μετατρέπεται σε Pa με βάση τη διάσπαση $^{237}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{233}_{91}\text{Pa} + ^4_2\text{He}$ (διάσπαση α).

Το Pa μετατρέπεται σε U με βάση τη διάσπαση $^{233}_{91}\text{Pa} \rightarrow ^{233}_{92}\text{U} + e^- + \bar{\nu}_e$ (διάσπαση β)

εκπαιδευτικός οργανισμός

ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

B2. Σωστό το γ.

Η γωνία εκτροπής κάθε χρώματος όταν αυτό διέρχεται από οπτικό μέσο εξαρτάται από το μήκος κύματος του χρώματος και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος τόσο μικρότερη είναι η γωνία εκτροπής. Συνεπώς το ιώδες που έχει το μικρότερο μήκος κύματος θα υποστεί τη μεγαλύτερη εκτροπή και θα ακολουθήσει την πορεία (3) του σχήματος.

B3. σωστό το β.

Η απώλεια της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου είναι ίση με την ενέργεια $\frac{hc}{\lambda}$ του φωτονίου που εκπέμπεται από την άνοδο. Στην περίπτωση μας η ενέργεια αυτή ισούται με το 25% της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου.

$$\Delta K = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 25\%K = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{25}{100}K = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{K} \cdot \frac{100}{25} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{K} \cdot 4 \quad \textcircled{1}$$

Το ελάχιστο μήκος κύματος που προκύπτει όταν η ενέργεια του ηλεκτρονίου μετατρέπεται εξολοκλήρου σε ενέργεια φωτονίου είναι $\lambda_{\min} = \frac{hc}{K}$ $\textcircled{2}$ Από τις $\textcircled{1}$ και $\textcircled{2}$ προκύπτει ότι $\lambda = 4 \cdot \lambda_{\min}$.

ΘΕΜΑ 3

Γ1. Ισχύει: $n_B = \frac{c_0}{c_\beta} \Rightarrow c_\beta = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Γ2. Η μεταβολή της ταχύτητας κατά τη διέλευση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας Α από το κενό στο υλικό $\Delta c = 10^8 \text{ m/s} \Leftrightarrow c_0 - c_A = 10^8 \text{ m/s} \Leftrightarrow c_A = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$n_A = \frac{c_0}{c_A} \Leftrightarrow n_A = 1,5$$

Γ3. Ισχύει $n_A = \frac{\lambda_{0A}}{\lambda_A}$, $n_B = \frac{\lambda_{0B}}{\lambda_B}$ άρα $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{\frac{\lambda_{0A}}{n_A}}{\frac{\lambda_{0B}}{n_B}} \Leftrightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{n_B}{n_A} \cdot \frac{\lambda_{0A}}{\lambda_{0B}} \Leftrightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = 2$

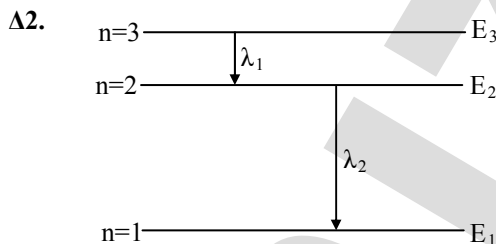
Γ4. $t_A = \frac{x}{c_A} \Leftrightarrow t_A = 3 \cdot 10^{-9} \text{ s}$

$$t_B = \frac{x}{c_B} \Leftrightarrow t_B = 4 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

$$\Delta t = t_B - t_A \Leftrightarrow \Delta t = 10^{-9} \text{ s}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για την στροφορμή ισχύει: $\left. \begin{array}{l} L_n = n \cdot \hbar \\ L_n = 3L_1 \\ L_1 = 1 \cdot \hbar \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{n=3}$



$$E_{\text{φωτ}} = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{\text{φωτ}}} \quad \textcircled{1}$$

Από το διάγραμμα ενεργειακών σταθμών:

$$E_{\text{φωτ}_1} = E_3 - E_2 \Rightarrow E_{\text{φωτ}_1} = -\frac{5}{36} E_1 \quad E_{\text{φωτ}_2} = E_2 - E_1 \Rightarrow E_{\text{φωτ}_2} = -\frac{3}{4} E_1$$

$$\text{Άρα } E_{\text{φωτ}_1} < E_{\text{φωτ}_2} \Rightarrow \lambda_1 > \lambda_2 \quad \text{άρα } \frac{\lambda_a}{\lambda_\beta} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{\lambda_a}{\lambda_\beta} = \frac{\frac{hc}{E_{\text{φωτ}_2}}}{\frac{hc}{E_{\text{φωτ}_1}}} \Rightarrow \frac{\lambda_a}{\lambda_\beta} = \frac{E_{\text{φωτ}_1}}{E_{\text{φωτ}_2}} \Rightarrow \boxed{\frac{\lambda_a}{\lambda_\beta} = \frac{5}{27}}$$

Δ3. $E_{\text{διεργ}} = K_{\text{αρχ}} - K_{\text{τελ}} \Rightarrow E_3 - E_1 = K - \frac{K}{2} \Rightarrow \frac{E_1}{9} - E_1 = \frac{K}{2} \Rightarrow K_{\text{τελ}} = -\frac{8}{9} E_1$

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Δ4. Αφού το ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από την ηρεμία ισχύει:

$$K = e \cdot V \Rightarrow 2K_{\text{τελ}} = e \cdot V \Rightarrow -\frac{16}{9}E_1 = e \cdot V \Rightarrow V = -\frac{16E_1}{9e} \Rightarrow \boxed{V = 24,178V}$$

Δ5. Ισχύει:

$$\left. \begin{array}{l} K_n = k_c \frac{e^2}{2r_n} \\ E_n = -k_c \frac{e^2}{2r_n} \end{array} \right\} \Rightarrow K_n = -E_n \Rightarrow K_3 = -E_3 \Rightarrow K_3 = -\frac{E_1}{9}$$

$$\frac{v_{\text{τελ}}}{v_n} = \frac{\sqrt{\frac{2K_{\text{τελ}}}{m}}}{\sqrt{\frac{2K_n}{m}}} \Rightarrow \frac{v_{\text{τελ}}}{v_n} = \sqrt{\frac{K_{\text{τελ}}}{K_n}} \Rightarrow \frac{v_{\text{τελ}}}{v_n} = \sqrt{\frac{-\frac{8}{9}E_1}{-\frac{E_1}{9}}} \Rightarrow \frac{v_{\text{τελ}}}{v_n} = \sqrt{8} \Rightarrow \boxed{\frac{v_{\text{τελ}}}{v_n} = 2\sqrt{2}}$$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΚΑΜΠΥΛΑΥΚΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ • ΜΑΚΡΑΚΗΣ ΣΤΕΛΙΟΣ • ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ • ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ • ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ
ΣΦΟΥΝΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ • ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ • ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ