

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.

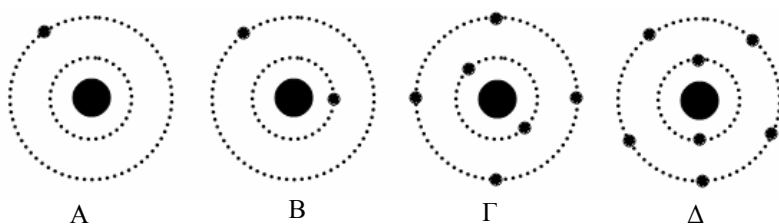
- A1.** Ο δείκτης διάθλασης ενός οπτικού μέσου για τα χρώματα ερυθρό, ιώδες, κίτρινο έχει
- α. την ίδια τιμή και για τα τρία χρώματα
 - β. την μεγαλύτερη τιμή του για το ερυθρό χρώμα
 - γ. την μεγαλύτερη τιμή του για το ιώδες χρώμα
 - δ. την μεγαλύτερη τιμή του για το κίτρινο χρώμα.

Μονάδες 5

- A2.** Όταν σωματίδια α , β , γ , εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τις ταχύτητές τους κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, τότε εκτρέπονται
- α. μόνο τα σωματίδια α
 - β. τα σωματίδια β και γ
 - γ. μόνο τα σωματίδια γ
 - δ. τα σωματίδια α και β .

Μονάδες 5

- A3.** Στο σχήμα απεικονίζονται τα ιόντα ορισμένων χημικών στοιχείων που βρίσκονται σε αέρια κατάσταση.



Το ατομικό πρότυπο του Bohr μπορεί να περιγράψει το γραμμικό φάσμα των στοιχείων

- α. Α και Β
- β. Β και Γ
- γ. μόνο του Α
- δ. μόνο του Β.

Μονάδες 5

- A4.** Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της Στήλης (I) και δίπλα σε κάθε αριθμό το γράμμα της Στήλης (II) που δίνει τη σωστή αντιστοίχιση.

Στήλη I	Στήλη II
1. Einstein	α. Φωτόνια
2. Huygens και Young	β. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα
3. Maxwell	γ. Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
4. Planck	δ. Εγκάρσια κύματα
5. Hertz	ε. Παραγωγή κυμάτων ίδιας φύσης με αυτήν του φωτός

Μονάδες 5

- A5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, το γράμμα Σ, αν η πρόταση είναι σωστή, ή Λ, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α. Ο τομογράφος εκπομπής ποζιτρονίων PET ανιχνεύει γύρω από το κεφάλι του ασθενούς ποζιτρόνια.
- β. Οι ισότοποι πυρήνες του ίδιου στοιχείου έχουν ίδιο αριθμό νετρονίων.
- γ. Τα φάσματα εκπομπής των αερίων είναι συνεχή.
- δ. ο άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση διεγείρεται από ένα φωτόνιο μόνο όταν η ενέργεια του φωτονίου είναι ακριβώς ίση με την ενέργεια διέγερσης.
- ε. Οι σκληρές ακτίνες X είναι περισσότερο διεισδυτικές από τις μαλακές ακτίνες X.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Διεγερμένα άτομα υδρογόνου βρίσκονται σε κατάσταση που αντιστοιχεί σε κβαντικό αριθμό n_x . Αν το πλήθος των γραμμών του φάσματος εκπομπής του αερίου είναι έξι (6), τότε το n_x έχει την τιμή

- α. $n_x = 3$
- β. $n_x = 4$
- γ. $n_x = 5$.

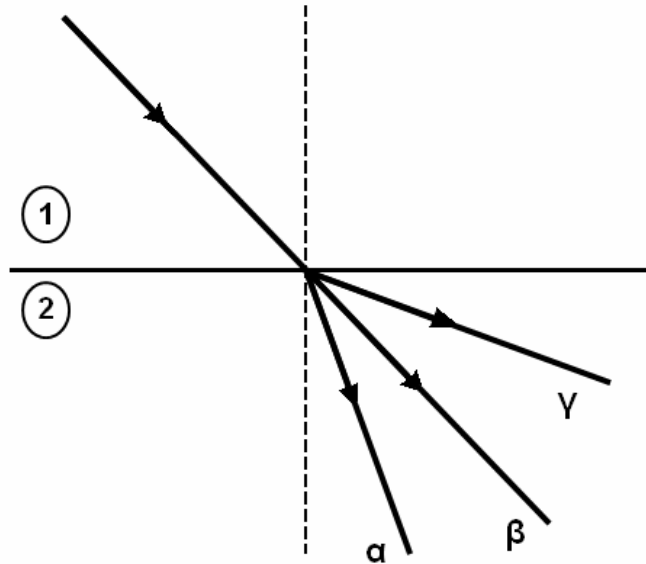
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

B2. Μια μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος στον αέρα λ_0 . Όταν η ακτινοβολία από τον αέρα εισέρχεται στο οπτικό μέσο 1, το μήκος κύματός της μειώνεται στα $\frac{3}{4}$ της αρχικής του τιμής, ενώ, όταν η ακτινοβολία εισέρχεται από τον αέρα στο οπτικό μέσο 2, το μήκος κύματός της μειώνεται κατά το $\frac{1}{3}$ της αρχικής του τιμής. Όταν η ακτινοβολία αυτή μεταβαίνει από το οπτικό μέσο 1 στο οπτικό μέσο 2, ακολουθεί την πορεία

1. α
2. β
3. γ



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

B3. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, όταν το άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση έχει ενέργεια E_1 και η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι r_1 . Όταν το άτομο είναι διεγερμένο έχει ενέργεια E_n και η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι r_n . Για τα μεγέθη E_1 , r_1 , E_n , r_n ισχύει μία από τις :

α. $E_n \cdot r_n = E_1 \cdot r_1$

β. $\frac{E_n}{r_n} = \frac{E_1}{r_1}$

γ. $E_n \cdot r_n^2 = E_1 \cdot r_1^2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Σε μια διάταξη παραγωγής ακτίνων X τα ηλεκτρόνια ξεκινούν από την κάθοδο με μηδενική ταχύτητα και αφού επιταχυνθούν, φτάνουν στην άνοδο με ταχύτητα $v = \frac{20}{3} 10^7 \text{ m/s}$

Η απόδοση της διάταξης είναι 1% (δηλ. το 1% της ισχύος της δέσμης ηλεκτρονίων μετατρέπεται σε ισχύ φωτονίων X). Η ισχύς των ακτίνων X που παράγονται είναι $P_x = 10 \text{ W}$ και ο χρόνος λειτουργίας της διάταξης είναι $t = 0,15 \text{ s}$.

Γ1. Να βρείτε την τάση μεταξύ ανόδου–καθόδου.

Μονάδες 6

Γ2. Να βρείτε την ενέργεια που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων στο χρόνο t .

Μονάδες 6

Γ3. Να βρείτε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που φτάνουν στην άνοδο στη μονάδα του χρόνου.

Μονάδες 6

Ένα από τα παραγόμενα φωτόνια έχει μήκος κύματος τετραπλάσιο από το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται. Το φωτόνιο αυτό παράγεται από μετατροπή μέρους της κινητικής ενέργειας ενός ηλεκτρονίου που προσπίπτει στην άνοδο, σε ενέργεια ενός φωτονίου.

Γ4. Να βρείτε το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου που μετατράπηκε σε ενέργεια φωτονίου.

Δίνονται: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Ένας πυρήνας ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ (Ραδίου) διασπάται σε ένα διεγερμένο θυγατρικό πυρήνα R_n^* (Ραδονίου) με ταυτόχρονη εκπομπή σωματίου α .

Δ1. Να γράψετε την αντίδραση διάσπασης.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την ενέργεια που αποδεσμεύεται από τον πυρήνα του ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ κατά τη διάσπασή του.

Μονάδες 6

Από την ενέργεια που αποδεσμεύεται το σωματίο α αποκτά κινητική ενέργεια K . Από την υπόλοιπη ενέργεια το 72,8% γίνεται κινητική ενέργεια του ραδονίου.

Το σωματίο α , με την κινητική ενέργεια που έχει αποκτήσει, κατευθύνεται μετωπικά προς πυρήνα ${}^{120}_{50}\text{Sn}$ (Κασσιτέρου) που βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση. Θεωρούμε ότι ο πυρήνας ${}^{120}_{50}\text{Sn}$ παραμένει ακίνητος στη θέση του σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου. Η ελάχιστη απόσταση στην οποία πλησιάζει το σωματίο α είναι $d_{\min} = 3 \cdot 10^{-14} \text{ m}$.

Δ3. Να βρείτε την κινητική ενέργεια K του σωματίου α .

Μονάδες 6

Ο διεγερμένος πυρήνας R_n^* μεταπίπτει στη θεμελιώδη ενεργειακή του στάθμη εκπέμποντας ένα φωτόνιο που προσπίπτει σε αέριο υδρογόνου, τα άτομα του οποίου βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ4. Να βρείτε το μέγιστο πλήθος των ατόμων υδρογόνου που μπορούν να ιονιστούν.

Μονάδες 7

Δίνονται: Ενέργεια θεμελιώδους κατάστασης ατόμου υδρογόνου $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Φορτίο πρωτονίου $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$M_{\text{Ra}} c^2 = 210542,7 \text{ MeV}$$

$$M_{\text{Ra}} c^2 = 206809,4 \text{ MeV}$$

$$M_{\text{σωματιδιο}} c^2 = 3728,4 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ

A2. δ

A3. γ

A4. 1. γ

2. δ

3. β

4. α

5. ϵ

A5. α. Λ

β. Λ

γ. Λ

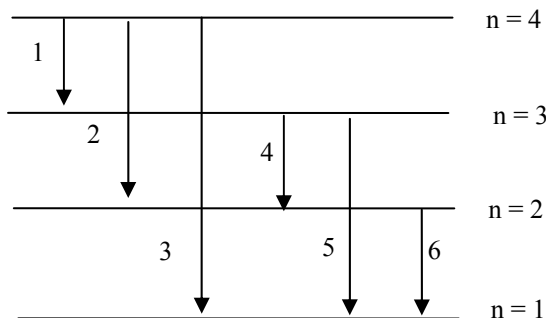
δ. Σ

ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. β .

Με βάση το πλήθος των γραμμών φάσματος εκπομπής του αερίου υδρογόνου, οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου κατά την αποδιέγερση του ατόμου, παρουσιάζονται στο κάτωθι διάγραμμα:



B2. > 1.

Για τα μήκη κύματος στα οπτικά μέσα 1 και 2 ισχύουν αντίστοιχα: $\lambda_1 = \frac{3}{4}\lambda_0$, $\lambda_2 = \frac{2}{3}\lambda_0$. Βάση ορισμού του δείκτη

$$\text{διάθλασης έχουμε: } \left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_1} \\ n_2 = \frac{\lambda_0}{\lambda_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{2}{3}\lambda_0}{\frac{3}{4}\lambda_0} = \frac{8}{9} < 1 \Rightarrow n_1 < n_2.$$

Άρα η ακτίνα στο μέσο 2 συγκλίνει προς την κάθετο.

B3. > α.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Για την ενέργεια ισχύει } E_n = \frac{E_1}{n^2} \\ \text{για την ακτίνα } r_n = n^2 r_1 \end{array} \right\} E_n = \frac{E_1}{r_n} \cdot r_1 \Rightarrow E_n \cdot r_n = E_1 \cdot r_1$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από Αρχή Διατήρησης της ενέργειας ισχύει $eV = \frac{1}{2}mu^2 \Rightarrow V = \frac{mu^2}{2e} \Rightarrow V = 12.500V$

Γ2. Ισχύει $P_x = \frac{E_x}{t} \Rightarrow E_x = P_x \cdot t \Rightarrow E_x = 1,5J$ και $\alpha = \frac{E_x}{E_{\eta\lambda}} \Rightarrow E_{\eta\lambda} = \frac{E_x}{\alpha} \Rightarrow E_{\eta\lambda} = 150J$.

Γ3. $\alpha = \frac{P_x}{V \cdot I} \Rightarrow I = \frac{P_x}{\alpha \cdot V} \Rightarrow \left(\frac{N}{t}\right)e = \frac{P_x}{\alpha \cdot V} \Rightarrow \frac{N}{t} = \frac{P_x}{e \cdot \alpha \cdot V} \Rightarrow \frac{N}{t} = 5 \cdot 10^{17}$ ηλεκτρόνια/sec.

Γ4.
$$\left. \begin{array}{l} E_\varphi = h \cdot f \Rightarrow E_\varphi = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{4 \cdot \lambda_{\min}} \\ \lambda_{\min} = \frac{hc}{eV} \end{array} \right\} \Rightarrow E_\varphi = \frac{hc}{4 \cdot \frac{hc}{eV}} \Rightarrow E_\varphi = \frac{eV}{4} \Rightarrow E_\varphi = \frac{K}{4}$$

Άρα το ζητούμενο ποσοστό είναι: $\Pi\% = \frac{E_\varphi}{K} \cdot 100\% \Rightarrow \Pi\% = 25\%$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η αντίδραση διάσπασης είναι ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn}^* + {}^4_2\text{He}$

Δ2. Η ενέργεια που αποδεδμεύεται από τη διάσπαση πυρήνα του ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ υπολογίζεται ως εξής:

$$Q = (M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - M_{\text{He}}) \cdot c^2$$

$$Q = (210542,7 - 206809,4 - 3728,4) \text{ MeV}$$

$$Q = 4,9 \text{ MeV}$$

Δ3. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας για την κίνηση του σωματίου α:

$$E_{\text{ολ,αρχ}} = E_{\text{ολ,τελ}} \Rightarrow K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}} \Rightarrow K + 0 = 0 + k \frac{q_a \cdot q_{\text{Sn}}}{d_{\min}} \Rightarrow K = 4,8 \text{ MeV}$$

Δ4. Η ενέργεια που αποκτά το ραδόνιο είναι: $E_{\text{Rn}} = Q - K = 0,1 \text{ MeV}$. Από την ενέργεια αυτή το 27,2 % είναι η ενέργεια του φωτονίου κατά την αποδιέργεση του Rn^* . Άρα $E_{\text{φωτ}} = 0,272 \cdot E_{\text{Rn}} = 0,0272 \text{ MeV}$.

Το μέγιστο πλήθος των ατόμων υδρογόνου που μπορούν να ιονιστούν με την παραπάνω ποσότητα ενέργειας είναι:

$$\frac{E_{\text{φωτ}}}{E_{\text{ιον}}} = \frac{E_{\text{φωτ}}}{|E_1|} = 2000.$$