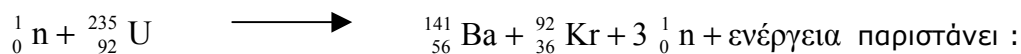


### **ΘΕΜΑ 1ο**

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



- α.** διάσπαση  $\beta^-$
- β.** διάσπαση  $\gamma$
- γ.** σύντηξη
- δ.** σχάση.

*Μονάδες 5*

**2.** Η υπεριώδης ακτινοβολία:

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

*Μονάδες 5*

**3.** Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περάσει από τον αέρα σε γυαλί, μεταβάλλεται:

- α.** η συχνότητά της
- β.** μόνον το μήκος κύματός της
- γ.** το μήκος κύματος και η ταχύτητα διάδοσής της
- δ.** η συχνότητα και η ταχύτητα διάδοσής της.

*Μονάδες 5*

**4.** Αδρόνια είναι:

- α.** το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο
- β.** το πρωτόνιο και το νετρόνιο
- γ.** το νετρόνιο και το μιονίο
- δ.** το μιονίο και το ηλεκτρόνιο.

*Μονάδες 5*

**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.

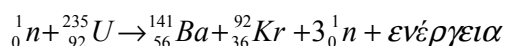
- α.** Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford τα άτομα θα έπρεπε να εκπέμπουν συνεχές και όχι γραμμικό φάσμα.
- β.** Ο Thomson πρότεινε το λεγόμενο πλανητικό μοντέλο για το άτομο.
- γ.** Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου, εκπέμπει ακτινοβολία όταν κινείται σε επιτρεπόμενη τροχιά.

- δ.** Το σωματίδιο α είναι ένας πυρήνας ηλίου ( ${}^4_2\text{He}$ ).
- ε.** Η ακτινοβολία γ δεν εκτρέπεται από μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 5

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 1.** Η πυρηνική αντίδραση



παριστάνει:

- δ.** σχάση
- 2.** Η υπεριώδης ακτινοβολία:  
**γ.** συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- 3.** Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περάσει από τον αέρα σε γυαλί, μεταβάλλεται:  
**γ.** το μήκος κύματος και η ταχύτητα διάδοσής της
- 4.** Αδρόνια είναι:  
**β.** το πρωτόνιο και το νετρόνιο
- 5.**
- α.** Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford τα άτομα θα έπρεπε να εκπέμπουν συνεχές και όχι γραμμικό φάσμα. **Σωστό**
- β.** Ο Thomson πρότεινε το λεγόμενο πλανητικό μοντέλο για το άτομο. **Λάθος**
- γ.** Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου, εκπέμπει ακτινοβολία όταν κινείται σε επιτρεπόμενη τροχιά. **Λάθος**
- δ.** Το σωματίδιο α είναι ένας πυρήνας ηλίου ( ${}^4_2\text{He}$ ). **Σωστό**
- ε.** Η ακτινοβολία γ δεν εκτρέπεται από μαγνητικό πεδίο. **Σωστό**

### ΘΕΜΑ 2ο

- 2.1** Η ενέργεια σύνδεσης  $E_{B_X}$  του πυρήνα  ${}_Z^AX$  είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια σύνδεσης  $E_{B_\Psi}$  του πυρήνα  ${}_Z^A\Psi$ .

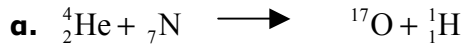
- α.** Ποιος από τους δύο παραπάνω πυρήνες είναι σταθερότερος;

Μονάδες 2

- β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

- 2.2** Να μεταφέρετε συμπληρωμένες στο τετράδιό σας τις παρακάτω πυρηνικές αντιδράσεις:



Μονάδες 4



Μονάδες 4

- 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

- 2.4** Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται σε δύο διαφορετικά υλικά, με δείκτες διάθλασης  $n_1$ ,  $n_2$ , όπου  $n_2 > n_1$ . Να δείξετε ότι  $\lambda_1 > \lambda_2$ , όπου  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  τα αντίστοιχα μήκη κύματος.

Μονάδες 5

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

### 2.1.

- α.** Είναι πιο σταθερός ο πυρήνας  ${}^A_{Z_1}\text{X}$

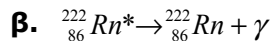
- β.** Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο χαρακτηρίζει την σταθερότητα του πυρήνα.

Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα  ${}^A_{Z_1}\text{X}$  είναι  $\frac{E_{B_X}}{A}$ , ενώ του

πυρήνα  ${}^A_{Z_2}\text{Y}$  είναι  $\frac{E_{B_Y}}{A}$ . Επειδή  $E_{B_X} > E_{B_Y}$  ισχύει  $\frac{E_{B_X}}{A} > \frac{E_{B_Y}}{A}$ , άρα ο

πυρήνας  ${}^A_{Z_1}\text{X}$  είναι σταθερότερος.

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



- 2.3.** Επειδή η ταχύτητα του φωτός σε ένα υλικό είναι πάντα μικρότερη από την ταχύτητα του στο κενό, από τον ορισμό  $n = \frac{C_0}{C}$  προκύπτει ότι ο δείκτης διάθλασης για οποιοδήποτε υλικό είναι πάντα μεγαλύτερος από την μονάδα, ενώ για το κενό ισχύει  $n = 1$ . (σελ. 18 σχολικού βιβλίου)

- 2.4.** Η απόδειξη βρίσκεται στην σελίδα 19 του σχολικού βιβλίου.

### **ΘΕΜΑ 3ο**

Διεγερμένα άτομα υδρογόνου αποδιεγείρονται και τα άτομα επανέρχονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης είναι  $E_1 = -13,6$  eV. Από τη μελέτη των φασματικών γραμμών υπολογίστηκαν τρεις διαφορές ενεργειών μεταξύ των διεγερμένων καταστάσεων και της θεμελιώδους κατάστασης και βρέθηκαν ίσες με 12,75eV , 12,09 eV και 10,2 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  $K=6,29$  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,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s και

η μονάδα ενέργειας 1 eV =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J.

### **ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- A.1.** Η ενέργεια που αντιστοιχεί σε κάθε μία από τις τρεις διεγερμένες καταστάσεις υπολογίζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$E_{\alpha} - E_1 = 12,75 \text{ eV} \quad \text{δηλαδή} \quad E_{\alpha} = E_1 + 12,75 \overset{(SI)}{=} -0,85 \text{ eV}$$

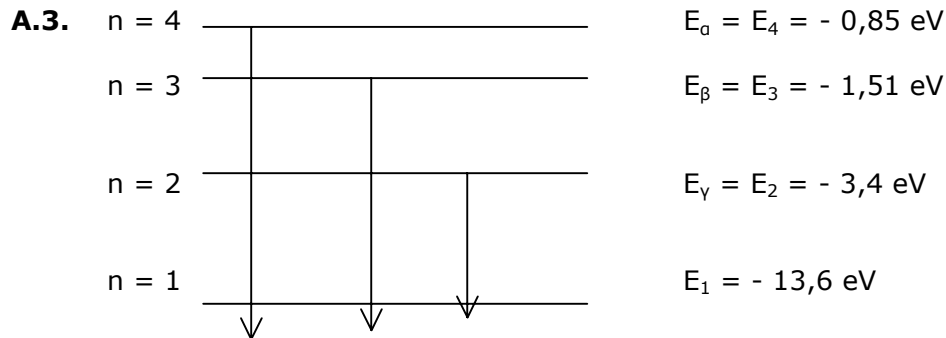
$$E_{\beta} - E_1 = 12,09 \text{ eV} \quad \text{δηλαδή} \quad E_{\beta} = E_1 + 12,09 \overset{(SI)}{=} -1,51 \text{ eV}$$

$$E_{\gamma} - E_1 = 10,2 \text{ eV} \quad \text{δηλαδή} \quad E_{\gamma} = E_1 + 10,2 \overset{(SI)}{=} -3,4 \text{ eV}$$

- A.2.**  $E_{\alpha} = \frac{E_1}{n^2}$  δηλαδή  $n^2 = \frac{E_1}{E_{\alpha}}$  οπότε  $n = 4$

$$E_{\beta} = \frac{E_1}{n^2} \quad \text{δηλαδή} \quad n^2 = \frac{E_1}{E_{\beta}} \quad \text{οπότε} \quad n = 3$$

$$E_{\gamma} = \frac{E_1}{n^2} \quad \text{δηλαδή} \quad n^2 = \frac{E_1}{E_{\gamma}} \quad \text{οπότε} \quad n = 2$$



**Σχόλιο:** Το παραπάνω ερώτημα δημιούργησε πρόβλημα γιατί λαμβάνοντας υπόψη μας όλες τις φασματικές γραμμές, το αποτέλεσμα θα είναι 6 αποδιεγέρσεις. Σύμφωνα όμως με τα δεδομένα του προβλήματος, επειδή έχει γίνει αναφορά σε 3 διαφορές ενεργειών, χωρίς να λάβουμε υπόψη μας όλες τις φασματικές γραμμές το αποτέλεσμα είναι 3 αποδιεγέρσεις. Επειδή έχει δημιουργηθεί σύγχυση, κατά τη γνώμη μας πρέπει και οι δύο περιπτώσεις να αξιολογηθούν ως σωστές.

**A.4.** Αφού η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι μηδέν, το άτομο έχει ιονισθεί, επομένως η συνολική ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι  $E = E_{\text{ion}} + K$ .

$$\text{Η ενέργεια ιονισμού είναι } E_{\text{ion}} = E_{\infty} - E_1^{(SI)} = 13,6 \text{ eV}$$

$$\text{Άρα } E = 19,89 \text{ eV} = 19,89 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 31,824 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Η ενέργεια  $E$  προήλθε από φωτόνιο άρα ισχύει  $E = hf$  οπότε

$$f = \frac{E^{(SI)}}{h} = 4,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

#### **ΘΕΜΑ 4ο**

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 μία μόνο κρούση.

**A.** Να υπολογίσετε:

- A.1** την κινητική ενέργεια που έχει κάθε ηλεκτρόνιο όταν φθάνει στην άνοδο

Μονάδες 6

- A.2** 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:

- B.1** 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

- B.2** το ελάχιστο μήκος κύματος της παραγόμενης ακτινοβολίας, μετά τον τετραπλασιασμό της ισχύος και να δικαιολογήσετε ποια από τις δύο ακτινοβολίες 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,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
και η μονάδα ενέργειας  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

### A.

- A.1.** Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου υπολογίζεται από την σχέση  
 $K = e \cdot V = 16,575 \text{ eV}$

- A.2.** Ισχύει  $\lambda_{\min} = \frac{h \cdot C_0}{eV} = 7,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

### B.

- B.1.** Επειδή  $\frac{P_2}{P_1} = 4$  άρα  $\frac{I \cdot V_2}{I \cdot V_1} = 4$  ή  $\frac{V_2}{V_1} = 4$

$$\text{ή } \frac{eV_2}{eV_1} = 4 \quad \text{ή } \frac{K_2}{K_1} = 4 \quad \text{ή } \frac{\frac{1}{2}mu_2^2}{\frac{1}{2}mu_1^2} = 4 \quad \text{ή}$$

$$\left( \frac{u_2}{u_1} \right) = 4 \quad \text{ή } \frac{u_2}{u_1} = 2 \quad \text{άρα } \frac{u_1}{u_2} = \frac{1}{2}$$

**B.2.** Ισχύει  $\lambda_{\min_1} = \frac{hc}{eV_1}$  (1)

$$\lambda_{\min_2} = \frac{hc}{eV_2} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις σχέσεις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει ότι:

$$\frac{\lambda_{\min_1}}{\lambda_{\min_2}} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{άρα} \quad \lambda_{\min_2} = \lambda_{\min_1} \frac{V_1}{V_2} = 1,875 \cdot 10^{-11} m$$

Περισσότερο διεισδυτική είναι η ακτινοβολία με μήκος κύματος  
 $\lambda_{\min_2} = 1,875 \cdot 10^{-11} m$