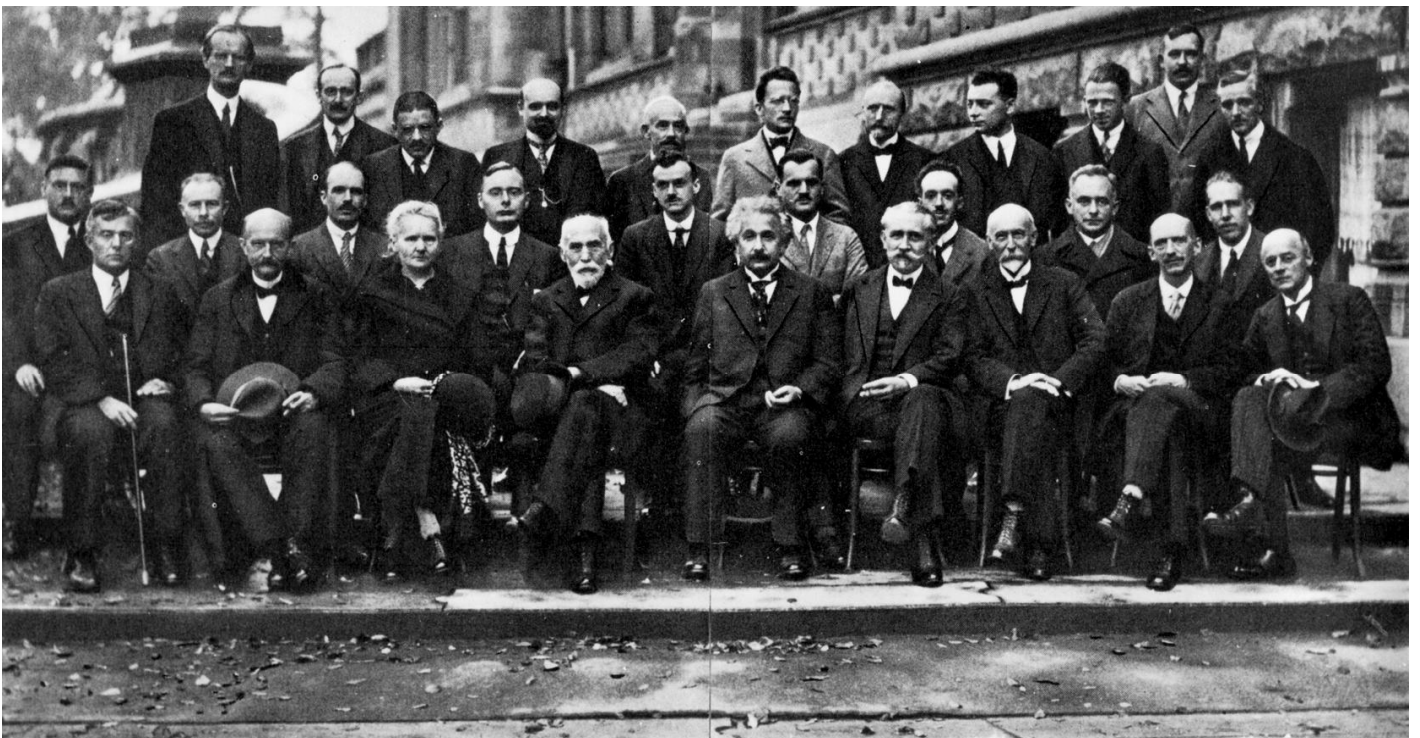


# Φυσική

## Γενικής Παιδείας Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ



## Φ Ω Σ

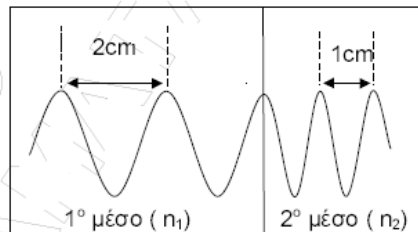
**Φε-1.** Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες Α και Β, με μήκη κύματος  $\lambda_{0A}$  και  $\lambda_{0B}$  ( $\lambda_{0A} > \lambda_{0B}$ ), διαδίδονται στο κενό. Οι ακτινοβολίες προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια ισοπαχούς πλακιδίου από χαλαζία πάχους  $d$  και το διαπερνούν.

- Ο χαλαζίας εμφανίζει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης για την ακτινοβολία Α.
- Ο χρόνος διέλευσης της ακτινοβολίας Α μέσα από το πλακίδιο είναι μικρότερος από αυτόν της ακτινοβολίας Β.

Να χαρακτηρίσετε τις παραπάνω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**Φε-2.** Μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται από τη διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων, τα οποία έχουν δείκτες διάθλασης  $n_1$  και  $n_2$  αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Η σχέση που συνδέει τους δείκτες διάθλασης των δύο μέσων είναι:

- $n_2 = 2n_1$
- $n_2 = \frac{n_1}{2}$
- $n_2 = 4n_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**Φε-3.** Μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος  $\lambda_0$  στο κενό, εισέρχεται από τον αέρα σε γυαλί με δείκτη διάθλασης  $n=3/2$  για το μήκος κύματος  $\lambda_0$ . Τότε:

- Η συχνότητά της αυξάνεται στα  $3/2$  της αρχικής της τιμής στο κενό.
- Το μήκος του κύματος μειώνεται κατά το  $1/3$  της αρχικής του τιμής στο κενό.
- Η ταχύτητά της μειώνεται στα  $2/3$  της αρχικής της τιμής στο κενό.

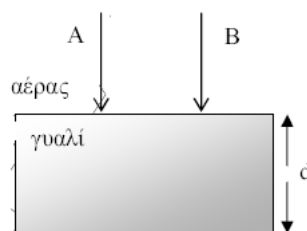
- Ποια ή ποιες είναι οι σωστές προτάσεις
- Αιτιολογήστε την απάντησή σας

**Φε-4.** Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται σε γυαλί με δείκτη διάθλασης  $n = 1,4$  για την ακτινοβολία αυτή. Το μήκος κύματός της στο γυαλί είναι  $\lambda_{\gamma} = 600 \text{ nm}$ . Η ακτινοβολία αυτή είναι:

- ορατή στο γυαλί και στον αέρα.
- αόρατη στο γυαλί και στον αέρα.
- ορατή στο γυαλί και αόρατη στον αέρα.
- αόρατη στο γυαλί και ορατή στον αέρα.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

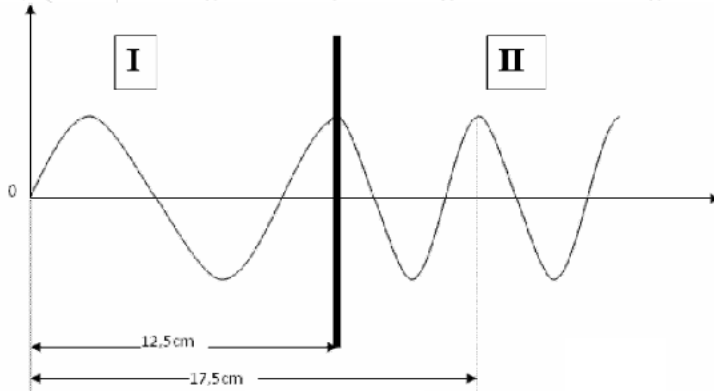
**Φε-5.** Δύο μονοχρωματικές ακτίνες Α και Β προσπίπτουν κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια αέρα-γυαλιού προερχόμενες από τον αέρα όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ενέργεια  $E_A$  κάθε φωτονίου της ακτινοβολίας Α είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια  $E_B$  κάθε φωτονίου της ακτινοβολίας Β ( $E_A > E_B$ ). Αν  $t_A$  και  $t_B$  ο χρόνος διέλευσης από το γυαλί πάχους  $d$ , των ακτινοβολιών Α και Β αντίστοιχα, τότε ισχύει:



- $t_A = t_B$
- $t_A < t_B$
- $t_A > t_B$

• Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την επιλογή σας.

**Φε-6.** Μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται από τη διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων τα οποία έχουν δείκτες διάθλασης  $n_I$  και  $n_{II}$  αντίστοιχα.

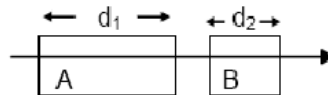


Ποια σχέση συνδέει τους δείκτες διάθλασης των δύο μέσων για τη συγκεκριμένη ακτινοβολία;

α)  $n_I = 2 \cdot n_{II}$    β)  $n_I = n_{II}/2$    γ)  $n_I = n_{II}$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Φε-7.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διέρχεται κάθετα από διαφανές οπτικό υλικό Α πάχους  $d_1$  σε χρόνο  $t_1$  και στη συνέχεια από διαφανές οπτικό υλικό Β πάχους  $d_2 = \frac{1}{2}d_1$  σε χρόνο  $t_2 = \frac{1}{4}t_1$ . Για τους δείκτες διάθλασης των υλικών ισχύει :



α)  $\frac{n_A}{n_B} = 2$  ,   β)  $\frac{n_A}{n_B} = \frac{1}{2}$  ,   γ)  $\frac{n_A}{n_B} = \frac{1}{4}$

Ποια πρόταση είναι σωστή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Φε-8.** Ένα φωτόνιο διαδίδεται στο κενό με συχνότητα  $f = 7,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ . Να υπολογιστεί:

- το μήκος κύματος του σε m και σε nm. Ανήκει το φωτόνιο στο ορατό φως;
- η ενέργεια του σε Joule και σε eV
- πόσα φωτόνια της ακτινοβολίας μεταφέρουν ενέργεια  $E = 1,989 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ;

Δίνονται:  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

**Φε-9.** Πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπει φωτόνια με μήκη κύματος  $1,5\text{m}$ . Να υπολογίσετε:

- την ενέργεια φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας
- τον αριθμό των φωτονίων που εκπέμπονται σε  $1/10$  του δευτερολέπτου, αν η ισχύς που ακτινοβολείται είναι  $6,63\text{KW}$
- το λόγο της ενέργειας αυτού του φωτονίου προς την ενέργεια ενός φωτονίου με μήκος κύματος  $450\text{nm}$ .

**Φε-10.** Ένας ραδιοφωνικός σταθμός εκπέμπει  $3 \cdot 10^{28}$  φωτόνια ανά δευτερόλεπτο με μήκος κύματος  $1\text{m}$ . Να υπολογιστούν:

- η συχνότητα εκπομπής του σήματος σε MHz
- η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας αυτής
- πόσα τουλάχιστον μήκη κύματος παρεμβάλλονται ανάμεσα στο σταθμό και σε ένα δέκτη που βρίσκεται σε απόσταση  $91\text{Km}$
- η ισχύς του σταθμού.

Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

**Φε-11.** Ένα γυάλινο ποτήρι περιέχει νερό. Το πάχος του γυάλινου πυθμένα του ποτηριού είναι  $x = 4\text{cm}$  ενώ το νερό που βρίσκεται στο ποτήρι έχει ύψος  $H = 16\text{cm}$ . Μια δέσμη μονοχρωματικής ακτινοβολίας που διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$  διαπερνά κάθετα το νερό που βρίσκεται μέσα στο ποτήρι και το γυάλινο πυθμένα του. Ο δείκτης διάθλασης για το νερό είναι  $4/3$  ενώ το γυαλί είναι  $8/5$ . Να υπολογιστούν:

- η ταχύτητα της δέσμης στο νερό και στο γυαλί
- ο χρόνος κίνησης της δέσμης στο νερό και στο γυαλί
- η χρονική καθυστέρηση στη διάδοση της δέσμης στον αέρα από την παρεμβολή του ποτηριού με το νερό
- ο λόγος της περιόδου της ακτινοβολίας στο νερό προς την περίοδο της ακτινοβολίας στο γυαλί.

**Φε-12.** Η πράσινη ακτινοβολία που έχει μήκος κύματος  $500\text{nm}$  διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα  $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .

- Να βρεθεί η συχνότητα της ακτινοβολίας.
- Να βρεθεί η ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας.
- Αν η ακτινοβολία αυτή διαδοθεί σε αιθανόλη με ταχύτητα  $2 \cdot 10^8 \text{m/s}$ , να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης της αιθανόλης και το νέο μήκος κύματος της ακτινοβολίας.
- Αν το πάχος της αιθανόλης είναι  $50\text{cm}$ , να υπολογιστεί πόσα μήκη κύματος της πράσινης ακτίνας χωράνε σε αυτό το πάχος. Δίνεται η σταθερά του Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$ .

**Φε-13.** Θερμική ακτινοβολία συχνότητας  $3 \cdot 10^{12} \text{Hz}$  απορροφάται πλήρως από μια ποσότητα νερού και αυξάνει τη θερμοκρασία του κατά  $20^\circ \text{C}$ . Αν γνωρίζουμε ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία αυτής της ποσότητας νερού κατά  $2^\circ \text{C}$  απαιτούνται  $198,9 \cdot 10^{-20} \text{J}$ , να υπολογιστούν:

- η ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της θερμικής ακτινοβολίας
- το πλήθος των φωτονίων αυτής της θερμικής ακτινοβολίας που θα απορροφηθούν από την συγκεκριμένη ποσότητα νερού για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά  $20^\circ \text{C}$
- το ποσό ενέργειας αυτής της ακτινοβολίας που θα έπρεπε να απορροφήσει η συγκεκριμένη ποσότητα νερού αν κατά τη θέρμανσή της είχαμε απώλειες  $70\%$ . Δίνεται η σταθερά Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$ .

**Φε-14.** Πηγή μονοχρωματικού φωτός με συχνότητα  $f = 10^{15} \text{Hz}$  βρίσκεται μέσα

σε διαφανές μέσο που έχει δείκτη διάθλασης  $n_1 = \frac{5}{4}$  και απέχει από διά-

φραγμα απόσταση  $\ell = 1\text{m}$ . Μεταξύ πηγής και διαφράγματος και κάθετα στην πορεία των ακτινών, τοποθετείται διαφανής πλάκα με δείκτη διάθλασης  $n_2 = 1,5$  και πάχος  $d = 10\text{cm}$ . Να υπολογιστούν:

- η ταχύτητα του μονοχρωματικού φωτός στο διαφανές μέσο (c)
- το μήκος κύματος του μονοχρωματικού φωτός στη διαφανή πλάκα ( $\lambda_2$ )
- ο λόγος των ενεργειών των φωτονίων του μονοχρωματικού φωτός στο διαφανές μέσο και στη διαφανή πλάκα
- ο αριθμός των μηκών κύματος που χωράνε μεταξύ πηγής και διαφράγματος.

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



**Φε-15.** 100 φωτόνια μιας ορισμένης ακτινοβολίας μήκους κύματος  $\lambda_0 = 663\text{nm}$  προσπίπτουν στον αμφιβληστροειδή του ανθρώπινου ματιού, οπότε το μάτι αντιδρά.

- Πόση είναι η συχνότητα του φωτονίου;
- Πόση είναι η ενέργεια του φωτονίου;
- Πόση είναι η ισχύς η οποία διεγείρει το μάτι, αν τα παραπάνω φωτόνια προσπίπτουν σε αυτό σε χρόνο 2s;
- Σε πόση απόσταση έχει διαδοθεί η παραπάνω ακτινοβολία στον αέρα, σε αυτό το χρόνο των 2s;

Δίνονται η σταθερά Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$  και η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .

**Φε-16.** Μονοχρωματική ακτινοβολία που διαδίδεται στο κενό με μήκος κύματος  $\lambda_0 = 600\text{nm}$ , περνά μέσα από διαφανές ορυκτό που έχει δείκτη

$$\text{διάθλασης } n = \frac{6}{5}.$$

- Ποια η ταχύτητα της μονοχρωματικής ακτίνας στο διαφανές ορυκτό;
- Αν το πάχος του διαφανούς ορυκτού είναι 10cm, με πόσα μήκη κύματος της μονοχρωματικής ακτίνας όταν διαδίδεται στο ορυκτό, ισοδυναμεί το πάχος του;
- Ποια μεταβολή θα έχουμε στην ενέργεια του κάθε φωτονίου κατά το πέρασμά του από τον αέρα στο διαφανές ορυκτό;
- Πόση είναι η ισχύς που απορροφά ένα φωτοκύτταρο, όταν προσπίπτουν πάνω του  $10^5$  φωτόνια αυτής της μονοχρωματικής ακτινοβολίας για χρόνο 6,6s;
- Η ίδια μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται μέσα από υλικό άγνωστης προέλευσης, χάνοντας το 1/5 της ταχύτητάς του σε σχέση με την ταχύτητά του στο κενό. Να υπολογιστεί ο δείκτης διάθλασης του άγνωστου αυτού υλικού.

Δίνεται:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$

**Φε-17.** Ακτινοβολία μονοχρωματικού φωτός περνά από τον αέρα σε διαφανές οπτικό μέσο στο οποίο το μήκος κύματος της μειώνεται στο 60% της αρχικής του τιμής. Εάν η συχνότητα της ακτινοβολίας είναι  $6 \cdot 10^{14} \text{Hz}$  να βρείτε:

- εάν η ακτίνα φωτός είναι ορατή
- το δείκτη διάθλασης και την ταχύτητα της ακτινοβολίας στο διαφανές μέσο
- την ενέργεια που μεταφέρουν  $10^{20}$  φωτόνια αυτής της ακτινοβολίας
- την ισχύ της πηγής της ακτινοβολίας εάν τα παραπάνω φωτόνια εκπέμπονται σε χρόνο 0,25s.

Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ .

**Φε-18.** Σε φούρνο μικροκυμάτων συχνότητας  $f = 5 \cdot 10^{10} \text{Hz}$  τοποθετούνται 300g παγωμένου κρέατος. Η πόρτα του φούρνου αποτελείται από γυαλί πά-

χους  $d = 0,9\text{cm}$  και με δείκτη διάθλασης  $n = \frac{4}{3}$ . Κατά την λειτουργία

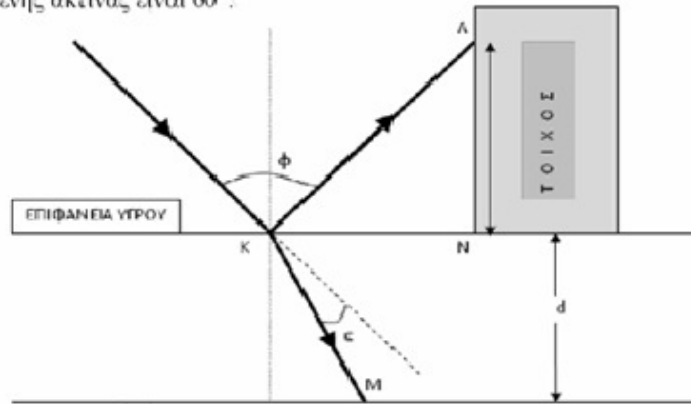
του ο φούρνος παράγει  $10^{25}$  φωτόνια/s. Να υπολογιστεί:

- το μήκος κύματος της παραπάνω ακτινοβολίας στον αέρα σε m και σε nm
- το πάχος του γυαλιού της πόρτας σε μήκη κύματος της ακτινοβολίας.
- Αν για να ξεπαγώσουν 100g κρέατος απαιτείται ενέργεια  $E = 33\text{KJ}$  πόση ενέργεια απαιτείται για να ξεπαγώσει όλη η ποσότητα του κρέατος;
- Σε πόσο χρόνο θα ξεπαγώσει όλη η ποσότητα του κρέατος αν το κρέας απορροφά το 10% από την παραγόμενη ενέργεια;

Δίνονται η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .

**Φε-19.**

Από μία φωτεινή πηγή ισχύος  $P = 13,2 \text{ W}$ , εκπέμπεται μονοχρωματική ακτίνα φωτός συχνότητας  $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Η ακτίνα διαδίδεται στον αέρα και προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια υγρού στο σημείο Κ. Η ακτίνα, αφού ανακλαστεί στο σημείο Κ της διαχωριστικής επιφάνειας του υγρού, προσπίπτει στο σημείο Α ενός κατακόρυφου τοίχου. Ο χρόνος που απαιτείται για να διανύσει η ακτίνα την απόσταση ΚΑ είναι  $t_{KA} = 1 \text{ ns}$ . Αν η γωνία  $\phi$  μεταξύ της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ακτίνας είναι  $60^\circ$ :



- A) Να υπολογίσετε:
- A.1. Τον αριθμό των φωτονίων ανά μονάδα χρόνου που προσπίπτουν στο σημείο Α.
- A.2. Το μήκος του τμήματος ΑΝ.
- B) Η διαθλώμενη ακτινοβολία εκτρέπεται από την αρχική της πορεία κατά  $5^\circ$ . Αν το πάχος του υγρού είναι  $d = 36 \text{ cm}$ , και στο τμήμα ΚΜ υπάρχουν  $N = 10^5$  μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο υγρό, να υπολογίσετε:
- B.1. Το δείκτη διάθλασης  $n_1$  του υγρού για την ακτινοβολία.
- B.2. Τη χρονική καθυστέρηση που προκαλεί το υγρό, στην ακτίνα, αν αυτή διατρέξει την ίδια απόσταση  $x = 27 \text{ cm}$  στον αέρα και στο υγρό.
- Δίνονται:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$      $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$      $\sin 25^\circ = 0,9$

## Α Τ Ο Μ Ο

**Αε-1.** Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει ενέργεια  $-13,6 \text{ eV}$ . Η μετάβαση του ηλεκτρονίου στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- α. αν στο άτομο πέσει φωτόνιο με ενέργεια  $13 \text{ eV}$
- β. αν το άτομο συγκρουστεί με ένα άλλο ηλεκτρόνιο που έχει κινητική ενέργεια  $12 \text{ eV}$ .

Να χαρακτηρίσετε τις παραπάνω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.  
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**Αε-2.** Στο άτομο του υδρογόνου το γινόμενο του μέτρου της στροφορμής του ηλεκτρονίου επί το μέτρο της ταχύτητας περιστροφής του, σε οποιαδήποτε επιτρεπτή τροχιά, είναι σταθερό και ίσο με

$$\alpha. L v = k e^2 \quad \beta. L v = k e \quad \gamma. L v = k^2 e$$

Όπου  $k$  η ηλεκτρική σταθερά και  $e$  η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Αε-3.** Για την περιστροφική κίνηση του ηλεκτρονίου σε επιτρεπόμενες τροχιές γύρω από τον πυρήνα στο άτομο του υδρογόνου, να αποδείξετε ότι:

$$1. \frac{K_1}{K_2} = 4 \quad 2. \frac{U_1}{U_2} = 4 \quad 3. \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2}$$

**Αε-4.** Σε ένα άτομο υδρογόνου που βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση η ακτίνα τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι δεκαεξάπλάσια από την αντίστοιχη στη θεμελιώδη κατάσταση.

A) Ο κβαντικός αριθμός της διεγερμένης κατάστασης είναι:

α)  $n = 2$                       β)  $n = 3$                       γ)  $n = 4$

• Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την επιλογή σας.

B) Η ενέργεια ιονισμού από τη διεγερμένη κατάσταση είναι:

α)  $13,6 \text{ eV}$                       β)  $-13,6 \text{ eV}$                       γ)  $0,85 \text{ eV}$

Δίνεται η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση :  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$

• Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την επιλογή σας.

**Αε-5.** Δύο άτομα υδρογόνου Α και Β, βρίσκονται στη  $1^{\eta}$  και  $2^{\eta}$  διεγερμένη κατάσταση αντίστοιχα. Ο λόγος των ελάχιστων ενεργειών  $\frac{E_A}{E_B}$  που απαιτούνται

ώστε να απομακρυνθούν τα ηλεκτρόνια των ατόμων σε περιοχή εκτός του ηλεκτρικού πεδίου των πυρήνων είναι:

α)  $1/2$                       β)  $2/3$                       γ)  $9/4$                       δ)  $4/9$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Αε-6.** Η ταχύτητα περιφοράς ενός ηλεκτρονίου στην πρώτη διεγερμένη στάθμη είναι:

α. ίδια με την ταχύτητα στη θεμελιώδη κατάσταση

β. διπλάσια από τη ταχύτητα στην θεμελιώδη κατάσταση

γ. η μισή από την ταχύτητα στην θεμελιώδη κατάσταση

δ. υποτετραπλάσια από την ταχύτητα στη θεμελιώδη κατάσταση

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Αε-7.** Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Στο άτομο προσπίπτει φωτόνιο ενέργειας  $3,4 \text{ eV}$ . Άρα :

α. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου θα μεταπηδήσει στην ενεργειακή στάθμη  $E_2$

β. Το άτομο θα ιονιστεί

γ. Το άτομο θα απορροφήσει το φωτόνιο και θα διεγερθεί

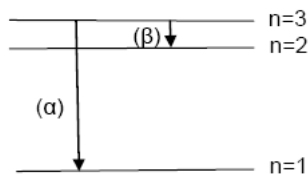
δ. Το άτομο δεν θα απορροφήσει το φωτόνιο

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Αε-8.** Διεγερμένα άτομα υδρογόνου αποδιηγείρονται εκπέμποντας φωτόνια όπως στο διπλανό σχήμα.

Ο λόγος των μηκών κύματος  $\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_\beta}$  ισούται με:

α)  $\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_\beta} = \frac{5}{32}$ ,                      β)  $\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_\beta} = \frac{1}{32}$ ,                      γ)  $\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_\beta} = \frac{4}{9}$



Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Αε-9.** Στο σχήμα φαίνονται τρεις ενεργειακές στάθμες ενός υποθετικού ατόμου (οι ενέργειες είναι μετρημένες σε  $\text{eV}$ ). Μια δέσμη ηλεκτρονίων προκαλεί ιονισμό των ατόμων. Να βρείτε ποια είναι η ελάχιστη τιμή της τάσης που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για την επιτάχυνση (από την ηρεμία) των ηλεκτρονίων της δέσμης, ώστε να προκαλέσουμε ιονισμό των ατόμων αυτών. Ποια πρέπει να είναι η τελική ταχύτητα των ηλεκτρονίων αυτών;

	Ενέργειες /eV
_____	0
_____	-2
_____	-12

**Αε-10.** Σε ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου το ηλεκτρόνιο περιφέρεται σε μια επιτρεπόμενη τροχιά ακτίνας  $r_n = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . Να υπολογίσετε:

- τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$ , που αντιστοιχεί στην τροχιά του ηλεκτρονίου
- την ολική ενέργεια του διεγερμένου ατόμου
- την τιμή της στροφορμής του ηλεκτρονίου στη διεγερμένη κατάσταση
- την τιμή της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου στη διεγερμένη κατάσταση
- πόσο θα μεταβληθεί η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου όταν το ηλεκτρόνιο μεταπηδήσει από την τροχιά που βρίσκεται στην τροχιά με τη μικρότερη ακτίνα και σε τι μορφή ενέργεια θα μετατραπεί η ενέργεια αυτή
- την ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε στο άτομο του υδρογόνου, ώστε το ηλεκτρόνιό του από την αρχική διεγερμένη τροχιά να μεταπηδήσει στην αμέσως επόμενη επιτρεπόμενη τροχιά, μεγαλύτερης ενέργειας.

Δίνονται: Η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$  η ακτίνα του Bohr  $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ .

**Αε-11.** Σε ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου το ηλεκτρόνιο περιφέρεται σε μια επιτρεπόμενη τροχιά, όπου έχει δυναμική ενέργεια  $U_n = -6,8 \text{ eV}$ .

**A.** Να υπολογίσετε:

- την ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου
- τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$ , που αντιστοιχεί στην τροχιά του ηλεκτρονίου
- την ενέργεια που απαιτείται για να ιονιστεί το άτομο του υδρογόνου από την διεγερμένη κατάσταση. Με πόσους τρόπους μπορεί να πραγματοποιηθεί αυτό;

**B.** Το ηλεκτρόνιο στη συνέχεια μεταπηδά σε τροχιά στην οποία έχει ολική ενέργεια μεγαλύτερη κατά  $2,55 \text{ eV}$ . Να υπολογίσετε:

- την τιμή του κβαντικού αριθμού που θα βρεθεί
- την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη νέα τροχιά
- την ελάχιστη απόσταση που θα πρέπει να διανύσει το ηλεκτρόνιο για να μεταβεί στη νέα τροχιά
- την μεταβολή της στροφορμής του ηλεκτρονίου κατά την μετάβαση από την αρχική στην τελική τροχιά.

Δίνονται: Η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$  η ακτίνα του Bohr  $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ .

**Αε-12.** Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται εξ' αιτίας διαφορά δυναμικού και στη συνέχεια συγκρούεται με άτομο υδρογόνου το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Το ηλεκτρόνιο δίνει στο άτομο το 90% της κινητικής του ενέργειας και το διεγείρει μόνο. Αυτό αποδιεγειρόμενο με ένα βήμα στη θεμελιώδη τροχιά εκπέμπει ένα φωτόνιο μήκους κύματος  $\lambda = 102,8 \text{ nm}$ . Να βρεθούν:

- η ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται
- η ενεργειακή στάθμη στην οποία φθάνει το ηλεκτρόνιο
- η κινητική ενέργεια που είχε πριν τη σύγκρουση το ηλεκτρόνιο βλήμα
- η διαφορά δυναμικού με την οποία επιταχύνθηκε το ηλεκτρόνιο βλήμα
- η ταχύτητα με την οποία σκεδάζεται το ηλεκτρόνιο βλήμα.

Δίνονται:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  και  $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ .



**Αε-13.** Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση που αντιστοιχεί στον κύριο κβαντικό αριθμό  $n=3$ . Να υπολογίσετε:

- την ενέργεια που απορρόφησε το άτομο του υδρογόνου από την θεμελιώδη κατάσταση, για να μεταβεί το ηλεκτρόνιο του σε τροχιά με κβαντικό αριθμό  $n=3$
- την ενέργεια που πρέπει να απορροφήσει το άτομο του υδρογόνου, για να μεταβεί το ηλεκτρόνιο του σε τροχιά ακτίνας  $r_n = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να απορροφήσει το άτομο του υδρογόνου που βρίσκεται στη διεγερμένη κατάσταση με  $n=3$ , για να μεταβεί το ηλεκτρόνιο του έξω από το ηλεκτρικό πεδίο του πυρήνα έχοντας εκεί κινητική ενέργεια  $K_e = 2,49 \text{ eV}$
- τη συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται όταν το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου μεταβεί από τη διεγερμένη κατάσταση με  $n=3$  απευθείας με ένα άλμα στη θεμελιώδη κατάσταση
- το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται όταν το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου μεταβεί από τη διεγερμένη κατάσταση με  $n=3$  στη διεγερμένη κατάσταση με  $n=2$ . Είναι ορατή η ακτινοβολία αυτή;
- Να γίνει το ενεργειακό διάγραμμα στο οποίο να φαίνονται όλες οι δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου από την διεγερμένη κατάσταση με  $n=4$  στην θεμελιώδη κατάσταση. Πόσοι είναι οι διαφορετικοί τρόποι αποδιέγερσης, τα διαφορετικά φωτόνια και σε ποια περιοχή του  $H/M$  φάσματος ανήκουν;

Δίνονται: Η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ , η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ , η ακτίνα του Bohr  $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  και ότι  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

**Αε-14.** Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάστασή του ( $n=1$ ),

όπου έχει ενέργεια  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ . Ένα ηλεκτρόνιο-βλήμα επιταχύνεται μέσω τάσης  $V$  και στη συνέχεια συγκρούεται με το παραπάνω άτομο υδρογόνου. Το άτομο του  $H$  απορροφά τμήμα της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου και διεγείρεται μόνο, οπότε το ηλεκτρόνιο του ατόμου του  $H$  μεταβαίνει σε τροχιά ακτίνας  $r_n = 9r_1$ , όπου  $r_1$  είναι η ακτίνα περιφοράς του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση. Αν η τελική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου-βλήματος είναι

$$K_{\text{τελ}} = \frac{1}{4} K_{\text{αρχ}}, \text{ να υπολογίσετε:}$$

- την ενέργεια της διεγερμένης κατάστασης στην οποία βρίσκεται το άτομο του υδρογόνου μετά την κρούση και την ενέργεια που απορρόφησε από το βλήμα
- το λόγο του μέτρου της ελκτικής δύναμης Coulomb που αναπτύσσεται μεταξύ της διεγερμένης κατάστασης και της θεμελιώδους
- την τάση  $V$  μέσω της οποίας επιταχύνθηκε το ηλεκτρόνιο-βλήμα
- την ταχύτητα του ηλεκτρονίου βλήματος μετά την κρούση
- τη συχνότητα και το μήκος κύματος κάθε ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου με όλους του δυνατούς τρόπους
- στην περίπτωση που η διέγερση του ατόμου του υδρογόνου γινόταν με απορρόφηση φωτονίου, ποιο θα ήταν το μήκος κύματος του φωτονίου που θα έπρεπε να απορροφηθεί για να πραγματοποιηθεί η διέγερση αυτή;

Δίνονται: Η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  και ότι  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  και  $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ .

**Αε-15.** Ένα άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση του

( $n=1$ ), όπου έχει ενέργεια  $E_1 = -13,6\text{eV}$ , διεγείρεται απορροφώντας ένα φωτόνιο. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου μεταβαίνει σε τροχιά όπου έχει κινητική ενέργεια  $K_n = 1,51\text{eV}$ . Να υπολογίσετε:

α. τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$ , που αντιστοιχεί στη διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου και το μέτρο της στροφορμής σε αυτή

β. τη συχνότητα  $f_a$  του φωτονίου που προκάλεσε τη διέγερση του ατόμου

γ. το διεγερμένο άτομο, μετά από ελάχιστο χρονικό διάστημα, επανέρχεται στη θεμελιώδη του κατάσταση. Σε μία από τις δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου από τη διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη εκπέμπεται ακτινοβολία με το μεγαλύτερο μήκος κύματος. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος αυτό. Σε ποια περιοχή ανήκει;

δ. Αν στο άτομο του υδρογόνου που βρισκόταν στη θεμελιώδη κατάσταση του έπεφτε μονοχρωματική ακτινοβολία με διπλάσια συχνότητα της αρχικής  $f_b = 2f_a$ , το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου θα μεταπηδούσε σε κάποια άλλη ενεργειακή κατάσταση ή θα πήγαινε σε περιοχή όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν; Αν μεταπηδούσε σε κάποια άλλη ενεργειακή κατάσταση να βρείτε ποια θα ήταν αυτή, αν θα πήγαινε σε περιοχή όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν και το ηλεκτρόνιο εκεί είχε κινητική ενέργεια  $K'$ , να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια  $K'$  του ηλεκτρονίου.

Δίνονται: Η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$  και ότι  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$ .

**Αε-16.** Κινούμενο ηλεκτρόνιο συγκρούεται με ακίνητο άτομο υδρογόνου, το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, με ενέργεια  $E_1 = -13,6\text{eV}$ . Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου (βλήματος) πριν από την κρούση είναι  $K_1 = 16,12\text{eV}$ . Το άτομο του υδρογόνου απορροφά μέρος της ενέργειας του προσπίπτοντος ηλεκτρονίου και διεγείρεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση και εξακολουθεί, το άτομο, να παραμένει ακίνητο μετά την κρούση.

A. Να σχεδιάσετε στο τετράδιο σας σε διάγραμμα ενεργειακών σταθμών όλες τις δυνατές ενεργειακές μεταβάσεις από την διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη.

B. Να υπολογίσετε:

α. το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου από την διεγερμένη κατάσταση στην κατάσταση με  $n = 2$

β. το ποσοστό (επί τοις εκατό) της κινητικής ενέργειας του προσπίπτοντος ηλεκτρονίου που απορροφήθηκε από το άτομο του υδρογόνου κατά την κρούση

γ. την κινητική ενέργεια και το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου στη διεγερμένη κατάσταση

δ. την ενέργεια του ηλεκτρονίου βλήματος μετά την κρούση

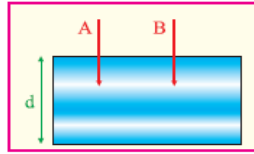
ε. την ενέργεια του ηλεκτρονίου βλήματος μετά την κρούση αν το άτομο του υδρογόνου ιονιζόταν

στ. σε ποια ενεργειακή κατάσταση θα έφτανε το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου αν το βλήμα είχε ενέργεια  $K = 12,8\text{eV}$ .

Δίνονται  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$ ,  $\pi = 3,14$ .

**Αε-17.** Κατά την αποδιέγερση διεγερμένων ατόμων

υδρογόνου, μεταξύ των ακτινοβολιών που εκπέμπονται παρατηρούνται και δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες Α και Β. Οι ακτινοβολίες Α και Β προέρχονται από τις μεταβάσεις ηλεκτρονίων απ' ευθείας στην ενεργειακή στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό  $n$  και ενέργεια κατάστασης  $E_n = -5,45 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας Α έχει συχνότητα  $f_A = 4,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  και κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας Β έχει μήκος κύματος στον αέρα (κενό)  $\lambda_{0(B)} = 484,4 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ .



Α. Να υπολογίσετε:

- την τιμή του κβαντικού αριθμού  $n$  που καταλήγουν τα ηλεκτρόνια και παράγονται οι ακτινοβολίες Α και Β
- την ενέργεια των φωτονίων των ακτινοβολιών Α και Β
- τις τιμές ενέργειας ( $E_{n(A)}$  και  $E_{n(B)}$ ) των διεγερμένων καταστάσεων από την οποία έγινε η μετάβαση των ηλεκτρονίων στη στάθμη  $n$ , που είχε ως αποτέλεσμα την εκπομπή της ακτινοβολίας Α και Β
- την τιμή της θεμελιώδης κατάστασης του ατόμου του υδρογόνου και τις τιμές των κβαντικών αριθμών  $n_a$  και  $n_b$ .

Β. Οι ακτινοβολίες Α και Β καθώς διαδίδονται στον αέρα (κενό) προσπίπτουν ταυτόχρονα κάθετα στην επιφάνεια διαφανούς πλακιδίου πάχους  $d$ , με επίπεδες και παράλληλες τις απέναντι επιφάνειες, όπως

φαίνεται στο σχήμα. Από το πλακίδιο είναι αντίστοιχα  $c_A = \frac{c_0}{1,48}$

και  $c_B = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  να υπολογίσετε:

- το δείκτη διάθλασης του πλακιδίου για την ακτινοβολία Β
- το μήκος κύματος της ακτινοβολίας Β μέσα στο πλακίδιο
- το πάχος  $d$  του πλακιδίου
- το πλήθος μηκών κύματος της ακτινοβολίας που χωρούν μέσα στο πλακίδιο.

Δίνονται:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  και  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

**Αε-18.** Κινούμενο ηλεκτρόνιο (βλήμα) με ενέργεια  $K_p = 16 \text{ eV}$  συγκρούεται με

άτομο υδρογόνου, που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση με ενέργεια  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ . Το άτομο διεγείρεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση μόνο. Στη συνέχεια το άτομο του υδρογόνου αποδιεγείρεται στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο μήκους κύματος  $\lambda_0$  και μετά στην θεμελιώδη. Το φωτόνιο αυτό εισέρχεται σε διαφανές πλακίδιο πάχους  $d = 4,42 \text{ cm}$ . Το πάχος αυτό είναι ίσο με  $K = 10^5$  μήκη κύματος  $\lambda$  του φωτονίου μέσα στο πλακίδιο. Να βρείτε:

- το ενεργειακό διάγραμμα και να σχεδιάσετε πάνω σε αυτό τις μεταβάσεις που παρατηρούνται (διέγερση και αποδιέγερση)
- την ενέργεια που απορρόφησε το άτομο του υδρογόνου
- το μέτρο της στροφορμής του ατόμου του υδρογόνου. Να σχεδιάσετε στο τετράδιο σας το διάνυσμα της στροφορμής του υδρογόνου στην τρίτη διεγερμένη κατάσταση
- την ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται
- το μήκος κύματος  $\lambda_0$  του φωτονίου που εκπέμπεται. Σε ποια περιοχή του φάσματος ανήκει το φωτόνιο αυτό;
- το δείκτη διάθλασης  $n$  του διαφανούς πλακιδίου
- το χρόνο που κάνει κάθε ακτίνα να διαπεράσει το πλακίδιο
- την κινητική ενέργεια με την οποία σκεδάζεται το βλήμα
- την κινητική ενέργεια με την οποία θα σκεδάζονταν το βλήμα αν προκαλούσε ιονισμό στο άτομο του υδρογόνου, δίνοντας στο ηλεκτρόνιο του ατόμου υδρογόνου ενέργεια  $K_e = 0,4 \text{ eV}$  και στον πυρήνα  $K_p = 0,5 \text{ eV}$ .

Δίνεται:  $h = 4,1769 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

**Αε-19.** Δίνονται οι τέσσερις πρώτες ενεργειακές στάθμες υποθετικού ατόμου:

$$E_1 = -10 \text{ eV}, E_2 = -6 \text{ eV}, E_3 = -3 \text{ eV}, E_4 = -1 \text{ eV}$$

- A. α. Να σχεδιάσετε το ενεργειακό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του υποθετικού ατόμου.
- β. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά τη μετάβαση ηλεκτρονίου από τη στάθμη  $E_3$  στη στάθμη  $E_2$ .
- B. Το άτομο βομβαρδίζεται με ηλεκτρόνια που έχουν επιταχυνθεί από τάση:
- 1) 3,8 V, 2) 9 V.
- α. Να εξετάσετε τι θα συμβεί σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις.
- β. Αν το άτομο μετά τη σύγκρουση του με κάποιο από τα παραπάνω ε' διεγερθεί στην ανώτερη δυνατή ενεργειακή στάθμη να υπολογίσετε το μέγιστο μήκος κύματος της ακτινοβολίας που μπορεί να εκπέμψει κατά την αποδιέγερσή του.
- γ. Ανήκει το παραπάνω μήκος κύματος στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος;

Δίνονται:  $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  η σταθερά του Planck

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

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$hc = 1243 \text{ eV}\cdot\text{nm}$$

**Αε-20.** Σ' ένα διεγερμένο, ακίνητο άτομο υδρογόνου η ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου όταν αυτό περιστρέφεται σε μια από τις επιτρεπόμενες τροχιές του είναι  $E_n = -1,51 \text{ eV}$ .

A. α. 1. Να υπολογίσετε τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$ , ο οποίος αντιστοιχεί στην τροχιά του ηλεκτρονίου.

α. 2. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου.

β. Να υπολογίσετε το πηλίκο του ελάχιστου προς το μέγιστο μήκος κύματος, που μπορεί να εκπέμψει το άτομο αυτό.

γ. Να υπολογίσετε το λόγο του μέτρου της δύναμης που ασκεί ο πυρήνας στο ηλεκτρόνιο όταν αυτό περιστρέφεται στη θεμελιώδη τροχιά προς το μέτρο της δύναμης που ασκεί ο πυρήνας στο ηλεκτρόνιο όταν αυτό περιστρέφεται σε τροχιά που αντιστοιχεί στον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$ .

B. Ένα ηλεκτρόνιο-βλήμα επιταχύνεται από την ηρεμία, υπό τάση  $V$ , και συγκρούεται με το διεγερμένο άτομο υδρογόνου. Το ηλεκτρόνιο-βλήμα μεταβιβάζει μέρος της κινητικής του ενέργειας στο άτομο, το οποίο διεγείρεται εκ νέου και μεταβαίνει στην αμέσως επόμενη διεγερμένη κατάσταση. Το ηλεκτρόνιο-βλήμα, μετά τη σύγκρουσή του με το άτομο υδρογόνου, έχει ενέργεια ίση με την ενέργεια ιονισμού του ατόμου του υδρογόνου όταν αυτό βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Να υπολογίσετε την τάση  $V$ .

Να θεωρήσετε ότι το άτομο του υδρογόνου παραμένει ακίνητο μετά τη σύγκρουσή του με το ηλεκτρόνιο. Δίνεται ότι η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ .

**Αε-21.** Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει ολική ενέργεια  $-13,6 \text{ eV}$ .

α. Σωματίδιο συγκρούεται με το άτομο του υδρογόνου και το διεγείρει στην ενεργειακή στάθμη  $n=4$ . Αν μετά τη σύγκρουση το σωματίδιο ακινητοποιείται, να βρεθεί η ενέργεια του σωματιδίου πριν την κρούση.

β. Κατά την αποδιέγερση του παραπάνω ατόμου, από την τροχιά  $n=4$ , στην τροχιά  $n=2$ , εκπέμπεται φωτόνιο. Να βρεθεί το μήκος κύματος του εν λόγω φωτονίου. Σε ποια περιοχή του φάσματος ανήκει;

γ. Το παραπάνω φωτόνιο που εκπέμπεται από το άτομο του υδρογόνου, εισέρχεται από τον αέρα σε υγρό και το μήκος κύματός του μειώνεται κατά 20%. Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης του υγρού.

Δίνεται  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  και  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



**Αε-22.** Στο άτομο του υδρογόνου το ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση τέτοια ώστε να έχει ταχύτητα περιστροφής  $u = 7,28 \cdot 10^5$  m/s.

A. Να βρεθούν:

- I. Ο αριθμός  $n$  που αντιστοιχεί στη διεγερμένη κατάσταση
- II. Ποιες είναι οι δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου που μπορούν να πραγματοποιηθούν κατά την αποδιέγερση;
- III. Σε μια από αυτές τις μεταβάσεις εκπέμπει ακτινοβολία που έχει το μεγαλύτερο μήκος κύματος  $\lambda_{\max}$ , να το υπολογίσετε
- IV. Ο λόγος της δυναμικής ενέργειας του ατόμου σ' αυτή την κατάσταση προς την δυναμική του ενέργεια στη θεμελιώδη κατάσταση.

B. Σωματίδιο με κινητική ενέργεια  $K_{\text{αρχ}} = 5,03$  eV προσπίπτει στο άτομο του υδρογόνου που

βρίσκεται στην προηγούμενη διεγερμένη κατάσταση  $K_{\text{τελ}} = \frac{40}{100} K_{\text{αρχ}}$ , σε περιοχή όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν. Να βρεθούν:

- I. Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τον ιονισμό
- II. Η ταχύτητα του σωματιδίου μετά την κρούση του με το άτομο του υδρογόνου αν η μάζα του είναι  $m = 1,6 \cdot 10^{-28}$  Kg.

Δίνονται:  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C,  $K = 9 \cdot 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>,  $m_e = 1,6 \cdot 10^{-31}$  Kg,  $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10}$  m,  $E_1 = -13,6$  eV,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Js.

**Αε-23.** Πηγή φωτονίων εκπέμπει φωτόνια A ενέργειας  $E_{\text{φ,A}} = 1,89$  eV το καθένα. Ένα από αυτά τα φωτόνια απορροφάται από διεγερμένο άτομο Υδρογόνου, το ηλεκτρόνιο ( $e^-$ ) του οποίου κινείται σε επιτρεπόμενη τροχιά ακτίνας  $r_n = 2 \cdot 10^{-10}$  m και το διεγείρει εκ νέου. Στη συνέχεια το άτομο αποδιεγείρεται αρχικά στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο μήκους κύματος  $\lambda_0$  και κατόπιν στη θεμελιώδη κατάσταση. Το φωτόνιο με μήκος κύματος  $\lambda_0$ , εισέρχεται κάθετα σε διαφανές πλακίδιο πάχους  $d = 4,42$  cm. Το πάχος του πλακιδίου είναι ίσο με  $10^5$  μήκη κύματος  $\lambda$  του ίδιου φωτονίου μέσα στο πλακίδιο.

A. Να υπολογίσετε το ρυθμό εκπομπής φωτονίων, αν η ισχύς της πηγής είναι  $P = 30,24$  W.

B. Να βρεθεί το μήκος κύματος  $\lambda$  του φωτονίου μέσα στο πλακίδιο

Γ. Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης του πλακιδίου για το μήκος κύματος  $\lambda_0$ .

Δ. Αν στο άτομο του υδρογόνου, στην αρχική διεγερμένη κατάσταση, προσπέσει φωτόνιο B διπλάσιας συχνότητας από αυτή του φωτονίου A ( $f_B = 2f_A$ ), το άτομο ιονίζεται; Αν ναι, ποια είναι η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου του ατόμου σε περιοχή, όπου η επίδραση του πυρήνα είναι πρακτικά μηδενική;

Θεωρείστε ότι ο πυρήνας παραμένει συνεχώς ακίνητος.

Δίνονται:  $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10}$  m,  $h \cdot c = 19,89 \cdot 10^{-26}$  J·m,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J,

$E_1 = -13,6\text{eV}$

**Αε-24.** Ηλεκτρόνιο – βλήμα που αρχικά ηρεμούσε, επιταχύνεται από τάση  $V$  και συγκρούεται με άτομο υδρογόνου, το οποίο παραμένει συνεχώς ακίνητο. Το ηλεκτρόνιο – βλήμα, μετά από σύγκρουση, συνεχίζει να κινείται έχοντας κινητική ενέργεια  $0,05$  eV, ενώ το άτομο του υδρογόνου διεγείρεται και το ηλεκτρόνιο καταλήγει σε επιτρεπόμενη τροχιά με κβαντικό αριθμό  $n$ . Στη συνέχεια, το άτομο του υδρογόνου αποδιεγείρεται με 2 διαδοχικά άλματα, πρώτα στην κατάσταση με  $n=2$  εκπέμποντας φωτόνιο «α» και έπειτα από  $n=2$  στην θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας φωτόνιο «β». Ανάμεσα στις συχνότητες των δύο φωτονίων ισχύει η σχέση:  $f_\beta = 4f_\alpha$ .

1. Να κάνετε το ενεργειακό διάγραμμα του ατόμου του υδρογόνου στο οποίο να φαίνονται οι τιμές των τεσσάρων πρώτων ενεργειακών σταθμών.
2. Να βρείτε σε ποιά ενεργειακή στάθμη βρέθηκε το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου μετά τη διεγερσή του.
3. Να βρείτε την τάση  $V$  με την οποία επιταχύνθηκε το ηλεκτρόνιο – βλήμα, αν γνωρίζουμε, ότι πριν τη σύγκρουση το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου βρισκόταν στην ενεργειακή στάθμη  $n = 2$ .
4. Να βρείτε τα μήκη κύματος των φωτονίων «α» και «β».

Σε ποιες περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ανήκουν τα φωτόνια αυτά;

Δίνονται:  $E_1 = -13,6$  eV,  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J·sec,  $c_0 = 3 \cdot 10^8$  m/s,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J

**Αε-25.** Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται σε μία διεγερμένη κατάσταση, από την οποία με δύο μόνο διαδοχικά άλματα του ηλεκτρονίου, επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Από τα δύο φωτόνια που εκπέμπει, το πρώτο φωτόνιο (Α) ανήκει στο ορατό τμήμα του φάσματος.

**A.** Να υπολογίσετε τη συχνότητα  $f_B$  του δεύτερου φωτονίου (B).

**B.** Ο λόγος των ενεργειών των εκπεμπόμενων φωτονίων είναι  $\frac{E_A}{E_B} = \frac{1}{4}$ .

i) Ποια είναι η τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού  $n$  της ενεργειακής στάθμης από την οποία ξεκίνησε η αποδιέγερση του ατόμου;

ii) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος  $\lambda_A$  του φωτονίου (Α).

**Γ.** Μία ποσότητα ατόμων υδρογόνου βρίσκεται στην αμέσως επόμενη διεγερμένη κατάσταση από αυτήν που βρισκόταν το προηγούμενο άτομο υδρογόνου. Η ποσότητα των ατόμων είναι τέτοια ώστε στην αποδιέγερση που ακολουθεί να υπάρχουν όλες οι πιθανές αποδιεγέρσεις.

i) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, στο οποίο να φαίνονται όλες οι δυνατές αποδιεγέρσεις.

ii) Πόσες από τις φασματικές γραμμές ανήκουν στο ορατό τμήμα του φάσματος, πόσες στο υπεριώδες και πόσες στο υπέρυθρο;

Δίνονται:  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,

$c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

## ----- Α Κ Τ Ι Ν Ε Σ Χ -----

**Χε-1. 1.** Σε μια διάταξη παραγωγής ακτίνων Χ να αποδείξετε ότι ο λόγος της μέγιστης συχνότητας των ακτίνων Χ προς την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου είναι σταθερός.

2. Με βάση το παραπάνω συμπέρασμα, αν θέλουμε να αυξήσουμε κατά 50% τη μέγιστη συχνότητα των ακτίνων Χ, θα πρέπει η τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου V να γίνει:

α. 2V

β. 1,5V

γ.  $\frac{1}{1,5V}$

δ.  $\frac{1}{2V}$

**Χε-2.** Κατά την λειτουργία μιας συσκευής παραγωγής ακτίνων Χ υποθέτουμε ότι ένα από τα ηλεκτρόνια καθώς συγκρούεται με ένα από τα άτομα του υλικού της ανόδου χάνει το 75% της κινητικής του ενέργειας οπότε εκπέμπει φωτόνιο συχνότητας  $f$ . Ο λόγος της συχνότητας  $f$  του φωτονίου που εκπέμπει προς τη συχνότητα  $f_{\max}$  του φωτονίου που εκπέμπει όταν χάνει όλη την κινητική του ενέργεια σε μία μόνο κρούση είναι:

α)  $\frac{f}{f_{\max}} = \frac{1}{4}$ ,

β)  $\frac{f}{f_{\max}} = \frac{4}{3}$ ,

γ)  $\frac{f}{f_{\max}} = \frac{3}{4}$

Ποια πρόταση είναι σωστή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

**Χε-3.** Εάν σε μία διάταξη ακτίνων Χ διπλασιάσουμε την τάση που εφαρμόζεται μεταξύ ανόδου και καθόδου, τότε:

A. Η μέγιστη συχνότητα του συνεχούς φάσματος των ακτίνων Χ:

α. θα υποδιπλασιαστεί β. θα διπλασιαστεί γ. δε θα μεταβληθεί.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

B. Η διεισδυτικότητα των ακτίνων Χ:

α. θα αυξηθεί β. θα ελαττωθεί γ. δε θα μεταβληθεί.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**Χε-4.** Στην συσκευή παραγωγής ακτίνων Χ, διατηρώντας σταθερή την ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων, μειώνουμε την ηλεκτρική ισχύ της δέσμης. Συνεπώς:

α. Μειώνεται το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων Χ που παράγονται.

β. Μειώνεται η μέγιστη συχνότητα των ακτίνων Χ που παράγονται.

γ. Παράγονται διεισδυτικότερες ακτίνες Χ.

I. Ποια ή ποιες είναι οι σωστές προτάσεις;

II. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Χε-5.** Σε συσκευή ακτίνων X, θέλουμε να 16-πλασιάσουμε το ελάχιστο μήκος κύματος,  $\lambda_{\min}$ , της ακτινοβολίας. Η ταχύτητα με την οποία τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο θα πρέπει να:

- α) 16-πλασιαστεί                      β) 2-πλασιαστεί  
 γ) Υπο-8-πλασιαστεί                δ) Υπο-4-πλασιαστεί

(Θεωρείστε ότι τα ηλεκτρόνια εκπέμπονται από τη θερμαινόμενη κάθοδο με μηδενική ταχύτητα.)

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Χε-6.** Ένα ηλεκτρόνιο κινητικής ενέργειας  $K=12,5 \text{ eV}$ , συγκρούεται με άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση στην οποία η ενέργεια είναι  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ . Το άτομο διεγείρεται και μεταβαίνει σε δεύτερη διεγερμένη κατάσταση, ενώ το ηλεκτρόνιο – βλήμα σκεδάζεται με μικρότερη ταχύτητα. Αν η κινητική ενέργεια του ατόμου δε μεταβάλλεται κατά την κρούση:

A) Να υπολογίσετε:

- A.1. Την ενέργεια που απορρόφησε το άτομο του υδρογόνου.  
 A.2. Την δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη διεγερμένη κατάσταση.  
 A.3. Το ελάχιστο μήκος κύματος που μπορεί να εκπέμψει το άτομο του υδρογόνου κατά την αποδιέγερσή του.

B) Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X, ποια πρέπει να είναι η τάση μεταξύ ανόδου – καθόδου, ώστε το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται να είναι το μισό του μήκους κύματος που παράγεται κατά την αποδιέγερση ενός ατόμου υδρογόνου από την κατάσταση με κβαντικό αριθμό  $n=4$ , στη θεμελιώδη κατάσταση;

Δίνονται:  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$  και  $c_0=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

**Χε-7.** Σ'ένα σωλήνα παραγωγής ακτίνων X, το ελάχιστο μήκος κύματος της παραγόμενης ακτινοβολίας είναι  $\lambda_{\min} = 4,95 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . Αν ο αριθμός των ηλεκτρονίων που προσπίπτουν στην άνοδο είναι  $5 \cdot 10^{17}$  ηλεκτρόνια /sec να βρείτε:

A. I. Την τάση λειτουργίας του σωλήνα.

II. Αν η τάση λειτουργίας αυξηθεί κατά 500V πόσο είναι το ποσοστό μεταβολής του  $\lambda_{\min}$ ;

B. Την ταχύτητα με την οποία τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο, αν είναι γνωστό ότι εξέρχονται από την κάθοδο με μηδενική ταχύτητα.

Γ. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον σωλήνα και την ισχύ που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων.

Δ. Την ισχύ της παραγόμενης ακτινοβολίας X, αν το 92% της ισχύος της δέσμης μετατρέπεται σε θερμότητα κατά την πρόσπτωση των ηλεκτρονίων στην άνοδο.

Δίνονται:  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $|e|=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e=9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

**Χε-8.** Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X, η ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης είναι  $P_{\eta\lambda} = 158,4 \text{ W}$ . Αν ο αριθμός των ηλεκτρονίων που προσπίπτουν στην άνοδο κάθε δευτερόλεπτο είναι ίσος με  $5 \cdot 10^{16}$  και θεωρούμε ότι όλη η κινητική ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου, να υπολογίσετε:

α. την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  
 β. την τάση που εφαρμόζεται στο σωλήνα παραγωγής των ακτίνων X.  
 γ. το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται  
 δ. την απόδοση της συσκευής σε ακτίνες X, αν η ισχύς της ακτινοβολίας X είναι 7,92 W και το ποσό της ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης που γίνεται θερμότητα

ε. πόση ενέργεια θα απορροφήσει ένας ασθενής όταν υποβληθεί σε ακτινογραφία για χρόνο 5s και πόσα ηλεκτρόνια έχουν αυτή την ενέργεια  
 στ. τη μεταβολή επί τοις εκατό της ανοδικής τάσης, αν θέλουμε το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X να αυξηθεί 25%.

Δίνονται: Η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , η σταθερά του Planck  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  και  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Χε-9.** Α. Το ελάχιστο μήκος κύματος της ακτινοβολίας X που μπορούμε να πάρουμε από ένα σωλήνα παραγωγής ακτίνων X είναι  $\lambda_{\min}=12,375 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ . Αν η ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι  $I=20 \text{ mA}$  για χρόνο  $t=0,2 \text{ s}$  να υπολογίσετε:

- την τάση  $V_1$  που εφαρμόζεται μεταξύ της ανόδου και της καθόδου του σωλήνα
- την ισχύ και την ενέργεια που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων
- τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσπίπτουν στην άνοδο κάθε δευτερόλεπτο και το συνολικό αριθμό για όλη την διάρκεια της ακτινογραφίας
- την ταχύτητα και την κινητική ενέργεια με την οποία προσπίπτουν τα ηλεκτρόνια στην άνοδο.

Β. Στην παραπάνω διάταξη μεταβάλλουμε την τάση μεταξύ της ανόδου και της καθόδου και την κάνουμε  $V_2$ , διατηρώντας τη θερμοκρασία της καθόδου σταθερή, ενώ και η ένταση του ρεύματος των ηλεκτρονίων μένει ίδια. Αν η ταχύτητα με την οποία τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο διπλασιάζεται  $v_2=2v_1$ , να υπολογίσετε:

- την τιμή της καινούριας τάσης  $V_2$

στ. το ελάχιστο μήκος κύματος της νέας παραγόμενης ακτινοβολίας. Ποια από τις δύο ακτινοβολίες είναι πιο διεισδυτική;

Δίνονται: Η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , η σταθερά του Planck  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  η μάζα του ηλεκτρονίου  $m_e=10^{-30} \text{ Kg}$  και το φορτίο του ηλεκτρονίου  $|e|=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Χε-10.** Α. Διάταξη παραγωγής ακτίνων X, ισχύος  $P_x=1 \text{ KW}$ , λειτουργεί για χρόνο  $t=0,1 \text{ s}$  για τη λήψη ακτινογραφίας. Η τάση που εφαρμόζεται μεταξύ ανόδου και καθόδου είναι  $V=31,25 \text{ KV}$ . Αν θεωρήσουμε ότι η διάταξη λειτουργεί χωρίς απώλειες και ότι κατά την κρούση κάθε ηλεκτρονίου με το υλικό της ανόδου όλη η κινητική του ενέργεια μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου, να υπολογίσετε:

- τη συχνότητα  $f_1$  των φωτονίων των ακτίνων X που παράγονται
- τον αριθμό των παραγόμενων φωτονίων
- την κινητική ενέργεια και την ταχύτητα με την οποία τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο, αν από την κάθοδο ξεκινούν με μηδενική ταχύτητα.

Β. Αν η συχνότητα των παραγόμενων φωτονίων ήταν  $f_2=7,2 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$  να υπολογίσετε:

- το ποσοστό της κινητικής ενέργειας κάθε ηλεκτρονίου που μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου
- ποια από τις δύο ακτινοβολίες είναι πιο διεισδυτική και ποια απορροφάται περισσότερο.

Δίνονται:  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $m_e=10^{-30} \text{ Kg}$ ,  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Χε-11.** Σε συσκευή παραγωγής ακτίνων X, η κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου κατά την πρόσκρουσή του στην άνοδο είναι  $K_2$ . Τα  $3/5$  της ενέργειας  $K_2$  διατίθενται για την παραγωγή ενός φωτονίου. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας X που παράγεται είναι  $\lambda=3,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ .

Να υπολογίσετε:

- την ενέργεια του φωτονίου
- την κινητική ενέργεια  $K_2$  του ηλεκτρονίου και την ταχύτητα με την οποία προσπίπτει στην άνοδο
- τη διαφορά δυναμικού  $V$  μεταξύ ανόδου-καθόδου αν τα ηλεκτρόνια που ελευθερώνονται από την κάθοδο έχουν αρχική κινητική ενέργεια  $K_1=2 \cdot 10^{-15} \text{ Joule}$
- το ελάχιστο μήκος κύματος της ακτινοβολίας X για την παραπάνω διαφορά δυναμικού  $V$
- την απόδοση της συσκευής λαμβάνοντας υπόψιν ότι κάθε ηλεκτρόνιο παράγει ένα φωτόνιο με μέσο μήκος κύματος  $\lambda=3,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ .

Δίνονται:  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ .



**Χε-12.** Σε ένα σωλήνα παραγωγής ακτίνων X τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην

άνοδο με ταχύτητα  $v = \sqrt{\frac{6,6 \cdot 0,8}{9}} \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Θεωρώντας ότι η κινητική ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου σε μια μόνο κρούση.

A. Να υπολογίσετε:

- την κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου τη στιγμή που προσπίπτει στην άνοδο
- την τάση που εφαρμόζεται στο σωλήνα παραγωγής των ακτίνων X
- το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται.

B. Υποθέτοντας ότι τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν στην άνοδο με ρυθμό

$$\frac{N_e}{t} = 2,5 \cdot 10^{17} \text{ ηλ./s} \text{ και ότι η απόδοση της συσκευής σε ακτίνες X}$$

είναι  $\alpha = 2\%$ , να υπολογίσετε:

- την ένταση του ηλεκτρονικού ρεύματος
- την ισχύ της ηλεκτρονικής δέσμης
- την ισχύ της ακτινοβολίας X
- το ρυθμό εκπομπής φωτονίων από την άνοδο αν θεωρήσουμε ότι το μέσο μήκος κύματος των ακτίνων X είναι  $\lambda = 6,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
- το πλήθος των ηλεκτρονίων που παράγει φωτόνια.

Δίνονται: Το φορτίο του ηλεκτρονίου  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , η μάζα του ηλεκτρονίου  $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ , η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  και ότι  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

**Χε-13.** A. Μια μονοχρωματική ακτινοβολία A, συχνότητας  $f_A = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ , παράγεται από μια ηλεκτρονική συσκευή ισχύς  $P_E = 200/3 \text{ W}$ , διαδίδεται σε υγρό με ταχύτητα  $c_1 = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  και εισέρχεται σε γυαλί, οπότε η ταχύτητα διάδοσής της μειώνεται κατά  $\Delta c = 0,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Να υπολογίσετε:

- το ρυθμό εκπομπής φωτονίων από την συσκευή
- το δείκτη διάθλασης του υγρού και του γυαλιού για την ακτινοβολία A
- τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας A  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  στο υγρό και στο γυαλί αντίστοιχα.

B. Να σχεδιάσετε την πορεία της ακτινοβολίας από το υγρό στο γυαλί (ποιοτικά).

Γ. Σε μια άλλη συσκευή παραγωγής ακτίνων X, μεταξύ της ανόδου και της καθόδου εφαρμόζεται τάση V. Η ακτινοβολία με το μικρότερο μήκος κύματος που εκπέμπεται από την άνοδο έχει συχνότητα 1000 φορές μεγαλύτερη από τη συχνότητα της ακτινοβολίας A. Αν η ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι  $I = 40 \text{ mA}$  και η ενέργεια που μεταφέρεται από τις ακτίνες X που παράγονται στη συσκευή σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 1 \text{ s}$  είναι ίση με  $0,832 \text{ J}$ , να υπολογίσετε:

- την τάση μεταξύ ανόδου καθόδου
- την ισχύ της ηλεκτρονικής δέσμης και την απόδοση της συσκευής σε ακτίνες X.

Δίνονται: Η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  και το φορτίο του ηλεκτρονίου  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Χε-14.** Σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X, η ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης είναι  $P_\eta = 495 \text{ W}$  η τιμή της ανοδικής τάσης είναι  $V = 24,75 \text{ KV}$  και η απόδοση σε ακτίνες X  $\alpha = 5\%$ . Να υπολογίσετε:

- το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται
- τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσπίπτουν στην άνοδο κάθε δευτερόλεπτο
- την ενέργεια που μεταφέρεται από την ηλεκτρονική δέσμη και την ακτινοβολία σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 0,2 \text{ s}$
- τη μεταβολή επί τοις % του ελάχιστου μήκους κύματος του συνεχούς φάσματος των ακτίνων X, αν αυξήσουμε την τιμή της ανοδικής τάσης κατά 25%
- τη μεταβολή επί τοις % της ισχύς της ηλεκτρονικής δέσμης.

Θεωρήστε ότι όλη η ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου και ότι η ένταση του ηλεκτρονικού ρεύματος δε μεταβάλλεται.

Δίνονται: Η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  και το φορτίο του ηλεκτρονίου  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

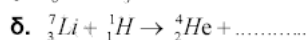
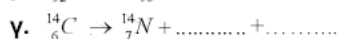
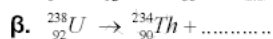
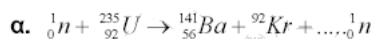
----- Π Υ Ρ Η Ν Α Σ -----

**Πε-1.** Τρεις ραδιενεργοί πυρήνες Α, Β, Γ με μαζικούς αριθμούς 12, 16 και 56 αντίστοιχα έχουν ενέργειες σύνδεσης  $E_A=92\text{MeV}$ ,  $E_B=127\text{MeV}$  και  $E_C=492\text{MeV}$ . Σταθερότερος είναι:

**α.** ο πυρήνας Α. **β.** ο πυρήνας Β. **γ.** ο πυρήνας Γ.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**Πε-2.** Να συμπληρωθούν τα κενά στις παρακάτω πυρηνικές αντιδράσεις:



**Πε-3.** Ο πυρήνας ενός στοιχείου Χ μεταστοιχείωνεται, με διάσπαση α, προς ένα θυγατρικό πυρήνα  $X_1$ , ο οποίος στην συνέχεια μεταστοιχείωνεται, με εκπομπή β-, σε άλλο θυγατρικό πυρήνα  $X_2$ . Εάν ο πυρήνας του στοιχείου Χ μεταστοιχειωθεί πρώτα, με διάσπαση β-, προς ένα θυγατρικό πυρήνα  $X_3$  και στην συνέχεια ο πυρήνας  $X_3$  μεταστοιχειωθεί, με διάσπαση α, προς ένα άλλο θυγατρικό πυρήνα  $X_4$ , τότε:

**α.** Ο ατομικός αριθμός του Χ είναι ίσος με το ατομικό αριθμό του  $X_3$ .

**β.** Ο μαζικός αριθμός του Χ είναι ίδιος με το μαζικό αριθμό του  $X_3$ .

**γ.** Τα ισότοπα  $X_2$  και  $X_4$  είναι ίδια.

Να χαρακτηρίσετε τις παραπάνω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**Πε-4.** Ένας πυρήνας με μαζικό αριθμό 200 και ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο  $8\text{MeV}$  χωρίζεται με κάποια αντίδραση σε 2 μεσαίους πυρήνες με μαζικούς αριθμούς 100 οι οποίοι έχουν ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο  $8,8\text{MeV}$ . Η διαδικασία είναι:

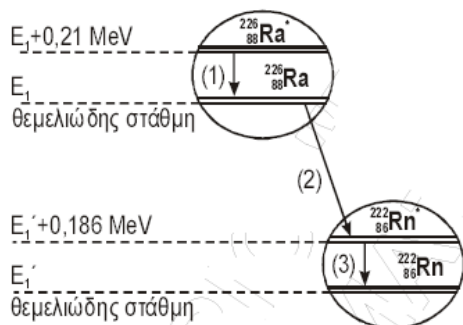
**α.** εξώθερμη

**β.** ενδόθερμη

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

**Πε-5.** Στο σχήμα απεικονίζεται η σειρά διάσπασης ενός ραδιενεργού πυρήνα ραδίου –

$226 ({}_{88}^{226}\text{Ra}^*)$  σε ραδόνιο – 222 ( ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ).



**A.** Να γράψετε την εξίσωση που παριστάνει καθεμία από τις τρεις πραγματοποιούμενες διασπάσεις κατά τη μετατροπή του ραδίου σε ραδόνιο.

**B.** Η ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά τη διάσπαση (1) έχει μικρότερο μήκος κύματος από την ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά τη διάσπαση (3).

Να χαρακτηρίσετε την προηγούμενη πρόταση ως σωστή ή λανθασμένη.

Να τεκμηριώσετε τον ισχυρισμό σας.

**Πε-6.** Ένας πυρήνας ραδίου ( $Ra$ ,  $Z=88$ ,  $A=226$ , ατομικής μάζας  $226,025u$ ) παθαίνει διάσπαση  $\alpha$  (σωμάτιο  $\alpha$ , ατομικής μάζας  $4,003u$ ), οπότε μεταστοιχειώνεται σε ραδόνιο ( $Rn$ , ατομικής μάζας  $222,017u$ ), ενώ συγχρόνως εκπέμπεται και φωτόνιο ακτινοβολίας  $\gamma$  μήκους κύματος  $\lambda = 10^{-12} m$ .

α) Να γραφούν οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται.

β) Να υπολογιστεί (σε  $MeV$  και  $Joule$ ) η ενέργεια που εκλύεται συνολικά από τη διάσπαση.

γ) Να βρεθεί η ενέργεια του φωτονίου  $\gamma$ .

δ) Εάν θεωρηθεί ότι ο θυγατρικός πυρήνας παραμένει ακίνητος, να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια του σωματίου  $\alpha$ .

ε) Πόσοι πυρήνες ραδίου θα έπρεπε να διασπαστούν για να ελευθερωθεί συνολικά ενέργεια  $1Joule$ ;

**Πε-7.** Σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα συμβαίνει η παρακάτω σχάση:



α. Να υπολογίσετε την ενέργεια που εκλύεται κατά τη σχάση αυτή.

β. Αν ο αντιδραστήρας παράγει ενέργεια ίση με  $93,1 \cdot 10^6 MeV$ , να υπολογίσετε τον αριθμό των πυρήνων που διασπάστηκαν.

γ. Να υπολογίσετε την ενέργεια που εκλύεται κατά τη σχάση  $432g Ba$ .

Δίνεται :  $1 u = 931 MeV/c^2$ ,  $M_r(Ba) = 144 \cdot 10^{-3} Kg/mole$ ,  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  άτομα/mole, οι πυρηνικές μάζες  $M_{Ba}=144,005u$ ,  $M_{Kr}=88u$ ,  $M_{Ca}=50u$  και  $m_n=1u$ .

**Πε-8.** Πυρήνας στοιχείου  $X$  με ατομικό αριθμό 96 και μαζικό 248 έχει σταθερότητα  $7,5MeV/νουκλεόνιο$ . Ο πυρήνας  $X$  διασπάται σε 2 ίδιους πυρήνες  $Y$  με σταθερότητα  $8,25MeV/νουκλεόνιο$  ο καθένας, χωρίς εκπομπή άλλων σωματιδίων.

α. Να βρείτε τον αριθμό νετρονίων του πυρήνα  $Y$  εξηγώντας ποίες Αρχές της Φυσικής χρησιμοποιήσατε.

β. Να εξετάσετε αν στην παραπάνω διάσπαση εκλύεται ή απαιτείται απορρόφηση ενέργειας, υπολογίζοντάς την.

γ. Αν  $1u=930MeV$ , να βρείτε τα ελλείμματα μάζας των πυρήνων  $X$  και  $Y$  σε  $u$

δ. Αν ο πυρήνας  $X$  υφίστατο διάσπαση- $\alpha$  τότε ο θυγατρικός πυρήνας που προκύπτει είναι ισότοπο του πλουτωνίου ( $Pu$ ). Να γράψετε την αντίδραση της διάσπασης και να υπολογίσετε την ενέργεια που εκλύεται αν η ελάττωση μάζας κατά τη διάσπαση είναι  $0,005u$ .

**Πε-9.** Η ενέργεια σύνδεσης του  ${}_{92}^{236}U$  είναι  $1791,24MeV$ , του  ${}_{57}^{146}La$  είναι

$1227,86MeV$  και του  ${}_{35}^{87}Br$  είναι  $747,33MeV$ .

α. Ποιος από τους τρεις πυρήνες έχει την μεγαλύτερη σταθερότητα και ποιος έχει την μικρότερη;

β. Να συμπληρώσετε την παρακάτω σχάση και να αιτιολογήσετε το λόγο για τον οποίο πραγματοποιείται



γ. Υπολογίστε την ενέργεια που ελευθερώνεται από την σχάση ενός πυρήνα  ${}_{92}^{236}U$ .

δ. Για πόσο χρόνο μπορεί να λειτουργεί μια ηλεκτρική κουζίνα ισχύος

$P = 2500W$  από την ενέργεια που παράγεται από  $23,6g {}_{92}^{236}U$ ;

Δίνονται:  $A_{r(U)} = 236$ ,  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  άτομα/mol,  $1MeV = 1,6 \cdot 10^{-13} J$ .

**Πε-10.** Οι πυρήνες δύο αγνώστων στοιχείων  $X$  και  $Y$  έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων. Αν δύο πυρήνες του στοιχείου  $X$  τοποθετηθούν σε απόσταση  $r$ , απωθούνται με δύναμη Coulomb μέτρου  $F_1$ . Αν δύο πυρήνες του στοιχείου  $Y$  τοποθετηθούν στην ίδια απόσταση, απωθούνται με δύναμη Coulomb μέτρου  $F_2 = 16/9 F_1$ . Με δεδομένο ότι ο πυρήνας  $X$  έχει δύο πρωτόνια λιγότερα από τον πυρήνα  $Y$ , να βρεθούν:

α. οι ατομικοί και μαζικοί αριθμοί των δύο πυρήνων

β. το έλλειμμα μάζας και η ενέργεια σύνδεσης των πυρήνων

γ. ποιος από τους δύο πυρήνες είναι σταθερότερος και γιατί

Δίνονται:  $m_p = 1,007u$ ,  $m_n = 1,008u$ ,  $M_X = 11,99u$ ,  $M_Y = 15,98u$ ,

$1u = 1,5 \cdot 10^{-10} J$ ,  $h = 6 \cdot 10^{-34} J \cdot s$

**Πε-11.** Ένας πυρήνας  $^{226}_{88}\text{Ra}$  διασπάται και παράγεται ο θυγατρικός πυρήνας Rn, με ταυτόχρονη εκπομπή ενός σωματίου  $\alpha$  και ενός φωτονίου ακτινοβολίας  $\gamma$ .

α. Να γράψετε την αντίδραση και να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να διαχωριστούν τα σωματίδια  $\alpha$  από την ακτινοβολία  $\gamma$ .

β. Ποια η ελλάτωση της μάζας και ποια η ενέργεια που ελευθερώνεται σ' αυτή την διάσπαση;

γ. Αν ο πυρήνας Rn θεωρηθεί ακίνητος και το φωτόνιο της ακτινοβολίας  $\gamma$  έχει μήκος κύματος  $\lambda = 1,98 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ , ποια η κινητική ενέργεια του σωματίου  $\alpha$ ; (Ο πυρήνας  $^{226}_{88}\text{Ra}$  ήταν ακίνητος).

Δίνονται: οι ατομικές μάζες  $m_{(\text{Ra})} = 226,0254 \text{ u}$ ,  $m_{(\text{Rn})} = 222,0176 \text{ u}$ ,

$m_{(\alpha)} = 4,002 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

**Πε-12.** α. Ο πυρήνας ενός στοιχείου, παθαίνει διαδοχικά μία διάσπαση  $\alpha$  και δύο διασπάσεις  $\beta^-$ . Να αποδείξετε ότι ο τελικός πυρήνας που θα προκύψει, είναι ισότοπος του αρχικού. Να γίνει εφαρμογή στην περίπτωση του  $^{238}_{92}\text{U}$  που μετατρέπεται διαδοχικά σε Th, Ra και τελικά σε  $^{234}_{92}\text{U}$  καθώς επίσης και γραφική παράσταση  $N=f(Z)$

β. Μετά από πόσες διασπάσεις  $\alpha$  και πόσες διασπάσεις  $\beta^-$  ένας πυρήνας  $^{238}_{92}\text{U}$  μετατρέπεται σε πυρήνα  $^{226}_{88}\text{Ra}$ ;

**Πε-13.** Έστω η παρακάτω πυρηνική αντίδραση:



α. Να τη χαρακτηρίσετε, να βρείτε τα  $x, y$  και να υπολογίσετε την ενέργεια που ελευθερώνεται από μια τέτοια αντίδραση.

β. Με την ενέργεια που ελευθερώνεται από  $2,35 \text{ g } ^{235}_{92}\text{U}$  πόσα χρόνια μπορεί να λειτουργήσει ένας θερμοσίφωνας που έχει ισχύ  $P = 3300 \text{ W}$ ;

γ. Ένας πυρηνικός αντιδραστήρας ισχύος  $P = 1980 \text{ MW}$  λειτουργεί με απόδοση  $\alpha = 40\%$ . Πόση μάζα θα χρησιμοποιήσει αν λειτουργεί συνεχώς επί έναν χρόνο;

Δίνονται: οι ατομικές μάζες ηρεμίας  $m_{\text{U}} = 235,04 \text{ u}$ ,  $m_{\text{Ba}} = 140,9 \text{ u}$ ,

$m_{\text{Kr}} = 91,9 \text{ u}$ ,  $m_{\text{n}} = 1,01 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ ,  $A_{\text{r}_{\text{U}}} = 235$ ,

$N_{\text{A}} = 6 \cdot 10^{23} \text{ άτομα/mol}$ ,  $1 \text{ έτος} = 3 \cdot 10^7 \text{ s}$ .

**Πε-14.** Σε μία διάσπαση, ένας μητρικός πυρήνας X διασπάται και δίνει το θυγατρικό πυρήνα Y και σωματίο  $\alpha$ , ενώ ταυτόχρονα εκλύεται ενέργεια  $4,33 \text{ MeV}$ . Αν ο θυγατρικός πυρήνας θεωρηθεί ακίνητος και το σωματίο  $\alpha$  εκτοξευθεί με την κινητική ενέργεια που διαθέτει προς έναν ακίνητο πυρήνα  $^{238}_{92}\text{U}$ , τον πλησιάζει σε ελάχιστη απόσταση  $x_{\text{min}} = 6,624 \cdot 10^{-14} \text{ m}$ .

α. Στην απόσταση αυτή μπορεί να γίνει αισθητή η ισχυρή πυρηνική δύναμη;

β. Ποια η μέγιστη ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ο πυρήνας στο σωματίο  $\alpha$ ;

γ. Να αποδείξετε ότι κατά την διάρκεια της διάσπασης εκπέμπεται φωτόνιο ακτινοβολίας  $\gamma$ . Ποια η συχνότητα του φωτονίου;

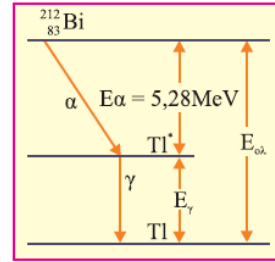
δ. Πόσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα του φωτονίου της ακτινοβολίας  $\gamma$ , από την συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου από την πρώτη διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη; Ο πυρήνας του U θεωρείται ότι παραμένει ακίνητος σ' όλη την διάρκεια της κίνησης του σωματίου  $\alpha$ .

Δίνονται:  $h = 6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ , η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ , η ηλεκτρική σταθερά  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , το φορτίο του ηλεκτρονίου  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



**Πε-15.** Δίνεται το ενεργειακό διάγραμμα:

- Να γράψετε την εξίσωση της πυρηνικής διάσπασης του Bi.
  - Αν κατά την διάσπαση α, ο θυγατρικός πυρήνας που προκύπτει θεωρηθεί ακίνητος, ποια η ταχύτητα του σωματίου α;
  - Αν το φωτόνιο της ακτινοβολίας γ έχει συχνότητα  $f = 2 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$ , ποια η ενέργεια που εκλύεται κατά την αποδιέγερση του πυρήνα  $\text{Tl}^*$ ;
  - Ποια η συνολική ενέργεια που απελευθερώνεται από την πυρηνική διάσπαση του Bi; Ποια η διαφορά της μάζας μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων κατά την πυρηνική αυτή διάσπαση;
- Δίνονται:  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ , η σταθερά του Planck  $h = 6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , η μάζα του σωματίου  $\alpha$   $m_\alpha = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ ,  $1u = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ .



**Πε-16.** Το σύστημα TOKAMAK, που λειτουργεί ερευνητικά στις ΗΠΑ, αποτελεί μια από τις πιο πετυχημένες προσπάθειες κατασκευής αντιδραστήρων σύντηξης. Αν μια τέτοια ερευνητική προσπάθεια ολοκληρωθεί, το ενεργειακό κέρδος θα είναι πολύ μεγάλο, γιατί το καύσιμο ενός τέτοιου αντιδραστήρα είναι το δευτέριο που υπάρχει άφθονο στο νερό των θαλασσών. Ο αντιδραστήρας σύντηξης του συστήματος TOKAMAK, λειτουργεί σύμφωνα με την αντίδραση:



- Να συμπληρωθεί η αντίδραση σύντηξης και να βρεθεί η ενέργεια που εκλύεται από μια τέτοια σύντηξη.
- Να βρείτε πόσα κυβικά μέτρα νερό πρέπει να χρησιμοποιηθούν από έναν αντιδραστήρα σύντηξης που λειτουργεί με απόδοση 40%, για να τροφοδοτηθεί ένα εργοστάσιο επί έναν χρόνο, αν αυτό χρειάζεται ισχύ  $10^7 \text{ W}$ .

Δίνονται: μάζα δευτερίου  $m_D = 2,015u$ , μάζα ηλίου  $m_{\text{He}} = 4,003u$ , μάζα πρωτονίου  $m_p = 1,008u$ , μάζα νετρονίου  $m_n = 1,009u$ ,  $1 \text{ m}^3$  νερού περιέχει περίπου  $6 \cdot 10^{24}$  άτομα δευτερίου,  $1u = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ ,  $1 \text{ έτος} = 3 \cdot 10^7 \text{ s}$ .

**Πε-17. Α.** Ένα σωματίο α (πυρήνας  ${}^4_2\text{He}$ ), βάλλεται μετωπικά από πολύ μεγάλη απόσταση, με αρχική κινητική ενέργεια ( $K_1$ ), εναντίον ενός ακίνητου πυρήνα  ${}^{12}_6\text{C}$  και τον πλησιάζει σε ελάχιστη απόσταση d, όπου η δυναμική ενέργεια αλληλεπίδρασής τους είναι  $U_1$ . Ένα δεύτερο σωματίο α, βάλλεται μετωπικά επίσης από πολύ μεγάλη απόσταση, με διαφορετική κινητική ενέργεια ( $K_2$ ), εναντίον ενός ακίνητου πυρήνα  ${}^{210}_{82}\text{X}$  και πλησιάζει στην ίδια ελάχιστη απόσταση d, όπου η δυναμική ενέργεια αλληλεπίδρασής τους είναι  $U_2$ . Αν  $\frac{U_2}{U_1} = \frac{41}{3}$ , να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό Z, και τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα  ${}^{210}_{82}\text{X}$ . Θεωρήστε ότι οι δύο πυρήνες παραμένουν ακίνητοι κατά την κρούση τους με τα σωματίδια α.

- Αν η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα  ${}^{210}_{82}\text{X}$  είναι 8,1 MeV/νουκλεόνιο, πόση είναι η ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια που πρέπει να δοθεί στον πυρήνα αυτό, ώστε τα νουκλεόνια που τον αποτελούν να απομακρυνθούν τόσο που να μην αλληλεπιδρούν μεταξύ τους;
- Ο πυρήνας  ${}^{210}_{82}\text{X}$  μπορεί να προκύψει ως θυγατρικός πυρήνας είτε μέσω μιας διάσπασης α ενός πυρήνα Ψ, είτε μέσω μιας διάσπασης β' ενός πυρήνα Ω. Να γράψετε τις εξισώσεις αυτών των διασπάσεων.
- Μετά από μια σειρά διαδοχικών διασπάσεων του πυρήνα  ${}^{210}_{82}\text{X}$  που περιλαμβάνει μια διάσπαση α και x διασπάσεις β', προκύπτει ένας ισότοπος πυρήνας με αυτόν. Να βρείτε τον αριθμό των x διασπάσεων β' και τον μαζικό αριθμό του ισότοπου πυρήνα που προκύπτει.

**Πε-18.** Ένας πυρήνας αζώτου  ${}^{14}_7\text{N}$  βομβαρδίζεται με ένα νετρόνιο υψηλής κινητικής ενέργειας και διασπάται δίνοντας ένα πυρήνα  ${}^{12}_6\text{C}$  κι ένα ακόμα προϊόν.

- Na γραφεί η αντίδραση που πραγματοποιείται και να αναγνωριστεί το προϊόν.
- An διαθέτουμε όλα τα ισότοπα του άνθρακα με μαζικούς αριθμούς 12, 13, 14 είναι δυνατόν με κάποια από τις γνωστές μας διασπάσεις να ξαναπάρουμε τον αρχικό πυρήνα του αζώτου; Εξηγείστε.
- Ποια η ενέργεια που ελευθερώνεται από την αντίδραση του ερωτήματος (α);
- Πόση ισχύς εκπέμπεται από μια συσκευή όπου πραγματοποιείται η παραπάνω αντίδραση, αν σε  $t = 2\text{s}$  διασπώνται  $7\text{mg}$  αζώτου;  
Δίνονται:  $A_r$  αζώτου = 14

Οι ενέργειες σύνδεσης ανά νουκλεόνιο μετρημένες σε  $\frac{\text{MeV}}{\text{νουκλ.}}$ , για το:  ${}^{14}_7\text{N}$

ιση με 7,5, για τον  ${}^{12}_6\text{C}$  ίση με 7,7 και για το τρίτο ίση με 2,8.

Ακόμη και  $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$ ,  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ .

**Πε-19.** Το  ${}^{238}_{92}\text{U}$  μετατρέπεται σε Th με διάσπαση α. Επίσης το  ${}^{238}_{92}\text{U}$  αποβάλλει ένα πρωτόνιο και μετατρέπεται σε Ρα.

- Na γραφούν οι δύο πυρηνικές αντιδράσεις.
- Na υπολογιστούν οι ενέργειες των δύο αντιδράσεων και να χαρακτηριστούν σαν αυθόρμητες ή όχι.
- An πραγματοποιήσουμε και τις δύο αντιδράσεις ταυτόχρονα και σε κάθε αντίδραση χρησιμοποιήσουμε  $2 \cdot 10^{10}$  πυρήνες  ${}^{238}_{92}\text{U}$ , ποιο το συνολικό ποσό θερμότητας που θα πάρουμε;

Δίνονται οι ατομικές μάζες:  ${}^{238}_{92}\text{U} = 238,05\text{u}$ ,  $\text{Th} = 234,04\text{u}$ ,  ${}^4_2\text{He} = 4\text{u}$ ,  ${}^1_1\text{H} = 1\text{u}$ ,  $\text{Ra} = 237,055\text{u}$ ,  $1\text{u} = 931\text{MeV}$ .

**Πε-20.** Δύο πυρήνες  ${}^4_2\text{He}$  σε απόσταση  $r$  απωθούνται με δύναμη Coulomb  $F_1$ . Δύο πυρήνες άγνωστου στοιχείου X στην ίδια απόσταση  $r$  απωθούνται με δύναμη Coulomb  $F_2$  τέτοια ώστε να ισχύει η σχέση  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{9}$ . Ο πυρήνας του άγνωστου στοιχείου X περιέχει ένα νετρόνιο περισσότερο από τον αριθμό των πρωτονίων του.

- Na βρεθούν:
  - ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός του άγνωστου πυρήνα X.
  - Το έλλειμμα μάζας, η ενέργεια σύνδεσης και η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του άγνωστου πυρήνα.
 Δίνονται: Μάζα πρωτονίου  $m_p = 1,007\text{u}$  Μάζα νετρονίου  $m_n = 1,008\text{u}$   
 Μάζα του άγνωστου πυρήνα  $M_X = 7,004\text{u}$   $1\text{u} = 930\text{MeV}$
- Για να γίνει σύντηξη δύο πυρήνων του προηγούμενου στοιχείου X, θα πρέπει να φθάσουν σε απόσταση  $d = 10^{-15}\text{m}$ , έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ισχυρή πυρηνική δύναμη.
  - Na γράψετε την πυρηνική αντίδραση σύντηξης. Na θεωρήσετε ότι στα προϊόντα της αντίδρασης προκύπτει μόνο ένας πυρήνας K του οποίου η μάζα είναι  $M_K = 14,002\text{u}$ , ακτινοβολία  $\gamma$  και κανένα στοιχειώδες σωματίο.
  - Na υπολογίσετε την ενέργεια Q της αντίδρασης.
  - Για να γίνει η σύντηξη, εκτοξεύουμε τους πυρήνες του στοιχείου X τον έναν κατά του άλλου από πολύ μεγάλη απόσταση με ίσες κινητικές ενέργειες. Θεωρήστε ότι, κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσής τους δεν εκπέμπεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και όταν φθάνουν στην ελάχιστη απόσταση ενεργοποίησης της ισχυρής πυρηνικής δύναμης, σταματούν στιγμιαία. Na υπολογίσετε την κινητική ενέργεια εκτόξευσης των πυρήνων X.
 Δίνονται: Ηλεκτρική σταθερά  $k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$   
 Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ .