

## ΦΩΣ – ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Σε όλες τις ασκήσεις να θεωρηθεί ότι δίνονται:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  και  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

1. Ποια τιμή πρέπει να έχει ο δείκτης διάθλασης ενός οπτικού μέσου, ώστε στο μέσο αυτό η ταχύτητα του φωτός να είναι μικρότερη κατά 10% από τη ταχύτητα του φωτός στο κενό.

2. Μια μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος 630nm στο κενό, το μήκος κύματος γίνεται 420nm όταν διαδίδεται σε γυαλί. Να βρεθεί:

- α) Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού.
- β) ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο γυαλί.
- γ) Η συχνότητα της ακτινοβολίας.

3. Ο δείκτης διάθλασης του νερού για μια μονοχρωματική ακτινοβολία, με μήκος κύματος  $\lambda_n = 400\text{nm}$  μέσα στο νερό είναι  $n_v = 14/10$ . Αν ο δείκτης διάθλασης ενός γυαλιού είναι για την παραπάνω ακτινοβολία  $n_g = 16/10$  να βρείτε το μήκος κύματος αυτής της ακτινοβολίας στο γυαλί.

4. Ένα laser μονοχρωματικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος  $\lambda = 600\text{nm}$  στον αέρα έχει ισχύ  $P = 660\text{KW}$ . Να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο που φεύγουν από το laser.

5. Το μήκος κύματος, στο κενό, μιας μονοχρωματικής δέσμης φωτός είναι 500 nm. Αν η ίδια ακτινοβολία διαδοθεί μέσα σε διαφανές υλικό με δείκτη διάθλασης  $n = 1,25$ , να βρείτε:

- A) το μήκος κύματός της και την ταχύτητα διάδοσής της στο διαφανές υλικό.
- B) τη συχνότητα της ακτινοβολίας στο κενό.
- Γ) τον λόγο των περιόδων των ακτινοβολιών, στο κενό και στο διαφανές υλικό. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .

6. Φωτεινή ακτίνα μήκους κύματος 600nm διαδίδεται στο αέρα και στη συνέχεια εισέρχεται σε γυαλί το οποίο έχει δείκτη διάθλασης  $n = 1,5$ . Υπολογίστε:

- A. τη συχνότητα της φωτεινής ακτίνας
- B. την ταχύτητα με την οποία διαδίδεται η φωτεινή ακτίνα στο γυαλί
- Γ. το μήκος κύματος της φωτεινής ακτίνας στο γυαλί

7. Φως μήκους κύματος  $\lambda_0 = 525\text{nm}$  στον αέρα, περνά μέσα από κρύσταλλο που έχει δείκτη διάθλασης 1,5 και πάχος 10cm.

- A. ποια είναι η ταχύτητα του φωτός στον κρύσταλλο
- B. με πόσα μήκη κύματος του φωτός όταν διαδίδεται στον κρύσταλλο ισοδυναμεί το πάχος του κρυστάλλου
- Γ. ποια μεταβολή θα έχουμε στην ενέργεια του κάθε φωτονίου κατά το πέρασμα του από τον αέρα στον κρύσταλλο.

8. Ο δείκτης διάθλασης του τετραχλωράνθρακα είναι  $n = 1,46$ . Υπολογίστε:

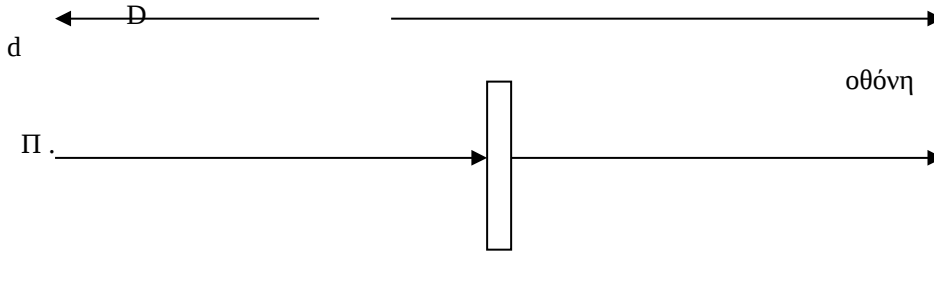
- A. Την ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον τετραχλωράνθρακα
- B. τον λόγο  $\frac{\lambda_0}{\lambda_1}$  όπου  $\lambda_0$  το μήκος κύματος μιας ακτινοβολίας στο κενό και  $\lambda_1$  το μήκος κύματος της ίδιας ακτινοβολίας στον τετραχλωράνθρακα.

Γ. τον λόγο  $\frac{E_0}{E_1}$  όπου  $E_0$  η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό και  $E_1$  η ενέργεια ενός φωτονίου της ίδιας ακτινοβολίας στον τετραχλωράνθρακα.

9. Το μήκος κύματος μιας ακτινοβολίας στο κενό είναι  $\lambda_0 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ . υπολογίστε:

- A. τη συχνότητα της ακτινοβολίας
- B. την ενέργεια κάθε φωτονίου της ακτινοβολίας
- Γ. τον αριθμό φωτονίων που χρειάζεται για να ανεβάσουν τη θερμοκρασία 10g νερού κατά 50C αν το κάθε g νερού χρειάζεται ενέργεια 4,2J για να αυξήσει τη θερμοκρασία του κατά 10C.

10. Φωτεινή πηγή Π εκπέμπει μια μονοχρωματική ακτίνα με  $\lambda_0 = 600\text{nm}$ . Μεταξύ της πηγής και μιας οθόνης που απέχει  $D = 3,64\text{m}$  από αυτή, τοποθετείται γυάλινο πλακίδιο, κάθετο στη διεύθυνση διάδοσης της ακτίνας, το οποίο έχει πάχος  $d = 4\text{cm}$ . Δίνεται ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού  $n = 1.5$



Να υπολογιστούν :

- A) το μήκος κύματος της ακτινοβολίας και η ταχύτητά της, στο πλακίδιο
- B) ο αριθμός των μηκών κύματος που περιλαμβάνονται μεταξύ πηγής και οθόνης
- Γ) η χρονική καθυστέρηση που επιφέρει στην ακτίνα η ύπαρξη του πλακιδίου.

11. Το μήκος κύματος μιας ακτινοβολίας είναι  $\lambda = 4 \cdot 10^{-7}\text{m}$ . Πόσα φωτόνια της ακτινοβολίας αυτής μεταφέρουν την ενέργεια που χρειάζεται για την ανύψωση σώματος μάζας  $m = 10^{-3}\text{g}$  σε ύψος  $h = 1\text{mm}$ ;

12. Ακτινοβολία με μήκος κύματος  $\lambda = 500\text{nm}$  προσπίπτει στην επιφάνεια ενός φωτοκύτταρου εμβαδού  $S = 1\text{cm}^2$ . Αν η ισχύς της ακτινοβολίας είναι  $P = 4\text{W/cm}^2$ , να βρείτε:

- A) Την ενέργεια που δέχεται το φωτοκύτταρο σε χρόνο 2 sec.
- B) Την ενέργεια κάθε φωτονίου.
- Γ) Τον αριθμό των φωτονίων που πέφτουν στην επιφάνεια του φωτοκύτταρου σε χρόνο 3 sec.

13. Μια δέσμη μονοχρωματικής ακτινοβολίας διέρχεται μέσα από δοχείο με νερό πάχους  $d = 20\text{cm}$  μέσα σε χρόνο  $t_1$ . Αν η ίδια ακτινοβολία χρειάζεται χρόνο  $t_2$  για να διαπεράσει το ίδιο δοχείο με διθειάνθρακα αντί για νερό, να βρείτε τη χρονική διαφορά  $t_2 - t_1$ . Δίνονται οι δείκτες διάθλασης του νερού  $n_N = 4/3$  και του διθειάνθρακα  $n_\Delta = 5/3$ .

14. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός μπαίνει από ένα οπτικό μέσο (1) με δείκτη διάθλασης  $n_1$ , σε ένα οπτικό μέσο (2) με δείκτη διάθλασης  $n_2$ . Αν το μήκος κύματος του φωτός στο μέσο (1) είναι  $\lambda_1$  και στο μέσο (2)  $\lambda_2$ , να αποδειχθεί:  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$ .

15. Ακτίνα ορατής μονοχρωματικής ακτινοβολίας συχνότητας  $6 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ , διέρχεται από τον αέρα σε γυάλινη πλάκα. Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού για την παραπάνω ακτινοβολία είναι 1,5.

- A. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας  $\lambda_0$  στο κενό.
- B. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας μέσα στο γυαλί.
- Γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας  $\lambda$  μέσα στο γυαλί.
- Δ. Να βρείτε πόσο διαφέρει η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό από την ενέργεια του φωτονίου αυτού, όταν η ακτίνα βρίσκεται μέσα στο γυαλί.

16. Έστω ότι το μαύρισμα του δέρματος προκαλείται από ακτινοβολία συχνότητας  $1,5 \cdot 10^{16}\text{Hz}$ .

- A) Να βρεθεί το μήκος κύματος της ακτινοβολίας σε nm. Τι είδους ακτινοβολία είναι αυτή;
- B) Ποια η ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της συχνότητας;
- Γ) Το δέρμα βομβαρδίζεται συνεχώς με  $10^4$  φωτόνια/s, ανά μονάδα επιφανείας. Αν υποθέσουμε ότι το δέρμα απορροφά το 20% της ενέργειας των φωτονίων που δέχεται και ότι η μέγιστη ενέργεια που μπορεί να δεχτεί το δέρμα, ώστε να μην προκληθεί έγκαυμα είναι  $1,98 \cdot 10^{-11}\text{J}$  ανά μονάδα επιφανείας, τότε να υπολογίσετε τη μέγιστη επιτρεπόμενη διάρκεια της ηλιοθεραπείας.

## ΑΤΟΜΟ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

1. Σ' ένα από τα άτομα του υδρογόνου, που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ( $n=1$ ) με ενέργεια  $E_1=-13,6$  eV προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία ενέργειας  $E=37,78$  eV, με συνέπεια το ηλεκτρόνιο του υδρογόνου να βρεθεί σε περιοχή, όπου η επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα είναι πρακτικά μηδέν.

Το ηλεκτρόνιο αυτό συγκρούεται με ένα δεύτερο άτομο υδρογόνου, που βρίσκεται και αυτό στη θεμελιώδη κατάσταση. Το ηλεκτρόνιο του δευτέρου ατόμου απορροφά το μισό της ενέργειας του ηλεκτρονίου και διεγείρεται.

α. Να υπολογίσετε σε ποια διεγερμένη κατάσταση θα βρεθεί το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου αυτού.

β. Ποιες είναι οι δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου που πραγματοποιούνται κατά την αποδιέγερση;

γ. Από τις ακτινοβολίες που εκπέμπονται, να υπολογίσετε ποια έχει το μικρότερο μήκος κύματος.

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

2. Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στην κατάσταση όπου έχει δυναμική ενέργεια  $U=-1,7$  eV. Αν στη θεμελιώδη κατάσταση το άτομο έχει ενέργεια  $E_1=-13,6$  eV να βρεθούν:

α. Ο κβαντικός αριθμός της τροχιάς του ηλεκτρονίου.

β. Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου.

γ. Πόσες φορές μικρότερη δύναμη δέχεται το ηλεκτρόνιο σ' αυτήν τη στάθμη, σε σχέση με αυτήν που δέχεται όταν βρίσκεται στη θεμελιώδη;

δ. Πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η στροφορμή του ηλεκτρονίου σ' αυτήν τη στάθμη, σε σχέση με αυτήν που έχει στη θεμελιώδη κατάσταση;

ε. Αν το ηλεκτρόνιο επιστρέψει στην ενεργειακή στάθμη  $n=1$  με πόσους τρόπους μπορεί να το κάνει; Πόσα διαφορετικά φωτόνια μπορεί να εκπέμψει το άτομο; Βρείτε το φωτόνιο με το μεγαλύτερο μήκος κύματος.

Δίνονται:  $h=6.6 \times 10^{-34}$  J·s,  $e=1.6 \times 10^{-19}$  Cb,  $1\text{eV}=1.6 \times 10^{-19}$  J,  $c=3 \times 10^8$  m/s

3. Ένα ηλεκτρόνιο το οποίο προκύπτει από μια διάσπαση  $\beta^-$  ταξιδεύει με ταχύτητα, συναντά ένα άτομο υδρογόνου και αποδίδει σε αυτό το  $\frac{1}{500000}$  της κινητικής του ενέργειας. Το άτομο του υδρογόνου κατά την

στιγμή της κρούσης βρισκόταν ήδη διεγερμένο στην 2η ενεργειακή στάθμη. Το άτομο του υδρογόνου εξαιτίας της κρούσης με το ηλεκτρόνιο διεγείρεται σε μια υψηλότερη ενεργειακή στάθμη και στην συνέχεια αποδιεγείρεται στην 1η ενεργειακή στάθμη εκπέμποντας ένα φωτόνιο με ενέργεια 12,75eV. Να βρείτε:

α. Την διεγερμένη στάθμη στην οποία φτάνει το άτομο του υδρογόνου μετά την κρούση

β. Την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου πριν την κρούση του με το άτομο του υδρογόνου

γ. Το έλλειμμα μάζας του μητρικού – θυγατρικού πυρήνα κατά την διάσπαση  $\beta^-$  αν υποθέσουμε ότι η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την διάσπαση αυτή προσλαμβάνεται όλη από το ηλεκτρόνιο.

Δίνονται: Ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c = 3 \cdot 10^8$  m / s

Μάζα του ηλεκτρονίου  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  Kg ,

Ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6$  eV

Σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J ·s

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

$1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  Kg =931MeV

4. Ένα ηλεκτρόνιο ενέργειας 11,1eV συγκρούεται με το άτομο του υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση (-13,6eV). Το άτομο διεγείρεται στη αμέσως επόμενη ενεργειακή στάθμη, ενώ το ηλεκτρόνιο σκεδάζεται με μικρότερη ταχύτητα. Στη συνέχεια το άτομο επανέρχεται στη θεμελιώδη του κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο. Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του σκεδαζόμενου ηλεκτρονίου. Δίνονται:

$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  j και  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg .

5. Αέριο μονατομικού Η βομβαρδίζεται από ηλεκτρόνια, τα οποία έχουν προηγουμένως επιταχυνθεί από διαφορά δυναμικού  $V=10,2$ V. Ποιο είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπει το αέριο;

Δίνονται  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$  ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  .

6. Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

α) Ποιο είναι το μέγιστο μήκος κύματος ενός φωτονίου που πρέπει να απορροφήσει για να ιονισθεί;

β) ποια ελάχιστη ταχύτητα πρέπει να έχει ένα ηλεκτρόνιο, ώστε αν συγκρουστεί με το άτομο του υδρογόνου αυτό να ιονισθεί;

Δίνονται  $E_1 = 13,6 \text{ eV}$ ,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ e} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

7. 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 πριν από την κρούση είναι  $16,12 \text{ eV}$ . Το άτομο του υδρογόνου απορροφά μέρος της ενέργειας του προσπίπτοντος ηλεκτρονίου, διεγείρεται στη δεύτερη διεγερμένη στάθμη ( $n=3$ ) και εξακολουθεί να παραμένει ακίνητο μετά την κρούση.

A. Να σχεδιάσετε στο τετράδιό σας σε διάγραμμα ενεργειακών σταθμών όλες τις δυνατές μεταβάσεις από τη διεγερμένη κατάσταση ( $n=3$ ) στη θεμελιώδη κατάσταση.

B. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου από την κατάσταση  $n=3$  στην κατάσταση  $n=2$  .

8. Το ηλεκτρόνιο ενός διεγερμένου ατόμου υδρογόνου περιστρέφεται σε επιτρεπόμενη τροχιά, στην οποία η δυναμική του ενέργεια είναι  $-1,7 \text{ eV}$ .

A. Να υπολογίσετε:

A.1. την ολική ενέργεια και την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου.

A.2. τον κβαντικό αριθμό  $n$  που αντιστοιχεί στην τροχιά του ηλεκτρονίου.

B. Το ηλεκτρόνιο απορροφά ενέργεια και μεταπηδά σε τροχιά στην οποία έχει ολική ενέργεια μεγαλύτερη κατά  $0,306 \text{ eV}$  από την αρχική. Κατά τη μετάβαση του ηλεκτρονίου από την αρχική στην τελική τροχιά να υπολογίσετε:

B.1. τη μεταβολή στο μέτρο της στροφορμής του.

B.2. τη μεταβολή της απόστασής του από τον πυρήνα.

Δίνονται: ολική ενέργεια του ατόμου στη θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ , ακτίνα του Bohr  $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  και η σταθερά  $h/2\pi = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  .

9. Ηλεκτρόνιο που αρχικά ηρεμεί , επιταχύνεται από τάση  $V=30,2 \text{ V}$  και στη συνέχεια «συγκρούεται» με άτομο υδρογόνου. Το άτομο διεγείρεται από την θεμελιώδη ενεργειακή στάθμη στην αμέσως επόμενη και κατά την αποδιέγερση εκπέμπει φωτόνιο.

A) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια  $K$  που απέκτησε το ηλεκτρόνιο μετά την επιτάχυνσή του (σε  $\text{eV}$ )

B) Αν η ενέργεια της θεμελιώδους στάθμης είναι  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$  να υπολογιστεί η ενέργεια της αμέσως επόμενης στάθμης

Γ) Να βρείτε το μήκος κύματος του εκπεμπόμενου φωτονίου (με ακρίβεια :  $\pm 10 \text{ nm}$ )

Δ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα (σκέδασης) του ηλεκτρονίου μετά την κρούση

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

10. Υπάρχει ένα σύστημα που αποτελείται από τον πυρήνα του ατόμου του υδρογόνου (πρωτόνιο) και από ένα μιονίο, το οποίο είναι ένα σωματίδιο που έχει φορτίο ίσο με το φορτίο του ηλεκτρονίου και μάζα 207 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ηλεκτρονίου. Ακολουθώντας το πρότυπο του Bohr, να προσδιορίσετε:

α. την ακτίνα  $r_1$  της θεμελιώδους τροχιάς του μιονίου και να τη συγκρίνετε με την ακτίνα του Bohr,

β. την ολική ενέργεια  $E_1$  του συστήματος στη θεμελιώδη του κατάσταση.

Δίνονται: η ακτίνα τον Bohr:  $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  και η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη του κατάσταση:  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ .

11. Στο γραμμικό φάσμα εκπομπής του αέριου υδρογόνου οι ορατές γραμμές προκύπτουν κατά τη μεταπήδηση των ηλεκτρονίων των ατόμων υδρογόνου από εξωτερικές στιβάδες στη δεύτερη στιβάδα ( $n=2$ ).

i) Να βρείτε τον κύριο κβαντικό αριθμό της στιβάδας απ' όπου όταν τα ηλεκτρόνια μεταπηδήσουν στη στιβάδα με  $n=2$ , αποδίδουν ιώδη ακτινοβολία με μήκος κύματος  $\lambda_i = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ .

ii) Από ποια στιβάδα προέρχονται τα ηλεκτρόνια που κατά τη μεταπήδησή τους στη στιβάδα με  $n=2$  αποδίδουν κόκκινη ακτινοβολία με μήκος κύματος  $\lambda_k=6,56 \times 10^{-7} \text{ m}$ ;  
 Δίνονται:  $h=6,63 \times 10^{-34} \text{ Jxs}$ ,  $E_1=-13,6 \text{ eV}$ ,  $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1\text{eV}=1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

12. Ένα ηλεκτρόνιο κινητικής ενέργειας  $12,2 \text{ eV}$ , συγκρούεται με άτομο υδρογόνου. Το άτομο διεγείρεται ενώ το ηλεκτρόνιο συνεχίζει την κίνηση του με μικρότερη ταχύτητα. Να βρείτε:

α. Την αρχική και την τελική κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου

β. Την ταχύτητα του σκεδαζόμενου ηλεκτρονίου μετά την κρούση

Δίνονται:  $c=3 \times 10^8 \text{ m/sec}$ ,  $h=6,63 \times 10^{-34}$ ,  $e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e=9 \times 10^{-31} \text{ kgr}$ , και  $E_1=-13,6 \text{ eV}$

13. Το άτομο του υδρογόνου είναι σε τέτοια κατάσταση ώστε η ενέργεια ιονισμού του να είναι  $E_{\text{ion}}=0,85 \text{ eV}$ . Το ηλεκτρόνιο του μεταπηδά σε τροχιά, που η ενεργειακή της διαφορά από τη θεμελιώδη είναι  $\Delta E=10,2 \text{ eV}$ . Να υπολογιστούν

α. Οι κβαντικοί αριθμοί της τροχιάς του ηλεκτρονίου πριν και μετά την αποδιεγερση

β. Η ενέργεια του εκπεμπόμενου φωτονίου σε αυτή την αποδιεγερση

γ. Η συχνότητα του εκπεμπόμενου φωτονίου, αν έπεφτε στη θεμελιώδη τροχιά απ'ευθείας.

Δίνεται η ενέργεια της θεμελιώδους τροχιάς του ατόμου του υδρογόνου  $E_1=-13,6 \text{ eV}$ , η σταθερά του Planck  $h=6,63 \times 10^{-34} \text{ J sec}$  και  $1\text{eV}=1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

14. Ένα ηλεκτρόνιο ενέργειας  $11,1 \text{ eV}$  συγκρούεται με το άτομο του υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ( $-13,6 \text{ eV}$ ). Το άτομο διεγείρεται στη αμέσως επόμενη ενεργειακή στάθμη, ενώ το ηλεκτρόνιο σκεδάζετε με μικρότερη ταχύτητα. Στη συνέχεια το άτομο επανέρχεται στη θεμελιώδη του κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο. Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του σκεδαζόμενου ηλεκτρονίου. Δίνονται:  $1\text{eV}=1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  και  $m_e=9 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ .

15. Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

α) Ποιο είναι το μέγιστο μήκος κύματος ενός φωτονίου που πρέπει να απορροφήσει για να ιονισθεί;

β) ποια ελάχιστη ταχύτητα πρέπει να έχει ένα ηλεκτρόνιο, ώστε αν συγκρουστεί με το άτομο του υδρογόνου αυτό να ιονισθεί;

Δίνονται  $E_1 = 13,6 \text{ eV}$ ,  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kgr}$

16. Στο διπλανό σχήμα δίνεται το διαγραμμα των ενεργειακών σταθμών

	$-2\text{eV}$	_____	$n=4$
ενός υποθετικού ατόμου που έχει ένα μόνο ηλεκτρόνιο.	$-5\text{eV}$	_____	$n=3$
α) Πόση ενέργεια απαιτείται για τον ιονισμό του ατόμου αν αυτό βρίσκεται αρχικά	$-10\text{eV}$	_____	$n=2$
στην θεμελιώδη του κατάσταση;			
β) Το άτομο απορροφά φωτόνιο	$-20\text{eV}$	_____	$n=1$

ενέργειας  $15 \text{ eV}$ . Ποιες είναι οι δυνατές

ενέργειες που μπορούν να έχουν τα φωτόνια τα οποία εκπέμπονται όταν το άτομο επιστρέφει στη θεμελιώδη του κατάσταση;

γ) Τι θα συμβεί όταν ένα φωτόνιο με ενέργεια  $12 \text{ eV}$  συγκρουστεί με το άτομο αυτό;

17. Το άτομο του υδρογόνου είναι σε τέτοια κατάσταση ώστε η ενέργεια ιονισμού του να είναι  $E_{\text{ion}}=0,85 \text{ eV}$ . Το ηλεκτρόνιο του μεταπηδά σε τροχιά, που η ενεργειακή της διαφορά από τη θεμελιώδη είναι  $\Delta E=10,2 \text{ eV}$ . Να υπολογιστούν

α. Οι κβαντικοί αριθμοί της τροχιάς του ηλεκτρονίου πριν και μετά την αποδιεγερση

β. Η ενέργεια του εκπεμπόμενου φωτονίου σε αυτή την αποδιεγερση

γ. Η συχνότητα του εκπεμπόμενου φωτονίου, αν έπεφτε στη θεμελιώδη τροχιά απ'ευθείας. δίνεται η ενέργεια της θεμελιώδους τροχιάς του ατόμου του υδρογόνου  $E_1=-13,6 \text{ eV}$ , η σταθερά του Planck  $h=6,63 \times 10^{-34} \text{ J sec}$  και  $1\text{eV}=1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ . (μονάδες 30).

18. Να υπολογιστεί το μήκος κύματος της ακτινοβολίας η οποία πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να ιονιστεί το άτομο του υδρογόνου. Δίνεται  $E_1 = -13,6\text{eV}$ .

19. Να βρείτε την ενέργεια που χρειάζεται για τη μετάβαση του ηλεκτρονίου στο άτομο του H

α. Από τη θεμελιώδη τροχιά στην τροχιά με  $n=3$

β. Από την τροχιά με  $n=2$  στην τροχιά με  $n=3$ .

20. Διεγερμένα άτομα H βρίσκονται σε κατάσταση που αντιστοιχεί σε κύριο κβαντικό αριθμό  $n=3$ . να βρείτε το πλήθος των γραμμών του φάσματος εκπομπής του H. σε ποιο μήκος κύματος αντιστοιχεί η καθεμία γραμμή; Δίνεται  $E_1 = -13,6\text{eV}$ .

21. Ποια είναι η συχνότητα του φωτονίου που πρέπει να απορροφήσει το άτομο του H για να πάει το ηλεκτρόνιο του

α. Από την τροχιά με  $n=2$  στην τροχιά με  $n=5$

β. Από την τροχιά με  $n=2$  στην τροχιά με  $n=\infty$

22. Η ενέργεια του ατόμου του H στην θεμελιώδη κατάσταση είναι  $E_1 = -13,6\text{eV}$ .

α. Να βρείτε την ενέργεια ιονισμού του ατόμου του H

β. Αν το άτομο του H απορροφά ενέργεια ίση με  $20\text{eV}$  και το ηλεκτρόνιο του, όταν βρίσκεται εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα, έχει κινητική ενέργεια ίση με  $5\text{eV}$ , να βρείτε την επιπλέον κινητική ενέργεια που αποκτά ο πυρήνας του ατόμου.

23. Να αποδείξετε ότι για τη διέγερση με κρούση ενός ατόμου H που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση το σωματίδιο – βλήμα πρέπει να έχει ενέργεια τουλάχιστον ίση με το 75% της ενέργειας ιονισμού του ατόμου του H.

24. Ένα ηλεκτρόνιο μεταβαίνει από την τέταρτη ενεργειακή στάθμη στην τρίτη και μετά απευθείας στη θεμελιώδη. Κατά τη διαδικασία αυτή εκπέμπονται δυο φωτόνια. Να αποδείξετε ότι το άθροισμα των ενεργειών των δυο αυτών φωτονίων είναι ίσο με την ενέργεια του ενός μόνο φωτονίου που εκπέμπεται κατά την μετάβαση του ηλεκτρονίου από την τέταρτη στάθμη απευθείας στην πρώτη.

25. Υποθέτουμε ότι 3000 άτομα H βρίσκονται αρχικά στη διεγερμένη κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό  $n=4$ . στη συνέχεια τα άτομα αποδιεγρονται, φτάνοντας τελικά όλα στη χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση. Υποθέτοντας ότι όλες οι δυνατές αποδιεγερσεις του κάθε ατόμου είναι εξίσου πιθανές, να βρείτε τον ολικό αριθμό των φωτονίων που εκπέμπονται.

26. Στο φάσμα του ατόμου του H υπάρχει μια σειρά γραμμών που λέγεται σειρά του Brackett, η οποία είναι αποτέλεσμα των μεταβάσεων του ατόμου του H από ενεργειακές καταστάσεις με  $n > 4$  σε ενεργειακή κατάσταση με  $n=4$ . Ποιο είναι το μεγαλύτερο μήκος κύματος αυτής της σειράς και σε ποια περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ανήκει; Δίνεται  $E_1 = -13,6\text{eV}$ .

### ΑΚΤΙΝΕΣ X

1. Σε συσκευή παραγωγής ακτίνων X για τη λήψη ακτινογραφιών, η ηλεκτρονική δέσμη έχει ισχύ  $4000\text{W}$ . Ο χρόνος λήψης μιας ακτινογραφίας είναι  $0,165\text{ s}$ . Όταν ένα ηλεκτρόνιο με την πρώτη κρούση του στην άνοδο μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου το 20% της κινητικής του ενέργειας, τότε η συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται είναι  $4 \cdot 10^{18}\text{ Hz}$ . Θεωρούμε ότι στη συσκευή παραγωγής ακτίνων X τα ηλεκτρόνια ξεκινούν από την κάθοδο χωρίς αρχική ταχύτητα και ότι η θερμοκρασία της καθόδου παραμένει σταθερή.

α. Να υπολογιστεί η τάση που εφαρμόζεται στη συσκευή μεταξύ ανόδου και καθόδου.

β. Να βρεθεί το ελάχιστο μήκος κύματος των φωτονίων που εκπέμπονται.

γ. Ποιος είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων που φθάνουν στην άνοδο στο χρόνο λήψης μιας ακτινογραφίας.

Δίνονται: η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου  $1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \times 10^8\text{ m/s}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \times 10^{-34}\text{ Js}$ .

2. Σε μια διάταξη παραγωγής ακτίνων X, η ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι  $I = 160 \text{ mA}$  και το μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται είναι  $\lambda = 1326 \text{ nm}$ . Αν θεωρήσουμε ότι η ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας X είναι ίση με την κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων τη στιγμή που πέφτουν στην άνοδο, να βρείτε:

- την τάση που εφαρμόζεται μεταξύ της ανόδου και της καθόδου,
  - την ισχύ που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων,
  - την ταχύτητα των ηλεκτρονίων τη στιγμή, που προσπίπτουν στην άνοδο.
- Δίνεται:  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

3. Ένας σωλήνας ακτίνων X γράφει πάνω του τα εξής στοιχεία: Τάση λειτουργίας: 50 kV. Ισχύς ηλεκτρονικής δέσμης: 600 W. Απόδοση: 0,4%. Να υπολογίσετε: α. την ένταση του ρεύματος του σωλήνα, β. την ισχύ της δέσμης των ακτίνων X, γ. το οριακό μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται.

4. Σε μια ακτινογραφία απαιτούνται ακτίνες X μήκους κύματος  $\lambda = 6,63 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ . Η ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι  $I = 40 \text{ mA}$  και ο χρόνος λήψης της ακτινογραφίας είναι  $t = 0,1 \text{ s}$ . Θεωρούμε ότι όλη η κινητική ενέργεια κάθε ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου.

- Ποια τάση εφαρμόζεται στο σωλήνα παραγωγής των ακτίνων X;
  - Πόση ισχύ και πόση ενέργεια μεταφέρει η ηλεκτρονική δέσμη;
  - Ποια είναι η ταχύτητα των ηλεκτρονίων τη στιγμή που προσπίπτουν στην άνοδο;
- Δίνονται  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

5. Σε σωλήνα παραγωγής ακτίνων X εκπέμπονται από την κάθοδο με αμελητέα ταχύτητα 1016 ηλεκτρόνια ανά δευτερόλεπτο. Τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται από τάση V μεταξύ ανόδου-καθόδου. Το ελάχιστο μήκος κύματος της ακτινοβολίας X που εκπέμπεται είναι  $6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ .

- Να υπολογίσετε την τάση V.
  - Αν το 3% της ολικής ενέργειας των ηλεκτρονίων μετατρέπεται σε ενέργεια ακτινοβολίας και το υπόλοιπο σε θερμότητα, να υπολογίσετε την θερμότητα που αναπτύσσεται πάνω στην άνοδο σε χρόνο 3sec.
  - Αν το ελάχιστο μήκος κύματος θέλουμε να είναι το μισό από το προηγούμενο τι θα πρέπει να κάνουμε;
- δίνονται  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  και  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

6.

7. Ποια είναι η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που φτάνουν στην άνοδο μιας συσκευής παραγωγής ακτίνων X, αν η τάση μεταξύ της ανόδου και της καθόδου είναι  $V = 100 \text{ kV}$ ; Θεωρούμε ότι η αρχική κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων είναι αμελητέα.

8. Ηλεκτρόνια φτάνουν στην άνοδο μιας συσκευής παραγωγής ακτίνων X έχοντας ταχύτητα  $u = 1,2 \times 10^5 \text{ km/s}$ . Ποια είναι η τάση μεταξύ της ανόδου και της καθόδου; Δίνεται η μάζα  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ . Η αρχική ενέργεια των ηλεκτρονίων να θεωρηθεί αμελητέα.

9. Ποια είναι η τάση λειτουργίας μιας συσκευής παραγωγής ακτίνων X εάν οι πιο σκληρές ακτίνες στο φάσμα της έχουν συχνότητα  $f = 10^{19} \text{ Hz}$ ;

10. Ακτίνες X εκπέμπονται όταν τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται βαθιά μέσα στα βαριά άτομα πέφτουν προς χαμηλότερες ενεργειακές στάθμες. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ δυο ενεργειακών σταθμών, αν η μετάβαση ενός ηλεκτρονίου από τη μια στην άλλη παράγει φωτόνιο με μήκος κύματος  $\lambda = 0,5 \times 10^{-10} \text{ m}$ ;

11. Σε μια διάταξη παραγωγής ακτίνων X, τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται από τάση  $V = 13.260 \text{ V}$ . να υπολογιστεί η μέγιστη συχνότητα και το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτίνων X άπου παράγονται.

12. Σε συσκευή παραγωγής ακτίνων X εφαρμόζονται μεταξύ ανόδου και καθόδου τάσεις  $V_1$  και  $V_2$  και παράγονται ακτίνες X με ελάχιστα μήκη κύματος  $\lambda_1 = 20 \text{ nm}$  και  $\lambda_2 = 60 \text{ nm}$  αντίστοιχα. Να βρείτε το λόγο  $V_1/V_2$ .

13. Όταν η άνοδος στη διάταξη παραγωγής ακτινών X είναι από χρυσό, τότε μια γραμμή στο φάσμα των ακτινών X αντιστοιχεί σε μήκος κύματος  $\lambda=19,89 \times 10^{-12} \text{m}$ . Τα εκπεμπόμενα φωτόνια ακτινών X αντιστοιχούν σε μετάβαση του ατόμου του χρυσού από τη θεμελιώδη κατάσταση σε κατάσταση με ενέργεια  $-13,5 \text{keV}$ . Να βρείτε την ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου του χρυσού.

Δίνεται  $E_1=-13,6 \text{eV}$ .

14. Σε μια διάταξη παραγωγής ακτίνων X, η ένταση του ρεύματος της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι  $I = 160 \text{mA}$  και το μήκος κύματος των ακτίνων X που παράγονται είναι  $\lambda=1326 \text{nm}$ . Αν θεωρήσουμε ότι η ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας X είναι ίση με την κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων τη στιγμή που πέφτουν στην άνοδο, να βρείτε:

α. την τάση που εφαρμόζεται μεταξύ της ανόδου και της καθόδου,

β. την ισχύ που μεταφέρει η δέσμη των ηλεκτρονίων,

γ. την ταχύτητα των ηλεκτρονίων τη στιγμή, που προσπίπτουν στην άνοδο.

Δίνεται:  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{kg}$ .

15. Έστω ότι στη διάταξη παραγωγής των ακτινών X η τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου είναι  $200 \text{kV}$

α. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία φθάνουν τα Ηλεκτρόνια στην άνοδο

β. Αν κάθε ηλεκτρόνιο παράγει ένα φωτόνιο, κατά την πρόσκρουση του στο στόχο, να υπολογίσετε το ελάχιστο μήκος κύματος των ακτινών X που παράγονται

γ. Αν το ισοδύναμο ρεύμα των ηλεκτρονίων κατά την κίνηση τους μεταξύ ανόδου καθόδου είναι  $I=5 \text{mA}$ , να υπολογίσετε:

α. Την ισχύ της ηλεκτρονικής δέσμης

β. Το πλήθος των ηλεκτρονίων που χτυπούν στην άνοδο ανά δευτερόλεπτο

Δίνονται  $c_0=3 \times 10^8 \text{m/sec}$ ,  $h=6,63 \times 10^{-34} \text{j.sec}$ ,  $e=1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $m_e=9 \times 10^{-31} \text{kg}$

### Ο ΠΥΡΗΝΑΣ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

1. Πρωτόνιο εκσφενδονίζεται με αρχική ταχύτητα  $u_0$  από άπειρη απόσταση προς ένα αρχικά ακίνητο σωματίδιο. Να βρεθούν

α) Ποια η ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσουν τα δύο σωματίδια;

β) Ποια είναι η απόσταση που έχουν τα σωματίδια τη στιγμή που αρχίζει να αντιστρέφεται η ταχύτητα του πρωτονίου;

Τα σωματίδια θεωρούνται ότι αλληλεπιδρούν μόνο με ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις. Θεωρούνται γνωστά, το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο,  $m_p = m_n$ , η ηλεκτρική σταθερά  $k$  και η αρχική ταχύτητα  $u_0$ .

2. Ένα φωτόνιο με ενέργεια  $E_\gamma=1,9 \text{MeV}$  αλληλεπιδρά με έναν πυρήνα και εξαφανίζεται. Στη θέση του φωτονίου δημιουργείται ένα ζεύγος ποζιτρονίου - ηλεκτρονίου, το οποίο έχει κινητική ενέργεια  $0,88 \text{MeV}$ . Αν είναι άγνωστη η μάζα του ηλεκτρονίου, να βρείτε την ενέργεια που ισοδυναμεί με τη μάζα ηρεμίας του ηλεκτρονίου.

3. Κατά τη διάσπαση ενός πυρήνα  ${}_{88}^{226} \text{Ra}$  παρατηρείται έλλειμμα μάζας  $8,8 \times 10^{-30} \text{kg}$  και ταυτόχρονη Εκπομπή σωματίου  $\alpha$  ενέργειας  $4,6 \text{MeV}$  και ενός φωτονίου ακτίνας  $\gamma$ . Ποια είναι η συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται; Να θεωρήσετε ότι ο βαρύς πυρήνας που παράγεται κατά τη ραδιενεργό αυτή διάσπαση παραμένει ακίνητος. Δίνονται:  $1 \text{MeV}=1,6 \times 10^{-13} \text{j}$ ,  $c=3 \times 10^8 \text{m/sec}$  και  $h=6,6 \times 10^{-34} \text{j.sec}$ .

4. Το πλήθος των πυρήνων ενός ραδιενεργού δείγματος υποοκταπλασιαζεται σε χρόνο  $12 \text{sec}$ . Να υπολογίσετε τον χρόνο ημιζωής του δείγματος αυτού.

5. Τη χρονική στιγμή μηδέν δείγμα  $2 \times 10^{21}$  ραδιενεργών πυρήνων X με ατομικό αριθμό Z και μαζικό αριθμό 222 διασπάται με εκπομπή σωματίου  $\alpha$  προς τον θυγατρικό πυρήνα Ψ. Ο χρόνος υποδιπλασιασμού του ραδιενεργού πυρήνα X είναι ίσος με  $3,45 \times 10^5 \text{s}$ .

α. Να γραφεί η αντίδραση της ραδιενεργού διάσπασης  $\alpha$ .

β. Να υπολογιστεί η σταθερά διάσπασης  $\lambda$ .

γ. Να βρεθεί η ενεργότητα του δείγματος τη χρονική στιγμή  $13,8 \times 10^5 \text{s}$ .



δ. Αν θεωρήσουμε ότι οι ενέργειες σύνδεσης ανά νουκλεόνιο είναι 7,9 MeV για τον μητρικό πυρήνα X, 8 MeV για τον θυγατρικό πυρήνα Ψ και 7,5 MeV για το σωματίο α, να υπολογιστεί η ενέργεια που αποδεσμεύεται ανά σχάση. Δίνεται  $\ln 2 = 0,69$ .

6. Κατά την α – διάσπαση του  ${}_{92}^{238}\text{U}$  σχηματίζεται Th.

α. Να γράψετε την εξίσωση αυτής της διάσπασης

β. Γνωρίζοντας ότι η μάζα του  ${}_{92}^{238}\text{U}$  είναι 238, 027782u, του Th 234, 018826 u και του  ${}^4_2\text{He}$  4,002634u , να βρείτε την ενέργεια που ελευθερώνεται από τη διάσπαση.

7. Ένα ραδιενεργό ισότοπο του χημικού στοιχείου A έχει χρόνο ημιζωής  $T_{1/2}(A) = 3,5 \times 10^5 \text{s}$  και τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , έχει ενεργότητα  $7,2 \times 10^5 \text{Bq}$ . Ένα ραδιενεργό ισότοπο του χημικού στοιχείου B έχει χρόνο ημιζωής  $T_{1/2}(B) = 4T_{1/2}(A)$ . Να υπολογίσετε:

α. τη σταθερά διάσπασης λ του ραδιενεργού ισότοπου A,

β. τον αρχικό αριθμό πυρήνων  $N_0(A)$  του ισότοπου A,

γ. το λόγο  $\lambda_\alpha / \lambda_\beta$ , όπου  $\lambda_\alpha$  και  $\lambda_\beta$  είναι οι σταθερές διάσπασης των ισότοπων A και B αντίστοιχα,

δ. ποιά θα είναι η ενεργότητα του ισότοπου A μετά από  $10,5 \cdot 10^5 \text{s}$

Δίνεται  $\ln 2 = 0,7$ .

8. Η ατομική μάζα του ισότοπου του Li ( $Z=3$ ,  $A=7$ ) είναι 7,018 u .

α1. Ποια είναι η ενέργεια σύνδεσης του πυρήνα του ;

α2. Ποια η ενέργεια σύνδεσής του ανα νουκλεόνιο ;

Δίνονται: μάζα νετρονίου = 1,009 u ατομική μάζα του υδρογόνου (πρώτιο) = 1,008 u  $1 \text{u} = 931 \text{MeV}$

9. Για δύο δείγματα (1ο και 2ο) του ίδιου ραδιενεργού στοιχείου (με χρόνο ημιζωής 10 s) , είναι γνωστό ότι για  $t = 0$  :  $m_1 = 2m_2$ .

A. Αν κάποια στιγμή  $t_1$  η ενεργότητα του πρώτου δείγματος έχει μειωθεί κατά 87,5% , να βρεθεί το  $t_1$ .

B. Ποιό είναι το πηλίκο των ενεργοτήτων (του πρώτου , προς το δεύτερο) των δειγμάτων , τη χρονική στιγμή  $t_1$ ;

10. Ραδιενεργό δείγμα αποτελείται από  $N_0$  ραδιενεργούς πυρήνες. Η αρχική του ενεργότητα ήταν  $10^6 \text{Bq}$  και σε κάποιο χρόνο πέφτει στα  $1,25 \times 10^5 \text{Bq}$  α. αν ο χρόνος ημιζωής του δείγματος είναι 5 ώρες να βρεθεί ο χρόνος που έχει μεσολαβήσει β. ποια η σταθερά διάσπασης και ποιο το αρχικό πλήθος των ραδιενεργών πυρήνων; γ. Σε πόσο χρόνο θα έχουν διασπαστεί τα 15/16 των αρχικών πυρήνων;

Δίνονται:  $k = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ , μάζα πρωτονίου  $1,6726 \times 10^{-27} \text{kg}$ , μάζα νετρονίου  $1,6750 \times 10^{-27} \text{kg}$ , στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $1 \text{u} = 931,5 \text{MeV}$ ,  $\ln 2 = 0,7$

11. Ένα φωτόνιο με ενέργεια  $E_\gamma = 1,9 \text{MeV}$  αλληλεπιδρά με έναν πυρήνα και εξαφανίζεται. Στη θέση του φωτονίου δημιουργείται ένα ζεύγος ποζιτρονίου - ηλεκτρονίου, το οποίο έχει κινητική ενέργεια 0,88 MeV. Αν είναι άγνωστη η μάζα του ηλεκτρονίου, να βρείτε την ενέργεια που ισοδυναμεί με τη μάζα ηρεμίας του ηλεκτρονίου.

12. Γνωρίζουμε ότι ένα φωτόνιο μεγάλης ενέργειας μπορεί να μετατραπεί σε ένα ζεύγος ποζιτρονίου - ηλεκτρονίου. Αν η ισοδύναμη ενέργεια της μάζας του ζεύγους  $e^+ - e^-$  είναι 1 MeV, να βρείτε την κινητική ενέργεια του ζεύγους όταν η ενέργεια του φωτονίου είναι 1,2 MeV

13. Ποιος είναι ο αριθμός των πυρήνων που περιέχονται σε 1 kg του υποθετικού στοιχείου 60X; Δίνεται ο αριθμός Avogadro  $N_A = 6 \times 10^{23}$  πυρήνες/mole πυρήνων.

