

1.

Δ1) Να υπολογιστεί η ταχύτητα διάδοσης μιας μονοχρωματική ακτίνας φωτός μέσα σε γυαλί με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$ για το φως αυτό.

Μονάδες 6

Δ2) Αν η συχνότητας αυτής της ακτίνας είναι $f = 6,25 \cdot 10^{14}$ Hz να υπολογίσετε το μήκος κύματος που έχει η ακτίνα αυτή στο κενό και το μήκος κύματος που έχει στο γυαλί.

Μονάδες 6

Δ3) Είναι η ακτίνα αυτή μια ακτίνα ορατού φωτός και γιατί;

Μονάδες 5

Δ4) Θεωρούμε ότι ένα φωτόνιο αυτής της ακτινοβολίας έχει προέλθει από την αποδιέγερση ατόμου υδρογόνου από μια στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό n_x στην στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό $n=2$. Να προσδιορίσετε ποια είναι η στάθμη με τον κύριο κβαντικό αριθμό n_x .

Μονάδες 8

Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s και ότι $\frac{E_1}{h} = -\frac{1}{3} 10^{16}$ Hz, όπου E_1 η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση και h η σταθερά του Planck.

2.

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$), στην οποία έχει συνολική ενέργεια $E_1 = -13,6$ eV. Στη θεμελιώδη αυτή κατάσταση το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου κινείται σε τροχιά ακτίνας $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10}$ m.

Δίνονται: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Δ1) Να υπολογίσετε, εκφρασμένη σε eV, τη συνολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου, όταν αυτό βρίσκεται στη δεύτερη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 3$).

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε την ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου, όταν το άτομο του υδρογόνου είναι διεγερμένο στη κατάσταση του ερωτήματος Δ1.

Μονάδες 5

Άλλο άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, διεγείρεται απορροφώντας ενέργεια $E = 12,75$ eV.

Δ3) Να βρείτε το κύριο κβαντικό αριθμό της ενεργειακής κατάστασης στην οποία θα βρεθεί το άτομο του υδρογόνου και το λόγο του μέτρου των στροφορμών του ηλεκτρονίου, διεγερμένης και θεμελιώδους κατάστασης.

Μονάδες 8

Το διεγερμένο άτομο μετά από ελάχιστο χρονικό διάστημα, επανέρχεται απευθείας στη θεμελιώδη κατάστασή του, χωρίς να περάσει από ενδιάμεσες ενεργειακές καταστάσεις.

Δ4) Να υπολογίσετε, με στρογγυλοποίηση στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο, τη συχνότητα της ακτινοβολίας, η οποία εκπέμπεται κατά τη παραπάνω αποδιέγερση και να εξετάσετε αν η ακτινοβολία αυτή είναι ορατή.

Μονάδες 7

3.

Άτομα αερίου υδρογόνου που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$), διεγείρονται με κρούση από δέσμη ηλεκτρονίων που έχουν επιταχυνθεί από διαφορά δυναμικού V . Θεωρούμε ότι κάθε ηλεκτρόνιο της δέσμης διεγείρει ένα μόνο άτομο υδρογόνου. Μετά την κρούση του με το άτομο του υδρογόνου, το ηλεκτρόνιο της δέσμης έχει χάσει το 60% της κινητικής ενέργειας που είχε τη στιγμή της κρούσης, ενώ το άτομο του υδρογόνου διεγείρεται σε μία κατάσταση στην οποία έχει ενέργεια $E_n = - 1,51 \text{ eV}$.

Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η ενέργεια στη θεμελιώδη κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου $E_1 = - 13,6 \text{ eV}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ και για το φορτίο του ηλεκτρονίου $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Δ1) Να βρείτε τον κύριο κβαντικό αριθμό n της διεγερμένης κατάστασης που αντιστοιχεί στην ενέργεια $E_n = - 1,51 \text{ eV}$.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τη κινητική ενέργεια του κάθε ηλεκτρονίου της δέσμης τη στιγμή της κρούσης.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο του υδρογόνου παραμένει στη διεγερμένη κατάσταση για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια αποδιεγυρόμενο επιστρέφει στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ3) Να αναφέρετε όλες τις πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου ενός ατόμου του αερίου υδρογόνου κατά την αποδιέγερσή του και την επιστροφή του στην θεμελιώδη κατάσταση και να σχεδιάσετε στη κόλλα σας το ποσοτικό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου να φαίνονται οι πιθανές μεταβάσεις κατά την αποδιέγερση αυτού του ατόμου.

Μονάδες 3+4

Δ4) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση των ατόμων της παραπάνω ποσότητας υδρογόνου και ανήκει στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Μονάδες 6

4.

Η ενέργεια ενός φωτονίου μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας ισούται με $3,3 \cdot 10^{-19}$ J. Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, η ταχύτητα του φωτός στον κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J και η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής στο κενό. Σε ποιά τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ανήκει;

Μονάδες 5+1

Μια δέσμη από αυτή την ακτινοβολία εισέρχεται από το κενό στο νερό. Το μήκος κύματός της μειώνεται κατά 25% της αρχικής τιμής του.

Δ2) Να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης του νερού.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογίσετε την ταχύτητα της ακτινοβολίας αυτής στο νερό.

Μονάδες 6

Δ4) Αν η ακτινοβολία αυτή περάσει μέσα από αέριο υδρογόνο τα άτομα του οποίου βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση, μπορεί να τους προκαλέσει διέγερση; Κι αν ναι σε ποιά ενεργειακή κατάσταση αυτά θα διεγερθούν;

Μονάδες 6

5.

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ($n=1$) με ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

Δ1) Να υπολογίσετε την ενέργεια που απαιτείται για να διεγερθεί το άτομο στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n=3$).

Μονάδες 6

Δ2) Να βρείτε τη συχνότητα ενός φωτονίου που αν απορροφηθεί από το ηλεκτρόνιο, μπορεί να προκαλέσει την παραπάνω διέγερση.

Μονάδες 6

Δ3) Να πραγματοποιήσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου θα φαίνονται όλες οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου που πραγματοποιούνται κατά την αποδιέγερση του ατόμου.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε το μικρότερο από τα μήκη κύματος των φωτονίων, που είναι πιθανό να εκπεμφούν κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου.

Μονάδες 6

6.

Φωτόνια προσπίπτουν σε άτομα υδρογόνου που βρίσκονται στην θεμελιώδη κατάσταση και τα διεγείρουν στην ενεργειακή στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό $n = 4$. Δίνονται η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Δ1) Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός ατόμου υδρογόνου στη διεγερμένη κατάσταση που αντιστοιχεί στο κύριο κβαντικό αριθμό $n = 4$.

Μονάδες 6

Κατά τις αποδιεγέρσεις από την ενεργειακή στάθμη που αντιστοιχεί στον κβαντικό αριθμό $n = 4$, στις αμέσως δύο χαμηλότερες ενεργειακές στάθμες ($n = 3$ και $n = 2$) παράγονται οι ακτινοβολίες I και II. Τα φωτόνια που αντιστοιχούν σε αυτές τις ακτινοβολίες έχουν ενέργειες E_{ϕ_1} και E_{ϕ_2} αντίστοιχα.

Δ2) Να υπολογίσετε τις ενέργειες E_{ϕ_1} και E_{ϕ_2} .

Μονάδες 3+3

Δ3) Να υπολογίσετε το λόγο $\frac{\lambda_{\phi_2}}{\lambda_{\phi_1}}$ των μηκών κύματος των δύο ακτινοβολιών, δεδομένου ότι αυτές

διαδίδονται στο κενό. (Ο υπολογισμός να γίνει με στρογγυλοποίηση δευτέρου δεκαδικού ψηφίου).

Μονάδες 5

Οι ακτινοβολίες I και II που διαδίδονταν στο κενό, εισέρχονται ταυτόχρονα σε γυαλί στο οποίο έχουν αντίστοιχα δείκτη διάθλασης $n_1 = 1,5$ και $n_2 = 1,55 = \frac{31}{30}1,5$. Τα μήκη κύματος των ακτινοβολιών I και II στο γυαλί είναι λ_1 και λ_2 αντίστοιχα. Μέσα στο γυαλί κάθε μία από τις ακτινοβολίες διασχίζει απόσταση $d = 0,3 \text{ m}$ και στη συνέχεια εξέρχεται στο κενό.

Δ4) Να υπολογίσετε το λόγο $\frac{c_1}{c_2}$ των ταχυτήτων των δύο ακτινοβολιών, όταν αυτές διέρχονται

μέσα από το γυαλί, καθώς και το χρόνο που απαιτείται για να διανύσει η ακτινοβολία I το μήκος d .

Μονάδες 4+4

7.

Σωματίδια με κινητική ενέργεια 20 eV προσπίπτουν σε άτομα υδρογόνου που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Τα άτομα διεγείρονται σε όλες τις πιθανές διεγερμένες καταστάσεις έως την τρίτη διεγερμένη ($n = 4$) και κατόπιν αποδιεγείρονται, επιστρέφοντας στη θεμελιώδη κατάσταση. Θεωρούμε ότι τα άτομα μετά την αλληλεπίδραση με τα σωματίδια παραμένουν ακίνητα..

Δίνονται η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6$ eV.

Δ1) Να εξηγήσετε πόσες γραμμές θα έχει το φάσμα εκπομπής του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε σε eV την ενέργεια που θα έχει κάθε άτομο υδρογόνου, όταν αυτό βρεθεί στη τρίτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 4$).

Μονάδες 5

Θεωρούμε ότι κάθε σωματίδιο αλληλεπιδρά με ένα μόνο άτομο υδρογόνου.

Δ3) Να βρείτε σε eV την ελάχιστη κινητική ενέργεια που μπορεί να έχει ένα σωματίδιο μετά την αλληλεπίδρασή του με ένα άτομο υδρογόνου.

Μονάδες 7

Η ενέργεια ενός από τα φωτόνια που παρήχθησαν κατά τις αποδιεγέρσεις των ατόμων υδρογόνου από την ενεργειακή στάθμη με $n = 4$, είναι $E_{\phi_1} = 2,55$ eV.

Δ4) Να προσδιορίσετε τον κύριο κβαντικό αριθμό της ενεργειακής στάθμης στην οποία μετέβη ένα άτομο υδρογόνου, ώστε να παραχθεί το φωτόνιο αυτό.

Μονάδες 7

8.

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα ενεργειακό διάγραμμα με τις τέσσερις πρώτες ενεργειακές στάθμες του ατόμου του υδρογόνου.

Κινούμενο ηλεκτρόνιο, με κινητική ενέργεια $K = 12,5 \text{ eV}$, συγκρούεται με ακίνητο άτομο υδρογόνου το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$). Το άτομο υδρογόνου παραμένει ακίνητο σε όλη τη διάρκεια της κρούσης.

$$E_4 = -0,85 \text{ eV} \quad \text{_____} \quad n = 4$$

$$E_3 = -1,51 \text{ eV} \quad \text{_____} \quad n = 3$$

$$E_2 = -3,4 \text{ eV} \quad \text{_____} \quad n = 2$$

$$E_1 = -13,6 \text{ eV} \quad \text{_____} \quad n = 1$$

Το άτομο υδρογόνου διεγείρεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$) εξαιτίας της κρούσης του με το κινούμενο ηλεκτρόνιο και αμέσως μετά αποδιεγείρεται στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 2$) εκπέμποντας φωτόνιο μήκους κύματος λ_0 στο κενό. Το φωτόνιο αυτό εισέρχεται σε διαφανές πλακίδιο πάχους $4,4 \text{ cm}$. Το πάχος αυτό του πλακιδίου είναι ίσο με 10^5 μήκη κύματος του φωτονίου αυτού μέσα στο πλακίδιο.

Να υπολογίσετε:

Δ1) την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου κρούσης μετά την κρούση του με το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Δ2) την ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου από την δεύτερη διεγερμένη στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 6

Δ3) τον δείκτη διάθλασης του διαφανούς πλακιδίου για το φως του φωτονίου που προέκυψε κατά την παραπάνω αποδιέγερση του ατόμου υδρογόνου.

Μονάδες 7

Δ4) τη χρονική διάρκεια της κίνησης του παραπάνω φωτονίου μέσα στο πλακίδιο αν διανύσει μήκος ίσο με το πάχος του πλακιδίου μέσα σε αυτό.

Μονάδες 6

Η ταχύτητα του φωτός στο κενό (αέρα) είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και για διευκόλυνση στις πράξεις σας να θεωρήσετε ότι η σταθερά του Planck είναι περίπου $h = 1,89 \cdot 2,2 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$

9.

Ένα πλήθος ατόμων υδρογόνου που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση διεγείρονται στη τρίτη διεγερμένη κατάσταση

Δ1) Αν $f_{4,2}$ η συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση ατόμου υδρογόνου από την 4^η στην 2^η ενεργειακή στάθμη, και $f_{3,1}$ η συχνότητα του φωτονίου που παράγεται κατά την αποδιέγερση ατόμου υδρογόνου από την 3^η στην 1^η ενεργειακή στάθμη, να δείξετε ότι ισχύει η

$$\text{σχέση: } f_{3,1} = \frac{128}{27} f_{4,2}$$

Μονάδες 7

Δ2) Να γίνει το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου να απεικονίζονται οι ενεργειακές στάθμες έως την τρίτη διεγερμένη κατάσταση και να εξηγηθεί ότι οι αποδιεγέρσεις από την τρίτη διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη μπορεί να πραγματοποιηθούν με τέσσερες διαφορετικούς τρόπους.

Μονάδες 5

Δ3) Ποία από τις αποδιεγέρσεις αυτών των διεγερμένων ατόμων, εκπέμπει φωτόνια με το ελάχιστο μήκος κύματος;

Μονάδες 5

Δ4) Από τις αποδιεγέρσεις όλων των ατόμων παράγονται φωτόνια από τα οποία τα 6000 έχουν το ελάχιστο μήκος κύματος. Αν υποθέσουμε ότι όλοι οι δυνατοί τρόποι αποδιέγερσης έχουν ίδια πιθανότητα, δηλαδή ίδιο πλήθος ατόμων σε κάθε τρόπο αποδιέγερσης, να υπολογίσετε το πλήθος των ατόμων υδρογόνου που διεγέρθηκαν και το πλήθος όλων των φωτονίων που παράχθηκαν.

Μονάδες 8

10.

Φορτισμένα σωματίδια επιταχύνονται από υψηλή διαφορά δυναμικού και διέρχονται από αέριο υδρογόνο τα άτομα του οποίου βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Κατά τη κίνηση αυτή κάθε φορτισμένο σωματίδιο συγκρούεται με ένα άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, στο οποίο δίνει το 50% της κινητικής του ενέργειας. Το κάθε άτομο του υδρογόνου διεγείρεται στην ενεργειακή κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό $n = 3$.

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

η ακτίνα της τροχιάς που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη κατάσταση στο άτομο του υδρογόνου $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ και για το φορτίο του ηλεκτρονίου $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Η ενέργεια του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Όπου χρειαστεί στα αποτελέσματα να κάνετε στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

Δ1) Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$).

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια κάθε φορτισμένου σωματιδίου πριν τη κρούση του με το άτομο υδρογόνου.

Μονάδες 7

Δ3) Αν K_2 είναι η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$) και K_1 η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση να υπολογίσετε το λόγο $\frac{K_2}{K_1}$.

Μονάδες 7

Δ4) Κατά την αυτοδιέγερση των ατόμων του υδρογόνου εκπέμπονται φωτόνια διαφορετικών ενεργειών. Κάποια από τα φωτόνια αυτά έχουν ενέργεια $10,2 \text{ eV}$ το καθένα. Ποιά μετάβαση έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή φωτονίων αυτής της ενέργειας;

Μονάδες 6

11.

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα ενεργειακό διάγραμμα με τις τέσσερις πρώτες ενεργειακές στάθμες του ατόμου του υδρογόνου.

Κινούμενο ηλεκτρόνιο, με κινητική ενέργεια $K = 12,5 \text{ eV}$, συγκρούεται με ακίνητο άτομο υδρογόνου το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$). Το άτομο υδρογόνου παραμένει ακίνητο σε όλη τη διάρκεια της κρούσης.

$E_4 = -0,85 \text{ eV}$	_____	$n = 4$
$E_3 = -1,51 \text{ eV}$	_____	$n = 3$
$E_2 = -3,4 \text{ eV}$	_____	$n = 2$
$E_1 = -13,6 \text{ eV}$	_____	$n = 1$

Το άτομο υδρογόνου διεγείρεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$) εξαιτίας της κρούσης του με το κινούμενο ηλεκτρόνιο και αμέσως μετά αποδιεγείρεται στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 2$) εκπέμποντας φωτόνιο μήκους κύματος λ_0 στο κενό. Το φωτόνιο αυτό εισέρχεται σε διαφανές πλακίδιο πάχους $4,4 \text{ cm}$. Το πάχος αυτό του πλακιδίου είναι ίσο με 10^5 μήκη κύματος του φωτονίου αυτού μέσα στο πλακίδιο.

Να υπολογίσετε:

Δ1) την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου κρούσης μετά την κρούση του με το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Δ2) την ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου από την δεύτερη διεγερμένη στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 6

Δ3) τον δείκτη διάθλασης του διαφανούς πλακιδίου για το φως του φωτονίου που προέκυψε κατά την παραπάνω αποδιέγερση του ατόμου υδρογόνου.

Μονάδες 7

Δ4) τη χρονική διάρκεια της κίνησης του παραπάνω φωτονίου μέσα στο πλακίδιο αν διανύσει μήκος ίσο με το πάχος του πλακιδίου μέσα σε αυτό.

Μονάδες 6

Η ταχύτητα του φωτός στο κενό (αέρα) είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και για διευκόλυνση στις πράξεις σας να θεωρήσετε ότι η σταθερά του Planck είναι περίπου $h = 1,89 \cdot 2,2 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$

12.

Άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, απορροφά φωτόνιο και το ηλεκτρόνιο μεταπηδά στην τροχιά που αντιστοιχεί στο κύριο κβαντικό αριθμό $n = 4$. Δίνονται: η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η ακτίνα της θεμελιώδους τροχιάς του ηλεκτρονίου $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Να υπολογίσετε:

Δ1) την ενέργεια του ατόμου στην τροχιά με κύριο κβαντικό αριθμό $n = 4$,

Μονάδες 5

Δ2) την ακτίνα του ηλεκτρονίου στη νέα του τροχιά,

Μονάδες 6

Δ3) την ενέργεια που πρέπει να έχει ένα φωτόνιο, το οποίο θα απορροφηθεί εξ ολοκλήρου από ένα άτομο υδρογόνου, ώστε το ηλεκτρόνιο του να μεταπηδήσει από τη θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$) στη τρίτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 4$),

Μονάδες 7

Δ4) το μήκος κύματος μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας που θα διαδίδεται στο κενό και κάθε φωτόνιό της θα έχει ενέργεια ίση με την ενέργεια του φωτονίου του ερωτήματος Δ3. Θα ανήκει η ακτινοβολία αυτή στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος;

Μονάδες 5+2

13.

Φωτόνιο ενέργειας $12,75 \text{ eV}$ απορροφάται εξ' ολοκλήρου από άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, οπότε το άτομο του υδρογόνου διεγείρεται. Αν η ενέργεια του ατόμου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η αντίστοιχη ακτίνα της τροχιάς του είναι $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

Δ1) Να υπολογίσετε το κύριο κβαντικό αριθμό n , ο οποίος αντιστοιχεί στη διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 7

Δ2) Να βρείτε την ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου.

Μονάδες 5

Δ3) Να υπολογίσετε τη συχνότητα του φωτονίου που απορροφήθηκε από το άτομο του υδρογόνου. (Ο υπολογισμός της συχνότητας να γίνει με προσέγγιση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου).

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η θερμότητα Q που εκλύεται κατά τη διάρκεια $10,2 \text{ s}$, σε έναν αντιστάτη αντίστασης $R = 10 \Omega$ ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$, από την ενέργεια του φωτονίου της εκφώνησης.

Μονάδες 7

14.

Ηλεκτρόνιο με κινητική ενέργεια $K_1 = 16\text{eV}$ συγκρούεται με ακίνητο άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Το άτομο του υδρογόνου διεγείρεται στη ενεργειακή κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό $n = 3$. Κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης το άτομο του υδρογόνου παραμένει ακίνητο.

Δ1) Πόση είναι η ενέργεια διέγερσης;

Μονάδες 6

Δ2) Πόση είναι η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου μετά την κρούση με το άτομο του υδρογόνου;

Μονάδες 6

Δ3) Το άτομο του υδρογόνου αποδιεγείρεται εκπέμποντας ένα μόνο φωτόνιο. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου στο τετράδιό σας και να παραστήσετε με βέλος την αποδιέγερση. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας αυτής χωρούν σε μήκος 5 cm και να αιτιολογήσετε σε ποιο τμήμα του φάσματος ανήκει η ακτινοβολία.

Μονάδες 7

Δίνονται : η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6\text{eV}$, η σταθερά του Planck (κατά προσέγγιση) $h = 4,03 \cdot 10^{-15}\text{ eV}\cdot\text{s}$ και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$.

15.

Ελεύθερο ηλεκτρόνιο με κινητική ενέργεια $14,6 \text{ eV}$ συγκρούεται με άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$). Δίνονται: η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό/αέρα $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σχέση $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Όπου χρειαστεί να κάνετε στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

Το άτομο του υδρογόνου εξαιτίας της κρούσης διεγείρεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$).

Δ1) Να υπολογίσετε την ενέργεια που απορρόφησε το άτομο του υδρογόνου για να διεγερθεί.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρείτε την κινητική ενέργεια του ελεύθερου ηλεκτρονίου μετά την κρούση του με το άτομο του υδρογόνου. Θεωρήστε ότι εξαιτίας της κρούσης δεν μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Το άτομο του υδρογόνου στη συνέχεια αποδιεγείρεται.

Δ3) Να πραγματοποιήσετε το ποιοτικό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών E_1 , E_2 και E_3 όπου θα φαίνονται όλες οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου που πραγματοποιούνται κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά τη μετάβαση του ηλεκτρονίου του ατόμου από τη δεύτερη ($n = 3$) στη πρώτη ($n = 2$) διεγερμένη κατάσταση. Σε ποιά περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος βρίσκεται;

Μονάδες 6+1

- 16.** Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στην πρώτη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 2$). Δίνεται ότι η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.
- Δ1)** Να βρεθεί η ενέργεια του ατόμου στη κατάσταση αυτή.
- Μονάδες 5*
- Το άτομο αποδιεγείρεται και μεταβαίνει στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο A.
- Δ2)** Να υπολογίσετε την ενέργεια του φωτονίου A.
- Μονάδες 6*
- Το φωτόνιο A που εκπέμπεται από το προηγούμενο άτομο, συναντά στην πορεία του ένα δεύτερο άτομο υδρογόνου το οποίο βρίσκεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n = 3$). Το άτομο του υδρογόνου απορροφά το φωτόνιο A.
- Δ3)** Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου του δεύτερου ατόμου, όταν αυτό θα έχει φτάσει σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυρήνα, ώστε να μη δέχεται δύναμη από αυτόν.
- Μονάδες 7*
- Το ηλεκτρόνιο το οποίο έχει διαφύγει από το δεύτερο άτομο υδρογόνου και έχει φτάσει σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυρήνα του ατόμου, προσπίπτει σε ένα τρίτο άτομο υδρογόνου, το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.
- Δ4)** Να διερευνήσετε αν το τρίτο άτομο υδρογόνου μπορεί να ιονιστεί, λόγω της παραπάνω κρούσης.
- Μονάδες 7*
-
- 17.** Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση όπου έχει ολική ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Όπου χρειαστεί να κάνετε στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.
- Δ1)** Να υπολογίσετε ποια θα ήταν η ενέργεια του αν ήταν διεγερμένο στην πρώτη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 2$).
- Μονάδες 5*
- Δ2)** Να βρείτε την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να έχει ένα σωματίο, το οποίο όταν αλληλεπιδράσει με το άτομο, θα το διεγείρει από τη θεμελιώδη ενεργειακή του κατάσταση, στη τρίτη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 4$).
- Μονάδες 7*
- Τελικά ένα σωματίο με ενέργεια $E = 12,3 \text{ eV}$ εισέρχεται στην περιοχή του ατόμου του υδρογόνου και αλληλεπιδρά με αυτό. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου μεταβαίνει σε κάποια διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση και κατόπιν με δύο διαδοχικές μεταβάσεις επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση.
- Δ3)** Να βρείτε τον κύριο κβαντικό αριθμό της διεγερμένης ενεργειακής κατάστασης στην οποία μετέβη το ηλεκτρόνιο μετά την αλληλεπίδρασή του με το σωματίο.
- Μονάδες 8*
- Δ4)** Να υπολογίσετε την ενέργεια που θα έχει το σωματίο μετά την αλληλεπίδρασή του με το άτομο του υδρογόνου.
- Μονάδες 5*

18.

Το άτομο του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει η ολική ενέργεια $E_1 = -21,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ και η ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Δίνονται ακόμα η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Δ1) Να υπολογιστεί η ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου στην διεγερμένη κατάσταση που αντιστοιχεί στον κύριο κβαντικό αριθμό $n=2$.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογισθεί η ενέργεια του ατόμου στην πρώτη διεγερμένη ($n=2$) και στην δεύτερη διεγερμένη ($n=3$) κατάσταση.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογισθεί το μήκος κύματος στο κενό μονοχρωματικής ακτινοβολίας της οποίας τα φωτόνια εκπέμπονται κατά την αποδιέγερση ατόμων υδρογόνου από την δεύτερη διεγερμένη στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση. Είναι αυτή η ακτινοβολία ορατή;

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογισθεί η ταχύτητα διάδοσης της παραπάνω ακτινοβολίας μέσα σε γυαλί με δείκτη διάθλασης 1,5 για αυτή την ακτινοβολία.

*Μονάδες 6***19.**

Η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση διεγείρεται και αποκτά ενέργεια $E_n = -0,85 \text{ eV}$. Σε ποιο κύριο κβαντικό αριθμό αντιστοιχεί αυτή η διεγερμένη κατάσταση;

Μονάδες 5

Δ2) Πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου του ατόμου στην διεγερμένη κατάσταση που αναφέρεται στο ερώτημα Δ1 από την ακτίνα στη θεμελιώδη κατάσταση;

Μονάδες 5

Δ2) Το άτομο που αναφέρεται στο ερώτημα Δ1 αποδιεγείρεται και επανέρχεται στην θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας μόνο ένα φωτόνιο μήκους κύματος λ_0 στο κενό. Να υπολογίσετε πόσες φορές είναι μεγαλύτερο το μήκος κύματος λ_0 από το ελάχιστο μήκος κύματος ακτίνων X οι οποίες παράγονται σε σωλήνα παραγωγής ακτίνων X, με τάση μεταξύ ανόδου - καθόδου 12750 V.

Μονάδες 8

Δ4) Ακτινοβολία με μήκος κύματος λ_0 διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και στη συνέχεια εισέρχεται σε ένα διαφανές υλικό με δείκτη διάθλασης 1,5. Να υπολογισθεί το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να διανύσει η ακτινοβολία 10m μέσα στο διαφανές υλικό.

Μονάδες 7

20.

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη δεύτερη διεγερμένη κατάσταση ($n=3$) και αποδιεγείρεται εκπέμποντας δύο φωτόνια A, B με ενέργειες E_A και E_B και μήκη κύματος στο κενό λ_A και λ_B αντίστοιχα, όπου $\lambda_A > \lambda_B$. Ονομάζουμε E_1 την ενέργεια του ατόμου στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ1) Να γίνει το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών για τις τρεις πρώτες ενεργειακές στάθμες, στο οποίο οι τιμές των ενεργειών να είναι εκφρασμένες συναρτήσει της E_1 και να απεικονισθούν οι μεταβάσεις του ηλεκτρονίου από τις οποίες εκπέμφθηκαν τα φωτόνια A και B.

Μονάδες 6

Δ2) Να εξηγήσετε σε ποια από τις μεταβάσεις εκπέμπεται το φωτόνιο A και σε ποια το B.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογισθεί ο λόγος των μηκών κύματος $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$.

Μονάδες 8

Δ4) Το μήκος κύματος του φωτονίου A όταν αυτό διέρχεται μέσα από ένα γυαλί γίνεται $\lambda_{A(\gammaυαλιου)} = 75\% \lambda_A$. Να υπολογισθεί ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού για μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος λ_A στο κενό.

*Μονάδες 6***21.**

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, όπου έχει ολική ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου στη τρίτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 4$).

Μονάδες 4

Το άτομο προσλαμβάνει με κρούση ενέργεια $12,09 \text{ eV}$, οπότε διεγείρεται.

Δ2) Να υπολογίσετε το κύριο κβαντικό που αντιστοιχεί στη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση στην οποία μεταβαίνει το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 7

Το παραπάνω άτομο υδρογόνου αποδιεγείρεται επιστρέφοντας στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ3) Αν η αποδιέγερση γίνει με δύο διαδοχικά άλματα του ηλεκτρονίου, να υπολογίσετε την ενέργεια κάθε φωτονίου που εκπέμπεται.

Μονάδες 3+3

Δ4) Να κάνετε το ποσοτικό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου να φαίνονται όλες οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου κατά την αποδιέγερση του ατόμου και στη συνέχεια να αιτιολογήσετε ποια από αυτές τις μεταβάσεις, θα οδηγήσει στην εκπομπή εκείνου του φωτονίου που θα έχει το μεγαλύτερο μήκος κύματος.

Μονάδες 3+5

22.

Ένα σωματίδιο με αρχική κινητική ενέργεια K εισέρχεται σε ένα δοχείο με αέριο υδρογόνο και συγκρούεται με ένα υποθετικά ακίνητο άτομο υδρογόνου. Το σωματίδιο χάνει ένα μέρος της κινητικής του ενέργειας και το άτομο υδρογόνου διεγείρεται. Δίνονται: η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου του υδρογόνου $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ και ότι $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Δ1) Αν κατά την αποδιέγερση του το άτομο υδρογόνου εκπέμπει μόνο ένα φωτόνιο ενέργειας $10,2 \text{ eV}$, να βρείτε σε ποια διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση είχε βρεθεί το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 5

Το σωματίδιο συνεχίζει να κινείται και αλληλεπιδρά με ένα δεύτερο υποθετικά ακίνητο άτομο υδρογόνου το οποίο διεγείρεται στην τρίτη ($n=4$) διεγερμένη ενεργειακή του κατάσταση.

Δ2) Να υπολογίσετε πόση ενέργεια θα έχει χάσει συνολικά το σωματίδιο μετά από τις αλληλεπιδράσεις του με αυτά τα δύο άτομα.

Μονάδες 6

Το άτομο του υδρογόνου, που διεγέρθηκε στην τρίτη ($n=4$) διεγερμένη ενεργειακή του κατάσταση, αποδιεγείρεται και μεταβαίνει στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ3) Να κάνετε το ποσοτικό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου να φαίνονται όλες οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου κατά την αποδιέγερση του ατόμου.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε, με στρογγυλοποίηση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου, το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την απευθείας μετάβαση του ηλεκτρονίου του ατόμου από τη τρίτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 4$) στη θεμελιώδη κατάσταση.

Μονάδες 7

23.

Ένα σωματίδιο με αρχική κινητική ενέργεια K εισέρχεται σε ένα δοχείο με αέριο υδρογόνο και συγκρούεται με ένα υποθετικά ακίνητο άτομο υδρογόνου. Το σωματίδιο χάνει ένα μέρος της κινητικής του ενέργειας και το άτομο υδρογόνου διεγείρεται. Δίνονται: η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου του υδρογόνου $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ και ότι $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Δ1) Αν κατά την αποδιέγερση του το άτομο υδρογόνου εκπέμπει μόνο ένα φωτόνιο ενέργειας $10,2 \text{ eV}$, να βρείτε σε ποια διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση είχε βρεθεί το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 5

Το σωματίδιο συνεχίζει να κινείται και αλληλεπιδρά με ένα δεύτερο υποθετικά ακίνητο άτομο υδρογόνου το οποίο διεγείρεται στην τρίτη ($n=4$) διεγερμένη ενεργειακή του κατάσταση.

Δ2) Να υπολογίσετε πόση ενέργεια θα έχει χάσει συνολικά το σωματίδιο μετά από τις αλληλεπιδράσεις του με αυτά τα δύο άτομα.

Μονάδες 6

Το άτομο του υδρογόνου, που διεγέρθηκε στην τρίτη ($n=4$) διεγερμένη ενεργειακή του κατάσταση, αποδιεγείρεται και μεταβαίνει στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ3) Να κάνετε το ποσοτικό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου να φαίνονται όλες οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου κατά την αποδιέγερση του ατόμου.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε, με στρογγυλοποίηση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου, το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την απευθείας μετάβαση του ηλεκτρονίου του ατόμου από τη τρίτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 4$) στη θεμελιώδη κατάσταση.

Μονάδες 7

24.

Φορτισμένα σωματίδια επιταχύνονται και διέρχονται από αέριο υδρογόνο τα άτομα του οποίου βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Κάθε φορτισμένο σωματίδιο συγκρούεται με ένα άτομο υδρογόνου στο οποίο μεταβιβάζει το 50% της κινητικής του ενέργειας. Τα άτομα του υδρογόνου διεγείρονται και μεταβαίνουν σε τροχιά η οποία, σύμφωνα με το πρότυπο Bohr, είναι κυκλική με ακτίνα $r = 9 r_1$, όπου r_1 η ακτίνα της θεμελιώδους τροχιάς του ατόμου του υδρογόνου.

Θεωρούμε ότι κάθε άτομο του υδρογόνου παραμένει ακίνητο κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης του με το σωματίδιο.

Δ₁) Να υπολογίσετε τον κύριο κβαντικό αριθμό n της διεγερμένης κατάστασης

Μονάδες 5

Δ₂) Να υπολογίσετε την αρχική κινητική ενέργεια κάθε φορτισμένου σωματιδίου σε eV.

Μονάδες 7

Δ₃) Αν K είναι η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων στη διεγερμένη κατάσταση και K_1 η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων στη θεμελιώδη κατάσταση να υπολογίσετε το λόγο $\frac{K}{K_1}$

Μονάδες 7

Δ₄) Κατά την αποδιέγερση των ατόμων του υδρογόνου εκπέμπονται φωτόνια διαφορετικών ενεργειών. Κάποια από τα φωτόνια αυτά που έχουν ενέργεια $10,2 \text{ eV}$ εισέρχονται μέσα σε διαφανές υλικό με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$. Να υπολογίσετε:

A. την ταχύτητα διάδοσης των φωτονίων μέσα στο διαφανές υλικό

B. την ενέργεια κάθε φωτονίου, στο διαφανές υλικό

Γ. την % μεταβολή του μήκους κύματος κατά τη μετάβαση της ακτινοβολίας αυτής από το κενό στο διαφανές υλικό

Μονάδες 6

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

και το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Η ενέργεια του ατόμου υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

25.

Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από τάση $V = 13V$ και προσπίπτει σε ακίνητο άτομο υδρογόνου που αρχικά βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ1) Να δείξετε ότι το ηλεκτρόνιο-βλήμα δεν μπορεί να προκαλέσει ιονισμό του ατόμου υδρογόνου, το οποίο θεωρείται ακίνητο στη διάρκεια της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ2) Αν η κρούση αυτή προκάλεσε στο άτομο υδρογόνου τη μέγιστη δυνατή διέγερση, φέρνοντας το ηλεκτρόνιο στην $3^{\text{η}}$ διεγερμένη κατάσταση, να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια (σε eV) του σωματιδίου – βλήματος όταν μετά τη σκέδασή του έχει απομακρυνθεί αρκετά μακριά από το σημείο κρούσης.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο υδρογόνου αποδιεγείρεται στην θεμελιώδη κατάσταση. Κατά την αποδιέγερση του εκπέμπονται δύο φωτόνια από τα οποία το ένα είναι φωτόνιο ορατού φωτός.

Δ3) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών για το άτομο του υδρογόνου, να δείξετε πάνω σε αυτό τα δύο ενεργειακά άλματα κατά την αποδιέγερση του και να υπολογίσετε τη συχνότητα του ορατού φωτός που προκύπτει.

Μονάδες 8

Δ4) Ποιο από τα δύο φωτόνια που παράγονται με την αποδιέγερση του ατόμου υδρογόνου που περιγράψαμε, θα μπορούσε να προκαλέσει διέγερση ενός γειτονικού ατόμου υδρογόνου που βρίσκεται στην θεμελιώδη κατάσταση και κατά πόσο;

Μονάδες 5

Δίνονται: το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου $q_{\eta\lambda} = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, η σταθερά του Planck $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $C_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

26.

Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από την ηρεμία από τάση V . Με την κινητική ενέργεια που απέκτησε προσπίπτει σε ακίνητο άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και του προκαλεί διέγερση στη 2^{η} διεγερμένη κατάσταση. Το άτομο υδρογόνου θεωρείται ακίνητο σε όλη τη διάρκεια της κρούσης, ενώ το ηλεκτρόνιο – βλήμα απομακρύνεται από το χώρο της κρούσης με τελική κινητική ενέργεια $K_1 = 0,41 eV$. Να υπολογίσετε:

Δ1) την ενέργεια (eV) που απορρόφησε το άτομο υδρογόνου από το ηλεκτρόνιο-βλήμα

Μονάδες 6

Δ2) την τάση που αρχικά είχε επιταχύνει το ηλεκτρόνιο-βλήμα

Μονάδες 6

Δ3) την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρονιοβόλτ (eV), του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου στη διεγερμένη κατάσταση στην οποία βρέθηκε αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δ4) Αν με την αποδιέγερση του ατόμου υδρογόνου προκύπτουν δύο φωτόνια και το ένα είναι ορατού φωτός, να υπολογίσετε τις συχνότητες των δύο αυτών φωτονίων που παράγονται και να καθορίσετε ποιο αντιστοιχεί σε ορατό φως.

Μονάδες 6

Δίνονται: το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου $q_{\eta\lambda} = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, η σταθερά του Planck $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $C_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

27.

Κατά την αποδιέγερση ενός ατόμου υδρογόνου από μια διεγερμένη προς τη θεμελιώδη κατάσταση, εκπέμπεται ένα φωτόνιο ενέργειας $E = 10,2 \text{ eV}$.

Δ1) Να υπολογίσετε τη συχνότητα και το μήκος κύματος του φωτονίου.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρείτε μεταξύ ποίων επιτρεπόμενων τροχιών έγινε η αποδιέγερση.

Μονάδες 6

Το φωτόνιο που εκπέμπεται, διέρχεται από τον αέρα σε γυαλί, το οποίο έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,2$.

Δ3) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ενέργειας και η μεταβολή του μήκους κύματος του φωτονίου κατά το πέρασμά του από τον αέρα στο γυαλί.

Μονάδες 7

Δ4) Να βρείτε πόσα μήκη κύματος αυτού του φωτονίου χωράνε μέσα σε τέτοιο γυαλί πάχους $d = 1 \text{ cm}$.

Μονάδες 6

Δίνονται:

Ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$

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

Ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Σταθερά του Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Να θεωρήσετε ότι $\frac{16,32}{6,63} \approx 2,5$

28.

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση με ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Όπου χρειαστεί να κάνετε στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

Δ1) Να υπολογίσετε την ενέργεια για τις δύο πρώτες διεγερμένες καταστάσεις ($n = 2$ και $n = 3$) του ατόμου του υδρογόνου.

Μονάδες 3+3

Ένα σωματίδιο με κινητική ενέργεια K συγκρούεται με το άτομο του υδρογόνου και στη συνέχεια ακινητοποιείται. Το άτομο διεγείρεται λόγω της κρούσης, οπότε μεταβαίνει στην ενεργειακή κατάσταση η οποία αντιστοιχεί στο κύριο κβαντικό αριθμό $n = 3$. Θεωρούμε ότι όλη η κινητική ενέργεια του σωματιδίου απορροφάται από το ηλεκτρόνιο του ατόμου.

Δ2) Να υπολογίσετε τη κινητική ενέργεια K που είχε το σωματίδιο τη στιγμή της κρούσης με το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο του υδρογόνου αποδιεγείρεται εκπέμποντας ακτινοβολία οπότε επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ3) Δύο μαθητές A, B υποστηρίζουν ο μὲν A ότι «Κατά την αποδιέγερση του συγκεκριμένου ατόμου μπορεί να έχουμε εκπομπή τριών το πολύ φωτονίων» και ο B ότι «Κατά την αποδιέγερση του συγκεκριμένου ατόμου μπορεί να έχουμε εκπομπή δύο το πολύ φωτονίων». Να εξηγήσετε αν κάποιους από τους μαθητές έχει δίκιο ή όχι.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε τη μεγαλύτερη δυνατή συχνότητα που μπορεί να έχει ένα εκπεμπόμενο φωτόνιο κατά την αποδιέγερση του συγκεκριμένου ατόμου.

Μονάδες 7

29.

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση όπου έχει ολική ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό/αέρα $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Όπου χρειαστεί να κάνετε στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

Το άτομο του υδρογόνου απορροφά ενέργεια $13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Να αιτιολογήσετε αν το άτομο ιονίζεται ή όχι.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε πόση ενέργεια πρέπει να απορροφήσει το άτομο του υδρογόνου, ώστε να διεγερθεί στην ενεργειακή κατάσταση η οποία αντιστοιχεί στον κύριο κβαντικό αριθμό $n = 3$.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του φωτονίου που πρέπει να απορροφήσει το άτομο ώστε να πραγματοποιηθεί η παραπάνω διέγερση.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο του υδρογόνου αποδιεγείρεται εκπέμποντας ακτινοβολία οπότε επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Δ4) Αν το ηλεκτρόνιο του ατόμου μεταβαίνει στη θεμελιώδη κατάσταση πραγματοποιώντας δύο διαδοχικά άλματα, να υπολογίσετε την ενέργεια κάθε φωτονίου που εκπέμπεται.

Μονάδες 7

30.

Στο άτομο του υδρογόνου η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Να βρεθεί η ενέργεια (σε eV) της πρώτης και της δεύτερης διεγερμένης στάθμης του ατόμου.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί η ενέργεια (σε eV) ενός φωτονίου που απαιτείται για να προκαλέσει την μετάβαση του ηλεκτρονίου από την $1^{\text{η}}$ διεγερμένη στάθμη στη $2^{\text{η}}$ διεγερμένη στάθμη.

Μονάδες 6

Δ3) Να κάνετε διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών (eV) του ηλεκτρονίου στο άτομο υδρογόνου και να δείξετε με πόσους διαφορετικούς τρόπους μπορεί να αποδιεγείρεται από τη $2^{\text{η}}$ διεγερμένη στάθμη ένα άτομο υδρογόνου. Πόσα είδη φωτονίων είναι δυνατόν να εκπέμπονται κατά την αποδιέγερση ενός ατόμου με κάθε ένα από τους παραπάνω τρόπους και ποια η μέγιστη ενέργεια (σε eV) που μπορεί να έχει ένα φωτόνιο το οποίο εκπέμπεται σε μια τέτοια αποδιέγερση ατόμου υδρογόνου;

Μονάδες 7

Δ4) Αν σε ένα υποθετικό πείραμα 100000 άτομα υδρογόνου βρέθηκαν στη $2^{\text{η}}$ διεγερμένη στάθμη και αποδιεγέρθηκαν τα 50000 από αυτά με ένα απευθείας άλμα προς τη θεμελιώδη κατάσταση ενώ τα υπόλοιπα με άλλο τρόπο, πόσα φωτόνια παράχθηκαν;

Μονάδες 6

31.

Το άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση στην οποία η ολική ενέργεια είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Να βρεθεί η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για να ιονισθεί το άτομο.

Μονάδες 5

Δ2) Πόση ενέργεια απαιτείται για να διεγερθεί το άτομο στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση $n = 2$;

Μονάδες 7

Δ3) Το άτομο διεγείρεται και αποκτά ενέργεια $-0,85 \text{ eV}$, σε ποιο κύριο κβαντικό αριθμό αντιστοιχεί αυτή η διεγερμένη κατάσταση;

Μονάδες 7

Δ4) Κατά την αποδιέγερση ενός ατόμου υδρογόνου το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από την τροχιά με κύριο κβαντικό αριθμό $n=3$ στην τροχιά με κύριο κβαντικό αριθμό $n=2$, οπότε εκπέμπεται φωτόνιο Α και στη συνέχεια το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από την τροχιά με κύριο κβαντικό αριθμό $n=2$ στην τροχιά με κύριο κβαντικό αριθμό $n=1$, οπότε εκπέμπεται φωτόνιο Β. Ποιο από τα φωτόνια Α και Β έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

32.

Σε διεγερμένο άτομο υδρογόνου το ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε τροχιά με ακτίνα $r = 4,77 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

Δ1) Να υπολογίσετε τον κύριο κβαντικό αριθμό n και την ολική ενέργεια του διεγερμένου ατόμου. Δίνονται η ακτίνα Bohr $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ και $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τη δυναμική U και την κινητική K , ενέργεια του ηλεκτρονίου στο διεγερμένο άτομο.

Μονάδες 6

Δ3) Να κατασκευάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου που αντιστοιχούν στους κύριους κβαντικούς αριθμούς $n = 1, 2$ και 3 και να σημειώσετε δίπλα σε κάθε στάθμη την ενέργειά της σε eV. Κατόπιν βρείτε τον αριθμό των διαφορετικών τρόπων αποδιέγερσης του διεγερμένου ατόμου μέχρι την θεμελιώδη κατάσταση, καθώς και τον αριθμό των φωτονίων διαφορετικής συχνότητας που εκπέμπονται σε κάθε τρόπο αποδιέγερσης.

Μονάδες 7

Δ4) Τα διεγερμένα άτομα του υδρογόνου περιέχονται στο σωλήνα Geissler, (διπλανή εικόνα) που υπάρχει στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του Λυκείου σας. Να υπολογίσετε σε nm και σε προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου, τα διαφορετικά μήκη κύματος των ακτινοβολιών που μπορούν να εκπεμφθούν κατά τις αποδιεγέρσεις του πιο πάνω διεγερμένου ατόμου.



Να εξετάσετε κατόπιν πόσες από αυτές τις ακτινοβολίες είναι εντός του ορατού φάσματος.

Δίνονται $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ και $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

και για την διευκόλυνση των αριθμητικών πράξεων $\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cong 12,4 \cdot 10^{-7}$

Μονάδες 7

33.

Σε σωλήνα, στα άκρα του οποίου εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση, περιέχεται αέριο υδρογόνο σε χαμηλή πίεση τα άτομα του οποίου διεγείρονται σε διάφορες επιτρεπόμενες τροχιές και αποδιεγείρονται εκπέμποντας φωτόνια συγκεκριμένων συχνοτήτων. Στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του Λυκείου, οι μαθητές χρησιμοποιώντας φασματοσκόπιο με τον παραπάνω σωλήνα απεικόνισαν το φάσμα εκπομπής του υδρογόνου. Παρατήρησαν ότι το φάσμα αυτό αποτελείται μόνο από τέσσερις γραμμές (κόκκινη, πράσινη, κίτρινη και ιώδη). Υποθέτουμε ότι η συσκευή έδωσε αρκετή ενέργεια στα άτομα του υδρογόνου ώστε να τα διεγείρει στην διεγερμένη κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό $n=4$.

Δ1) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου για τους κύριους κβαντικούς αριθμούς $n=1, 2, 3$ και 4 και να σχεδιάσετε όλες τις πιθανές αποδιεγέρσεις.

Γιατί στο φάσμα παρατηρούνται μόνο τέσσερις γραμμές, ενώ τα άτομα αποδιεγείρονται από την $n=4$;

Μονάδες 4+2

Το μήκος κύματος της ερυθρής ακτινοβολίας που παράγεται κατά τις αποδιεγέρσεις είναι 656 nm και της ιώδους 410 nm .

Δ2) Να υπολογίσετε πόσες φορές μεγαλύτερη ενέργεια έχει το φωτόνιο της ιώδους ακτινοβολίας από το φωτόνιο της ερυθρής ακτινοβολίας

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την ελάχιστη ηλεκτρική τάση από την οποία πρέπει να επιταχυνθεί ένα ηλεκτρόνιο ώστε να προκαλέσει διέγερση ενός ατόμου υδρογόνου από τη θεμελιώδη κατάσταση στην τροχιά με $n = 4$.

Μονάδες 6

Δ4) Να αποδείξετε ότι για τις αποδιεγέρσεις από οποιαδήποτε ανώτερη ενεργειακή στάθμη ($n > 2$) στην ενεργειακή στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό $n = 2$, ισχύει:

$$\frac{1}{\lambda_{n \rightarrow 2}} = \frac{E_1}{h \cdot c} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

Μονάδες 7

Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, και η ολική ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

34.

Ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου αποδιεγείρεται από την κατάσταση με $n = 3$ στην κατάσταση με $n = 1$ με ένα κβαντικό άλμα. Κατά την αποδιέγερση εκπέμπεται ένα φωτόνιο. Η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Δ₁) Να βρεθούν η ενέργεια και το μήκος κύματος του εκπεμπόμενου φωτονίου.

Μονάδες 6

Το φωτόνιο αλληλεπιδρά με άλλο διεγερμένο άτομο υδρογόνου το οποίο βρίσκεται κατάσταση με $n = 2$ και το ιονίζει.

Δ₂) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου που απελευθερώνεται από το διεγερμένο άτομο (θεωρώντας ότι το άτομο παραμένει πρακτικά ακίνητο).

Μονάδες 6

Δ₃) Να υπολογιστεί η κινητική και η δυναμική ενέργεια του αρχικού ατόμου του υδρογόνου, όταν αυτό βρίσκεται στην κατάσταση με $n = 3$.

Μονάδες 6

Δ₄) Αν το φωτόνιο που προέρχεται από την αποδιέγερση του αρχικού ατόμου υδρογόνου περνούσε κάθετα από το κενό σε γυαλί με πάχος $d = 1 \text{ cm}$ και δείκτη διάθλασης $n = 1,1$ γι αυτή τη συχνότητα, με πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας του φωτονίου θα ήταν ίσο το πάχος του γυαλιού;

Μονάδες 7

Δίνονται:

Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Σταθερά του Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Να θεωρήσετε ότι $\frac{19,34}{6,63} \approx 3$

35.

Ένα σωματίδιο με αρχική κινητική ενέργεια $K_{αρχ} = 30 \text{ eV}$ συγκρούεται με άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και έχει ενέργεια $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Το άτομο του υδρογόνου ιονίζεται ενώ πρακτικά παραμένει ακίνητο και το σωματίδιο κρούσης, απομακρύνεται από το χώρο της κρούσης με κινητική ενέργεια $K_{τελ} = 6,2 \text{ eV}$.

Δ₁) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου που απελευθερώνεται από το ιονισμένο άτομο.

Μονάδες 6

Το ηλεκτρόνιο που προέκυψε από τον ιονισμό του ατόμου υδρογόνου, συγκρούεται με άλλο άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και το διεγείρει.

Δ₂) Να βρείτε σε ποια κατάσταση διεγείρεται το άτομο του υδρογόνου.

Μονάδες 6

Το διεγερμένο άτομο αποδιεγείρεται με ένα κβαντικό άλμα. Κατά την αποδιέγερση παράγεται ένα φωτόνιο.

Δ₃) Να υπολογιστούν η συχνότητα και το μήκος κύματος του φωτονίου.

Μονάδες 6

Το φωτόνιο που προέρχεται από την αποδιέγερση του ατόμου υδρογόνου περνάει από το κενό σε γυαλί με δείκτη διάθλασης $n = 1,2$ για τη συχνότητα αυτή.

Δ₄) Να υπολογίσετε τη μεταβολή του μήκους κύματος κατά τη διέλευση από το κενό στο γυαλί, καθώς και πόσα μήκη κύματος χωράνε μέσα σε γυαλί πάχους $d = 1 \text{ cm}$.

Μονάδες 7

Δίνονται:

Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Σταθερά του Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Να θεωρήσετε ότι $\frac{16,32}{6,63} \approx 2,5$

36.

Μια ποσότητα αερίου υδρογόνου αποτελούμενη από άτομα που αρχικά βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση, βομβαρδίζεται από ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια. Τα άτομα του αερίου διεγείρονται σε κάποια ενεργειακή στάθμη. Εάν στο φάσμα εκπομπής του αερίου αυτού εμφανίζεται μόνο μία γραμμή που ανήκει στο ορατό, να υπολογίσετε:

Δ1) Τη στάθμη μέγιστης ενέργειας στην οποία είναι δυνατόν να διεγέρθηκαν τα άτομα.

(Μονάδες 6)

Δ2) Ποιά είναι η ελάχιστη κινητική ενέργεια K_{\min} που πρέπει να έχει ένα ηλεκτρόνιο για να προκαλέσει αυτή τη διέγερση.

(Μονάδες 7)

Δ3) Από πόσες γραμμές αποτελείται το φάσμα εκπομπής του αερίου και πόσο είναι το μικρότερο μήκος κύματος του φάσματος αυτού;

(Μονάδες 6)

Δ4) Ένα φωτόνιο με το μικρότερο μήκος κύματος του φάσματος εκπομπής που περιγράψαμε, απορροφάται από ένα άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη 2^η διεγερμένη στάθμη. Πόση είναι η κινητική ενέργεια K του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου μετά την απορρόφηση;

(Μονάδες 6)

Να θεωρήσετε ότι τα άτομα του υδρογόνου παραμένουν ακίνητα κατά τη διάρκεια των αλληλεπιδράσεων.

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

Για διευκόλυνση στους υπολογισμούς σας να θεωρήσετε ότι: $\frac{6,6 \cdot 3}{12,09 \cdot 1,6} = 1$

37.

Μια ποσότητα αερίου υδρογόνου αποτελούμενη από άτομα που αρχικά βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση, βομβαρδίζεται από ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια. Τα άτομα του αερίου διεγείρονται σε κάποια ενεργειακή στάθμη. Εάν στο φάσμα εκπομπής του αερίου αυτού εμφανίζεται μόνο μία γραμμή που ανήκει στο ορατό, να υπολογίσετε:

Δ1) Τη στάθμη μέγιστης ενέργειας στην οποία είναι δυνατόν να διεγέρθηκαν τα άτομα.

(Μονάδες 6)

Δ2) Ποιά είναι η ελάχιστη κινητική ενέργεια K_{\min} που πρέπει να έχει ένα ηλεκτρόνιο για να προκαλέσει αυτή τη διέγερση.

(Μονάδες 7)

Δ3) Από πόσες γραμμές αποτελείται το φάσμα εκπομπής του αερίου και πόσο είναι το μικρότερο μήκος κύματος του φάσματος αυτού;

(Μονάδες 6)

Δ4) Ένα φωτόνιο με το μικρότερο μήκος κύματος του φάσματος εκπομπής που περιγράψαμε, απορροφάται από ένα άτομο υδρογόνου που βρίσκεται στη 2^η διεγερμένη στάθμη. Πόση είναι η κινητική ενέργεια K του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου μετά την απορρόφηση;

(Μονάδες 6)

Να θεωρήσετε ότι τα άτομα του υδρογόνου παραμένουν ακίνητα κατά τη διάρκεια των αλληλεπιδράσεων.

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

Για διευκόλυνση στους υπολογισμούς σας να θεωρήσετε ότι: $\frac{6,6 \cdot 3}{12,09 \cdot 1,6} = 1$

38.

Ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται αρχικά στη τρίτη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 4$). Το άτομο αποδιεγείρεται, οπότε το ηλεκτρόνιό του μπορεί να επανέλθει στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση μέσω διαφορετικών μεταβάσεων.

Δίνονται: η ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση $r_1 = 0,5 \cdot 10^{-10}$ m, η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση

$E_1 = -13,6$ eV, η σταθερά του Planck $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34}$ J·s και ότι η απόλυτη τιμή του

φορτίου του ηλεκτρονίου είναι $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Δ1) Να υπολογίσετε την ακτίνα του ατόμου του υδρογόνου καθώς και την ολική του ενέργεια σε eV, όταν αυτό βρίσκεται στη τρίτη διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 2+3

Δ2) Να σχεδιάσετε το ποσοτικό διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών, όπου να φαίνονται όλες οι πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου κατά την αποδιέγερση του ατόμου του υδρογόνου από τη τρίτη διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη. Να αναφέρετε πόσες πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου είναι δυνατό να γίνουν, κατά την αποδιέγερση αυτή.

Μονάδες 6+1

Δ3) Να υπολογίσετε σε eV, τη δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου, όταν το άτομο βρίσκεται στη πρώτη διεγερμένη κατάσταση ($n = 2$).

Μονάδες 6

Κατά την αποδιέγερση ενός διεγερμένου ατόμου υδρογόνου, μια πιθανή μετάβαση του ηλεκτρονίου του ατόμου είναι από τη τρίτη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 4$), στη πρώτη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 2$).

Δ4) Να υπολογίσετε, με στρογγυλοποίηση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου, τη συχνότητα του φωτονίου που εκπέμπεται κατά τη παραπάνω μετάβαση του ηλεκτρονίου.

Μονάδες 7

39.

Στο γυάλινο σωλήνα που φαίνεται στη διπλανή εικόνα, περιέχονται 10^{15} άτομα υδρογόνου. Ο σωλήνας τροφοδοτείται στα άκρα του με υψηλή τάση και φωτοβολεί.

Δ1. Να υπολογίσετε την ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου σε eV στη διεγερμένη κατάσταση με $n = 3$.

Μονάδες 5

Δ2. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των τριών πρώτων ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου, στο οποίο να φαίνονται όλοι οι δυνατοί τρόποι αποδιέγερσης από τη διεγερμένη κατάσταση με $n = 3$ στη θεμελιώδη κατάσταση.

Μονάδες 6

Δ3. Πόσες φασματικές γραμμές υπάρχουν στο ορατό φάσμα εκπομπής και να υπολογίσετε σε ποια μήκη κύματος αντιστοιχούν (ή σε ποιο μήκος κύματος αντιστοιχεί αν είναι μία).

Μονάδες 7

Από τα άτομα υδρογόνου που περιέχει ο σωλήνας θεωρούμε ότι μόνο το 1 % του πληθυσμού διεγείρονται. Θεωρούμε ότι τα άτομα αυτά διεγείρονται στην $n=3$.

Δ4. Μετά από ελάχιστο χρονικό διάστημα όλα τα άτομα θα επανέλθουν στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας φωτόνια. Να υπολογίσετε την συνολική ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτονίων σε eV.

Μονάδες 7



Δίνονται: η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και το φορτίο του ηλεκτρονίου $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Για τους αριθμητικούς υπολογισμούς θεωρείστε ότι $1,89 \cdot 1,6 \approx 3$

40.

Δέσμη φορτισμένων σωματιδίων κατευθύνεται σε ποσότητα αερίου υδρογόνου αποτελούμενη από $N = 6 \cdot 10^{23}$ άτομα που αρχικά βρίσκονται στη θεμελιώδη τους κατάσταση. Καθένα από τα σωματίδια της δέσμης έχει ηλεκτρικό φορτίο $q = 2e$ και έχει επιταχυνθεί από τάση $V = 10,2 \text{ V}$. Η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $-13,6 \text{ eV}$.

Δ1) Να υπολογίσετε σε eV την κινητική ενέργεια που απόκτησε κάθε φορτισμένο σωματίδιο της δέσμης, εξαιτίας της επιτάχυνσης του από την τάση V .

Μονάδες 6

Έστω ότι κάθε σωματίδιο της δέσμης συγκρούεται με ένα μόνο άτομο υδρογόνου, το οποίο θεωρούμε ότι παραμένει ακίνητο κατά τη διάρκεια της κρούσης. Κατά τις συγκρούσεις αυτές, κάποια άτομα απορροφούν όλη την κινητική ενέργεια των φορτισμένων σωματιδίων με τα οποία συγκρούονται και ιονίζονται.

Δ2) Να υπολογίσετε σε eV την κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου που απομακρύνθηκε κατά τον ιονισμό του από το άτομο, όταν πλέον βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πορήνα του ατόμου.

Μονάδες 6

Κάποια άλλα από τα άτομα του υδρογόνου απορροφούν το 50% της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων με τα οποία συγκρούονται, οπότε και διεγείρονται.

Δ3) Να εξετάσετε σε ποια ενεργειακή κατάσταση διεγείρονται αυτά τα άτομα του υδρογόνου και να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια K_e που έχει το ηλεκτρόνιο του ατόμου όταν αυτό βρίσκεται σ' αυτή τη διεγερμένη κατάσταση.

Μονάδες 6

Ας υποθέσουμε ότι το 1/3 των ατόμων υδρογόνου μετά την κρούση τους με τα φορτισμένα σωματίδια διεγείρονται στη δεύτερη διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση ($n = 3$).

Δ4) Να υπολογίσετε πόσα φωτόνια εκπέμπονται κατά τις αποδιεγέρσεις αυτών των ατόμων, αν θεωρήσουμε ότι όλοι οι τρόποι αποδιεγέρσης από τη διεγερμένη αυτή κατάσταση στη θεμελιώδη, έχουν την ίδια πιθανότητα να πραγματοποιηθούν.

Μονάδες 7

41.

Άτομο υδρογόνου βρίσκεται σε κατάσταση όπου η στροφορμή του είναι ίση με $3,15 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Δ1) Σε ποια στάθμη βρίσκεται το ηλεκτρόνιο;

Μονάδες 6

Δ2) Αν το άτομο έφθασε στην προηγούμενη διεγερμένη κατάσταση, ξεκινώντας από τη θεμελιώδη, απορροφώντας ένα φωτόνιο, ποια ήταν η ενέργεια αυτού του φωτονίου σε eV;

Μονάδες 6

Δ3) Σχεδιάστε σε ένα διάγραμμα ενεργειακών σταθμών όλες τις δυνατές αποδιεγέρσεις, από τη διεγερμένη στάθμη μέχρι το ηλεκτρόνιο να φθάσει στη θεμελιώδη κατάσταση και υπολογίστε τη μικρότερη από τις προκύπτουσες συχνότητες με ακρίβεια 2° δεκαδικού ψηφίου.

Μονάδες 6

Δ4) Υπολογίστε την % μεταβολή της στροφορμής για την αποδιέγερση που οδηγεί στη θεμελιώδη κατάσταση.

Μονάδες 7

Δίνονται η σταθερά $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34}$ J·s, η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση $E_1 = -13,6$ eV και το στοιχειώδες φορτίο του ηλεκτρονίου $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

42.

Σε σωλήνα, στα άκρα του οποίου εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση, περιέχεται αέριο υδρογόνο σε χαμηλή πίεση τα άτομα του οποίου διεγείρονται σε διάφορες επιτρεπόμενες τροχιές και αποδιηγείρονται εκπέμποντας φωτόνια συγκεκριμένων συχνοτήτων. Στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του Λυκείου, οι μαθητές χρησιμοποιώντας φασματοσκόπιο με τον παραπάνω σωλήνα απεικόνισαν το φάσμα εκπομπής του υδρογόνου. Παρατήρησαν ότι το φάσμα αυτό αποτελείται μόνο από τέσσερις γραμμές (κόκκινη, πράσινη, κυανή και ιώδη).

Δ1) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου για τους κύριους κβαντικούς αριθμούς $n=1, 2, 3$ και 4 και να σχεδιάσετε όλες τις πιθανές αποδιηγέρσεις.

Μονάδες 6

Το μήκος κύματος της ερυθρής ακτινοβολίας που παράγεται κατά τις αποδιηγέρσεις είναι 656 nm και της ιώδους 410 nm .

Δ2) Να υπολογίσετε πόσες φορές μεγαλύτερη ενέργεια έχει το φωτόνιο της ιώδους ακτινοβολίας από το φωτόνιο της ερυθρής ακτινοβολίας

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την ελάχιστη ηλεκτρική τάση από την οποία πρέπει να επιταχυνθεί ένα ηλεκτρόνιο ώστε να προκαλέσει διέγερση ενός ατόμου υδρογόνου από τη θεμελιώδη κατάσταση στην τροχιά με $n=4$.

Μονάδες 6

Δ4) Να αποδείξετε ότι για τις αποδιηγέρσεις από οποιαδήποτε ανώτερη ενεργειακή στάθμη ($n > 2$) στην ενεργειακή στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό $n=2$, ισχύει:

$$\frac{1}{\lambda_{n \rightarrow 2}} = \frac{E_1}{h \cdot c} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

Μονάδες 7

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