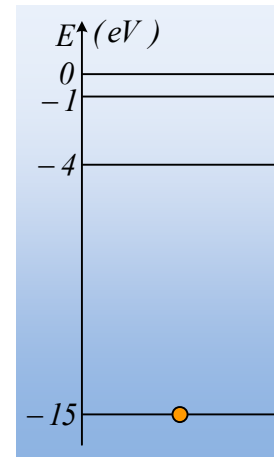


### Η διέγερση και ο ιονισμός ενός ατόμου.

Στο σχήμα φαίνονται οι 3 πρώτες ενεργειακές στάθμες, καθώς και η κατάσταση με  $E=0$ , ενός υποθετικού ατόμου (σε eV), το οποίο έχει ένα ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.



- i) Με απορρόφηση ενός φωτονίου το ηλεκτρόνιο έρχεται στη στάθμη  $-1\text{eV}$ . Πόση ενέργεια είχε το φυτόνιο που απορροφήθηκε;
- ii) Ένα φωτόνιο με ενέργεια  $13,5\text{eV}$  προσπίπτει στο άτομο. Εξηγήστε τι μπορεί να συμβεί.
- iii) Τι μπορεί να συμβεί όταν ένα ηλεκτρόνιο με κινητική ενέργεια  $10\text{eV}$  συγκρουστεί με το άτομο.
- iv) Ένα ηλεκτρόνιο (A) επιταχύνεται από τάση  $V=13,5\text{V}$  και με κρούση με το ηλεκτρόνιο του ατόμου, το διεγείρει. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια (σε eV) του κινούμενου ηλεκτρονίου (A) μετά την κρούση και το μήκος κύματος του φωτονίου ή των φωτονίων που μπορεί να εκπέμψει το άτομο.
- v) Το άτομο αυτό απορροφά ένα φωτόνιο συχνότητας  $10^{16}\text{Hz}$ . Να εξηγήστε γιατί το άτομο ιονίζεται και να βρείτε την τελική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου.  
Δίνονται  $h=6\cdot 10^{-34}\text{Js}$  και  $c=3\cdot 10^8\text{ m/s}$ ,  $e=-1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ , ενώ κατά τις παραπάνω αλληλεπιδράσεις ο πυρήνας του ατόμου παραμένει ακίνητος.

#### Απάντηση:

- i) Κατά τη μετάβαση του ηλεκτρονίου από την θεμελιώδη κατάστασή του με ενέργεια  $E_1=-15\text{eV}$ , στην στάθμη με  $E_3=-1\text{eV}$ , η ενέργειά του αυξήθηκε κατά:

$$\Delta E = E_3 - E_1 = -1\text{eV} - (-15\text{eV}) = 14\text{eV}.$$

Αυτήν την ενέργεια, το ηλεκτρόνιο την πήρε απορροφώντας ένα φωτόνιο, συνεπώς το φωτόνιο αυτό είχε ενέργεια  $E_\varphi = 14\text{eV}$ .

- ii) Δεν θα συμβεί τίποτα και το φωτόνιο θα συνεχίσει... την πορεία του. Αυτό διότι, αν απορροφηθεί το φωτόνιο από το άτομο, τότε η ενέργειά του θα γίνει:

$$E_1 + E_\varphi = -15\text{eV} + 13,5\text{eV} = -1,5\text{eV}.$$

Αλλά τέτοια ενεργειακή στάθμη δεν υπάρχει.

- iii) Και πάλι δεν θα συμβεί κάτι και το κινούμενο ηλεκτρόνιο θα συνεχίσει την πορεία του με την ίδια κινητική ενέργεια. Για να μπορέσει απορροφήσει ενέργεια το άτομο και να διεγερθεί, θα πρέπει να μπορέσει να φτάσει **τουλάχιστον** στην ενεργειακή στάθμη  $E_2 = -4\text{eV}$ . Αλλά για να συμβεί αυτό, το κινούμενο ηλεκτρόνιο πρέπει να έχει κινητική ενέργεια **τουλάχιστον**:

$$K_e = E_2 - E_1 = 11\text{eV}.$$

- iv) Το ηλεκτρόνιο (A) έχει κινητική ενέργεια μεγαλύτερη από 11eV, συνεπώς μπορεί να αλληλεπιδράσει με το ηλεκτρόνιο του ατόμου και να το διεγείρει. Αν υποθέσουμε ότι μεταφέρει όλη την κινητική του ενέργεια στο άτομο, αυτό μπορεί να αποκτήσει ενέργεια:

$$E = E_1 + K = -15eV + 13,5eV = -1,5eV$$

Πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορεί να φτάσει στην ενεργειακή στάθμη  $E_3 = -1eV$ . Συνεπώς το άτομο θα διεγερθεί στην στάθμη  $E_2 = -4eV$ , απορροφώντας ενέργεια 11eV.

Αλλά από την διατήρηση της ενέργειας, η αρχική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου, θα είναι ίση με την ενέργεια που μεταφέρεται στο άτομο συν την τελική κινητική του ενέργεια:

$$K_{A/αρχ} = \Delta E + K_{A/τελ} \rightarrow$$

$$K_{A/τελ} = 13,5eV - 11eV = 1,5eV.$$

Στη συνέχεια βέβαια το άτομο θα αποδιεγερθεί, εκπέμποντας ένα φωτόνιο με ενέργεια 11eV, οπότε:

$$E_\varphi = hf \rightarrow f_1 = \frac{E_\varphi}{h} = \frac{11 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ Hz}.$$

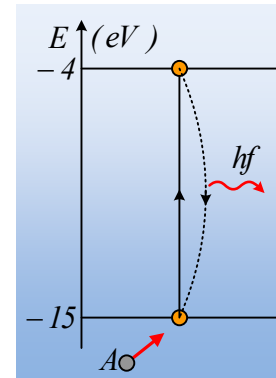
- v) Η ενέργεια του φωτονίου που απορροφήθηκε είναι:

$$E_\varphi = hf = 6 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{16} \text{ J} = 6 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Η παραπάνω ενέργεια σε eV είναι  $E_\varphi = \frac{6 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} = 37,5eV$ , πολύ μεγαλύτερη

από αυτήν που απαιτείται για τον ιονισμό του ατόμου  $\Delta E_{\text{ιον}} = E_\infty - E_1 = 15eV$ . Συνεπώς το άτομο ιονίζεται, ενώ μετά την απομάκρυνσή του από το ηλεκτρικό πεδίο, το ηλεκτρόνιο έχει ενέργεια:

$$K_{\text{τελ}} = 37,5eV - 15eV = 22,5eV = 22,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,6 \cdot 10^{-18} \text{ J}.$$



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)