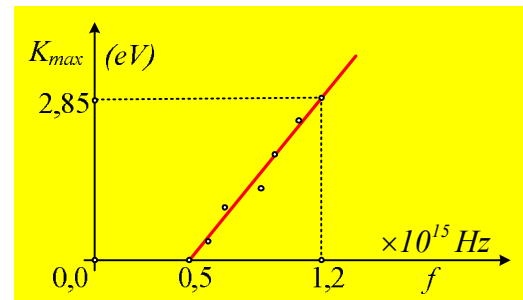


Αλλάζοντας το υλικό της καθόδου

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, κατασκευάσαμε το διάγραμμα της μέγιστης κινητικής ενέργειας των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας που πέφτει στην κάθοδο, παίρνοντας το διπλανό διάγραμμα. Αντλώντας πληροφορίες από το διάγραμμα αυτό και γνωρίζοντας το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- i) Ποια η τάση ανακοπής για τις συχνότητες $f_1 = 0,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ και $f_2 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$;
- ii) Να υπολογιστεί η σταθερά h του Planck.
- iii) Ποιο το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου;
- iv) Αν αλλάξουμε την λυχνία, χρησιμοποιώντας μια άλλη όπου το υλικό της καθόδου έχει έργο εξαγωγής $\phi_1 = 3,25 \text{ eV}$:
 - a) Να βρεθεί η πειραματική τιμή της συχνότητας κατωφλίου.
 - β) Να χαράξετε, πάνω στο προηγούμενο διάγραμμα, την γραφική παράσταση $K_{\max} = f(V)$ και να υπολογίστε την τάση αποκοπής για ακτινοβολία με συχνότητα $f_2 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

Απάντηση:

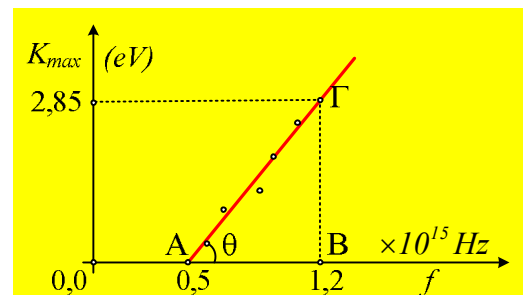
- i) Για συχνότητα ακτινοβολίας f_1 η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχομένων ηλεκτρονίων είναι μηδενική, πράγμα που σημαίνει ότι η συχνότητα αυτή είναι η συχνότητα κατωφλίου και η τάση αποκοπής είναι μηδενική, αφού από την φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein παίρνουμε:

$$K_{\max} = hf - \phi \quad (1) \rightarrow$$

$$hf_1 = \phi \quad (2)$$

Αντίθετα για την συχνότητα f_2 η μέγιστη κινητική ενέργεια είναι ίση με $2,85 \text{ eV}$, συνεπώς η τάση αποκοπής θα είναι ίση με $2,85 \text{ V}$. (Τάση μεταξύ ανόδου και φωτιζόμενης καθόδου ίση με $-2,85 \text{ V}$).

- ii) Από την εξίσωση (1) προκύπτει ότι η συνάρτηση $K_{\max} = f(f)$ είναι πρώτου βαθμού (γι' αυτό και η παραπάνω ευθεία στο διάγραμμα) με την σταθερά του Planck να είναι ίση με τον συντελεστή διεύθυνσής της ευθείας:



$$h = \varepsilon\phi\theta = \frac{(B\Gamma)}{(AB)} = \frac{2,85 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{(1,2 - 0,5) \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}} = 6,5 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

(Η ακριβής τιμή του h είναι $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$, οπότε για πειραματικό υπολογισμό, καλά πήγαμε 😊)

iii) Αντικαθιστώντας στην σχέση (2) υπολογίζουμε το έργο εξαγωγής για το υλικό της καθόδου:

$$\varphi = hf_1 = 6,5 \cdot 10^{-34} \cdot 0,5 \cdot 10^{15} \text{ J} = 3,25 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{ή}$$

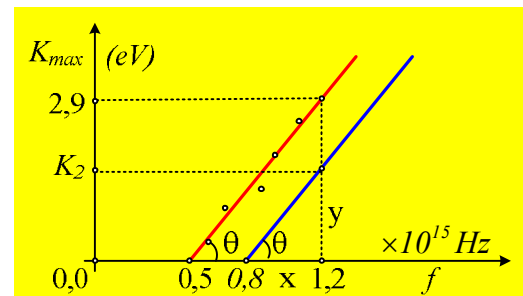
$$\varphi = \frac{3,25 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} = 2,03 \text{ eV}$$

iv) Για την δεύτερη λυχνία με άλλο υλικό καθόδου, θα έχουμε:

α) Από την εξίσωση (2) βρίσκουμε για την συχνότητα κατωφλίου:

$$\varphi_1 = hf_{01} \rightarrow f_{01} = \frac{\varphi_1}{h} = \frac{3,25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,5 \cdot 10^{-34} \text{ Js}} = 0,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

β) Με βάση τα προηγούμενα και το αντίστοιχο γράφημα για την δεύτερη λυχνία, θα είναι επίσης μια ημιευθεία, η οποία θα ξεκινά από την τιμή $f_{01} = 0,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ και θα είναι παράλληλη στην προηγούμενη, αφού η κλίση της θα είναι ξανά θ (ίδιο $h \dots$), όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αλλά τότε παίρνοντας την εφθ θα έχουμε:



$$h = \varepsilon\varphi\theta = \frac{y}{x} \rightarrow$$

$$y = K_2 = x \cdot \varepsilon\varphi\theta = x \cdot h = (1,2 - 0,8)10^{15} \cdot 6,5 \cdot 10^{-34} \text{ J} = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{ή}$$

$$K_2 = \frac{2,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} \approx 1,6 \text{ eV}$$

Αλλά τότε η τάση αποκοπής για την συχνότητα $1,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ είναι ίση με 1,6V.

Εναλλακτικά, από την εξίσωση (1) θα έχουμε:

$$K_{2,\text{max}} = hf_2 - \varphi_1 = \frac{6,5 \cdot 10^{-34} \cdot 1,2 \cdot 10^{15} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} - 3,25 \text{ eV} \approx 1,6 \text{ eV}$$

dmargaris@gmail.com