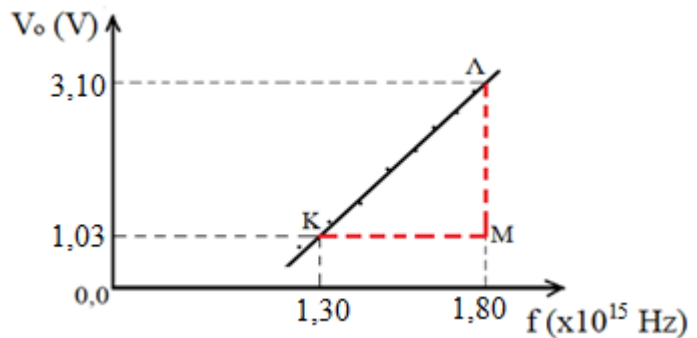


ΘΕΜΑ 4

4.1. Η γενική μορφή της εξίσωσης της τάσης αποκοπής V_o σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f είναι:

$$V_o = a \cdot f + \beta \quad (1)$$

Από τις τιμές που φαίνονται στο διάγραμμα υπολογίζουμε την κλίση της ευθείας:



$$\alpha = \frac{\Delta V_o}{\Delta f} = \frac{(ML)}{(KM)} = \frac{3,10 - 1,03}{(1,80 - 1,30) \cdot 10^{15}} \cdot \frac{V}{Hz} = 4,14 \cdot 10^{-15} V/Hz$$

Για $f = 1,30 \cdot 10^{15} Hz$ είναι $V_o = 1,03 V$, άρα από τη σχέση (1) έχουμε:

$$1,03 = 4,14 \cdot 10^{-15} \cdot 1,30 \cdot 10^{15} + \beta \Rightarrow \beta = -4,35 V$$

Συνεπώς προκύπτει:

$$V_o = 4,14 \cdot 10^{-15} \cdot f - 4,35 \quad (S.I.) \quad (2)$$

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση έχουμε: $K = hf - \varphi$ (3)

Εφαρμόζοντας ΘΜΚΕ για την κίνηση ενός φωτοηλεκτρονίου από την κάθοδο στην άνοδο και θέτοντας όπου $K_{αν} = 0$ και $K_{καθ} = K = eV_o$, έχουμε:

$$|q_e|V_o = hf - \varphi \Rightarrow V_o = \frac{h}{|q_e|} \cdot f - \frac{\varphi}{|q_e|} \quad (4)$$

Συγκρίνοντας τις εξισώσεις (2) και (4) υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς του Planck:

$$\frac{h}{|q_e|} = 4,14 \cdot 10^{-15} \cdot \frac{J \cdot s}{C} \Rightarrow h = 4,14 \cdot 10^{-15} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} J \cdot s \Rightarrow h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

Μονάδες 7

4.2. Συγκρίνοντας τις εξισώσεις (2) και (4) υπολογίζουμε το έργο εξαγωγής του μετάλλου της επιστρώσεως της επιφάνειας της καθόδου:

$$\frac{\varphi}{|q_e|} = 4,35 \frac{J}{C} \Rightarrow \varphi = 4,35 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} J \Rightarrow \varphi = 6,96 \cdot 10^{-19} J$$

Η συχνότητα κατωφλίου f_o δίνεται από τη σχέση:

$$f_o = \frac{\varphi}{h} = \frac{6,96 \cdot 10^{-19}}{6,62 \cdot 10^{-34}} Hz = 1,05 \cdot 10^{15} Hz$$

Μονάδες 6

4.3. Αν λ' είναι το μήκος κύματος των σκεδαζόμενων φωτονίων, τότε σύμφωνα με την εξίσωση Compton έχουμε:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \sigma \nu \varphi) \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \sigma \nu 120^\circ) \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{m_e \cdot c} \quad (5)$$

Σύμφωνα με την εκφώνηση για την κατά 20% μεταβολή του μήκους κύματος έχουμε:

$$\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} \cdot 100\% = 20\% \Rightarrow \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} = 0,2 \Rightarrow \lambda' = 1,2\lambda \quad (6)$$

Από τις σχέσεις (5) και (6) βρίσκουμε:

$$1,2\lambda = \lambda + \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{m_e \cdot c} \Rightarrow \frac{\lambda}{5} = \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{m_e \cdot c} \Rightarrow \lambda = \frac{15}{2} \cdot \frac{h}{m_e \cdot c} \Rightarrow \lambda = 1,84 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Μονάδες 6

4.4. Κατά τη σκέδαση ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας. Αν E_φ είναι η ενέργεια του προσπίπτοντος φωτονίου, E'_φ είναι η ενέργεια του σκεδαζόμενου φωτονίου και K_e είναι η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου μετά τη σκέδαση, τότε

$$E_\varphi = E'_\varphi + K_e \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + K_e \Rightarrow K_e = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right) \quad (7)$$

Λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση (6), η εξίσωση (7) γίνεται:

$$K_e = \frac{hc}{6\lambda} \Rightarrow K_e = 1,80 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Μονάδες 6