

Παράδειγμα 8: Θεωρείστε ότι φώς ολικής εντάσεως $I_0 = 1\mu\text{W}/\text{cm}^2$ προσπίπτει σε δείγμα καθαρού Σιδήρου επιφάνειας $A = 1\text{ cm}^2$. Υποθέστε ότι το δείγμα ανακλά το 96% του φωτός και ότι μόνο το 3% της απορροφούμενης ενέργειας βρίσκεται στην περιοχή του φάσματος πάνω από τη συχνότητα αποκοπής του Σιδήρου που βρίσκεται στην ιώδη περιοχή. (α) Πόση ένταση είναι στην πραγματικότητα διαθέσιμη για την εμφάνιση φωτοηλεκτρικού φαινομένου; (β) Εάν υποθεθεί ότι όλα τα φωτόνια στην ιώδη περιοχή του φάσματος έχουν ενεργό μήκος κύματος 250 nm, πόσα φωτοηλεκτρόνια εκπέμπονται ανά δευτερόλεπτο; (γ) Υπολογίστε το φωτοηλεκτρικό ρεύμα σε A. (δ) Εάν η συχνότητα αποκοπής του Σιδήρου είναι $f_c = 1,1 \times 10^{15}\text{ Hz}$, υπολογίστε το έργο εξόδου του Σιδήρου. (ε) Υπολογίστε την τάση αποκοπής για τον Σίδηρο εάν τα φωτοηλεκτρόνια παράγονται από φώς με $\lambda = 250\text{nm}$.

Λύση: (α) Μόνο το 3% του 4% της αρχικής έντασης μπορεί να δημιουργήσει φωτοηλεκτρικό φαινόμενο στο Σίδηρο. Επομένως:

$$I = (0,03) \times (0,04) I_0 = (0,03) \times (0,04) \times 1 \frac{\mu\text{W}}{\text{cm}^2} = 1,2 \times 10^{-9} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2} = 1,2 \frac{\text{nW}}{\text{cm}^2}$$

(β) Στο δείγμα προσπίπτει συνολική ισχύς για δημιουργία φωτοηλεκτρικού φαινομένου ίση με:

$$P = IA = 1,2 \times 10^{-9} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2} \times 1\text{cm}^2 = 1,2 \times 10^{-9}\text{ W}$$

Εάν αυτή προσλαμβάνεται σε χρόνο t , και n είναι το πλήθος των φωτονίων τότε:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} \Rightarrow \frac{n}{t} = \frac{P}{hf} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{(1,2 \times 10^{-9}\text{ W}) \times (250 \times 10^{-9}\text{ m})}{(6,62 \times 10^{-34}\text{ Js}) \times (3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})} = 1,5 \times 10^9 \frac{\text{φωτόνια}}{\text{s}}$$

Αφού για κάθε προσπίπτον φωτόνιο εκπέμπεται και ένα η λεκτρόνιο, τότε παράγονται και

$$1,5 \times 10^9 \frac{\text{φωτοηλεκτρόνια}}{\text{s}}$$

(γ) Θα έχουμε ότι:

$$i = \frac{Q}{t} = \left(\frac{\text{φωτοηλεκτρόνια}}{\text{s}} \right) \times (\text{φορτίο ηλεκτρονίου}) = 1,5 \times 10^9 \text{s}^{-1} \times 1,6 \times 10^{-19}\text{ C} = 2,4 \times 10^{-10}\text{ A}$$

(δ) Ως γνωστόν:

$$f_c = \frac{\Phi}{h} \Rightarrow \Phi = f_c h = (1,1 \times 10^{15}\text{ s}^{-1}) \times (6,62 \times 10^{-34}\text{ Js}) = 7,28 \times 10^{-19}\text{ J} = \frac{7,28 \times 10^{-19}\text{ J}}{1,6 \times 10^{-19}\text{ J/eV}} = 4,55\text{eV}$$

(ε) Ισχύει ότι:

$$|q_e| |\Delta V_s| = hf - \Phi = \frac{hc}{\lambda} - \Phi = \frac{(6,62 \times 10^{-34}\text{ Js}) \times (3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{250 \times 10^{-9}\text{ m}} - 4,55\text{eV} = 4,93\text{eV} - 4,55\text{eV} = 0,38\text{eV}$$

Άρα: $|\Delta V_s| = 0,38\text{V}$