Zadanie 6.15

Praca wyjścia dla cezu wynosi 1,9 eV. Oblicz:

a) graniczną długość fali dla zjawiska fotoelektrycznego dla tego metalu;

b) maksymalną szybkość elektronów opuszczających cezową katodę fotokomórki, na którą pada promieniowanie fioletowe o długości fali 400 nm;

c) napięcie hamowania w przypadku opisanym w punkcie b) zadania.

$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$ $\quad W = 1,9 eV = 3,04 \cdot 10^{-19} J \qquad \lambda = 400 nm = 4 \cdot 10^{-7} m$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s \qquad c = 3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}$

$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} kg \qquad e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

a) wzór na energię fotonu: $E_f = \frac{hc}{\lambda}$

Praca wyjścia to najmniejsza energia jaką należy dostarczyć elektronowi, aby opuścił on źródło i stał się swobodny, liczymy więc falę graniczną, która do tego doprowadzi.

$$W = \frac{hc}{\lambda_{gr}} \Rightarrow \lambda_{gr} = \frac{hc}{W}$$

$$\lambda_{gr} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{3,04 \cdot 10^{-19}} \approx 6,54 \cdot 10^{-7} m = 654 nm$$

c) $W_h = \Delta E_k$ (praca pola dla W_h powoduje spadek energii kinetycznej elektronów do 0)

$-e \cdot U = 0 - E_k$

$E_k = e \cdot U$

$\frac{hc}{\lambda} - W = e \cdot U$

$U = \frac{hc}{\lambda \cdot e} - \frac{W}{e} \Rightarrow$

$$U = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{4 \cdot 10^{-7} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} - \frac{3,04 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{19,89 \cdot 10^{-26}}{6,4 \cdot 10^{-26}} - 1,9 \approx$$

$$\approx 3,1 - 1,9 = 1,2 V$$

(przykład C! /\)

b) Einsteina zbrasyb rożnomie:

$\mathcal{E}_f = W + \mathcal{E}_k$ (energia fotonów to praca wyjścia + max energia kinetyczna)

$\Downarrow$

$\frac{hc}{\lambda} = W + \mathcal{E}_k$

$\mathcal{E}_k = \frac{hc}{\lambda} - W \quad \wedge \quad \mathcal{E}_k = \frac{m_e \cdot v^2}{2}$

musimy wyznaczyć v, a więc:

$\frac{m_e \cdot v^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - W$

$m_e \cdot v^2 = \frac{2hc - 2W\lambda}{\lambda}$

$v^2 = \frac{2(hc - W\lambda)}{\lambda \cdot m_e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(hc - W\lambda)}{\lambda \cdot m_e}}$

$v = \sqrt{\frac{2(6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 - 3{,}04 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-7})}{4 \cdot 10^{-7} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31}}} =$

$= \sqrt{\frac{2(19{,}89 \cdot 10^{-26} - 12{,}16 \cdot 10^{-26})}{36{,}44 \cdot 10^{-38}}} =$

$= \sqrt{\frac{2 \cdot 7{,}73 \cdot 10^{-26}}{36{,}44 \cdot 10^{-38}}} = \sqrt{0{,}424 \cdot 10^{12}} \approx$

$\approx 0{,}6511 \cdot 10^6 \frac{m}{s} = 651{,}1 \cdot 10^3 \frac{m}{s} = 651{,}1 \frac{km}{s}$

(przykład B!)