

Fotoefekt in rentgenska svetloba

Vprašanja:

1. Razporedi fotone, ki jih sevajo podani sevalci, glede na velikost energije:
 - a) reklamni napis modre barve
 - b) gama žarek, ki ga izseva atomsko jedro
 - c) radijski val, ki ga seva Radio City
 - d) mikrovalovna pečica
2. Vijolična svetloba izbije elektrone iz kalcija ($A_i=3,2$ eV), modra pa ne. Ali pride do fotoefekta, ko uporabimo rdečo svetlobo? Zakaj?
3. Svetilka z močjo 1 W, ki seva rumeno svetlobo z valovno dolžino 650 nm, ne izbije elektronov iz cezijeve ploščice ($A_i = 1,94$ eV). Ali lahko pride do fotoefekta, če moč svetilke povečamo na 10 W?
4. Zakaj v rentgenskem spektru ni svetlobe z manjšimi valovnimi dolžinami od λ_{\min} ?

Animaciji:

1. Na strani <http://lectureonline.cl.msu.edu/%7Emmp/kap28/PhotoEffect/photo.htm> izberi natrij (sodium) ali cezij ter opazuj tok skozi fotocelico, ko spreminjaš moč in valovno dolžino svetlobnega vira ter napetost (pospeševalno ali zaviralno). Če zaradi predolge valovne dolžine ne pride do fotoefekta, ali lahko s povečevanjem svetlobne moči povzročimo fotoefekt? (To opazuj pri napetosti 0 V.)
2. Na strani <http://ie.lbl.gov/education/glossary/TopFrame/Bremasstrahlung.htm> opazuj model nastanka rentgenske svetlobe v rentgenski cevi in model zavornega sevanja.

Naloge:

1. Kolikšno energijo (eV) ima foton z valovno dolžino 0,56 μm ? (2,2 eV)
2. Izstopno delo za fotoefekt na neki kovini je 3 eV. S kolikšno največjo hitrostjo lahko izstopi elektron iz kovine, če prejme 10^{-18} J energije? Masa elektrona je $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. ($1,1 \cdot 10^6$ m/s)
3. Fotoefekt na katodi fotocelice povzroči svetloba, katere največja valovna dolžina je $\lambda_0=739$ nm. Kolikšno zaporno napetost moramo priključiti na fotocelico, da tok skozi fotocelico ne bo tekkel, če katodo fotocelice osvetlimo s svetlobo valovne dolžine $\lambda=500$ nm? (0,8 V)
4. Rentgenska cev je priključena na napetost 200 kV. Kolikšna je najmanjša valovna dolžina spektra rentgenskih žarkov, ki jih seva cev? ($6,2 \cdot 10^{-12}$ m)
5. Določi najmanjšo valovno dolžino rentgenskega spektra, če je znano, da zmanjšanje napetosti na rentgenski cevi za 23 kV podvoji iskano valovno dolžino?



1

$$\lambda = 0,56 \mu\text{m}$$

$$W_f = ? \text{ [eV]}$$

$$W_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1,23 \cdot 10^{-6} \text{ eV}\mu\text{m}}{0,56 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}} = \underline{\underline{2,214 \text{ eV}}}$$

2

$$A_i = 3 \text{ eV}$$

$$W_f = 1 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$v = ?$$

$$W_f = A_i + W_k$$

[J]

$$W_k = W_f - A_i \text{ [J]}$$

$$A_i = 3 \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_k = 5,19346 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad A_i \text{ eV} = 4,8065 \cdot 10^{-19} \text{ eV J / eV}$$

$$A_i = 4,8065 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_k = \frac{m v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,19346 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = \underline{\underline{1,067822 \cdot 10^6 \text{ m/s}}}$$

$$\sqrt{\frac{\frac{kg \cdot m^2}{s^2}}{\frac{kg}{1}}} = \frac{m^2}{s^2} = \left(\frac{m}{s} \right)^2$$



3.

$$\lambda_0 = 739 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$U_z = ?$

$$\frac{hc}{\lambda_0} = W_f \quad [\text{eV}]$$

$$W_f = \frac{1,23 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{m}}{739 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \boxed{1,6777 \text{ eV}} = W_k$$

$$eU_z = W_k \quad W_f = A_i + W_k$$

$$\boxed{U_{z1} = 1,6777 \text{ V}}$$

$$W_f = A_i + eU_z$$

$$\Delta W_f = W_{f2} - W_{f1} = \boxed{0,80195 \text{ eV}}$$

$$W_{f2} = \frac{1,23 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{m}}{500 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \boxed{2,4796 \text{ eV}}$$

$$eU_{z2} = \Delta W_f \Rightarrow U_{z2} = \frac{\Delta W_f}{e} = \frac{0,80195 \text{ eV}}{e} = \boxed{0,80195 \text{ V}}$$

4.

$$U_p = 200 \text{ kV}$$

$\lambda_{\text{min}} = ?$

$$\frac{hc}{\lambda_{\text{min}}} = eU_p \Rightarrow \lambda_{\text{min}} = \frac{hc}{eU_p} \quad [\text{eV}]$$

$$\lambda_{\text{min}} = \frac{1,23 \cdot 10^{-3} \text{ eV} \cdot \text{m}}{200 \cdot 10^3 \text{ eV}} = \boxed{6,1992 \cdot 10^{-12} \text{ m}}$$

5.

$\lambda_{\text{min}} = ?$

$$\Delta U_p = 23 \text{ kV} = 23 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$\Delta U_p = U_{p1} - U_{p2}$$

$$eU_{p1} = \frac{hc}{\lambda_{\text{min}}}$$

$$eU_{p2} = \frac{hc}{\lambda_{\text{min}}}$$

$$\Delta U_p = \frac{hc}{e\lambda_{\text{min}}} - \frac{hc}{e\lambda_{\text{min}}}$$

$$\Delta U_p = \frac{hc}{e\lambda_{\text{min}}} \Rightarrow \lambda_{\text{min}} = \frac{hc}{e\Delta U_p} = \frac{1,23 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{m}}{23 \cdot 10^3 \text{ V}} = \frac{1,23 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{m}}{23 \cdot 10^3 \text{ V}}$$

$$\lambda_{\text{min}} = \boxed{2,6953 \cdot 10^{-11} \text{ m}}$$

