

A fotoeffektus során a f frekvenciájú foton által kilökött elektron mozgási energiája

$$(1) \quad E_m = hf - W_{\text{ki}},$$

ahol W_{ki} a fém kilépési munkája. Ha a kilépő elektron sebessége $v < \frac{1}{10}c$, akkor számolhatunk klasszikusan (nemrelativisztikusan):

$$(2) \quad E_m = \frac{1}{2}mv^2,$$

ahol m az elektron tömege.

a) Amint a kilépő elektron sebességére merőleges elektromos térbe kerül, a vízszintes hajításhoz hasonlóan parabolapályán kezd mozogni. A mozgás egyenletei:

$$x = vt, \quad y = \frac{1}{2}a_y t^2, \quad a_y = \frac{eE}{m},$$

ahonnan az időt kiköszöbölve kiszámolható az elektron kilépési sebessége:

$$(3) \quad v = \sqrt{\frac{eEx^2}{2my}} = 5,56 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Ez az érték c -nél sokkal kisebb, jogosan számoltunk tehát klasszikusan. (1), (2) és (3) alapján:

$$f = \frac{1}{h} \left(W_{\text{ki}} + \frac{eEx^2}{4y} \right) = 7,45 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}.$$

A foton hullámhossza $\lambda = \frac{c}{f} = 400 \text{ nm}$, tehát az elektront kék színű fényvel löktük ki.

b) Ha kilöködés után az elektron sebességére merőleges mágneses térbe kerül, a Lorentz-erő hatására körpályán kezd mozogni:

$$evB = m \frac{v^2}{r},$$

ahol r a pálya sugara. Innen

$$(4) \quad v = \frac{eBr}{m} = 3,8 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

adódik, ami összemérhető a fénysebességgel, $\frac{1}{10}c$ nagyságrendjébe esik.

Számoljunk előbb mégis klasszikusan. (1), (2) és (4) alapján:

$$f = \frac{1}{h} \left(W_{\text{ki}} + \frac{e^2 B^2 r^2}{2m} \right) = 1,07 \cdot 10^{18} \frac{1}{\text{s}}.$$

A foton hullámhossza $\lambda = 0,28 \text{ nm}$, ami a röntgensugárzás tartományába esik.

Ha relativisztikusan számolunk, (4)-ben a tömeg helyére az $\frac{m}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ „relativisztikus tömeg” irandó. Ekkor $v = 3,78 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ adódik. A mozgási energia relativisztikusan $E_m = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - mc^2$, ebből $f = 0,99 \cdot 10^{18} \frac{1}{\text{s}}$ frekvencia adódik.

Tehát nem követtünk el nagy hibát, amikor klasszikusan számoltunk, hiszen a kétféle számolás eredménye között 8% az eltérés.

Perényi Márton (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.) és *Gyukics Mihály* (Szolnok, Varga Katalin Gimn., IV. o.t.) dolgozata alapján