

Fotoelektrický jav

Teoretický rozbor

Fotoelektrický jav zohral dôležitú úlohu pri formulovaní kvantovej teórie a štúdiu vlastností elektrónov a atómových obalov. Jedná sa v skutočnosti o interakciu voľného fotónu a viazaného elektrónu. Experimentálne skutočnosti, zistené pri meraní fotoelektrického prúdu vo vákuu, ktorý sa objavuje po osvetlení kovovej elektródy, nebolo možné interpretovať v rámci predstáv klasickej mechaniky a teórie elektromagnetického poľa. Klasicky nie je možné vysvetliť tieto fakty:

- pretože energia elektrónov nezávisí od intenzity svetla,
- pretože sa pri určitej hraničnej frekvencii prestáva generovať elektrický prúd,
- pretože závisí energia elektrónov od farby svetla.

Správnu interpretáciu podal Albert Einstein, ktorý za túto prácu dostal Nobelovu cenu. Jeho rovnica predpokladá kvantovanie energie fotónov ako stavebných prvkov elektromagnetického poľa (svetla) a kvantovanie energie elektrónov na energetických hladinách obalových elektrónov. Fotón dopadajúci na atómový obal odovzdáva svoju energiu E_γ niektorému obalovému elektrónu. Tento elektrón spotrebuje časť absorbovanej energie E_γ na prerušenie svojej väzby na jadro E_v a zvyšnú energiu si ponechá ako svoju kinetickú energiu E_k

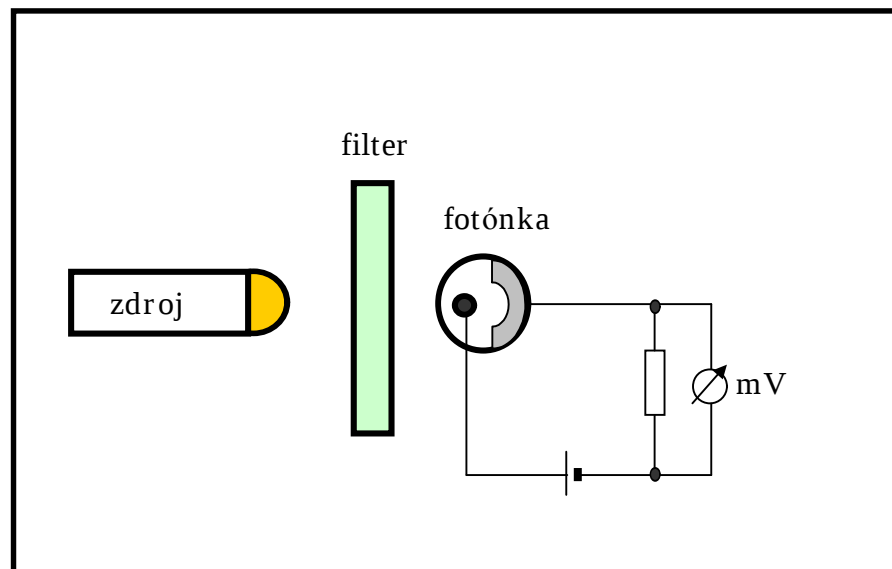
$$E_\gamma = E_v + E_k.$$

Energii fotónu vyjadríme ako $E_\gamma = hf$ (kde h je Planckova konštanta, f je frekvencia svetelnej vlny), energiu väzby E_v určíme experimentálne a kinetickú energiu elektrónu vyjadríme pomocou vzťahu $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Potom

$$hf = E_v + \frac{mv^2}{2}.$$

Pomocou tohoto vzťahu môžeme určiť rýchlosť emitovaných elektrónov, ich energiu, Planckovu konštantu h a podobne.

Fotoelektrický jav budeme študovať v zapojení podľa obrázka:



Vákuovú fotónku osvetlíme farebným svetlom, ktorého intenzitu budeme meniť. Pri danej intenzite osvetlenia budeme ďalej meniť napätie U a určíme pri akej hodnote tohoto napätia sa už na zbernú elektródu nedostane žiadny elektrón. Toto napätie sa nazýva brzdné žiarenie U_b . Pre energiu elektrónu vtedy platí

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = -eU_b.$$

Po dosadení do Einsteinovej rovnice dostaneme lineárnu závislosť U_b od kruhovej frekvencie svetla ω

$$U_b = \frac{E_v}{e} - \frac{h}{2\pi e} \omega.$$

Úlohy:

1. Zmerajte závislosť veľkosti fotoprúdu od napätia U_z pre tri rôzne vlnové dĺžky dopadajúceho svetelného žiarenia a pre rôzne intenzity osvetlenia.
2. Vo všetkých prípadoch určte brzdné napätie.
3. Určte Planckovu konštantu pomocou lineárnej regresie závislosti $U_b = f(\omega)$.

Postup:

1. Vákuovú fotónku osvetlíme červeným svetlom intenzity I. Nastavujeme napätie U_z a meriame fotoprúd I (pomocou napäria U_R).
2. Určíme brzdné napätie a znázorníme závislosť $I = f(U_R)$.
3. Zmeníme intenzitu osvetlenia na stupeň II a III a na každom osvetlení zopakujeme meranie podľa bodu 1. a 2.
4. Zmeníme farbu filtra a zopakujeme úlohy podľa bodov 1. 2. a 3.
5. Určíme Planckovu konštantu.