

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM Ústav fyziky FEKT VUT BRNO		Jméno a příjmení Filip Gulán			ID 165423
		Ročník 1	Předmět IFY	Kroužek 14	Lab. skup. A
Spolupracoval Filip Ježovica		Měřeno dne 25. 3. 2014		Odevzdáno dne 8. 4. 2014	
Příprava	Opravy	Učitel		Hodnocení	
Název úlohy Fotoelektrický jav a Plancková konštanta					Číslo úlohy 24

2014

Úloha merania

Stanovte Planckovú konštantu z merania fotoelektrického javu. Určte výstupnú prácu použitej fotónky.

Teoretický rozbor:

Vlnenie charakterizujeme frekvenciou f a vlnovou dĺžkou λ . Pre častice je charakteristická energia W a hybnosť p . Oboje prístupy, vlnový aj časticový, sú navzájom prepojené vzťahmi

$$W = hf$$

$$p = h\frac{f}{c} = h\frac{1}{\lambda}$$

Spojovacím článkom je Plancková konštanta h . Je to univerzálna fyzikálna konštanta a jej hodnota je:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

Často sa s touto konštantou môžeme stretnúť v tvare:

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

Potom sa objavuje spoločne s kruhovou frekvenciou ω a má tvar:

$$W = \hbar\omega$$

Stanovenie Planckovej konštanty z vonkajšieho fotoelektrického javu:

Uvoľňovanie elektrónov z povrchu látok do vonkajšieho prostredia pôsobením elektromagnetického žiarenia (svetla) nazývané vonkajším fotoelektrickým javom. Vnútny fotoelektrický jav je názov pre generovanie voľných nosičov, ktoré aj potom zostávajú vnútri látky. Vysvetlenie vonkajšieho fotoelektrického javu pochádza z roku

1905 a je od Alberta Einsteina, ktorý za neho získal Nobelovu cenu.

Elektromagnetické žiarenie frekvencie f je pohlcované v kvantoch, fotónoch, ktorých energia W je frekvencii f úmerná. Tento vzťah je popísaný rovnicou $W = hf$, kde konštantou úmernosti je hľadaná Plancková konštanta. Fotoelektrón je elektrón, ktorý absorboval fotón. Môže opustiť povrch ožiarenej látky len keď pohltená energia je väčšia než energia potrebná k tomu, aby sa dostal z látky von. Pre túto energiu sa ustálil názov výstupnej práce a označuje sa symbolom A . Pre opustenie povrchu látky zostáva fotoelektrónu kinetická energia W_k , ktorá sa rovná rozdielu energie pohlteneho kvanta hf a výstupnej práce A .

$$W_k = hf - A$$

Keď vo vákuu priblížime k osvetlenej látke, fotoelektróde, ďalšiu elektródu, budú na ňu fotoelektróny dopadať. Ak spojíme obe elektródy vonkajším obvodom, začne pretekať prúd. Súčiastka, ktorá pracuje na popísanom princípe sa nazýva vákuová fotónka.

Ak vložíme medzi obe elektródy napätia U tak, že fotoelektróda bude kladná voči zbernej elektróde, budú fotoelektróny na svojej ceste medzi fotoelektródou a zbernou elektródou brzdené. S zväčšujúcim sa napätím U sa bude prúd vonkajším obvodom zmenšovať. Pri istom napätí $U = U_b$, ktoré nazveme brzdným napätím, prúd vonkajším obvodom ustane. Práca eU_b , ktorú je treba v brzdiacom elektrickom poli vykonať pri prechode medzi oboma elektródami, dosiahla práve hodnoty kinetickej energie W_k , ktorú má fotoelektrón k dispozícii. Platí teda

$$eU_b = W_k = hf - A$$

a pre brzdné napätie

$$U_b = \frac{h}{e}f - \frac{A}{e}$$

Vidíme, že brzdné napätie U_b je lineárnou funkciou frekvencie f dopadajúceho žiarenia. Stanoviť brzdné napätie pre svetlo jedinej frekvencie však pre výpočet Planckovej konštanty nestačí. Vo posledný uvedený vzťah je ešte iná neznáma - výstupná práca. Potrebujeme teda najmenej jedno ďalšie merania. Najviac, ako pri meraní uvidíme, brzdné napätie ide určiť iba s istou znateľnou toleranciou. Každá ďalšia zmeraná hodnota zníži chybu merania. Budeme preto merať závislosť brzdného napätia na frekvencii svetla, ktorým fotónku ožarujeme. Planckovú konštantu vypočítame ako súčin náboja elektrónu a smernice priamok závislosti $U_b = U_b(f)$,

$$h = e \frac{dU_b}{df} = e \frac{\Delta U_b}{\Delta f}$$

Namiesto Planckovej konštanty máme možnosť stanoviť z grafu taktiež výstupnú prácu fotoelektródy použitej fotónky.

Použité prístroje:

- Multimeter (Matex 2010DMM)
- Napájací zdroj (PHYWE 13662,97)
- Optická brána (PHYWE 11615,05)
- Meriaci zosilovač (PHYWE 13626,93)

Namerané hodnoty:

$\lambda[\text{nm}]$	$f[\text{Hz}]$	$U_b[\text{V}]$
366	$8,19\text{E}+14$	1,7
405	$7,40\text{E}+14$	1,435
436	$6,87\text{E}+14$	1,235
546	$5,49\text{E}+14$	0,77
578	$5,17\text{E}+14$	0,682

Grafy:



Výpočty:

Frekvenciu som vypočítal pomocou vzťahu (výpočet pre prvý riadok z tabuľky):

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{2,998 * 10^8}{366 * 10^{-9}} = 8,19 * 10^{14} \text{ Hz}$$

Výpočet Planckovej konštanty medznej frekvencie som urobil podľa regresívnej priamky grafu:

$$U_b = 3,4 * 10^{-15} - 1,0874$$

$$3,4 * 10^{-15} f_m = 1,0874$$

$$f_m = \frac{1,0874}{3,4} * 10^{15}$$

$$f_m = 0,3199 * 10^{15} \text{ Hz}$$

$$h = e \frac{\Delta U_b}{\Delta f}$$

$$h = 1,602 * 10^{-19} * 3,4$$

$$h = 5,4468 * 10^{-34} \text{ Js}$$

Výpočet výstupnej práce:

$$W = h * f_m$$

$$W = 5,4468 * 10^{-34} * 0,3199 * 10^{15}$$

$$W = 1,7424 * 10^{-19} \text{ J}$$

Záver:

Našou úlohou bolo zmerať Planckovú konštantu, ktorej hodnota vyšla $5,4468 * 10^{-34}$ Js a výstupnú prácu použitej fotknky, ktorej hodnota nám vyšla $1,7424 * 10^{-19}$ J Naše namerané hodnoty sa nám môžu vo väčšej alebo menšej miere líšiť od skutočných požadovaných hodnôt. Táto nepresnosť mohla vzniknúť nepresným meraním, zaokrúhľovaním hodnôt pri výpočtoch, nepresnými mariacimi prístrojmi alebo iný faktorom ovplyvňujúcim naše meranie.