

NIEKOĽKO TYPOV Z HODÍN FYZIKY (FYZIKA MIKROSVETA)

Jozef Szmolka

Gymnázium Antona Prídavka, Sabinov

Abstrakt: V snahe o popularizáciu fyziky sa pokúšam o hodinu, na ktorej sa stále niečo deje, preto sa prelínajú rôzne metódy a formy – experiment aj teória, riešenie kvantitatívnych aj kvalitatívnych úloh, práca s celou triedou strieda skupinovú aj individuálnu prácu. Žiakovi je v úvode vyučovacej jednotky predstretý problém známy z bežného života, ktorý by ho mal zaujať a ten je postupne riešený počas celej vyučovacej hodiny. Počas hodiny sú využívané vhodné IKT.

Kľúčové slová: fotón, fotoelektrický jav, stimulovaná emisia, laser, korpuskulárno – vlnový dualizmus

Úvod

Záujem o vyučovanie fyziky výrazne poklesol, preto a nie len preto je nutné učiť viac zaujímavo. Väčšina učiteľov sa snaží inovovať svoje postupy – rovnako aj ja prehodnocujem a hľadám nové – efektívnejšie metódy. Ponúkam niekoľko námetov k práci v celku FYZIKA MIKROSVETA - kde chýba možnosť skúsenosti a rukolapných kontaktov ako je tomu napr. v mechanike.

Vyučovanie na našom gymnáziu prebieha podľa alternatívneho učebného plánu.

Hodina je dynamická, pestrá – striedajú sa krátke výkladové časti s problémovými experimentmi, apletmi, heuristický rozhovor a pod. Každá popísaná téma – vyučovacia jednotka - je obohatená o praktické využitie tak, aby bolo nosným prvkom pri vysvetľovaní nových javov. Väčšina tém je spracovaná v podobe prezentácie (vlastnej alebo prevzatej z balíčka INFOVEKu) a prezentovaná pomocou dataprojektora.

1. Fotoelektrický jav (FEJ)

Motivácia

„Ako pracuje automatické otváranie dverí, kopírka alebo automatické splachovanie na WC?“

Prepojenie zaujímavej a pre väčšinu študentov bežnej aplikácie s novou teóriou je podľa mojich skúseností, vždy zárukou zvýšenia záujmu o preberanú tému.

Experiment

Čo je to fotoelektrický jav?

Podľa vybavenia školy predvedieme študentom reálny experiment podľa učebnice fyziky pre gymnáziá (viď obr. 1), alebo urobíme aspoň myšlienkový experiment.

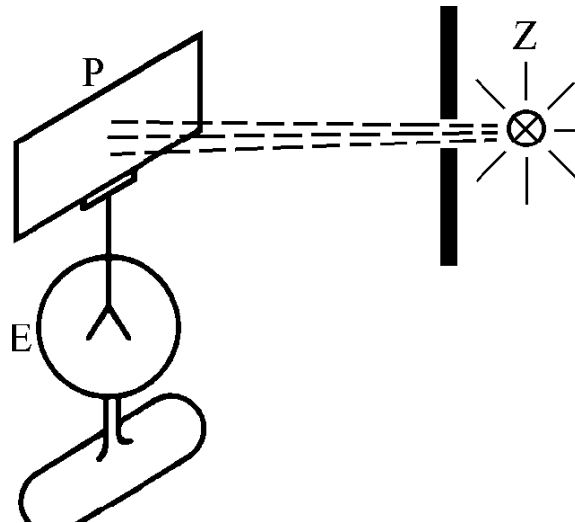
Zinkovú platničku nabijeme záporným nábojom. Ultrafialové žiarenie má schopnosť uvoľniť zo zinku elektróny, kým žiarenie z viditeľnej oblasti túto schopnosť nemá. Uvoľnenie elektrónov nenastane ani pri zvýšení intenzity.

Záver z experimentu:

- pre každý kov existuje istá hraničná frekvencia f_0 ,
- žiarenie s frekvenciou $f > f_0$ uvoľňuje elektróny z kovu,
- žiarenie s frekvenciou $f < f_0$ ich neuvolňuje.

Problém

„Ako je možné, že slabý úder dieťaťa (= UV žiarenia s malou intenzitou) ma položí na lopatky, ale silný úder profesionálneho boxera (= intenzívneho svetla) so mnou nepohne?“ Problém ostáva otvorený.



Obr. 1 E – elektroskop, P – zinková platnička, Z – zdroj žiarenia

Klasická fyzika a FEJ

Klasická fyzika:

- spojito prichádzajúce žiarenie sa podobá tečúcej vode bez viditeľných prerušení,
- väčší prúd vody zodpovedá väčšej intenzite.

Dopadajúce žiarenie postupne elektróny v kove rozkmitá a pri zvyšovaní intenzity žiarenia by mali byť schopné opustiť kov. Pomôžeme si analógiou s rozprávkou o repe – nevládal dedko, pomohla babka a ďalší až repu (=elektrón) vytrhli.

Vysvetlenie ponúka v r. 1900 nemecký fyzik Max Planck: predpokladá, že steny čierneho telesa (resp. zdroj žiarenia) môžu prijímať (vysielať) žiarenie iba po istých dávkach - „kvantách“ energie $E = hf$.

Nespojito šíriace žiarenie sa podobá dažďu prichádzajúcemu po kvapkách. Preto kvapka „dedko“ nemôže čakať na pomoc kvapky „babka“ a iných. Rozhoduje iba veľkosť kvapky „dedko“ a tá buď má dost energie a repu (=elektrón) vytrhne alebo je slabá a repu nevytrhne.

Poznámka: Súčasné (alebo takmer súčasné) dopadnutie dvoch fotónov na ten istý malý elektrón je skoro nemožné.

Einsteinova teória FEJ:

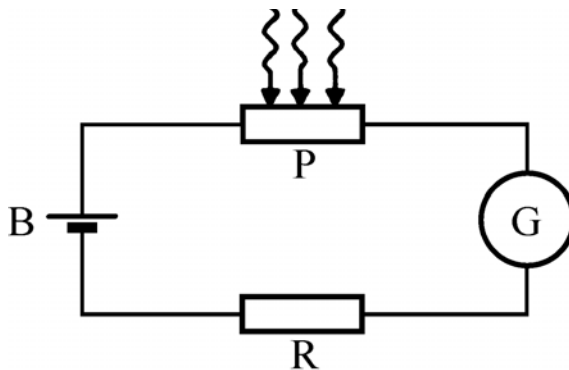
Energia žiarenia „... nie je rozložená v priestore spojite, ale sa skladá z konečného počtu v priestore lokalizovaných kvánt..., ktoré môžu byť pohltené a vyžiarené len ako celky“. Kvantá (kvapky) - fotóny majú energiu $E = hf$ a hybnosť $p = E/c$ ($h \approx 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$).

Každý fotón žiarenia s frekvenciou $f > f_0$ odovzdá celú svoju energiu jedinému elektrónu. Časť energie sa spotrebuje na uvoľnenie elektrónu z kovu - to je výstupná práca W_v , zvyšok ostane elektrónu ako kinetická energia. Hraničná frekvencia je daná vzťahom $hf_0 = W_v$

FEJ v praxi, vnútorný fotoelektrický jav

Opis experimentu

Pohybujeme fotoodporom, tak aby sa menilo osvetlenie: „Študenti, pohyb tejto súčiastky vplyva na výchylku na galvanometri. Je to čidlo pohybu?“ Dotýkame sa a pritom zakrývame fotoodpor: „A reaguje aj na dotyk!“



Obr. 2 Schéma experimentu: P – polovodič, B – zdroj napätia, R – odpor, G – galvanometer

Vysvetlenie experimentu

V niektorých polovodičoch sú pri izbovej teplote všetky elektróny viazané pri atómoch. Ak konce polovodiča priložíme k batérii, obvodom nebude prechádzať takmer žiadny prúd. Žiarenie uvoľní niektoré elektróny z atómov a obvodom bude prechádzať prúd.

Čas na vysvetlenie problému 1: Väčšia intenzita žiarenia znamená viac fotónov a teda viac uvoľnených elektrónov. To je princíp automatického splachovania na WC. Na podobnom princípe pracuje kopírka, lebo veľkosť uvoľneného elektrického náboja ovplyvňuje elektrickú silu priťahujúcu farbu z tonera.

Riešenie úloh

Výstupná práca pre sodík je 2,1 eV.

- Aká je hraničná frekvencia sodíka?
- S akou energiou budú vyletovať elektróny z povrchu sodíkovej katódy, ak na ňu dopadá ultrafialové žiarenie s vlnovou dĺžkou 300 nm?

a. Frekvencia žiarenia a energia fotónov: $f = c/\lambda = 1015\text{Hz}$; $E = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-19}\text{J} = 4,1\text{eV}$

b. Hraničná frekvencia: $f_0 = W_V/h = 2,1 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}\text{J} / 6,63 \cdot 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s} = 5,549 \cdot 10^{15}\text{Hz}$.
Kinetická energia: $E_k = E - W_V = 2\text{eV}$

2. Stimulovaná emisia. Laser

Úvod VH - motivácia:

„Kto a čo vie o laseroch, prípadne holografii?“

Modely atómu

– zhrnutie poznatkov známych z príbuzných predmetov, spestrené o fotografie vedcov, obrázky modelov atómov a aplet k Rutherfordovmu pokusu.

Stimulovaná emisia

Na stručné vysvetlenie pojmov emisia a absorpcia – všetko v nadväznosti na Bohrov model atómu - nadväzuje stimulovaná (vyvolaná) emisia.

Využijeme podobnosť hladín energie v atóme vodíka a sedadiel v amfiteátri:

V počiatočnom stave je prvý rad s energiou -13,6eV je obsadený; druhý (-3,4eV), štvrtý (-0,85eV) a ďalšie nasledujúce rady sú voľné. Pozorovaný elektrón je v treťom

rade s energiou $-1,5\text{eV}$. Dôraz je položený na moment, keď elektrón v excitovanom stave je „oslovený“ fotónom s energiou $+1,9\text{eV}$, či nechce jeho energiu. Elektrón ponuku ako slušne vychovaný prijíma – no vzápätí si uvedomuje, že podľa pravidiel p. Bohra má dovolené iba niektoré „sedadlá“; t.j. na presadnutie do štvrtého, piateho, ... radu má veľa energie a rovnako sadieť medzi rady nemôže. Preto vyrušený z kludu musí niečo urobiť a tak ide o rad nižšie a vzdáva sa energie $+1,9\text{eV}$, ktorú mal ponúknutú a tiež nadbytočnej energie $-1,5\text{eV} - (-3,4)\text{eV} = +1,9\text{eV}$. To znamená, že takto vyžiari dvojnásobok – 2 fotóny, ktoré sú rovnaké ako dvojčatá. Fyzikálne hovoríme o „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“ = zosilnenie žiarenia podmienenou emisiou.

Využitie

Laser sa využíva pre svoju intenzitu na úpravu povrchu materiálov – napr. jemná očná chirurgia a priestorové premietanie – holografia. Obraz objektu ([hologram](#)) sa získava na „tienidle“ skladaním priameho a od objektu odrazeného žiarenia lasera. Ožiaréním tienidla laserom získame možnosť sledovať trojrozmerný obraz (rekonštrukcia obrazu) akoby cez okno z rôznych uhlov pohľadu aj keď objekt už sa tam nenachádza.

Úloha

Predpokladajme, že potrháte fotografiu a rozbijete hologram. V čom sa líšia [zostatky](#) fotografie a hologramu?

3. De Broglieho vlnová dĺžka. Elektrónový mikroskop

Motivácia

„Videli ste už roztoče? Ako sa dajú pozorovať?“

Princíp

De Broglie prišiel ako mladý začínajúci fyzik s bláznivou hypotézou, že častice majú aj vlnové vlastnosti; efektívna vlnová dĺžka λ konkrétnej častice je nepriamo úmerná veľkosti jej hybnosti p , pričom konštantou úmernosti je Planckova konštanta h :

$$\lambda = h/p.$$

Dôkazom je analogické (podobné) správanie sa elektrónov pri rozptyle na kryštálovej mriežke ako u svetla na povrchu CD.

Využitie

Elektrónmi je možné pozorovať (ohmatať) atómy novým typom mikroskopu, podobne ako sa svetlom pozorujú bunky.

Záver

Učiť môžeme rôzne, robme však vždy s nadšením a tvorivo. Usporiadajme obsah, zvolme metódy a formy tak, aby sa na vyučovaní neustále niečo dialo, aby boli hodiny pestré a zaujímavé, aby sa študenti nenudili, ale aspoň niektorí na hodiny fyziky tešili.

Potom sa stretne s pozitívnym ohlasom u žiakov aj rodičov. Nebude to často a vždy až po rokoch. Oceníte potom aj certifikát aký som dostal od rodiča bývalého žiaka nedávno: „Dobre ste naučili môjho Stana fyziku. *Môžete učiť d'alej!*“

Adresa autora

Mgr. Jozef Szmolka
Gymnázium Antona Prídavka
Komenského 40, 083 01 Sabinov
Email: szmolka.jozo@centrum.sk