

Franck-Hertzův pokus

Bastl Petr, Novák David, Skotnicová Radka, Zimandl Filip
Gymn. Vídeňská Brno, Gymn. Šumperk, Gymn. Čajkovského
Olomouc, Gymn. Tišnov

petr.bastl@seznam.cz, georgetu...@seznam.cz,
radka.skotnicova@atlas.cz, fzimandl@centrum.cz

Abstrakt:

Naším úkolem je provést a ověřit Franck-Hertzův pokus. Tento pokus byl poprvé proveden v roce 1914 a ověřuje Bohrov model atomu.

1 Úvod

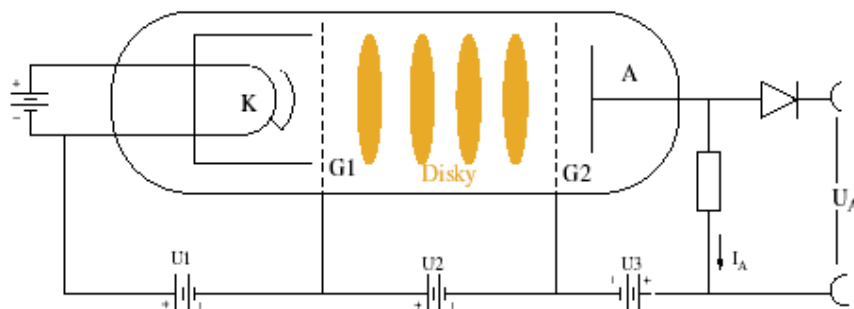
Před příchodem Bohrovy teorie stavby atomu se předpokládalo Rutherfordův planetární model, který z hlediska klasické elektrodynamiky nebyl stálý, neboť by při zrychleném pohybu musely elektrony vyzařovat energii ve formě elektromagnetických vln, zmenšovat poloměr a nakonec se zřítit do jádra. Tento proces by trval řádově 10^{-15} s. Ve skutečnosti jsou však atomy velmi stálé. Tohoto faktu si všiml dánský vědec Niels Bohr a roku 1913 zveřejnil svou teorii o stavbě atomu.

Jeho teorii ověřili již o rok později ve svých experimentech J. Franck a G. Hertz.

V našem případě budeme excitovat a ionizovat atomy neonu a měřit jejich excitační a ionizační energii.

2 Princip

Atomy plynu jsou ostřelovány elektrony, které jsou emitovány z katody. Katoda je žhavená a pomocí napětí mezi katodou a mřížkou jsou z ní elektrony vytrhávány. Je pozorováno rozložení rychlostí elektronů před srážkou a po ní. Jde-li o pružnou srážku, pak se rozdělení rychlostí srážkou nemění (změní se jen směr), energie elektronu je přitom zachována. Při nepružné srážce ztrácí část elektronů svou energii, předává ji atomům (rozdělení rychlostí se mění) a elektrony v atomech plynu přecházejí na vyšší energetické hladiny (atomy se excitují), při větší energii elektronů vznikají z atomů ionty.



Obrázek 1: Schema Franckova-Hertzova pokusu

Elektrony jsou z katody K emitovány na první mřížku G_1 . Elektrony jsou z katody vytrhávány vlivem napětí U_1 mezi mřížkou G_1 a katodou. Elektrony jsou dále urychlovány napětím U_2 mezi mřížkou G_1 a mřížkou G_2 , která je umístěná před anodou A. Mezi mřížkou G_2 a anodou A je brzdné napětí $-U_3$. K anodě je připojen galvanometr k měření malých proudů. K pružným a nepružným srážkám dochází mezi mřížkami.

Energie elektronu závisí na jeho rychlosti.

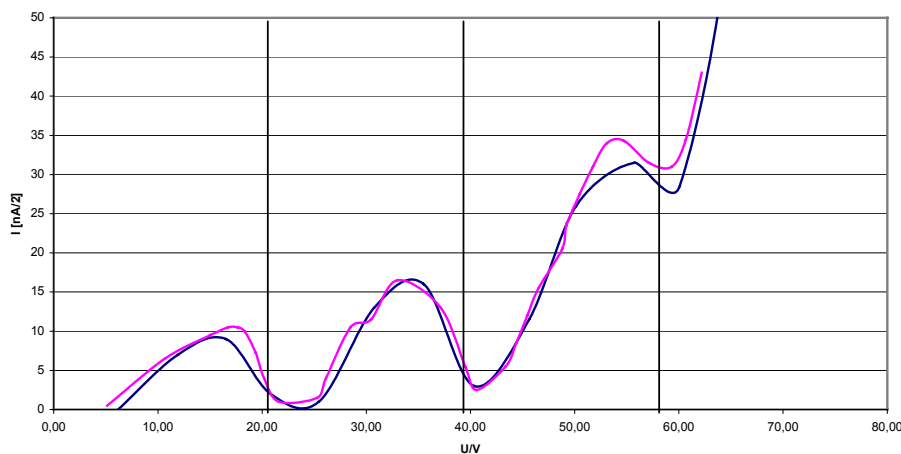
- Pružná srážka nastane, je-li rychlost elektronu menší než jistá kritická rychlost. Znamená to, že elektron nepředává atomu svou energii.
- Zda proběhne nepružná srážka závisí na energii, kterou nese elektron. Má-li elektron větší rychlost než kritickou, nese energii schopnou vybudit atom do vyššího energetického stavu (nese tzv. excitační energii).

3 Vlastní měření

Manuální měření

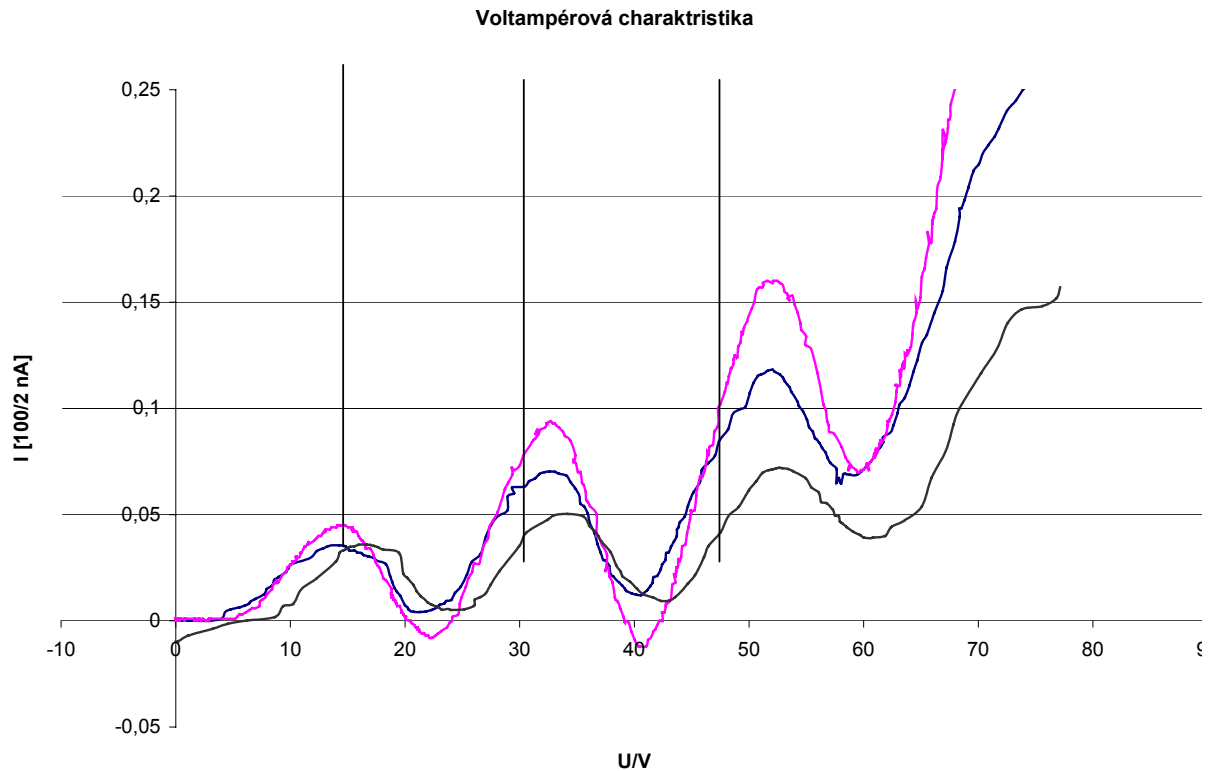
Nejprve jsme zjišťovali voltampérovou charakteristiku Franck – Hertzovy trubice. Měnili jsme urychlovací napětí U_2 a galvanometrem jsme měřili výstupní hodnoty proudu na anodě. Toto jsme prováděli několikrát se změněnými parametry brzdného napětí U_3 .

Voltampérová charakteristika



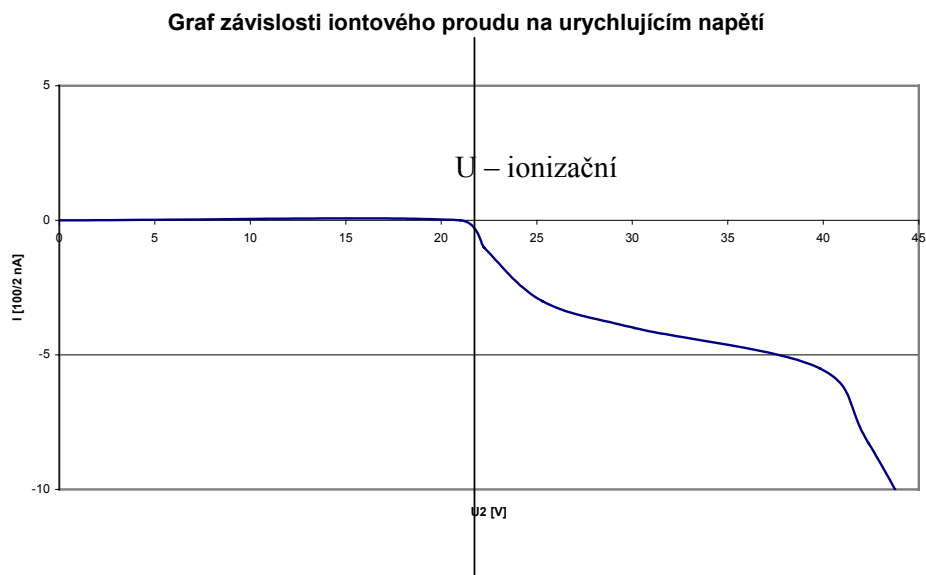
Měření s pomocí PC

Měření probíhalo obdobně. Galvanometr byl nahrazen odporem o velikosti $10\text{ M}\Omega$, na kterém bylo měřeno napětí. Vzhledem k tomu, že vnitřní odpor voltmetru byl rovněž $10\text{ M}\Omega$, tak polovina proudu procházela voltmetrem a polovina byla využita k měření napětí. Pomocí programu pod OS Linux jsme zaznamenávali data, která jsme následně zpracovávali.



Měření ionizačního potenciálu Neonu:

Nastavíme vysoké brzdící napětí (30V). Je-li urychlující napětí dostatečně velké, elektron již nepřejde do další slupky, ale z atomu „vylétne“. Vlivem velkého brzdícího napětí nedolétne žádný elektron k anodě, ale vzniklé ionty, které mají opačný náboj a jsou tedy v brzděném poli naopak urychlovány, dolétnou a vytvoří iontový proud, který má oproti elektronovému záporné znaménko. V místě, kde iontový proud začne růst, je právě ionizační potenciál (viz. Graf závislosti iontového proudu na urychlujícím napětí).



4 Shrnutí

Z naměřených hodnot jsme zjistili hodnotu excitačního potenciálu pro neon.

	2.Excitační potenciál	3.Excitační potenciál	4.Excitační potenciál	Rozdíl excitačního potenciálu 2 a 3	Rozdíl excitačního potenciálu 3 a 4
1.měření	25,45V	40,57V	60,07V	15,12V	19,50V
2.měření	21,61V	40,57V	59,31V	18,96V	18,74V
Průměr rozdílů excitačních potenciálů:			18,08V		
3.měření	21,82V	40,22V	59,19V	18,40V	18,97V
4.měření	22,61V	42,08V	60,42V	19,47V	18,34V
Průměr rozdílů excitačních potenciálů:			18,80V		
Průměrná hodnota:		18,40V	$\pm 1,41V$		

Dále jsme zjistili hodnotu ionizačního potenciálu, která činí 22,23 eV.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. Za uspořádání Fyzikálního týdne, dále supervizorovi Davidu Tlustému za dobré rady při provádění pokusu a v neposlední řadě také sponzorům.

Reference:

[1] ŠPOLSKIJ, E. V.: *Atomová fyzika* Technicko – vědecké vydavatelství Praha, 1951