

Franck – Hertzův pokus

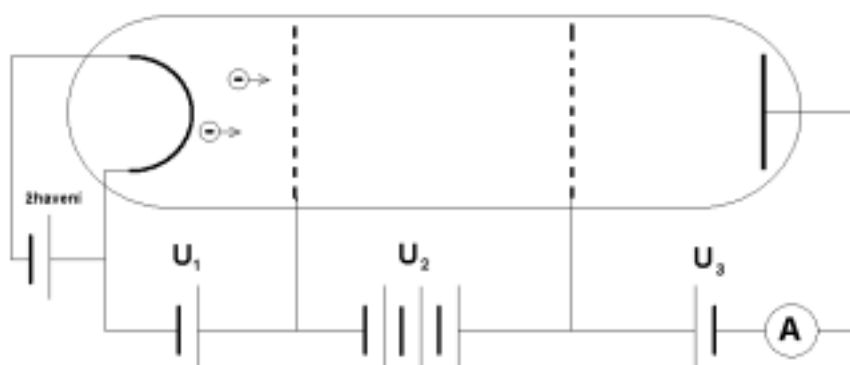
VYPRACOVALI: KATEŘINA NEZVALOVÁ¹⁾, LUCIE HORÁKOVÁ¹⁾, ZBYNĚK FĚDOR¹⁾, MATOUŠ RINGEL²⁾, PAVEL HANČAR³⁾,

¹⁾Gymnázium Vídeňská, Brno; ²⁾Gymnázium Broumov; ³⁾SPŠ Jičín
SUPERVIZOR: ING. VOJTĚCH SVOBODA; FJFI ČVUT, Praha

Na Fyzikálním týdnu jsme znovu vyzkoušeli experiment, který poprvé provedli James Franck a Gustav Hertz v roce 1914. Za tento pokus získali v roce 1925 Nobelovu cenu. Stal se jedním ze základních pokusů na ověření kvantové mechaniky.

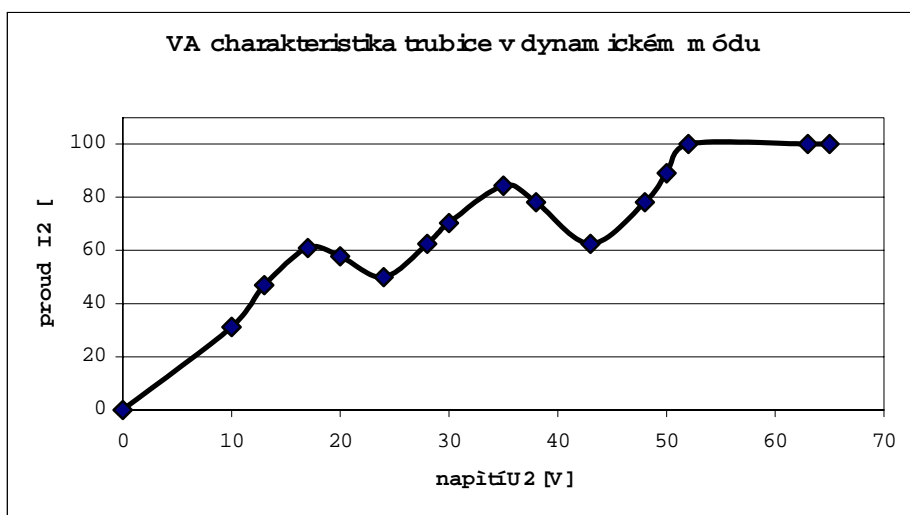
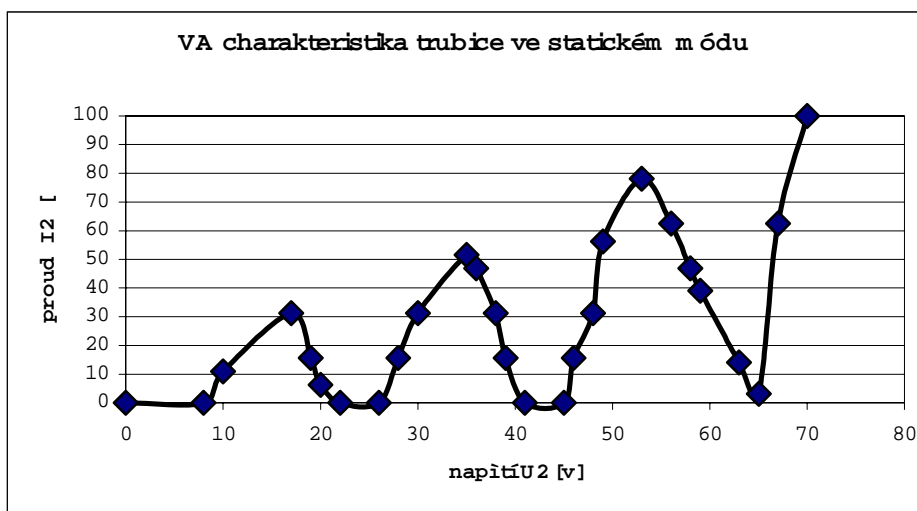
Ve svých pokusech nechali ostřelovat atomy rtuti v plynném stavu urychlenými elektrony. Jako zdroj elektronů použili nahřáté katody v katodové trubici, která byla zároveň urychlovačem.

Její aparatura byla poněkud nepraktická, proto jsme na rozdíl od nich užili upravené katodové trubice se dvěma mřížkami, naplněné neonem. V trubici probíhal následující děj. Elektrony, které v důsledku termoemise opustily katodu, byly urychleny urychlovacím napětím U_1 . Poté došly do prostoru mezi dvěma mřížkami, kde byly dále urychlovány napětím U_2 , a kde se zároveň srážely s atomy neonu. Elektrony s malou energií se díky brzdnému napětí U_3 , přiloženému na mřížku, nedostaly až na anodu, a byly svedeny druhou mřížkou ke zdroji.



Všimněme si blíže procesu srážek. Až do určité energie se elektrony s atomy srážejí pružně, čili po srážce nezmění svoji energii. Proud procházející katodovou trubicí je rostoucí funkcí urychlovacího napětí. Ovšem při určité energii elektronů, v našem případě přibližně 18 eV, začínají nepružné srážky. Energie elektronů začíná být atomy silně pohlcována. Proud I procházející trubicí prudce poklesne a při malinké změně napětí dosáhne minima. Při dalším zvyšování napětí U_2 proud opět roste, a to až do okamžiku, kdy energie elektronů dosáhne násobku 18 eV. Poté znovu dochází k pohlcování energie atomy (viz graf). Proud trubicí se pohybuje v řádu nanoampér, a v našem uspořádání pokusu podléhal poměrně velkým fluktuacím.

Snažili jsme se měřit proud jak ve statickém, tak v dynamickém režimu. Dynamického uspořádání jsme dosáhli rozmítáním napětí U_2 a zobrazením VA charakteristiky na obrazovce dvoukanalového osciloskopu. Oba módy se poněkud liší svým průběhem; velikost proudu je v dynamickém módu vesměs větší než v módu statickém. Odlišnost je způsobena tím, že ve statickém módu je při změně napětí systému poskytnuta dostatečná doba na zotavení.



CHARAKTERISTIKY TRUBICE PŘI $U_1 = 3,5V$ A $U_3 = 9V$

Atomy se po srážce s elektrony dostávají do excitovaného stavu. Excitovaný stav je velmi nestabilní a atom se v něm nachází po velmi krátkou dobu. Přebytečné energie se atom zbaví vyzářením fotonu. Tento proces vypadá tak, že atomy nejprve přejdou do nižšího stavu nezářivým procesem a z tohoto stavu přecházejí do základního vyzářením fotonu ve viditelné části spektra.

Vlastnosti trubice závisí na parametrech U_1 , U_3 . Při zmenšování brzdného napětí U_3 , které se v našem experimentu měnilo v rozmezí 0 až 10,5 V, prakticky všechny elektrony dojdou na anodu, a díky tomu jsou poklesy proudu těžko rozlišitelné. Při zvyšování napětí U_1 , jehož hodnota se pohybuje mezi 0 a 5V, se zvětšuje proud protékající trubicí.

To, že atomy přijímají jen určité diskrétní energie, dokazuje, že energie elektronů v atomu je kvantovaná.

LITERATURA: <http://230nsc1.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
A.Beiser, Úvod do moderní fyziky, Academia 1977