

POKUS

- Změřte konečný proud I jako funkci napětí U mezi katodou a elektronickou sítí
- Určete odstup ΔU maxima a minima proudu
- Porovnejte intervaly napětí s budícími energiemi atomů rtuťi

ÚKOL

Zaznamenejte a vypočítejte Franck-Hertzovu křivku pro rtuť.

SHRNUTÍ

Franck-Hertzův pokus pro rtuť zahrnuje pozorování, jak je energie převedená z elektronů jako výsledek nepružných kolizí při procházení přes výpary rtuťi. Přeměna energie nastává v jednotlivých krocích odpovídajících rozechvění takovouto kolizí přesnými přeměnami energetického stupně v atomech rtuťi. Pokus tak poskytuje potvrzení Bohrova modelu atomu a jednotlivých energetických stupňů popsanych tímto modelem.

POŽADOVANÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ

1	Franck-Hertzova trubice se rtuťovou náplní a vytápěcí komůrkou	5401.U8482150230
1	Jednotka zdroje napájení pro Franck-Hertzův pokus (230 V, 50 / 60 Hz)	5401.U8482130230
1	Digitální teploměr, jednonábový	5401.U11817
1	Ponorný spínač typu K, NiCr-Ni, -65°C – 550°C	5401.U11854
1	Analogový osciloskop, 2 × 30 MHz	5401.U11175
1	Digitální multimetr P3340	5401.U118091
1	VF kabel	5401.U11255
2	VF kabely, BNC / 4 mm přípojka	5401.U11257
1	Sada 15 bezpečnostních pokusných kabelů, 75 cm	5401.U138021

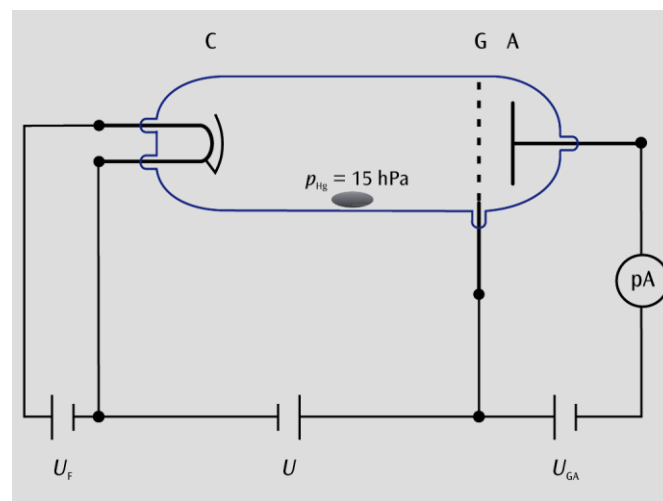
ZÁKLADNÍ PRINCIPY

James Franck a Gustav Hertz v roce 1914 vylíčili, že elektrony procházející přes výpary rtuťi přenášely energii v jednotlivých krocích a že toto je spojeno s pozorováním vypouštění ultrafialové spektrální čáry rtuťi ($\lambda = 254$ nm). Niels Bohr si o několik měsíců uvědomil, že toto bylo potvrzení modelu atomu, který vytvořil. Franck-Hertzův pokus se rtuťí se tak stal klasickým pokusem pro potvrzení kvantové teorie.

Vyčerpaná skleněná trubice obsahuje vytopenou katodu C, mřížku G a cílovou katodu A v tomto pořadí (obrázek 1). Elektrony jsou vypouštěny z katody a budícím napětím U směrem k mřížce. Procházením přes mřížku dosahují cílového bodu a tak mají podíl na konečném proudu I , jestliže jejich kinetická energie je dostatečná k překonání zpomalujícího napětí U_{GA} mezi mřížkou a cílovým bodem. Navíc je zde obsažena i skleněná trubice s trochou rtuťi a ta je vytopená tak, aby vytvářela výpary o tlaku zhruba 15 hPa.

Když napětí U stoupá, konečný proud I nejprve stoupá, protože je přitahováno stále více a více atomů elektrickým polem z prostoru nábojového pole kolem katody.

Při určité hodnotě $U = U_1$ některé atomy dosáhnou dostatečné kinetické energie právě před mřížkou, takže jsou schopné vytvořit dostatečnou energii, aby rozechvěly atomy rtuťi nepružnou kolizí. Konečný proud po takové spadne k hodnotě blízko nuly a elektrony už nemají energii, aby překonaly zpomalující napětí.



Obrázek 1: Schéma přípravy pro měření Franck-Hertzovy křivky pro rtuť.

Když napětí stoupá více, elektrony dosáhnou dostatek energie k tomu, aby rozechvěly atomy rtuti ještě dále od mřížky. Po takových kolizích jsou znovu uvedeny do pohybu a můžou znovu nabýt dostatek energie, aby dosáhly cílového bodu, takže konečný proud znovu stoupá. Při stále vyšším napětí $U = U_2$ můžou elektrony dosáhnout po první kolizi tolik energie, že jsou schopné rozechvět i další atom rtuti. Konečný proud opět drasticky klesne, ale vzroste ještě jednou, když napětí také roste. Toto pokračuje potřeť při stále vyšším napětí a konečný proud opět dramaticky klesne.

POZNÁMKA

První minimum není při 4,9 V, ale je zvýšeno velikostí odpovídající takzvanému kontaktnímu napětí mezi katodou a mřížkou.

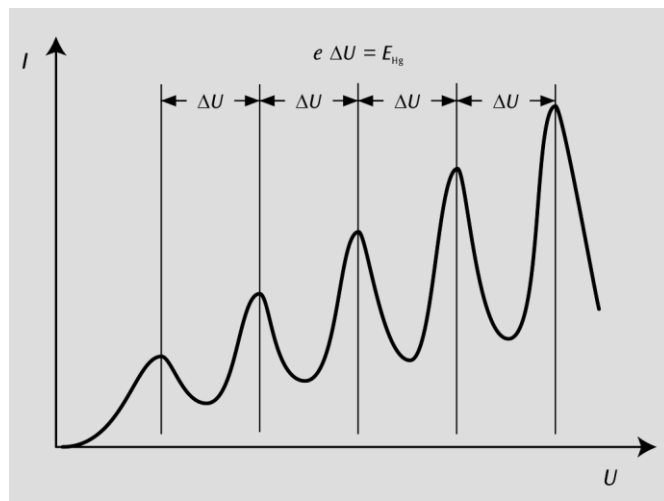
VYHODNOCENÍ

Napětí U_1, U_2, U_3, \dots , při kterých proud dramaticky klesne při zaznamenávaných $I(U)$ charakteristikách, se všechna objeví v konstantním intervalu $\Delta U = 4,9$ V. Tento interval odpovídá budící energii $E_{Hg} = 4,9$ eV ($\lambda = 254$ nm), při které se atomy rtuti zvýší ze základního stavu 1S_0 do prvního 3P_1 stavu. Tomu odpovídá následující rovnice:

$$(1): E_{Hg} = e \cdot \Delta U$$

e: základní elektronový náboj

Výsledky tak mohou být zakresleny do jednotlivých absorpcí atomů rtuti díky nepružné kolizi a přenosu pevně dané hodnoty energie z elektronů.



Obrázek 2: Konečný proud I jako funkce budícího napětí U .



HELAGO-CZ, s.r.o.

Kladská 1082

500 03 Hradec Králové

Tel.: 495 220 229

Fax: 495 220 154

E-mail: info@helago-cz.cz

<http://www.helago-cz.cz>

