

Francck-Hertzův pokus

V roce 1913 Niels Bohr přišel s modelem atomu (obr. 1), který popsal pomocí principů kvantové teorie stavby atomu vyslovením dvou postulátů:

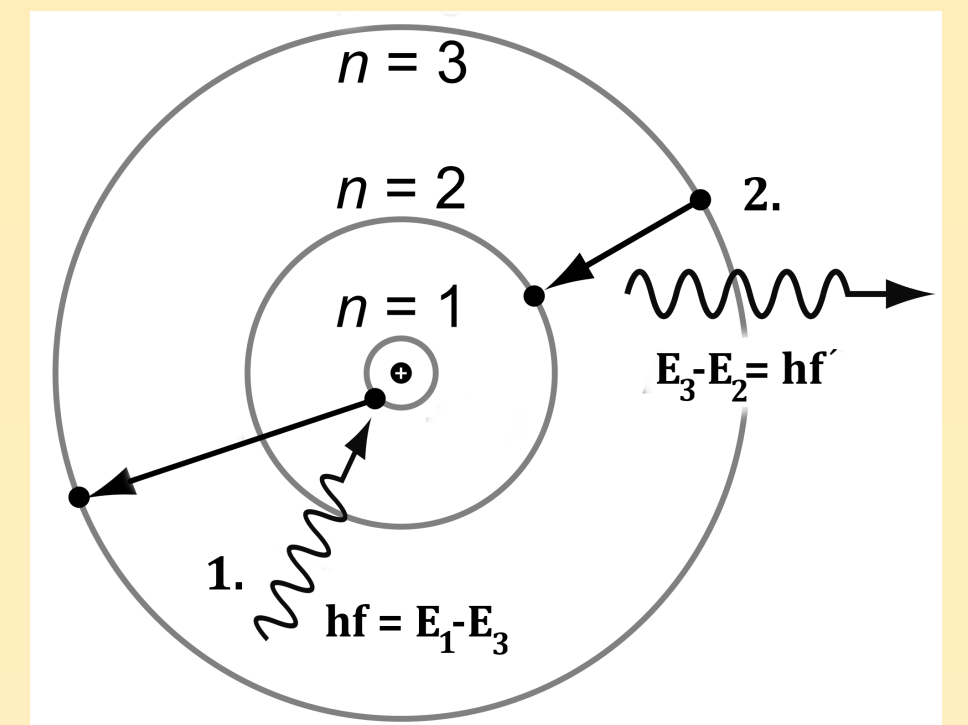
1. atomy se mohou vyskytovat jen v určitých stacionárních stavech, ve kterých bez ohledu na jejich pohyb nevyzařují ani nepohlcují energii
2. atomy při přechodu z jednoho stacionárního stavu do druhého vydávají nebo pohlcují monochromatické záření určité frekvence.

Tuto frekvenci určíme ze vztahu:

$$hf = E_n - E_m,$$

kde E_n a E_m jsou energie příslušných stavů a h je Planckova konstanta ($h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J.s). Za tento model obdržel Bohr v roce 1922 Nobelovu cenu za fyziku.

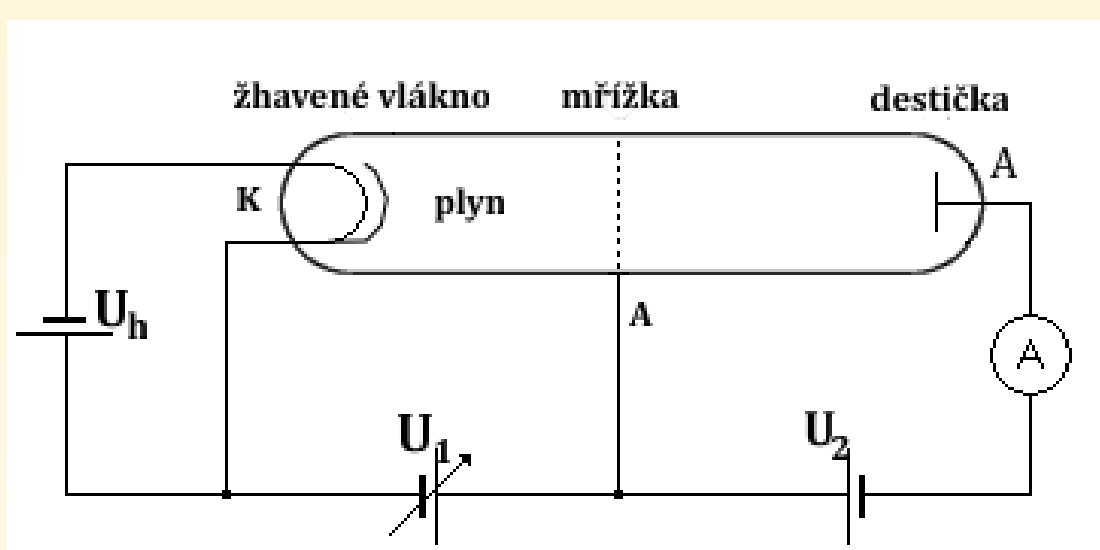
Experimentální ověření existence energetických hladin atomu a ověření Bohrových postulátů provedli v letech 1913-1914 James Franck a Gustav Hertz. Franck a Hertz sestavili k ověření postulátů aparaturu, která je zobrazena na obrázku 2. S použitím této aparatury ostřelovali atomy nebo molekuly plynu (konkrétně rtuťové páry) elektrony s jistou energií a pozorovali rozložení rychlostí před srážkou a po ní. Za vysvětlení interakcí elektronu s atomem plynu obdrželi v roce 1925 Nobelovu cenu.



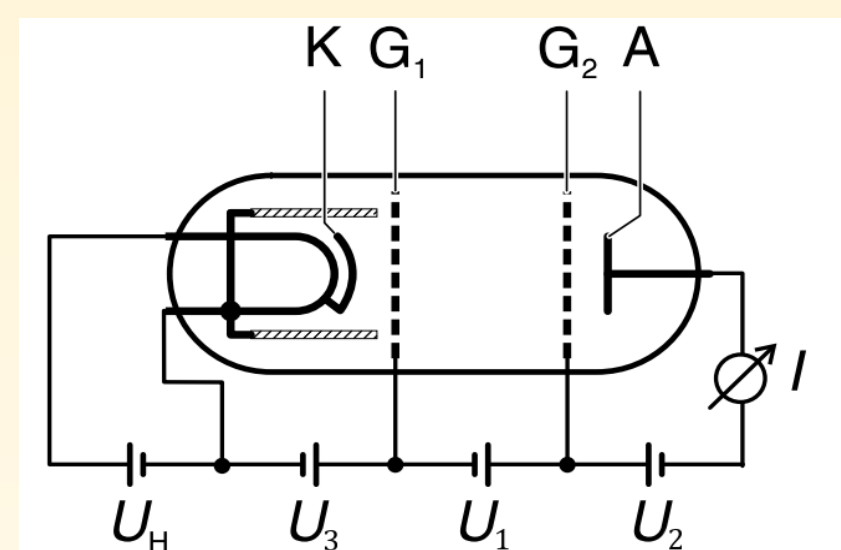
Obr. 1: Bohrov model atomu.

Rtuťová trioda, neonová tetroda

Obě elektronky (obr. 2, 3) se skládají z nepřímo žhavené katody emitující elektrony, anodové mřížky (v případě neonové tetrody anodových mřížek) a kolektoru. Ve rtuťové trubici jsou kapičky rtuti, které se po zahřátí píčky odpaří (180 °C). Pro školní experimenty je tedy vhodnější volit trubici plněnou neonem. S touto lze pracovat při pokojové teplotě, nehrozí riziko popálení a navíc jsme schopni pozorovat emitované záření, jehož vlnová délka leží ve viditelné oblasti.



Obr. 2: Franck-Hertzův experiment se rtuťovou triodou.



Obr. 3: Neonová tetroda.
[LD DIDACTIC GMBH, P6.2.4.3]

K proudu procházejícímu ampérmetrem přispívají pouze ty elektrony, které dokáží překonat zpomalovací napětí mřížky (mřížek). Se zvyšováním urychlovacího napětí U_1 dopadá na destičku stále větší počet elektronů a proud stoupá. Kinetická energie se při srážkách s atomy plynu zachovává a rozložení rychlostí elektronu před a po srážce se nemění. Po dosažení určité kritické energie elektronů však dochází k prudkému poklesu proudu. Elektron během srážky ztrácí částečně, nebo úplně svoji kinetickou energii excitací atomu na vyšší energetickou hladinu. Dochází tedy k nepružným srážkám, přičemž kinetická energie elektronů odpovídá excitační energii atomu. Elektrony po těchto srážkách mají malou energii na překonání zpomalovacího napětí mřížky a nedostanou se ke sběrné destičce. To má za následek pokles proudu procházejícího ampérmetrem.

Dalším zvyšováním napětí získají elektrony potřebnou energii na překonání zpomalovacího napětí a proud opět vzroste. V dalším průběhu se objevuje nový prudký pokles, kdy dochází k dalším nepružným srážkám a excitaci vyšší energetické hladiny.

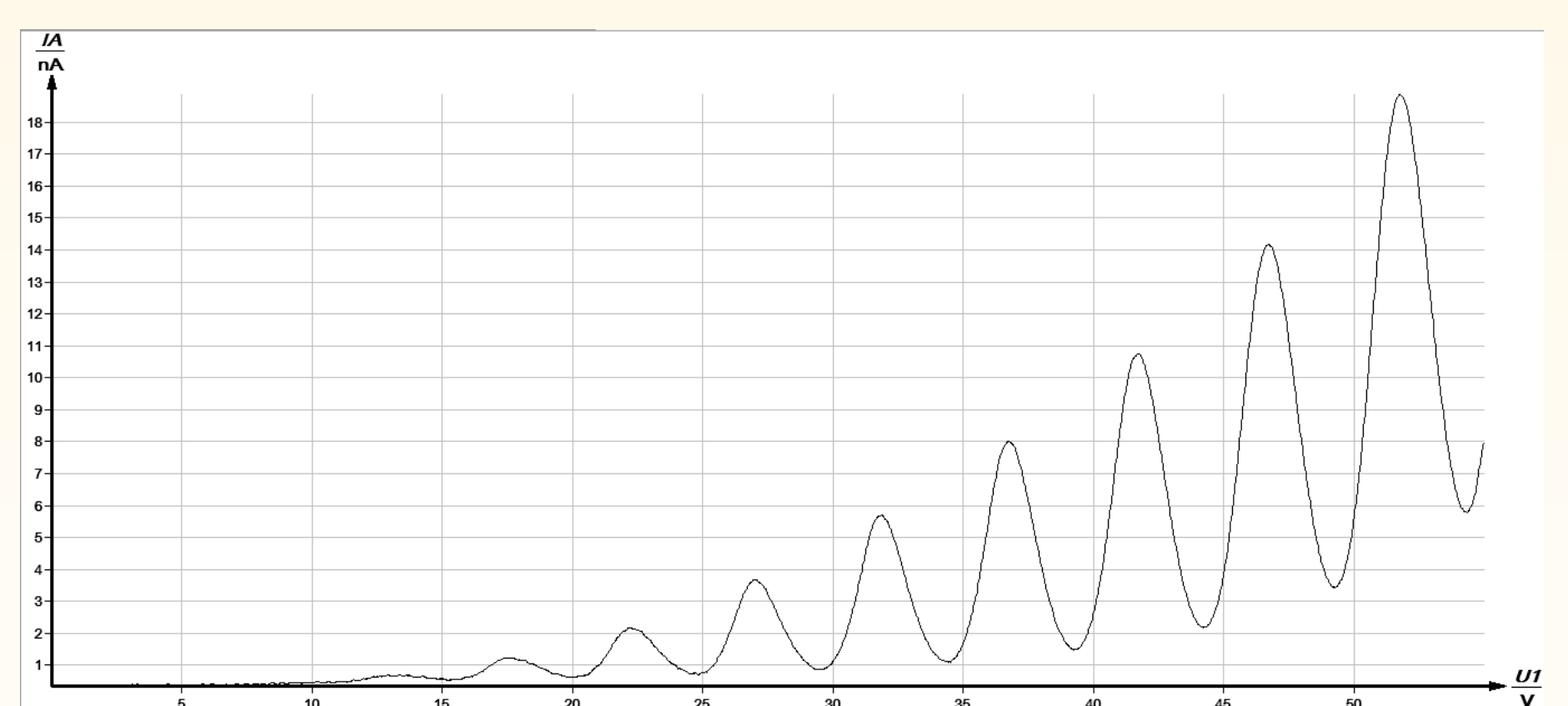
Typické průběhy závislosti proudu na zvyšujícím se napětí U_1 pro rtuťovou i neonovou elektronku vidíme na obrázcích 5 a 6.

Aparatura

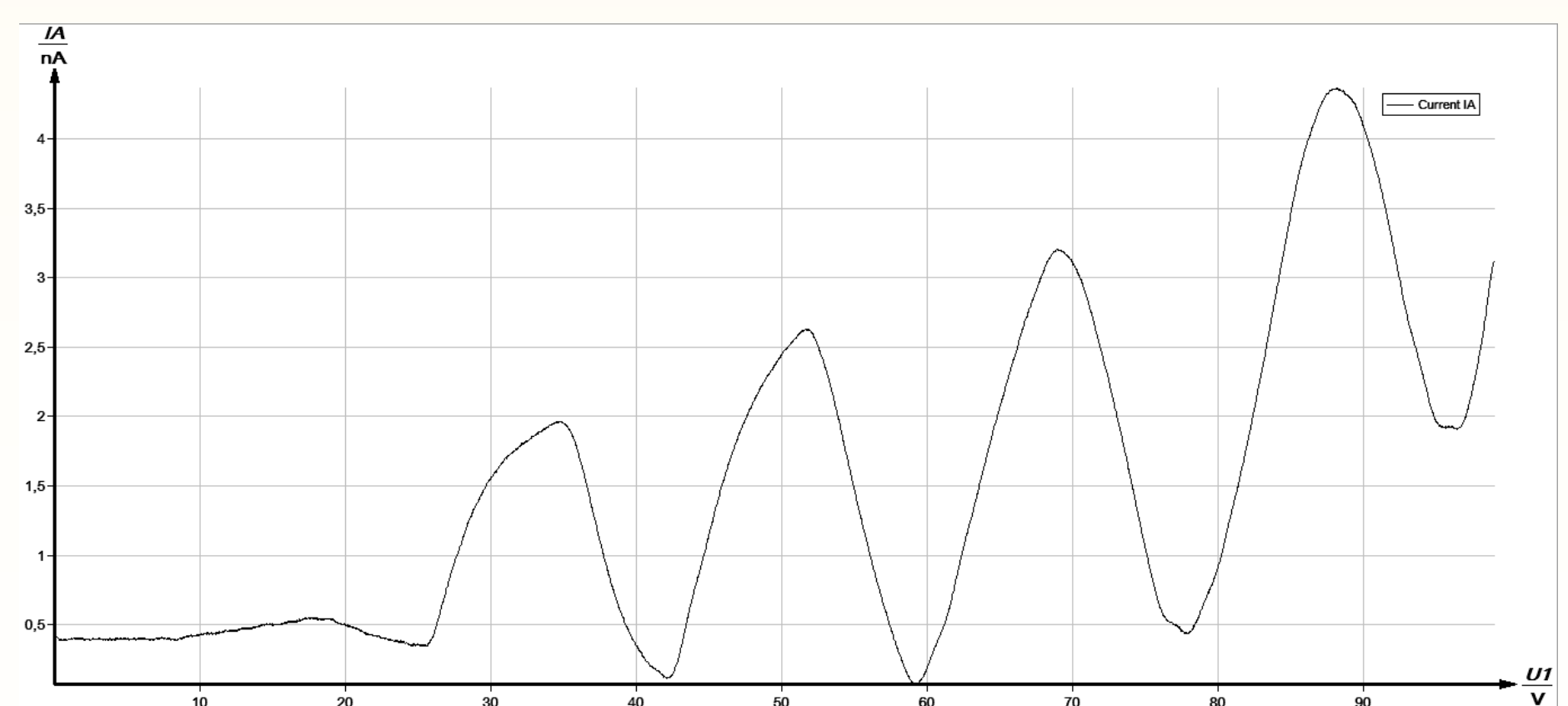
Základem F-H aparatury (obr. 4) je řídicí jednotka a neonová či rtuťová trubice. Na řídicí jednotce lze nastavit jednotlivé parametry měření a změnu vybraného parametru v průběhu měření lze sledovat na displeji v levém horním rohu řídicí jednotky. Jednotku lze připojit k PC a celé měření ovládat z počítače



Obr. 4: F-H aparatura s neonovou trubicí vlevo, rtuťovou uprostřed a řídicí jednotkou vlevo.



Obr. 5: Závislost proudu na napětí při F-H pokusu se rtuťovou triodou.



Obr. 6: Typický průběh F-H pokusu s neonovou tetrodou.

