

Lucrarea nr. 5 EXPERIMENTUL FRANCK–HERTZ

INTRODUCERE

Lucrarea are ca scop verificarea modelului lui Bohr al atomului la atomi cu mai mulți electroni. Experimentul Franck-Hertz a confirmat modelul cuantificat al lui Bohr pentru atom, demonstrând că atomii pot să absoarbă sau să cedeze doar anumite cantități de energie numite cuante.

Nivelele de energie discrete din atomi pot fi puse în evidență din interacțiunea radiației electromagnetice cu substanța (Spectroscopie atomică). Un alt mod de a evidenția nivelele energetice îl reprezintă experimentele de ciocniri.

Ideea experienței lui Franck și Hertz a fost de a studia ciocnirea electronilor cu atomii sau moleculele unui gaz dintr-un tub de descărcare. Sunt posibile două tipuri de ciocniri: elastice și inelastice. Ciocnirea elastică se produce după legile conservării impulsului și energiei mecanice, fără a se produce transformarea energiei mecanice în alte forme de energie. În cazul ciocnirii inelastice, electronul incident lovește unul din electronii atomului și-i cedează energie, astfel ca electronul din atom trece pe un nivel energetic superior (excitare), sau paraseste atomul (ionizare). Dacă fiind diferența mare între masa electronului și cea a atomului ciocnit, energia electronului incident este folosită pentru excitare sau ionizare.

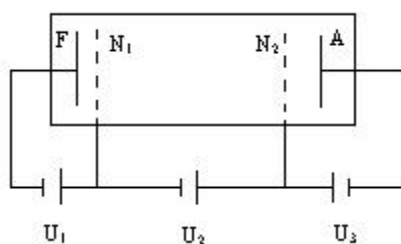


Fig.1: Schema experimentului lui Franck și Hertz

În experimentul de față tubul de descărcare conține vapori de mercur. Mercurul este inclus într-o tetrodă cu: catod, grila de control, grila de accelerare și electrodul țintă. Grila de control asigură o emisie de curent practic constantă a catodului. Electronii emiși de filamentul F sunt accelerați de un potențial mic (U_1) care îi dirijează către grila N_1 , care se află la o distanță mică de filament. Prin creșterea potențialului U_1 se poate disipa norul de

electroni din fața catodului, ca urmare mai mulți electroni pot fi emiși, deci curentul ce trece prin tub este mai mare. În spațiul dintre cele două grile (N_1 și N_2) electronii sunt accelerați prin potențialul variabil U_2 și tot în această zonă se ciocnesc cu atomii de mercur. Între grila N_2 și placa anodică este aplicat un potențial de frânare (stopare) U_3 , pentru ca electronii care și-au pierdut energia să nu mai ajungă pe anod. Pe măsură ce potențialul accelerator crește, energia electronilor crește, astfel că un număr din ce în ce mai mare de electroni ajunge la anod, în ciuda potențialului de frânare (stopare). Atâta timp cât energia electronilor este mai mică decât energia de excitare a atomului de mercur, nu se produc decât ciocniri elastice. Când potențialul U_2 atinge o valoare critică, energia electronilor devine suficientă pentru ca atomul de mercur să treacă din starea fundamentală în prima stare excitată, ciocnirea inelastică este posibilă și electronul cedează energie atomului de mercur. Aceasta se traduce printr-o scădere a curentului anodic căci energia electronilor scade în urma ciocnirii și nu mai pot învinge potențialul întârziator. Un al doilea maxim va apărea în curba curentului anodic când electronul va câștiga energie suficientă pentru a excita succesiv doi atomi de mercur, etc.

Diferența de potențial dintre picurile succesive observate la mercur este de 4,9 V. De aici putem calcula frecvența și deci lungimea de undă a radiației corespunzătoare, de unde $\lambda=2530\text{\AA}$. Aceasta este tocmai linia violetă a mercurului determinată spectroscopic, emisia la tranziția din prima stare excitată în starea fundamentală, fapt care confirmă postulatul lui Bohr.

MODUL DE LUCRU

Aparatura experimentală:

- tubul Franck–Hertz
- cuptorul electric
- senzorul de temperatura (termocuplu) NiCr-Ni
- unitatea Franck–Hertz
- voltmetru

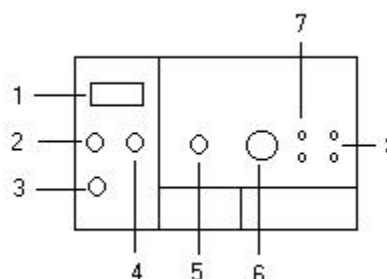


Fig.2: Panoul de față al unității Franck–Hertz

Se pornește unitatea Franck–Hertz cu butonul din spatele acesteia, LED-ul 7 apare roșu. Pentru ca mercurul din tubul de descărcare să se transforme în vapori cuptorul electric trebuie încălzit la o temperatură ridicată, cca. 210°C . Se așteaptă până când cuptorul se încălzește la temperatura de funcționare a tubului de Hg (cca. 10–15 min.). Când s-a încălzit la temperatura respectivă LED-ul 7 devine verde. Temperatura cuptorului se poate verifica schimbând comutatorul 4 la 9 și citind temperatura actuală de pe ecranul 1. Până când cuptorul nu se încălzește toate tensiunile trebuie să fie la 0 V. Pentru înregistrarea manuală a curbei se pune aparatul pe funcțiune manuală alegând modul *MAN* din

comutatorul 5. Se reglează tensiunile U_1 și U_3 la 1.5 V, punând comutatorul 4 pe U_1 respectiv U_3 și reglând valorile cu potențiometrele 2 respectiv 3.

Pentru analiza variației curentului în funcție de tensiune este necesară măsurarea curentului în funcție de tensiunea de accelerare. Conectăm un voltmetru la unitatea Franck-Hertz (8) cu care vom măsura tensiunea de accelerare, schimbând tensiunea de la 0 V până la 30 V cu ajutorul potențiometrului 6, prin mărirea tensiunii cu 0,5 V. Pentru fiecare tensiune de accelerare se citește curentul electric corespunzător punând comutatorul 4 la I.

Dacă cumva se produce descărcare în tubul Franck–Hertz toate tensiunile (U_1 , U_2 , U_3) trebuie reduse imediat la 0.

Datele experimentale se trec în următorul tabel:

Nr. măsur.	U_2 (V)	I (nA)

Folosind datele de mai sus se trasează grafic variația curentului în funcție de tensiunea de accelerare. În diagramă se poate observa o cădere accentuată a curentului la un potențial, numit și potențial de rezonanță. Sa se determine acest potențial și periodicitatea lui.