

# Experimentul Franck-Hertz

## INTRODUCERE

Nu numai spectrele atomice sunt unicele moduri de a investiga nivelele de energie in atom. Din 1914 o serie de experimente bazate pe excitare prin ciocnire au fost realizate de James Franck si Gustav Hertz. Aceste experimente au demonstrat existenta nivelelor de energie.

Ideea experimentului lui Franck si Hertz a fost de a studia ciocnirea electronilor cu atomii sau moleculele unui gaz dintr-un tub de descarcare. Sunt posibile doua tipuri de ciocniri: elastice si inelastice. Ciocnirea elastica se produce dupa legile conservarii impulsului si energiei mecanice, fara a se produce transformarea energiei mecanice in alte forme de energie. In cazul ciocnirii inelastice, electronul incident loveste unul din electronii atomului si-i cedeaza energie, astfel ca electronul din atom trece pe un nivel energetic superior (excitare), sau paraseste atomul (ionizare). Data fiind diferenta mare intre masa electronului si cea a atomului ciocnit, energia electronului incident este folosita pentru excitare sau ionizare.

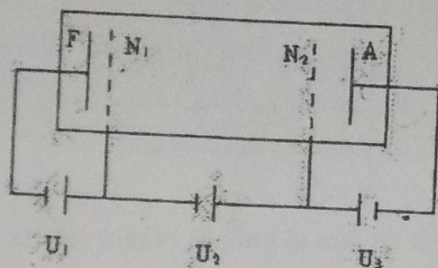


Fig. 1: Schema experimentului lui Franck si Hertz

In experimentul de fata tubul de descarcare contine vapori de mercur. Mercurul este inclus intr-o tetroda cu catod, grila de control, grila de accelerare, si electrodul tinta. Grila de control asigura o emisie de curent practic constanta a catodului. Electronii emisi de filamentul  $F$  sunt accelerati de un potential mic ( $U_1$ ) care le dirijeaza catre grila  $N_1$ , care sa afla la o distanta mica de filament. Prin marirea potentialului  $U_1$  se poate disipa norul de electron din fata catodului, ca urmare mai multi electroni pot fi emisi, deci curentul ce trece prin tub este mai mare. In spatiul dintre cele doua grile ( $N_1$  si  $N_2$ ) electronii sunt accelerati prin potentialul variabil  $U_2$  si tot in aceasta zona se ciocnesc cu atomii de mercur. Intre grila  $N_2$  si placa anodica este aplicat un potential intarziator  $U_3$ , pentru ca electronii care si-au pierdut energia sa nu mai ajunga la anod. Pe masura ce potentialul accelerator creste, energia electronilor creste, astfel ca un anumit numar din ce in ce mai mare de electroni ajunge la anod, in ciuda potentialului intarziator. Atat timp cat energia electronilor este mai mica decat energia de excitare a atomului de mercur, nu se produc decat ciocniri elastice. Cand potentialul  $U_2$  atinge o valoare critica, energia electronilor devine suficienta pentru ca atomul de mercur sa treaca din starea fundamentala in prima stare excitata, ciocnirea inelastica este posibila si electronul cedeaza energie atomului de mercur. Aceasta sa traduca printr-o scadere a curentului anodic caci energia electronilor se micșoreaza in urma ciocnirii si nu mai pot invinge potentialul intarziator. Un al doilea maxim va aparea in urma curenului anodic cand electronul va castiga energie suficienta pentru a excita succesiv doi atomi de mercur, etc.

Diferenta de potential dintre picurile successive observate la mercur este de 4,9 V. De aici putem calcula frecventa si deci lungimea de unda a radiatiei corespunzatoare, de unde



$\lambda = 2530 \text{ \AA}$ . Aceasta este tocmai linia violeta a mercurului determinata spectroscopic, emisia la tranzitia din prima stare excitata in starea fundamentala, fapt care confirma postulatul lui Bohr.

## MODUL DE LUCRU

### Aparatura experimentală:

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

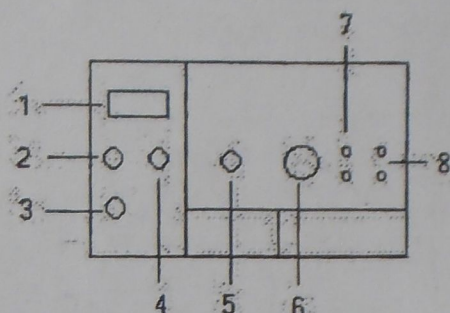


Fig.2: Panoul de fata al unitatii Franck-Hertz

Se porneste unitatea Franck-Hertz cu butonul pe spatele acestuia, dupa cateva clipe LED-ul 7 se aprinde si devine rosu. Pentru ca mercurul din tubul de descarcare sa se vaporizeze cuptorul electric trebuie incalzit la o temperatura ridicata, cca.  $210^{\circ}\text{C}$ . Se asteapta pana cand cuptorul se incalzeste la temperatura de functionare a tubului de Hg (cca. 70-75 min.). Cand s-a incalzit la temperatura respectiva LED-ul 7 devine verde. Temperatura cuptorului se poate verifica schimbând comutatorul 4 la  $\emptyset$  si citind temperatura actuala de pe ecranul 1. Pana cand cuptorul nu se incalzeste toate tensiunile trebuie sa fie la 0 V. Pentru inregistrarea manuala a curbei se pune aparatul pe functiune manuala alegând modul MAN din comutatorul 5. Se regleaza tensiunile  $U_1$  si  $U_3$  la 1.5 V, punând comutatorul 4 pe  $U_1$  respectiv  $U_3$  si regland valorile cu potentiometrele 2 respectiv 3.

Pentru analiza variatiei curentului in functie de tensiune este necesara masurarea curentului in functie de tensiunea de accelerare. Conectam un voltmetru la unitatea Franck-Hertz (8) cu care vom masura tensiunea de accelerare, schimbând tensiunea de la 0 V pana la 30 V cu ajutorul potentiometrului 6, prin marirea tensiunii cu 0,5 V. Pentru fiecare tensiune de accelerare se noteaza curentul electric corespunzator punând comutatorul 4 la I.

**Daca cumva se produce descarcare in tubul Franck-Hertz toate tensiunile ( $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ) trebuie reduse imediat la 0.**

Datele experimentale se trec in urmatorul tabel:

Nr. de masur.	$U_2$ (V)	I (nA)

Folosind datele de mai sus se traseaza grafic variatia curentului in functie de tensiunea de accelerare. In diagrama se poate observa o cadere accentuata a curentului la un potential, numit potential de rezonanta. Sa se determine acest potential si periodicitatea lui.