

STUDIAREA EXPERIMENTULUI FRANK-HERTZ

Alexei MIHĂLACHE, dr.

Instituția Publică Liceul Teoretic „Ștefan cel Mare”

Rezumat. În lucrarea dată se analizează și se verifică postulatele Bohr - existența stărilor energetice discrete ale atomilor de mercur.

Abstract: The aim of the present paper is to verify the Bohr's postulates on the existence of discrete energy states of mercury atoms.

Cuvinte cheie: Postulatele Bohr, tub electronic, stări discrete de energie.

Keywords: Bohr's postulates, vacuum tube, discrete energy states.

Pentru analiza și verificarea postulatelor Bohr de existență a stărilor energetice discrete ale atomilor de mercur, s-a confecționat o instalație care constă dintr-un tub electronic (de tip ПМИ-2) care conține un catod la încălzire puternică emite electroni. Anodul are rolul de a capta electroni emiși de către catod. Acesta din urmă are forma unui cilindru ce înconjoară catodul (Figura 1). Grila-un alt electrod care este plasat între catod și anod. Grila este confecționată dintr-o plasă prin spațiile cărora pot trece electronii și, care se află mai aproape de catod. În regim normal de funcționare, tensiunea aplicată anodului este pozitivă, iar cea aplicată grilei este negativă.



Figura 1. Tub electronic de tip ПМИ-2

Electronii emiși de catod sînt supuși unei forțe de atracție din partea anodului și a unei forțe de respingere din partea grilei. Între catod și grilă este aplicată o diferență de potențial, sub acțiunea căreia electronii vor fi accelerați. Această diferență de potențial poate fi reglată cu ajutorul unei rezistențe variabile R_1 . Între grilă și anod este aplicată o diferență de potențial negativă datorită căreia electronii lenți ce se află în apropierea anodului vor fi întorși înapoi. Astfel la anod vor ajunge doar electronii care sînt accelerați de grilă. Cu ajutorul unui voltmetru se măsoară tensiunea aplicată între catod și grilă. În circuitul anodului se introduce un picoampermetru (pA), cu ajutorul căruia se înregistrează curentul format de electronii ce au învins potențialul de reținere. Pentru a determina dependența volt – amperică a tubului cu vapori de mercur la diferite temperaturi, instalația a fost prevăzută cu un sistem de încălzire a tubului (o sobă specială) (Figura 2).

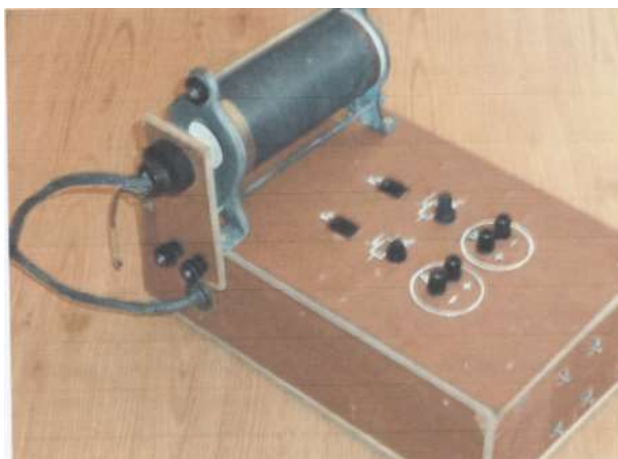


Figura 2. Instalația confecționată

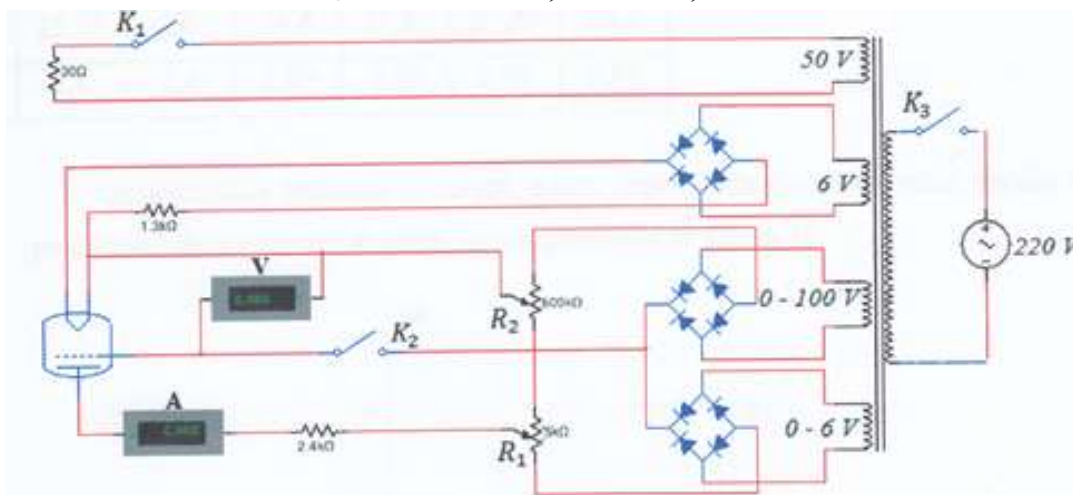


Figura 3. Schema principială

Scopul lucrării: Verificarea veridicității postulatelor lui Bohr și demonstrarea practică a existenței în atom a stărilor discrete de energie. Măsurarea directă a energiei absorbite de mercur pentru efectuarea tranziției de pe nivelul fundamental pe starea excitată.

Obiectivele:

- Înregistrarea curbei Franck-Hertz pentru mercur;
- Măsurarea cantității de energie absorbită de atomi în urma ciocnirilor inelastice cu electroni;
- Determinarea experimentală a potențialului de excitare a atomului de mercur.

În urma măsurărilor cu ajutorul instalației am obținut următoarele date experimentale:

U, (V)	0	0,3	0,6	2,05	3,15	3,4	3,75	4	4,85
I, (nA)	0	0	0,02	0,03	0,09	0,08	0,06	0,05	0,02

5,7	6,25	6,85	7,4	7,95	8,5	8,75	9,3	10	10,5
0,03	0,14	0,36	0,77	1,04	0,7	0,54	0,2	0,08	0,11

11	11,6	11,9	12,15	12,4	12,7	12,9	13,25	13,8	14,35
0,35	0,98	1,43	1,94	2,43	2,63	2,69	2,34	1,31	0,54

14,9	15,45	16,05	16,6	16,85	17,4	17,95	18,25	18,8	19,6
0,24	0,35	0,89	1,68	2,37	3,95	4,44	4,02	2,57	1,5

20,2	20,75	21,3	21,85	22,4	22,9	23,2	23,8	24,35	24,9
0,8	0,93	1,83	3,5	5,4	6,26	6,03	5,06	3,54	2,48

25,75	26	26,6	27,45	27,85	28,2				
2,1	2,4	3,89	7,25	8,49	8,81				

Caracteristica tensiune-curent dintre curentul anodic și potențialul de accelerare al grilei, este reprezentat în Figura 4.

Din grafic se observă odată cu creșterea tensiunii dintre catod și grilă, intensitatea curentului este aproximativ egală cu zero. Apoi cu creșterea tensiunii crește monoton și intensitatea curentului. Ajungând la o valoare oarecare, odată cu creșterea tensiunii intensitatea curentului scade până la o valoare minimă. După care intensitatea curentului iarăși începe să crească obținându-i o serie de minime și maxime.

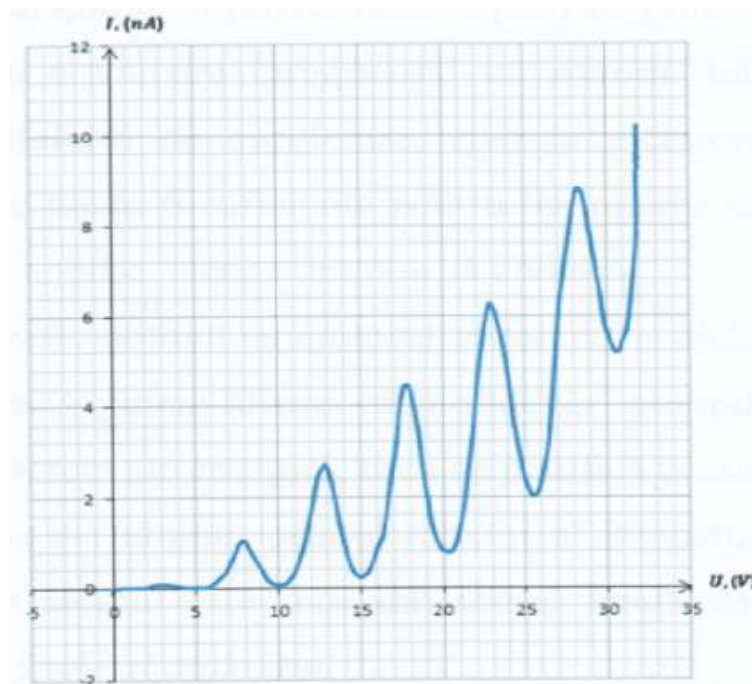


Figura 4. Caracteristica tensiune-curent dintre curentul anodic și potențialul de accelerare al grilei

Se observă că atunci când energia electronilor devine egală cu $2eU_a$ (e – sarcina electronului), electronii vor suferi a doua ciocnire neelastică cu atomii și în caracteristica tensiune-curent va apărea a doua micșorare a curentului anodic. În așa fel, la valorile

potențialului de accelerare $U_a = nU_1$ și a energiei multiple primei energii de excitare $E = nE_1$, pe curba dependenței curentului anodic de tensiunea de accelerare $i_a = f(U_a)$ se vor observa maxime.

Concluzii

La creșterea tensiunii dintre catod și grilă, un număr tot mai mare de electroni, ce suferă ciocniri elastice cu atomii de hidrargiu ajung la anod și curentul crește. La o valoare oarecare a potențialului de accelerare ciocnirile dintre electroni și atomi devin neelastice și electronii cedînd energia atomilor nu mai sunt în stare să învingă cîmpul de reținere, fiind captați de grilă. În rezultat curentul descrește pînă la o valoare înregistrînd un minim. La creșterea de mai departe a potențialului de accelerare, energia electronilor ce au suferit ciocniri neelastice poate fi suficientă pentru învingerea cîmpului de frînare și atunci curentul anodic începe să crească. În baza acestui grafic obținut cu ajutorul instalației – alcătuit dintr-o serie de maxime și minime- putem afirma că întradevăr atomul poate avea numai anumite valori discrete ale energiei, ceea ce justifică postulatele lui Bohr. Tensiunea la care s-a obținut primul maxim al intensității curentului, este tensiunea la care atomul este scos din starea fundamentală. Această este potențialul de excitație al atomului.

Dispozitivul poate fi utilizat la lecțiile de fizică, electrotehnică, dispozitive semiconductoare pentru verificarea veridicității postulatelor lui Bohr și demonstrarea practică a existenței în atom a stărilor discrete de energie.