

Validarea experimentală a modelului Bohr. Constanta Rydberg

Stefan-Razvan Anton
Anul 3, Grupa 1334,
Facultatea de Stinte Aplicate

November 8, 2021

1 Scopul lucrării

1. Intelegerea modelului Bohr al atomului aplicat la atomul de hidrogen.
2. Determinarea valorii constantei Rydberg.
3. Insusirea unei tehnici spectroscopice si aplicarea acesteia la identificarea si caracterizarea unei specii atomice.

2 Principiul fizic

La baza realizării acestui experiment sta formula de reombinare Rydberg-Ritz

$$\frac{1}{\lambda_{mn}} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (1)$$

unde R_H este constanta Rydberg. Aceasta formula descrie lungimea de undă a unei linii spectrale a atomului de hidrogen la trecerea de pe nivelul de energie cu numarul cuantic m pe nivelul de energie cu numarul cuantic n .

Constanta rydberg se poate obtine in mod analitic prin formula

$$R_H = \frac{me^4}{8\epsilon_0 h^3 c} \approx 10973731.568160 m^{-1}, \quad (2)$$

unde m este masa electronului, e este sarcina electronului, ϵ_0 reprezinta permeativitatea vidului, h este constanta lui Plank, iar c este viteza luminii in vid.

3 Montajul experimental

Experimental implica analiza seriilor spectrale de emisie ce rezultate in urma unei simulari. Montajul permite modificarea distantei de la sursa la planul de observare prin apasarea pe

sagetile de la baza ecranului si modificarea constantei retelei plane folosite pentru difractie. Inclusa in montaj este si o rigla gradata in cm ce permite masurarea pozitiei unei linii spectrale

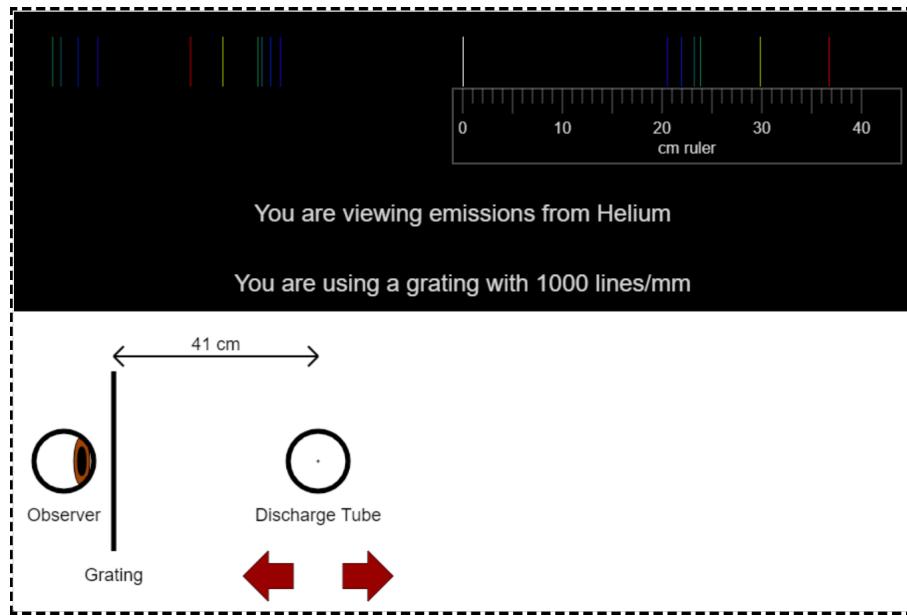


Figure 1: Montajul experimental (simulatorul).

Pentru efectuarea lucrarii sunt necesare simulatoarele [1] [2], baza de date [3] si un program de procesare a imaginilor, de exemplu ImageJ.

4 Modul de lucru

Utilizand simulatorul unui spectroscop [1] determinam valoarea optima a constantei retelei plane folosite si a distantei de la sursa la planul de observatie pentru masurarea optima a spectrului vizibil.

Introducem aceste valori in simulatorul pentru spectrele de emisie [2], schimbam lampa initiala cu cea de hidrogen prin apasarea pe "You are viewing emissions from" si notam intr-un tabel valoarea pozitiilor liniilor spectrale folosind rigla prevazuta.

Utilizand baza de date [3] aflam valoziile lungimii de unda a liniilor spectrale inregistrate anterior, identificarea se va face dupa culaore. Pe baza acestor date trasam curba de etalonare $\lambda = \lambda(x)$ si aflam parametrii acesteia. Schimbam lampa de heliu cu cea de hidrogen si inregistram intr-un tabel valoziile pozitiilor liniilor spectrale folosind rigla prevazuta.

Utilizand dreapta de etalonare aflam valoziile lungimii de unda pentru fiecare dintre liniile spectrale inregistrate anterior. Dupa aflarea lor, verificam daca lungimea de unda determinata experimental corespunde culorii din simulator.

Identificam liniile spectrale obtinute cu cele ale seriei Balmer si determinam numerele cuantice corespunzatoare tranzitiilor respective mai apoi calculam constanta Rydberg folosind ecuatia (1).

5 Prelucrarea datelor experimentale si interpretarea rezultatelor

Prin analiza simulatorului [1] ajungem la concluzia ca valorile optime pentru constanta retelei si pentru distanta de la sursa la planul de observatie sunt 1000 linii/mm respectiv 41 cm. Aceste valori au fost alese deoarece corespund lungimii maxime a spectrului vizibil (490 - 700)(nm) masurate folosind rigla prevzuta in program.

Valoarea pozitiilor liniilor spectrale pentru heliu, intensitatea acestora si lungimea de unda au fost notate in Tabelul (1).

Nr. linie	Culoare	Intensitate	x (cm)	λ (nm)
1	albastru	puternica	22.00	447
2	albastru	medie	23.57	471
3	cyan	puternica	24.88	492
4	turcoaz	puternica	25.60	501
5	galben	puternica	32.50	587
6	rosu	medie	39.30	667

Table 1: Tabelul de etalonare cu ajutorul heliului.

Prin utilizarea regresiei liniare se obtin parametrii dreptei $\lambda = \lambda(x)$ ca fiind

$$\lambda(x) = 176 + 12.57x. \quad (3)$$

Valorile obtinute experimental si dreapta de regresie pot fi vizualizate in Figura 2.

In continuare, am notat valoarea pozitiilor liniilor spectrale pentru hidrogen, culoarea si lungimea de unda determinata experimental cu ajutorul Ecuatiei (3) in Tabelul (2). Se ob-

Nr. linie	Culoare	x (cm)	λ (nm)	Nr. cuantic corespunzator	Constanta Rydberg (m^{-1})
1	violet	19.80	424	6	$1.09256 * 10^7$
2	mov	21.45	446	5	$1.06769 * 10^7$
3	turcoaz	24.50	484	4	$1.10193 * 10^7$
4	rosu	38.41	659	3	$1.09256 * 10^7$

Table 2: Determinarea valorilor lungimii de unda pentru hidrogen.

serva ca fiecare lungime de unda determinata experimental corespunde cu cea afisata in simulator. Prin identificare cu seria Balmer constatam ca numerele cuantice corespunzatoare tranzitiilor sunt si le trezem in Tabelul (2).

Calculam valoare medie a constantei Rydberg ca fiind $R_{H_m} = 1.088685 * 10^7 m^{-1}$ si deviatia standard $\sigma = 1.271073 * 10^5 m^{-1}$. Deci valoara constantei Rydberg este

$$R_{H_e} = 1.088685 * 10^7 \pm 1.271073 * 10^5 (m).$$

Comparam aceasta valoare cu cea teoretica (2) si observam ca am reusit sa determinam valoare experimentalala a constantei Rydberg cu o eroare de 0.79%.

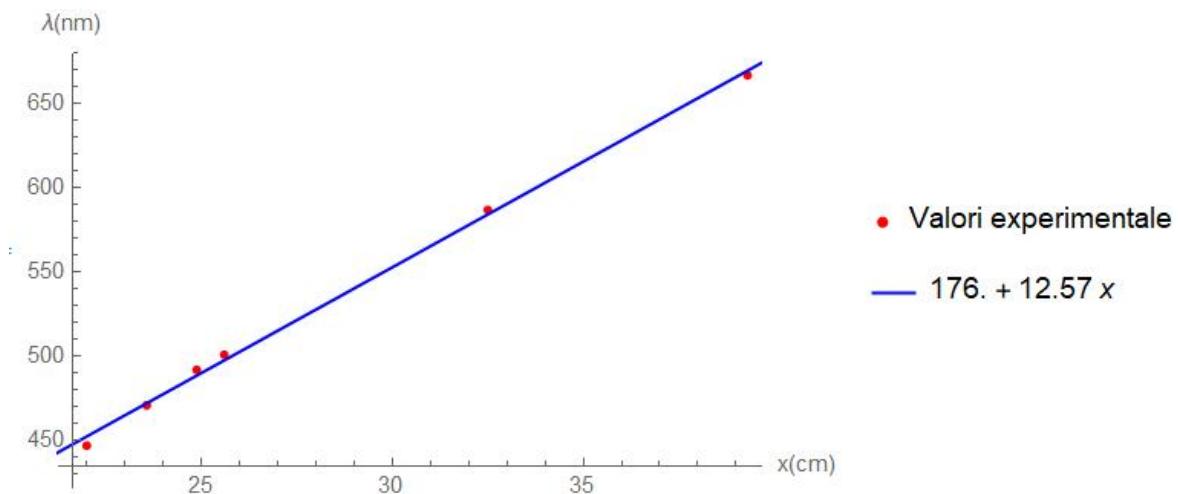


Figure 2: Dreapta de regresie (albastru) si valorile obtinute experimentale (rosu).

6 Concluzii