

Validarea experimentală a modelului Bohr. Constanta Rydberg

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

November 2, 2021

1 Scopul lucrării

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

2 Principiul fizic

La baza realizării acestui experiment stă formula de recombinație 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. Această formulă descrie lungimea de undă a unei linii spectrale a atomului de hidrogen la trecerea de pe nivelul de energie cu numărul cuantic m pe nivelul de energie cu numărul cuantic n .

Constanta rydberg se poate obține în 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 reprezintă permeabilitatea vidului, h este constanta lui Planck, iar c este viteza luminii în vid.

3 Montajul experimental

4 Modul de lucru

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

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

Utilizand baza de date [3] aflati valorile lungimii de unda a liniilor spectrale inregistrate anterior, idenitficarea se va face dupa culoare. Pe baza acestor date trasati curba de etalonare $\lambda = \lambda(x)$ si aflati parametrii acesteia. Schimbati lampa de heliu cu cea de hidrogen si inregistrati intr-un tabel valorile pozitiilor liniilor spectrale folosind rigla prevazuta.

Utilizand dreapta de etalonare se vor afla valorile lungimii de unda pentru fiecare dintre liniile spectrale inregistrate anterior. Verificati daca lungimea de unda determinata experimental corespunde culorii din simulator.

Identificati liniile spectrale obtinute cu cele ale seriei Balmer si determinati numerele cuantice corespunzatoare tranzitiilor respective si calculati constanta Rydberg folosind ecuatia (1).

5 Prelucrarea datelor expermentale 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
4	galben	puternica	32.50	587
5	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 1.

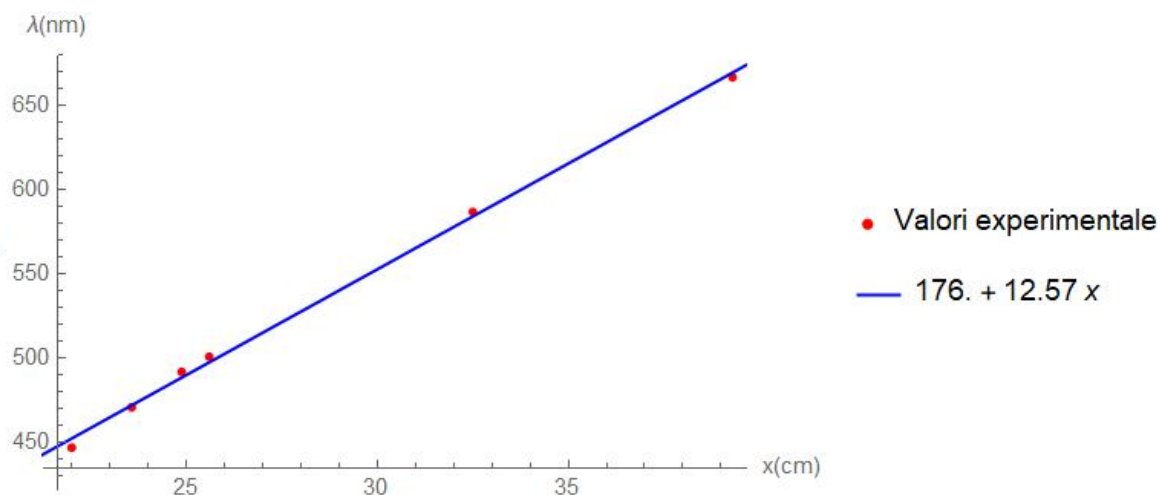


Figure 1: Dreapta de regresie (albastru) si valorile obtinute experimental (rosu).

In continuare, am notat valoarea pozitilor 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
1	violet	19.80	424	6
2	mov	21.45	446	5
3	turcoaz	24.50	484	4
4	rosu	38.41	659	3

Table 2: Determinarea valorii 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 trecem in Tabelul (2).

Putem acum, folosind ecuatia (1), sa calculam valoarea experimentală a constantei Rydberg. Si obtinem valorile $R_H^1 = 1.09256 \cdot 10^7 m^{-1}$, $R_H^2 = 1.06769 \cdot 10^7 m^{-1}$, $R_H^3 = 1.10193 \cdot 10^7 m^{-1}$, $R_H^4 = 1.09256 \cdot 10^7 m^{-1}$, unde prin R_H^n intelegem constanta Rydberg determinata experimental pentru linia spectrala cu numarul n.

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

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

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

6 Concluzii