

DETERMINAREA CONSTANTEI RYDBERG

1. Scopul lucrării:

Determinarea constantei implicate în seriile spectrale ale atomilor hidrogenoizi.

2. Rezumatul lucrării & principiul experimentului:

Atomii emit sau absorb radiații specifice atunci când electronii lor se mișcă între diferite niveluri de energie. Acest fenomen stă la baza analizei spectrale utilizate pentru identificarea elementelor chimice.

Spectrul unui atom de hidrogen este format din linii spectrale definite prin tranziții electronice între nivelurile sale de energie cuantificate. Modelul lui Niels Bohr explică acest spectru prin postulatele sale: electronii ocupă doar anumite orbite, iar saltul (tranziția) electronului de pe o orbită staționară superioară pe o orbită inferioară emite o cuanta de energie.

Principalele serii spectrale de hidrogen (Lyman, Balmer, Paschen) pot fi observate în ultraviolet, vizibil și infraroșu. Energia de ionizare a hidrogenului este de 13,6 eV și toate liniile spectrale pot fi explicate matematic folosind relația Rydberg.

Experimentul își propune să studieze seria spectrală Balmer a hidrogenului și să determine lungimile de undă ale liniilor spectrale asociate: $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$, $H\delta$, $H\epsilon$ și $H\infty$ (limita seriei). Acest lucru se realizează utilizând un spectroscop cu prismă și un spectru de referință al mercurului pentru etalonare.

3. Dispozitivul experimental:

3.1) Spectroscopul cu prismă:

-Este un instrument optic utilizat pentru separarea luminii în componentele sale spectrale.

-Liniile spectrale ale hidrogenului sunt înregistrate pe o placă fotografică (spectrogramă) plasată în planul focal al spectroscopului.

3.2) Spectrul de referință al mercurului:

-Se folosește lumina emisă de mercur, ale cărei lungimi de undă sunt bine cunoscute, pentru etalonarea spectrogramei.

-Spectrul mercurului este înregistrat în aceleași condiții experimentale ca spectrul hidrogenului, asigurând astfel o calibrare precisă.

4. Modul de lucru & rezultatele obținute:

Se măsoară pozițiile liniilor spectrale ale hidrogenului pe spectrogramă.

Prin compararea pozițiilor cu cele ale liniilor mercurului (etalon), se calculează lungimile de undă ale liniilor $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ etc.

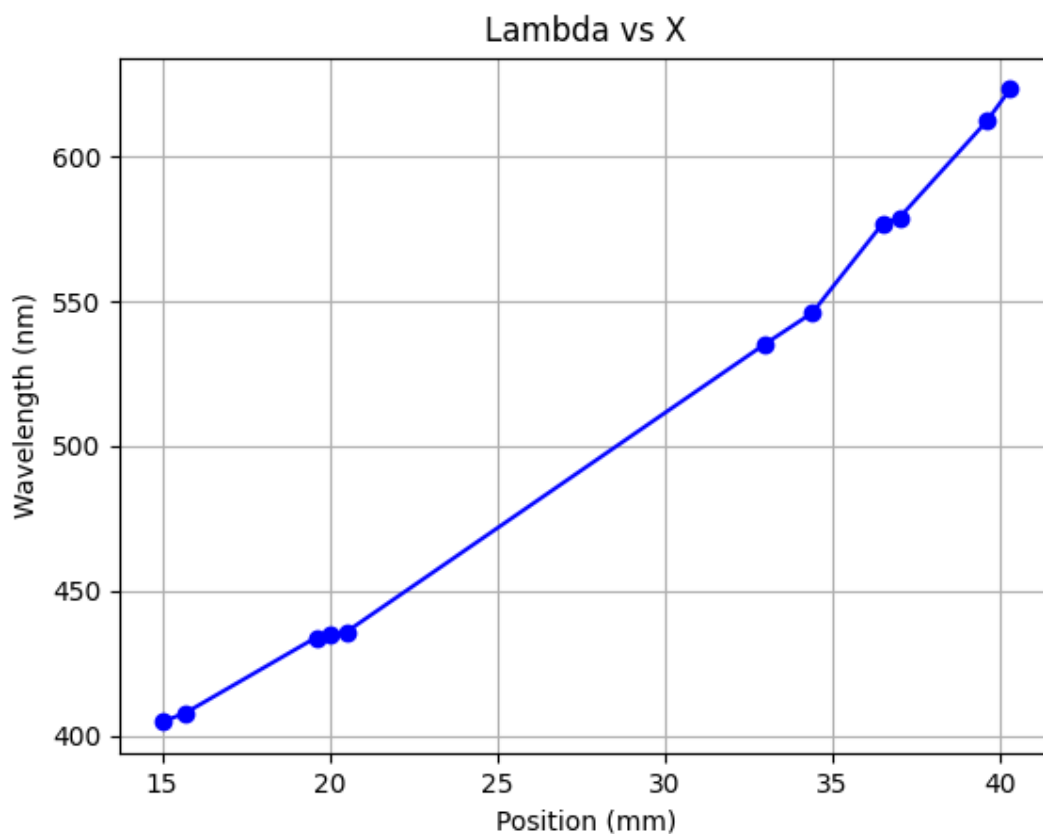
Tabelul 1: Etalonarea spectrogramei cu ajutorul spectrului mercurului

| λ (nm) | x (mm) | $1/\lambda^2$ ($1/\mu\text{m}^2$) |
|----------------|--------|-------------------------------------|
| 623.4 | 40.3 | 2.57 |
| 612.3 | 39.6 | 2.67 |
| 579 | 37 | 2.98 |
| 577 | 36.5 | 3 |
| 546.1 | 34.4 | 3.35 |
| 535.4 | 33 | 3.49 |
| 435.8 | 20.5 | 5.27 |
| 434.7 | 20 | 5.29 |
| 433.9 | 19.6 | 5.31 |
| 407.8 | 15.7 | 6.01 |
| 404.7 | 15 | 6.11 |

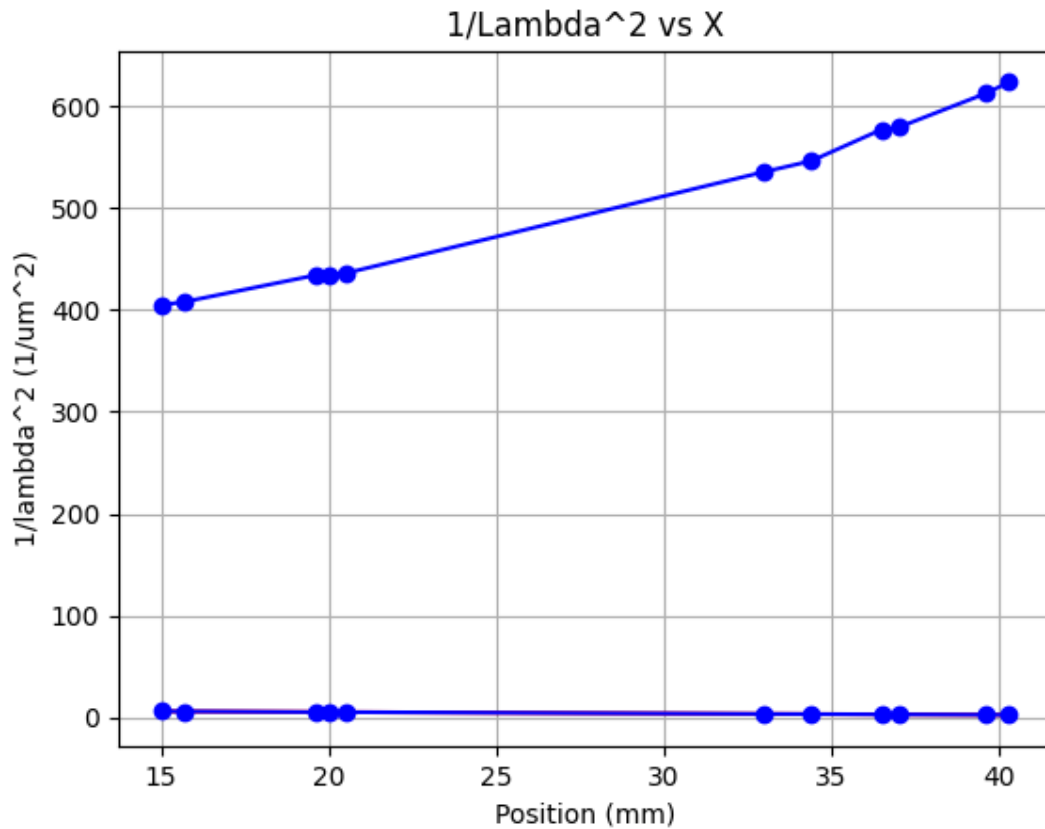
Tabelul 2 : Determinarea spectrului hidrogelului (seria Balmer) și a constantei Rydberg

| Lina | x (mm) | 1/lambda^2 (1/um^2) | lambda (nm) | n | R_H |
|------------|--------|---------------------|-------------|---|----------|
| H_alpha | 43.1 | 2.14 | 684.38 | 3 | 10520420 |
| H_beta | 28.3 | 4.19 | 488.49 | 4 | 10918027 |
| H_gamma | 20.1 | 5.33 | 433.16 | 5 | 10993427 |
| H_delta | 16.3 | 5.86 | 413.18 | 6 | 10891066 |
| H_epsilon | 13.3 | 6.27 | 399.23 | 7 | 10909991 |
| H_infinity | 3.8 | 7.59 | 362.89 | 8 | 11757590 |

curba de etalonare $\lambda = f(x_i)$



$$\frac{1}{\lambda^2} = f(x_i)$$



Rezultatul final $R_H_median = 10998420 \pm 372079 \text{ 1/m}$

5. Intrebari & raspunsuri:

Q: Ce sunt liniile spectrale?

Liniile spectrale reprezintă radiația emisă sau absorbită de atomi, molecule sau ioni atunci când electronii lor se mută între diferite nivele energetice. Aceste linii apar ca niște benzi de lumină distincte într-un spectru și sunt specifice fiecărui element, având frecvențe și lungimi de undă precise.

Q: Ce este lungimea de undă? Dar numărul de undă? În ce relație se găsesc acestea cu frecvența radiației? Dar cu energia radiației?

Lungimea de undă λ este distanța dintre două puncte succesive într-o undă, de exemplu între două creste consecutive. Numarul de unda este inversul lungimii de unda si se masoara in cm^{-1} .

Relatia cu frecventa f este data de ecuatie $c = f \times \lambda$ unde c este viteza luminii.

Relatia cu energia radiatiei E este legata de frecventa prin formula $E = h \times f$ unde h este constata lui Planck.

Q: Ce este o serie spectrală a hidrogenului?

Seria spectrală a hidrogenului constă în grupuri de linii spectrale generate de tranzițiile electronilor între niveluri energetice discrete. Cele mai cunoscute serii spectrale sunt seria Lyman, Balmer, Paschen, Brackett și Pfund, fiecare caracterizată prin tranziții către un anumit nivel energetic final.

Limita unei serii spectrale este valoarea frecvenței sau a lungimii de undă la care liniile spectrale converg, corespunzătoare tranzițiilor de la nivele energetice superioare către un nivel fix. Energia nivelului superior la limită este considerată infinită, iar numărul cuantic principal n este infinit.

Q: Ce este un termen spectral?

Un termen spectral este energia unui anumit nivel energetic al unui atom, exprimată de obicei în cm^{-1} . Termenii spectrali sunt folosiți pentru a calcula diferențele de energie între nivele și sunt folosiți frecvent în analiza spectrelor atomice.

Q: Ce reprezintă principiul de combinare Rydberg-Ritz?

Principiul de combinare Rydberg-Ritz afirmă că diferențele dintre termeni spectrali (energie) corespund liniilor spectrale observabile. Utilitatea acestui principiu constă în posibilitatea de a prezice liniile spectrale pe baza termenilor spectrali cunoscuți. Termenii spectrali sunt mai convenabili de cunoscut, deoarece permit o înțelegere mai sistematică și simplifică calculul liniilor spectrale.

Q: Ce sunt atomii hidrogenoizi?

Atomii hidrogenoizi sunt atomi sau ioni cu un singur electron, similar atomului de hidrogen. Exemple de astfel de specii sunt ionii He^+ , Li^{2+} și Be^{3+} . Acești atomi prezintă un spectru similar cu cel al hidrogenului, deoarece interacțiunea electromagnetică este similară, având un singur electron legat de nucleu.

Q: Care au fost postulatele enunțate de Bohr pentru explicarea spectrului atomilor de hidrogen ?

Postulatele lui Bohr sunt:

- Electronii se mișcă pe orbite circulare stabile în jurul nucleului fără a emite radiație.
- Numai anumite orbite sunt permise, iar momentul cinetic al electronului este cuantificat.
- Emisia sau absorbția radiației are loc numai atunci când electronul trece de la o orbită permisă la alta, energia radiației fiind egală cu diferența de energie între cele două nivele.

Q: Să se aranjeze în ordinea crescătoare a lungimilor de undă liniile spectrale:

Ordinea crescătoare a lungimilor de undă este:

H_{∞} , H_{zeta} , H_{epsilon} , H_{delta} , H_{gamma} , H_{Beta} , H_{Alpha} .

(Aceasta este ordinea frecvențelor în seria Balmer, de la cea mai mare la cea mai mică lungime de undă.)

Q: Ce este o spectrogramă ? Ce este curba de etalonare a spectrogramei ? La ce folosește curba de etalonare a spectrogramei ?

O spectrogramă este o înregistrare a intensității luminii în funcție de lungimea de undă, obținută de la un spectroscop. Curba de etalonare este o funcție folosită pentru a converti măsurătorile spectrografice brute în valori corecte de lungime de undă. Aceasta este esențială pentru a asigura precizia în interpretarea spectrelor și identificarea corectă a elementelor.

Ex 10 & 11:

10. pentru linia $H\beta$ ($\lambda = 486 \text{ nm}$)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{486 \cdot 10^{-9}} = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_H = \frac{\frac{1}{486 \cdot 10^{-9}}}{\frac{3}{16}} = \frac{1}{486 \cdot 10^{-9}} \cdot \frac{16}{3} = 10^9 \cdot 0,01097$$

11. $\lambda_{\infty} = 364,6 \text{ nm}$

$$\frac{1}{\lambda_{\infty}} = R_H \cdot \frac{1}{2^2} \Rightarrow \frac{1}{364,6 \cdot 10^{-9}} = R_H \cdot \frac{1}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_H = \frac{\frac{1}{364,6 \cdot 10^{-9}}}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{10^{-9}} \cdot \frac{1}{364,6} \cdot 4 = 10^9 \cdot 0,01097$$