

ДИСКРЕТНИ СПЕКТАР ВОДОНИКОВОГ АТОМА

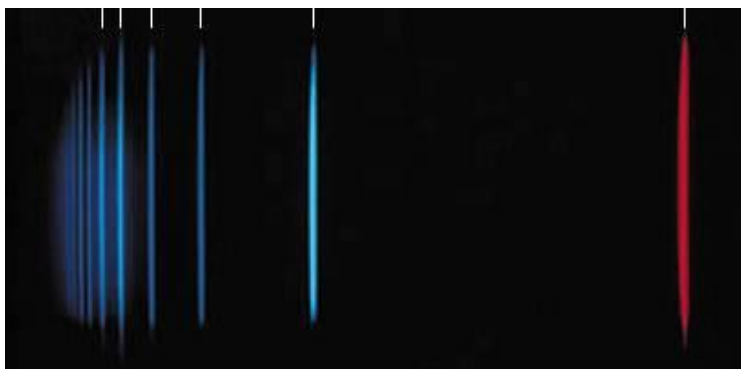
Крајем 19. вијека накупило се довољно експерименталних података, који су указивали на сложену грађу атома. Молекулско-кинетичка теорија је предвидјела да су димензије атома реда величине 10^{-10}m . Потврђено је да електронеутрални атоми садрже негативне и позитивне дијелове. Утврђено је да атом, као систем са наелектрисаним дијеловима, емитује свјетлост и топлотно зрачење.

Примијећено је да под одређеним условима (у побуђеном стању) изоловани атоми, у разређеном гасу и парама метала, емитују спектар који се састоји од већег броја дискретних и раздвојених спектралних линија (линијски спектар). Проучавање ових атомских спектара послужило да се упозна структура атома. Утврђено је да линијски спектри атома показују карактеристике елемената који их емитују. Линијска структура атомских спектара, омогућила је да се тачно врше анализе хемијских елемената и одређују вриједности таласних дужина (фреквенција) које одговарају појединим линијама њихових спектара.

Примијећено је да се ове линије не јављају без реда, већ да су груписане и образују серије линија.

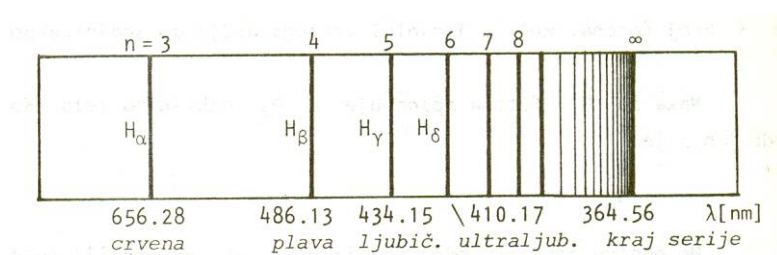
То се најлакше запажа код најједноставнијег атома – атома водоника. Примијећено је да водоников спектар садржи већи број група линија – више серија.

Једна од серија у спектру атома водоника:





На једном крају спектралне линије су јасно раздвојене, а на другом крају се згушњавају и завршавају на таласној дужини која представља границу серије. Линија која се налази на највећој таласној дужини представља почетну линију, а у индексу ознаке је грчко слово α . Затим, према краћим таласним дужинама, слиједе остале линије са индексима β , γ ...



Швајцарски физичар Балмер је установио (1885.) да таласне дужине било које линије у спектру атома водоника могу да се одреде по формули:

$$\lambda = \lambda_0 \frac{n^2}{n^2 - 2^2}$$

где је:

$n = 3, 4, 5 \dots$

$\lambda_0 \approx 365 \text{ nm}$ – константа чија је вриједност одређена експериментално (ултраљубичаста граница серије)

Ова формула може да се напише и у сљедећем облику:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

где је: $R \approx 1,1 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{m}}$ Ридбергова константа¹.

¹ $R = 10967758 \frac{1}{\text{m}}$

Серија спектралних линија атома водоника, која се добија на основу Балмерове формуле, назива се Балмерова серија. Спектралне линије ове серије налазе се скоро све у видљивом дијелу спектра.

Даљим испитивањима спектра водониковог атома утврђено је да постоји још неколико серија, у ултраљубичастом и инфрацрвеном подручју.

Назив серије	Формула	Подручје – област спектра
Лајманова (1916.)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 2, 3, 4 \dots$	ултраљубичасти дио спектра
Балмерова (1885.)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 3, 4, 5 \dots$	видљиви и ултраљубичасти дио спектра
Пашенова (1909.)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 4, 5, 6 \dots$	инфрацрвени дио спектра
Брекетова (1922.)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 5, 6, 7 \dots$	инфрацрвени дио спектра
Пфундова (1924.)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 6, 7, 8 \dots$	инфрацрвени дио спектра
Хемфријева серија (1953.)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 7, 8, 9 \dots$	инфрацрвени дио спектра

Швајцарски научник Риц је теоријски показао да Балмерова формула може да се напише у општем облику (за одређивање таласних дужина појединих линија у свим серијама водониковог спектра):

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

где је: $n = m+1, m+2, m+3, \dots$

Граничне вриједности таласних дужина добијају се за $n \rightarrow \infty$.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - 0 \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{R}{m^2}$$

$$\lambda = \frac{m^2}{R}$$

До ових сазнања научници су дошли експерименталним путем². Теоријско објашњење је дао Нилс Бор.

Додатак:

$$E = hf$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$E = hcR \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$E = R_E \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$R_E = hcR$$

$$R_E = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10967758 \frac{1}{\text{m}}$$

$$R_E \approx 2.178 \cdot 10^{-18}$$

$$R_E = 13,6 \text{ eV}$$

Ако је $m=1$ и $n \rightarrow \infty$ тада је:

$$E = R_E = 13,6 \text{ eV}$$

највећа енергија коју може да емитује атом водоника.

² Емпријски - подешавањем до вриједности које најбоље одговарају експерименталним резултатима.