

Part I

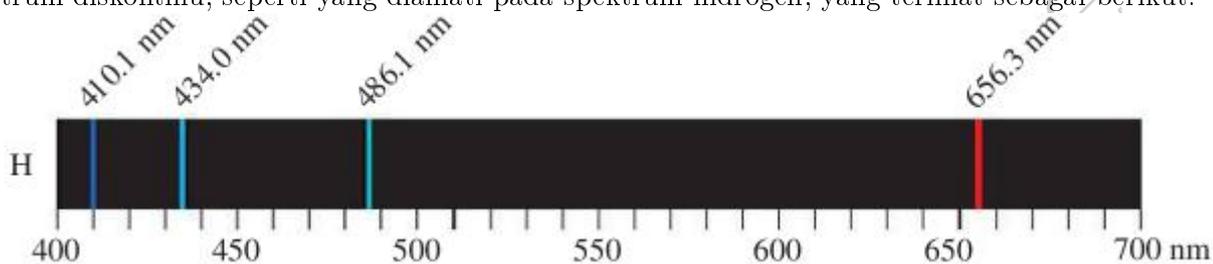
Definisi

Rentetan warna diskontinu yang diperoleh apabila cahaya dari eksitasi atom hidrogen diuraikan ke dalam komponennya

Part II

Spektrum Atom Hidrogen

Suatu spektrum (atau spektra) atau rentetan warna yang terlihat oleh kita sehari-hari biasanya merupakan suatu spektra kontinu karena terdiri atas banyak komponen dengan panjang gelombang masing-masing. Sementara itu, apabila sumber spektrum hanya menghasilkan sedikit komponen panjang gelombang, maka akan terbentuk spektrum diskontinu, seperti yang diamati pada spektrum hidrogen, yang terlihat sebagai berikut:



Berdasarkan spektra ini Johann Balmer mengemukakan persamaan sebagai berikut:

$$v = 3,2881 \times 10^{15} s^{-1} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

dimana,

v = frekuensi garis spektra

n = suatu bilangan bulat yang lebih besar dari 2.

Bila kita masukkan $n = 3$, didapat frekuensi yang sesuai dengan garis merah, bila $n = 4$ didapat frekuensi garis hijau dan seterusnya.

Teori fisika klasik tidak dapat menjelaskan terbentuknya spektrum atom ini, maka dimulailah era teori kuantum.

Menggunakan teori kuantum yang dikemukakan Max Planck dan beberapa prinsip fisika klasik Niels Bohr mengemukakan teori atomnya dan perhitungan tingkat energi elektron pada suatu orbit n , sebagai:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

dimana

E_n = tingkat energi atom pada orbit n

R_H = konstanta Rydberg untuk atom Hidrogen, $2,179 \times 10^{-18} \text{ J}$

Normalnya pada atom hidrogen, elektron berada pada tingkat dasar (*ground state*) dengan $n = 1$, dan ketika elektron ini menerima satu kuantum energi (paket energi) ia dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi ($n = 2, 3$, dan seterusnya). Sebaliknya ketika elektron dari tingkat energi tertentu kembali ke tingkat dasar maka ia akan memancarkan energi dalam bentuk foton dengan energi sebesar selisih antara kedua tingkat energi tersebut.

Maka, didapat:

$$\Delta E = hv$$

$$R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) = hv$$

dimana,

n_i = tingkat energi awal (*initial*) sebelum transisi elektron

n_f = tingkat energi akhir (*final*) setelah transisi elektron

h = konstanta Planck ($6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$)

v = frekuensi foton yang diemisikan

Ingat pada perhitungan panjang gelombang atau frekuensi foton yang akan diabsorpsi atau diemisikan nilai negatif dapat diabaikan, karena nilai negatif disini hanya melambangkan perbedaan tingkat energi.

Selain untuk hidrogen, teori Bohr dapat diaplikasikan untuk spesi-spesi yang mirip hidrogen, seperti He^+ dan Li^{2+} yang digambarkan melalui persamaan:

$$E_n = -\frac{Z^2 R_H}{n^2}$$

dimana,

Z = nomor atom unsur

Selain itu teori Bohr juga dapat memprediksi jari-jari suatu orbit atom hidrogen melalui persamaan:

$$r_n = n^2 a_0$$

dimana,

r_n = jari-jari orbit atom hidrogen pada tingkat energi tertentu

a_0 = jari-jari Bohr / jari-jari pada tingkat dasar, yakni 53 pm

Nilai a_0 ini didapat dari persamaan

$$a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2}$$

dimana

a_0 = radius atom Bohr

ϵ_0 = permitivitas

$\hbar = \frac{h}{2\pi}$ dimana h adalah konstanta Planck

m_e = massa elektron

e = muatan elektron

Berbagai spektra atom hidrogen yang ditemukan disusun ke dalam deret-deret berikut:

1. Deret Lyman ($n_f = 1$) dihasilkan dari transisi elektron ke tingkat dasar mulai dari $n = \infty$ hingga $n = 2$
2. Deret Balmer ($n_f = 2$) dihasilkan dari transisi elektron ke tingkat energi kedua
3. Deret Paschen ($n_f = 3$)
4. Deret Brackett ($n_f = 4$)
5. Deret Pfund ($n_f = 5$)

Part III

Contoh Soal dan Pembahasan

1. Tentukan warna yang mungkin timbul bila terjadi transisi dari $n = 5$ ke $n = 3$ pada ion Be^{3+} !

Jawaban

$$\Delta E = RZ^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 2,179 \times 10^{-18} \times 4^2 \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{3^2} \right) \quad (\text{nilai negatif dapat diabaikan})$$

$$\frac{1,986 \times 10^{-25}}{\lambda} = 2,479 \times 10^{-18}$$

$$\lambda = 0,80113 \times 10^{-7} m$$

$$= 80,113 nm$$

Foton yang diemisikan berada di bawah panjang gelombang visible, maka tidak akan ada cahaya yang nampak.