

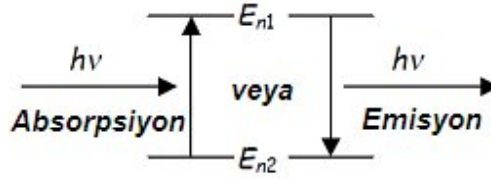
BÖLÜM 4

NIELS BOHR ATOMU

Niels Bohr, Kopenhag okulunu kuran Danimarkalı bir fizikçidir.

(a) Bohr atomunun temelini oluşturan varsayımlar

- (1) Atomlar, ışınım yaymaksızın kararlı “seviye”lerde bulunabilir. Bu seviyeler, farklı E_n enerjisine sahiptir. $n = 1, 2, 3, \dots$ gibi bir sayı olup $n = 1$ en düşük enerjili seviye (sıfır enerji seviyesinde ayrılmış bir atoma ilişkin en negatif değer); $n = 2$, bir sonraki en düşük enerjili seviye, vb. dir. “n” sayısı bir tamsayı olup enerji seviyesini gösteren bir “kuantum sayısı”dır.
- (2) Seviyeler arasındaki geçişler, frekansı ν olan bir fotonun absorpsiyonu veya emisyonu ile mümkün olabilir. Burada $\nu = \Delta E/h$ tır.



Bu iki varsayım, atomik buhar emisyonuna ait farklı spektrumları açıklar. Spektrumda her çizgi, belirli iki seviye arasındaki bir geçişe karşılık gelir. Bu, modern spektroskopinin doğuşudur.

- (3) Açısal momentum sayısal olarak ifade edilir:

$$\ell = n\hbar \quad \text{burada } \hbar = \frac{h}{2\pi} \text{ dir}$$

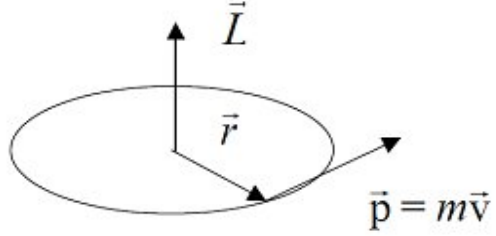
Açısal momentum

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad \ell = |\vec{L}|$$

Dairesel hareket için:

\vec{r} ve $|\vec{p}|$ sabitse \vec{L} sabittir.

$l = mrv$ harekete ait bir sabittir.



Diğer kullanışlı özellikleri

$$\underbrace{v}_{\text{hız (m/s)}} = \underbrace{(2\pi r)}_{\text{çevre (m/çevrim)}} \cdot \underbrace{v_{\text{dön}}}_{\text{frekans (çevrim/s)}} = r \underbrace{\omega_{\text{dön}}}_{\text{açısal frekans (rad/s)}}$$
$$\Rightarrow l = mvr = mr^2 \omega_{\text{dön}}$$

Eylemsizlik momentini hatırlayalım $I = \sum_i m_i r_i^2$

∴ Bizim sistemimiz için $I = mr^2$

$$\Rightarrow l = I \omega_{\text{dön}}$$

Not : Doğrusal hareket ile Dairesel hareket'in mukayesesi

Kütle	m	↔	I	Eylemsizlik momenti
Hız	v	↔	$\omega_{\text{dön}}$	Açısal hız
Momentum	$p = mv$	↔	$l = I\omega$	Açısal momentum

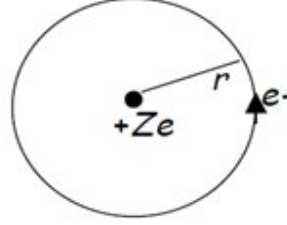
Kinetik enerji, genellikle momentum cinsinden yazılır:

$$\text{K.E.} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

$$\text{K.E.} = \frac{1}{2} \frac{m^2 r^2 v^2}{mr^2} = \frac{l^2}{2I}$$

Bohr öngörülerini, Rutherford'un gezegen modeli ile birleştirilir.

Çekirdek yükü $+Ze$ olan
1 elektronlu bir atom için



$$r = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 mv^2} \Rightarrow r = \frac{n^2}{Z} \left(4\pi\epsilon_0\right) \frac{\hbar^2}{me^2} \quad \text{Yarıçap kuantlaşmıştır.}$$

$$\left(4\pi\epsilon_0\right) \frac{\hbar^2}{me^2} \equiv a_0 \quad \text{Bohr yarıçapı}$$

$n=1$ seviyesinde H atomu için, $r = a_0 = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m} = 0,529 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$)

Rutherford enerjisi, r ifadesine dahil edildiğinde:

$$E = -\frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow \boxed{E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{Z^2 me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}} \quad \text{Enerji kuantlaşmıştır.}$$

H atomu için emisyon spektrumu

$$\bar{\nu} (\text{cm}^{-1}) = \frac{E_{n_2}}{hc} - \frac{E_{n_1}}{hc} = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$R = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} = 109,737 \text{ cm}^{-1} \quad \text{ile Rydberg formülü !}$$

Ölçülen değer, $109,678 \text{ cm}^{-1}$ dir (Çekirdeği hareketsiz kabul eden (yani sonsuz kütle) modele göre çok az fark var).