

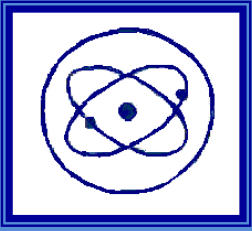
KİM-117 TEMEL KİMYA

Prof. Dr. Zeliha HAYVALI

Ankara Üniversitesi

Kimya Bölümü

Bu slaytlarda anlatılanlar sadece özet olup ayrıntılı bilgiler ve örnek çözümleri derste verilecektir.



BÖLÜM 3

ATOMUN YAPISI

*Maddenin atomlardan oluştuğunu biliyoruz. Bu gerçek M.Ö. 5 y.y. Yunanlılar'a kadar uzanır.

*Yunanlılar, bir madde küçük parçalara bölünmeye devam edilirse, en sonunda atom denen bölünemeyen taneciklerin meydana geleceğine inanıyorlardı.

Atomus sözcüğünü ortaya atan ilk kişi M.Ö. 440'lı yıllarda yaşamış DEMOKRITOS'dur.

ATOMUN YAPISI

1. **DALTON** atom modeli
2. Elektronun keşfi
3. **THOMSON** Atom Modeli
4. Elektron yükünün ölçülmesi (**MİLLİKAN** Deneyi)
5. Atom çekirdeğinin keşfi (**RUTHERFORD** Deneyi)
6. Hidrojen Spektrumu ve **BOHR** Atom Modeli
7. Kuantum Atom Modeli (**SHRODINGER** Atom Modeli)

Elektron

* Dalton ve Yunanlıların kuramlarına göre atom maddenin en küçük taneciği olarak kabul edilmiştir.

*1874 yılında J.J.Stoney, elektriğin taneciklerden oluştuğunu ve bu taneciklerin de atomun yapısında bulunduğunu önermiştir.

Stoney, 1891 yılında bu tanecikleri **elektron** olarak adlandırmıştır.

Katot Işını Tüpü (Crooks Tüpü)

Bu deneyde, her tarafı kapalı bir cam vakum tüpünün iki ucuna bağlı iki metal elektrottan oluşan bir düzenek kullanılmıştır. Bu sisteme elektrik verildiğinde, ışık ışınlarının iki elektrot arasında hareket ettiği gözlenmiştir. Katotdan (negatif elektrotan) anoda doğru bir elektrik akımı olur ve katotdan anoda (pozitif elektrota) doğru hareket eden bu elektrik yüküne **KATOT IŞINLARI** denir.

Yani, katot ışınları hızlı akan elektronlardır.

Katot ışınları ile yük/kütle (e/m) oranının belirlenmesi

Elektrona uygulanan manyetik alan kuvveti $F = Hev$

Elektrona uygulanan merkezkaç kuvveti $F = \frac{mv^2}{r}$

İki eşitliğin toplamı

$$\frac{mv^2}{r} = Hev \implies \frac{e}{m} = \frac{v}{Hr}$$

r , ölçülebilir, H belli, v hızının bulunması gerekir. Thomson v yi bulabilmek için, elektriksel alan ile magnetik alanları birbirine dik olarak ve aynı zamanda uygulamıştır.

Elektronu, elektriksel alanda saptıran kuvvet, elektriksel alan şiddeti, E ve elektron yükü e ile orantılıdır.

$$F = Ee$$

Elektriksel ve manyetik alan ikisi birden uygulanırsa:

$$Hev = Ee$$

$$v = E/H$$

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Hr}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{E}{H^2 r}$$

E ve H nin değeri bilindiğinde ve r ölçüldüğünde e/m oranı hesaplanabilir.

$$e/m = -1,76 \times 10^{11} \text{ Coulomb/kg}$$

Milikan'ın Yağ Damlaması Deneyi

Elektronun yükü 1908' de R.A Milikan tarafından ölçülmüştür.

X-ışınları gibi ışınlar, iyonlar (elektrik yüklü atom ya da moleküller) oluşturur.

(Elektronun yükü) $e = -1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb

$e/m = -1,76 \times 10^{11}$ Coulomb/kg

(Elektronun kütlesi) $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

Pozitif Parçacıklar, PROTON

Crooks tüpünde negatif parçacıklar gözleendiğine göre, maddenin nötral elektriksel yapısı nedeniyle pozitif yüklü parçacıkların da bulunması gerekir.

Bu ışınlarda crooks tüpünde gözlenmiştir ve bunlara da **pozitif ışınlar veya kanal ışınları** denir ve ilk olarak **E. Goldstein** tarafından gözlenmiştir.

Proton için yük

$e = +1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb

Proton için kütle

$m = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

(Protonun kütlesi elektronun kütlesinin 1836 katıdır.)

Atom Çekirdeđi (Rutherford deneyi)

Rutherford, Thomson'un atom modelinin doğruluk derecesini anlamak için yaptığı deneyler sonucunda yeni bir atom modeli geliştirmiştir.

Rutherford, deneyinde

α -tanecikleri (${}_2^4\text{He}^{2+}$) (iki elektron kaybetmiş helyum atomlarından ibaret radyoaktif ışınlar)

ince bir demet halinde **Au, Pt, Ag, Cu** dan yapılmış çok ince bir metal levhaya göndermiştir.

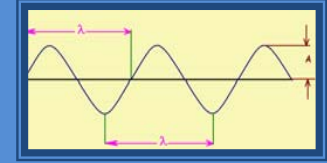
Gönderilen alfa parçacıklarının pek çoğu hiç etkilenmeden metal levhadan geçer, ama küçük bir kısmı değişik açılarda saparak sapmaya uğrarlar.

Rutherford'un atomun yapısını incelemek için α -taneciklerini kullandığı deneylerin sonuçlarına göre

1. Atomun tam merkezinde bir çekirdek vardır.
2. Atom kütlelerinin çok büyük bir çoğunluğu ve pozitif yükün tamamı atomun çekirdeğinde yoğunlaşmıştır.
3. Atomun hacmini oluşturan elektronlar ise çekirdeğin etrafındadır ve onun etrafında çok hızla hareket etmektedirler.

Elektromagnetik Işıma

Dalga Boyu (λ) :Ard arda iki dalganın benzer iki noktası arasındaki mesafedir.



Dalga sayısı ($\bar{\nu}$): $1/\lambda$ 'ya denir.

Genlik (A): Dalganın yüksekliği veya derinliğinin bir ölçüsüdür.

Frekans (ν): Belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısıdır.

Işık hızı (c): Vakumda, bütün elektromagnetik dalgalar, dalga boyu ne olursa olsun, aynı hızda hareket ederler. Buna ışık hızı denir.

$$c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Belli bir ışıma için dalga boyu ile frekansın çarpımı bir saniyede alınan yola eşittir.

$$c = \lambda \cdot \nu \quad \text{Veya} \quad \nu = c / \lambda$$

Frekansın birimi $1/\text{s}$ veya s^{-1} dir.
SI birim ise hertz (Hz) dir.
 $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$

Elektromagnetik ışımının **dalga ve parçacık** yapısında olma özelliği vardır.

1. Kırınım (diffraction) ve girişim (interference) **ışığın dalga özelliği** ile açıklanır.

2. Siyah cisim ışınması ve Fotoelektrik olaya göre ışık taneciktir.

Siyah cisim ideal bir cisimdir, ve

1. Üzerine düşen bütün ışınları absorplar.

2. Her dalga boyunda ışıma yapar.

3. Işıma şiddeti ve spektrumu sıcaklığa bağlıdır.

Planck, ışık enerjisinin kuanta denilen enerji paketcikleri halinde taşındığını ileri sürmüştür. Daha sonra **1905 yılında, Einstein** bu enerji paketciklerini **foton** olarak ifade etmiştir.

Farklı renkteki her bir ışığın enerjisi de farklıdır.
Fotonların enerjisi;

$$E = h \times \nu \Rightarrow \nu = c / \lambda \Rightarrow E = h c / \lambda$$

h : Planck sabiti ($h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s}$)

ν : Işığın frekansı (s^{-1})

λ : Işığın dalga boyu (m)

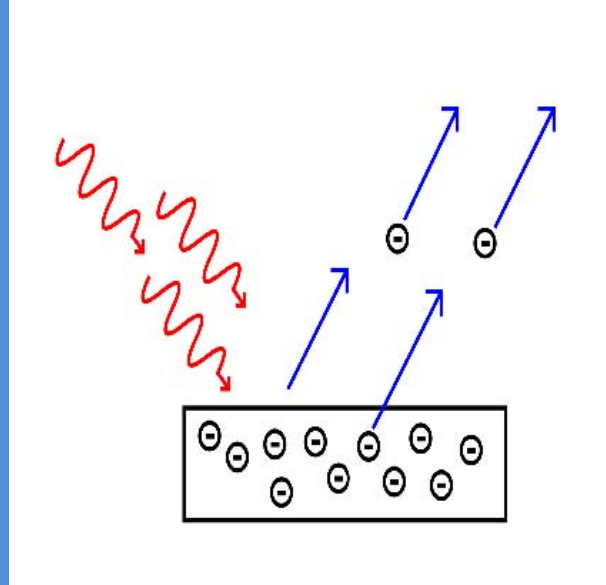
c : Işık hızı ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

E: Fotonun enerjisi (joule)

Fotonun enerjisi; frekansı ile doğru, dalga boyu ile ters orantılıdır.

FOTOELEKTRİK OLAY

Işığın metallere elektron koparması olayına **fotoelektrik olay**, sökülen bu elektronlara da **fotoelektron** denir.



Elektron sökülebilmesi, hem ışığın özelliğine hem de metalin türüne bağlıdır.

Einstein, bir ışık kaynağından çıkan ışınların, foton sağanağı şeklinde hareket ettiğini ve her bir fotonun enerjisinin aşağıdaki şekilde olduğunu ileri sürmüştür.

$$E = h \cdot \nu \quad \Rightarrow \quad E = hc/\lambda$$

Fotoelektronların yüzeyden sökülmesi için gereken en düşük enerjiye fotoelektronun **bağlanma enerjisi** (E_0) veya **eşik enerjisi** (E_0) denir.

En düşük frekansa ise **eşik frekansı** denir.

$$E_0 = h \cdot \nu_0$$

Metal atomundan elektron koparabilmek için eşik frekansından daha yüksek frekanslı ışığa gerekir.

Işımanın enerjisi ($E = h \cdot \nu$) elektron koparmak için gerekli enerjiden ($E_0 = h \cdot \nu_0$) büyükse aradaki fark elektrona kinetik enerji olarak verilir ki bu da elektronun fırlamasına neden olur.

$$E = E_0 + 1/2mv^2$$

$$h\nu = h\nu_0 + 1/2mv^2$$

ATOM SPEKTRUMLARI

Bir ışın bir prizmadan geçirildiğinde kırılır.

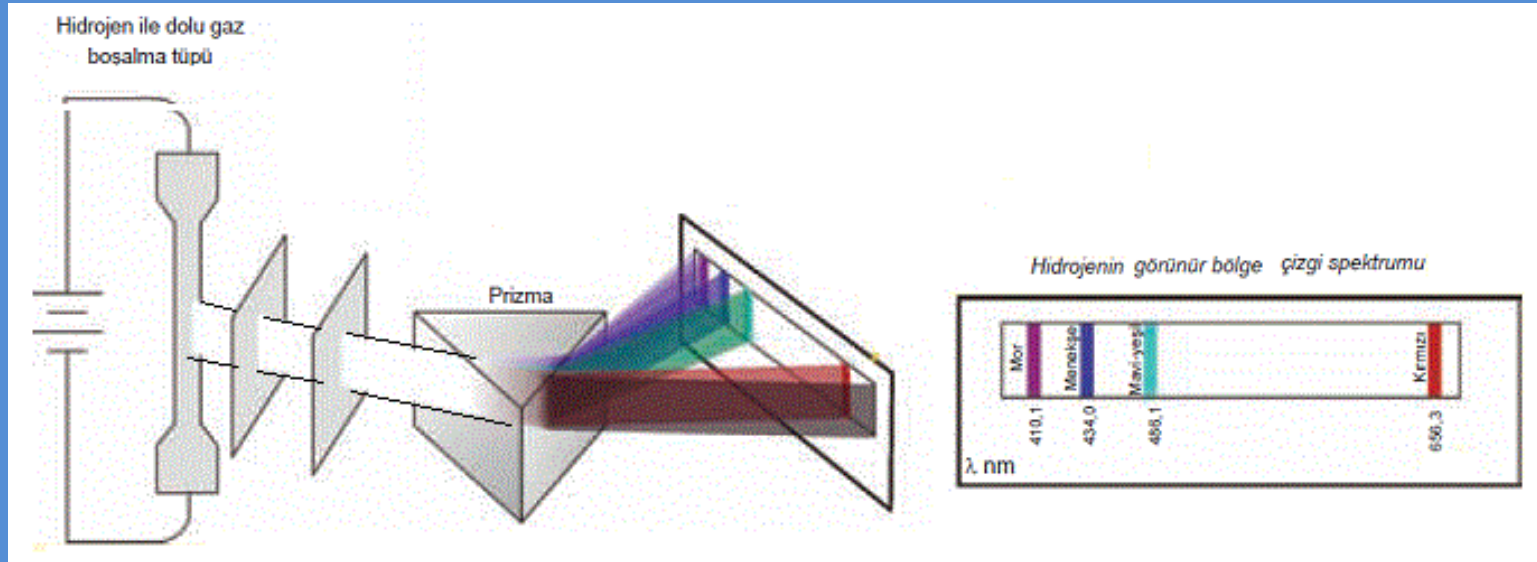
Bu kırılmanın derecesi ışının dalga boyuna bağlı olarak değişir.

Kısa dalga boylu yani yüksek frekanslı ve yüksek enerjili ışınlar daha çok kırılır.

Uzun dalga boylu yani düşük frekanslı ve düşük enerjili ışınlar daha az kırılır.

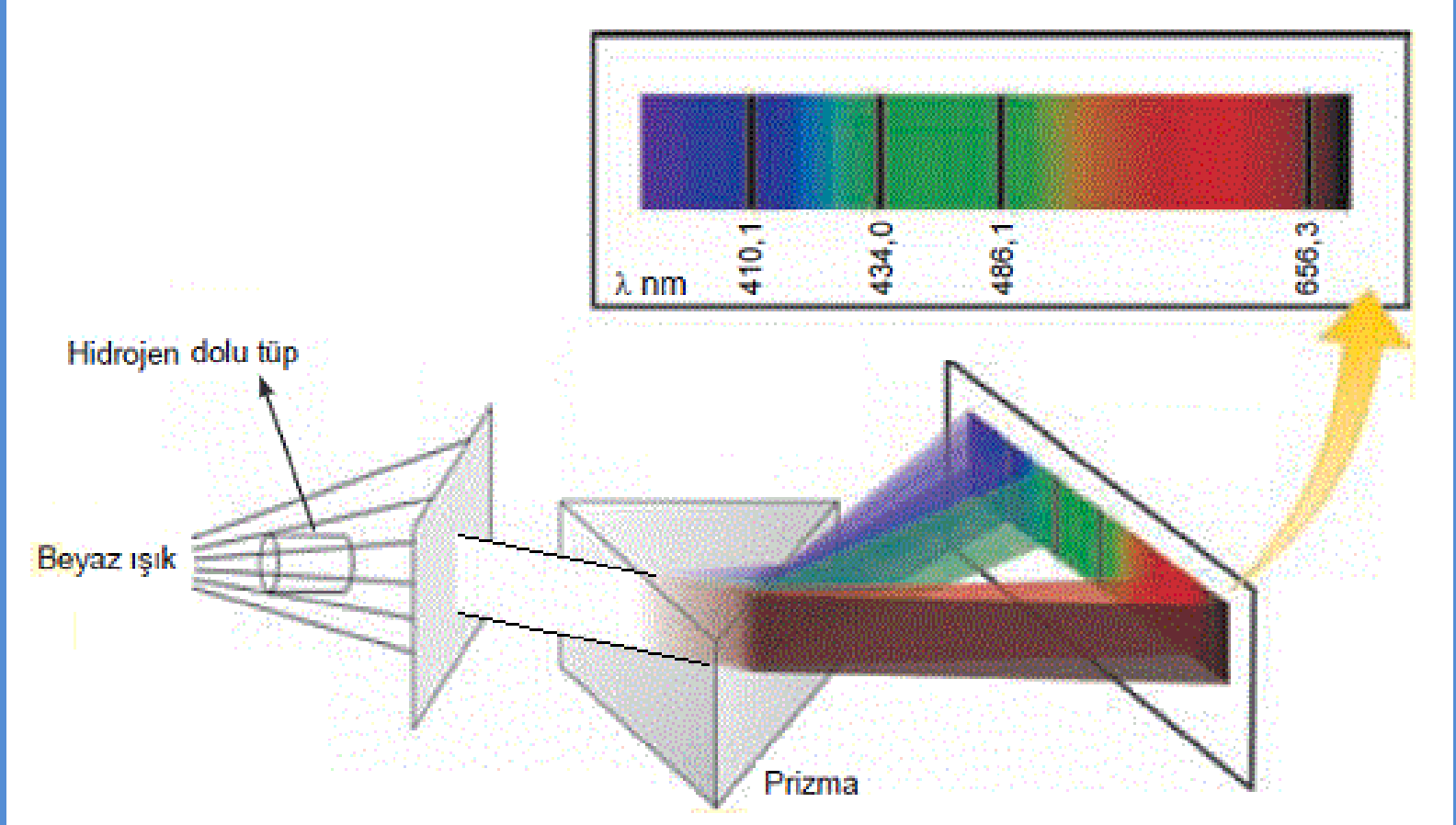
Beyaz ışın görünür bölgede her dalga boyunda ışın içerir.

Gaz veya buhar halindeki bir madde, bir elektrik arkından geçirildikten sonra oluşan ışık bir prizmadan geçirildiği zaman, bir çizgi spektrumu meydana gelir. Bu çizgilerin her biri farklı dalga boyundaki ışınlarla aittir. Bu spektrumlara yayınma spektrumu denir.



Elementlerin çizgi spektrumları birbirine benzemez, her elementin kendine özgü bir çizgisi vardır.

Beyaz ışık hidrojen dolu bir gaz boşalma tüpünden geçirilirse hidrojenin görünür bölgedeki absorpsiyon spektrumu elde edilir.



Balmer, Hidrojenin görünür bölgedeki spektrum çizgilerinin dalga boylarını ve frekanslarını incelemiş ve bunların şu eşitliklerle hesaplanabileceğini ileri sürmüştür (Deneysel).

$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Rydberg sabiti $\rightarrow 10967758 \text{ m}^{-1}$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$n = 3, 4, 5, 6, \dots, \infty$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m / s}$$

$$\nu = 3,29 \times 10^{15} \text{ Hz} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

n için uygun bir değer seçilerek, spektrumdaki bir çizginin dalga boyu bulunabilir.

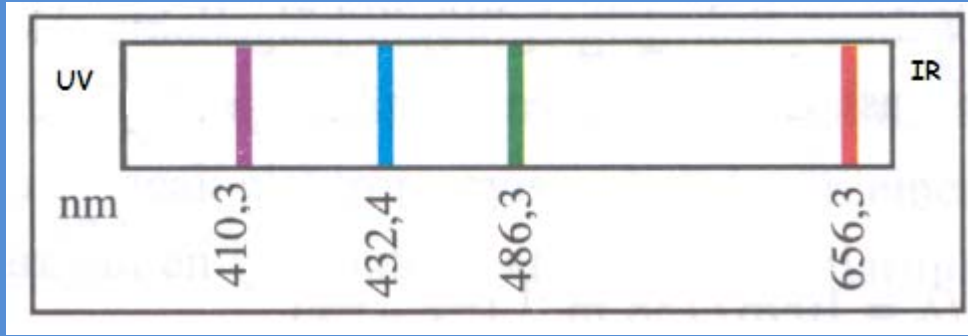
Örneğin: $n=3$ ise

$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$1/\lambda = 1523300 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 6.564 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 656.4 \text{ nm}$$

Hidrojenin yayınma spektrumu



$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n = 3, 4, 5, 6, \dots, \infty$$

$$n=3 \quad \lambda \rightarrow 656,3 \text{ nm}$$

$$n=4 \quad \lambda \rightarrow 486,3 \text{ nm}$$

$$n=5 \quad \lambda \rightarrow 432,4 \text{ nm}$$

$$n=6 \quad \lambda \rightarrow 410,3 \text{ nm}$$

Görüldüğü gibi bu değerler hidrojen'in yayınma spektrumunun görünür bölgedeki dalga boylarına karşılık gelir ve bu seriye **Balmer serisi** denir.

Hidrojen için gözlenen diğer spektrum çizgileri Rydberg Eşitliği ile hesaplanır.

$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$n_1, n_2 \rightarrow$ tam sayılardır.

$$n = 3, 4, 5, 6, \dots, \infty$$

$n_1 < n_2$ (n_2 'nin n_1 'den büyük olma koşulu vardır.)

$$\nu = 3,29 \times 10^{15} \text{ Hz} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Buna göre bazı Hidrojen spektrum serileri tanımlanır.

	n_1	n_2
Lyman	1	2,3,4,5..... ∞
Balmer	2	3,4,5,6..... ∞
Paschen	3	4,5,6,7..... ∞
Brackett	4	5,6,7,8,..... ∞
Pfund	5	6,7,8,9..... ∞

→ UV

→ Görünür Alan

} IR

$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

ÖRNEK: Hidrojen spektrumunun Brackett serisinde üçüncü spektrum çizgisinin dalga boyunu bulunuz.

Brackett $n_1=4$ $n_2=5, 6, 7, 8, .. \dots \infty$

$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{7^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 461653 \text{ m}^{-1} \quad 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 2,166 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} = 2166 \text{ nm}$$

BOHR ATOM KURAMI

Bohr herhangi bir yörüngedeki elektronun enerjisini hesaplamak için bir eşitlik türetmiştir.

$$E_{orbit} = -A \frac{Z^2}{n^2}$$

$$E_{orbit} = -\frac{2,18 \times 10^{-18} Z^2}{n^2}$$

A'nın değeri 2.18×10^{-18} J dür.

$n = 1, 2, 3, \dots, \infty$ değerleri olabilen tam sayıdır ve **baş kuantum sayısı** olarak adlandırılır.

E'nin negatif değeri, çekirdeğe yakın elektronun enerjisinin sonsuz uzaklıktaki elektronun enerjisinden ($n = \infty$ ve $E = 0$) daha düşük olduğunu gösterir.

Bu durumda her bir yörüngedeki elektronun enerjisi negatiftir.

dış tabakadaki (n_d) elektronun enerjisi E_d

iç tabakadaki (n_i) elektronun enerjisi E_i

Dış tabakadan içteki tabakaya elektron geçtiği zaman, bu tabakalardaki enerji farkına eşit bir foton yayınlanır. Fotonun enerjisi $h\nu$ dir.

$$E = h\nu = E_d - E_i$$

$$h\nu = \left(-\frac{2,18 \times 10^{-18} \text{ J}}{n_d^2} \right) - \left(-\frac{2,18 \times 10^{-18} \text{ J}}{n_i^2} \right)$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$$

$$\nu = \left(3,289 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \right) Z^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_d^2} \right)$$

Hidrojen için $n=2$ seviyesinden daha yüksek enerji seviyelerden elektron geçişi sonucu oluşan spektral çizgilerin frekansı ve dalga sayısı şöyle olur.

$$\nu = \left(3,289 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \right) \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_d^2} \right)$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\frac{1}{\lambda} = 10967758 \text{ m}^{-1} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_d^2} \right)$$

$$n_d = 3,4,5..$$

Atom Numaraları ve Periyodik Yasa

Moseley Eşitliği

Katot ışınları, anot olarak kullanılan bir elemen ile çarpıştığında iç elektronlarının uyarılması ile yüksek frekanslı bir ışıma olan X-ışını oluşur. Bu da çekirdek yüküne bağlı olduğu için oluşan X-ışını frekansı anottaki metalin atom numarası (çekirdek yükü) ile orantılıdır. Buna Moseley eşitliği denir.

*ν : X-ışınının frekansı
 Z : çekirdek yükü
 a ve b : sabitler*

$$\nu = a(Z - b)^2$$

Moseley bu bağıntı yardımı ile henüz bulunmayan bir çok elementin özelliğini tespit etmiştir.