

MODERN ATOM TEORİSİ ÖNCESİ KEŞİFLER

Dalton Atom Modeli

- Elementler atom adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşurlar.
- Atomlar içi dolu küreler şeklindedir.
- Bir elementin bütün atomları özdeştir.
- Farklı elementlerin atomları da farklıdır.
- Farklı cins atomlar belirli sayılarda bir araya gelerek bileşikleri oluştururlar.
⇒ Sabit Oranlar Kanunu
- İki element farklı sayılarda birleşerek birden fazla bileşik oluşturursa, bu elementlerin herhangi birinin basit miktarıyla birleşen diğer elementin kütleleri arasında küçük tam sayılarla ifade edilebilen bir oran vardır.
⇒ Katlı Oranlar Kanunu

Dalton atom modelinde henüz keşfedilmedikleri için atomun temel tanecikleri olan proton nötron ve elektrondan bahsedilmez.

Atomun Temel Taneciklerinin Keşif Süreci

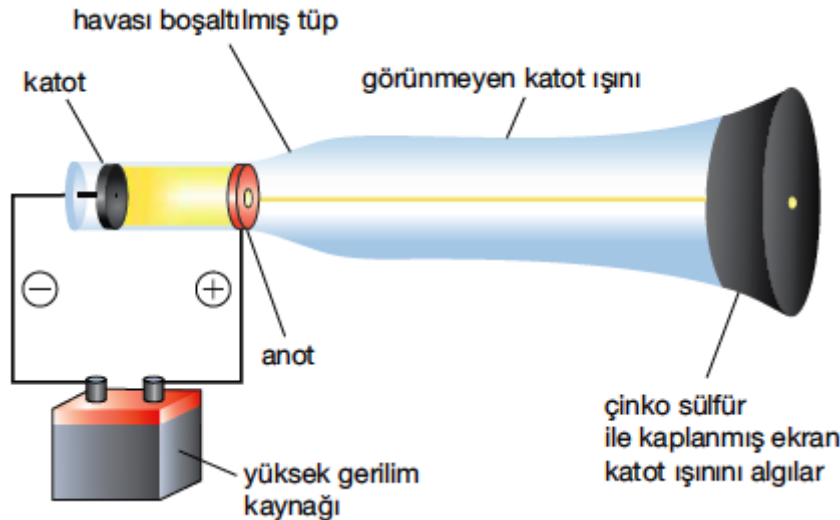
Sürtünme ile elektriklenme: Maddenin sürtünme ile elektrik yüklü hâle gelmesi maddede elektrik yüklerinin olduğunu ve bunların hareket ettiğini gösterir.

Faraday Elektroliz Deneyleri:

- Bir atom belirli bir miktar veya bu miktarın basit katları kadar elektrik yükü taşıyabilir.
- Öyleyse elektrik yükleri parçacıklar halinde taşınmaktadır.
- Bir atom bir ya da daha çok parçacık taşıyabilir.
- Taşınan bu parçacıklar bütün atomlarda aynıdır.
- Elektrik yüklerinin parçacıklar hâlinde taşınması elektriğin de atomlar gibi yüklü taneciklerden oluştuğunu göstermektedir.

Elektronun keşfi

Crooks (Katot Işınları Deneyi):



Yüksek gerilim kaynağı elektrotları negatif (katot) ve pozitif (anot) olarak kutuplandırır.

Katottan çıkan ışınlar cam tüp içinde çarptıkları yüzeye ışıldayan boya sürülerek yaydıkları ışık sayesinde gözlemlenirler.

<https://www.youtube.com/embed/fSAJE9LrSJA>

Katottan çıkan ışınlar;

- Elektrotların yapıldığı maddenin cinsine bağlı değildirler.
- Tüpün içindeki gazın cinsine bağlı değildirler.
- Katottan anoda doğru doğrusal hareket ederler.
- Elektrik alanda + kutba saparlar.
⇒ Bu nedenle *negatif yüklüdürler*.

Stoney: Negatif yüklü taneciklere **elektron** adını vermiştir.

Thomson: Katot ışınlarına Plücker'in yaptığı gibi elektrik ve manyetik alan uygulayarak elektronların yük/kütle (e/m) oranını ($-5,6857 \cdot 10^{-9}$ g/C olarak) hesaplamıştır.

Millikan (Yağ Damlası Deneyi): Elektronun yükünü ve Thomson'un e/m oranını da kullanarak kütesini ayrı ayrı hesaplamıştır.

<https://www.youtube.com/embed/XMfYHag7Liw>

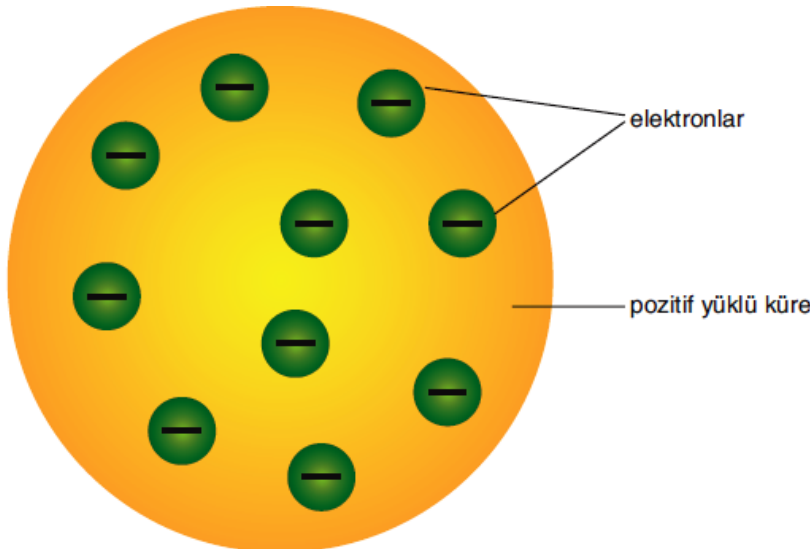
Elektronun yükü: $-1,6022 \cdot 10^{-19}$ C

Elektronun kütlesi: $9,1094 \times 10^{-28}$ g

Thomson Atom Modeli (Üzümlü Kek Modeli)

- Atomları elektron içeren nötr taneciklerdir.
- Öyleyse bir atomda eşit sayıda pozitif ve negatif yük bulunmalıdır.

Thomson'a göre atom: İçinde gömülmüş hâlde elektronlar bulunan pozitif yüklü bir küredir.



Goldstein (Kanal Işınları Deneyi):

<https://www.youtube.com/embed/VdoTVk4BFmk>

Crooks tüpünde uygulanan yüksek gerilimin kutupları değiştirildiğinde levhalar katot ve anot olarak yer değiştirmiş olur.

Gaz atomlarından ayrılan elektronlardan dolayı tüp içinde pozitif yüklü tanecikler oluşmaktadır. Bu tanecikler, anottan katoda doğru yönelerek yüzeyde ışımaya oluşmasını sağlar. Bu ışınlar **pozitif ışınlar** veya **kanal ışınları** denir.

Elektronlara uygulan yöntemin aynısıyla;

Protonların kütlesi: $1,6726 \cdot 10^{-24}$ g

Protonların yükleri: $+1,6022 \cdot 10^{-19}$ C olarak hesaplanmıştır.

⇒ Elektronun kütlesi pozitif yüklü tanecik olan protonun kütlesinin 1836'da biridir.

Protonun Keşfi

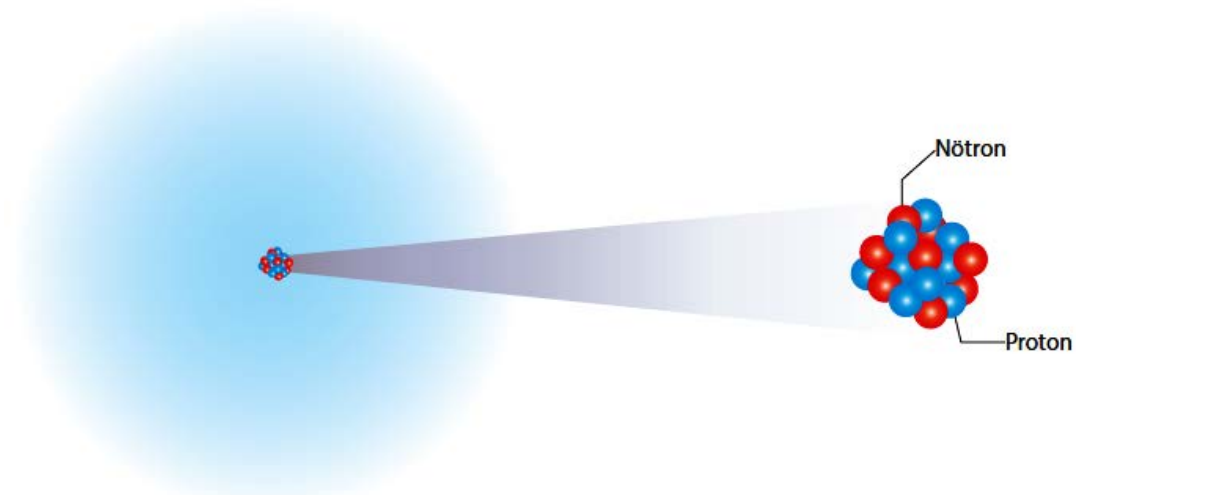
Rutherford Atom Modeli (Alfa Işınlının Altın levhada saçılması deneyi)

<https://www.youtube.com/embed/kHaR2rsFNhg>

- Atomun büyük bir kısmı boşluktur.
- Bir atomdaki pozitif yükün tümü, çekirdek denilen çok küçük bir bölgede toplanmıştır.
- Pozitif yükün büyüklüğü atomdan atoma değişir ve pozitif yüklerin kütlesi elementin atom kütlesinin yaklaşık yarısı kadardır.
- Çekirdeğin dışında, çekirdek yüküne eşit sayıda elektron bulunur.
- Çekirdeğin kapladığı hacim, atomun hacminin sadece $1/10^{13}$ ü kadardır.

Nötronun Keşfi

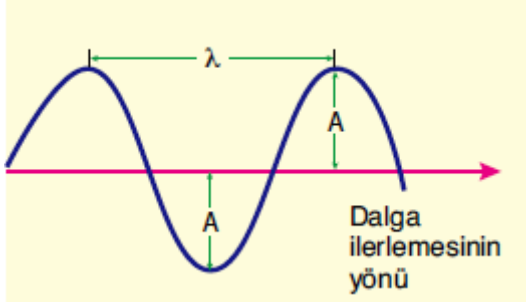
Chadwick: Alfa ışınlarını Berilyum levhaya göndererek Berilyumun yaptığı ışınları gözlemlemiştir. Bu ışınlarının protonların kütlesinden biraz daha fazla kütlede ve yüksüz tanecikler olduğunu keşfederek bu taneciklere **nötron** adını vermiştir.



Bohr Atom Modeli Öncesi

Elektromanyetik Işıkların Dalga ve Tanecik Özellikleri

Dalga:



Dalga Boyu (λ): Dalganın iki tepe ya da iki alt noktası arasındaki uzaklıktır.

Genlik (A): Dalganın orta çizgisinden tepe veya dip noktasına olan dik uzaklıktır.

Frekans (ν): Belirli bir noktadan 1 saniyede geçen dalga sayısıdır. Birimi 1/s (s^{-1}) yani Hz (Hertz)'dir.

Hız (c veya c): Dalganın birim zamanda aldığı yoldur. Boşlukta bütün elektromanyetik dalgalar ışık hızı ($c=3 \cdot 10^8$ m/s) ile hareket ederler.

E: Enerji

h: Planck sabiti ($6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s)

Formüller:

$$c = \lambda \cdot \nu$$

λ ile ν ters orantılı

$$E = h \cdot \nu$$

E ile ν doğru orantılı

→ E ile λ ters orantılı

Ayrıca;

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

veya

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$$

Soru: Frekansı $4 \cdot 10^{14}$ Hz olan kırmızı ışığın;

a) Dalga boyu kaç nm'dir?

b) Enerjisi kaç J'dür?

($c=3 \cdot 10^8$ m/s, $h= 6 \cdot 10^{-34}$ J.s alınız.)

Çözüm:

a) **$c = \lambda \cdot \nu$**

$$3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = \lambda \cdot 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{4 \cdot 10^{14} \text{ 1/s}}$$

$$\lambda = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ m} \rightarrow 0,75 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^9 \text{ nm} = \mathbf{750 \text{ nm}}$$

b) **$E = h \cdot \nu$**

$$E = 6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 4 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E = 24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Sorular:

1- Dalga boyu $4 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$ olan mor ışığın,

a) Frekansı kaç Hertz dir?

b) Enerjisi kaç J'dür?

($c=3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$, $h= 6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ alınız.)

2- Işık yayan bir diyot 700 nm ışık üretiyorsa, bu ışığın frekansı kaçtır?

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

3- Enerjisi $36 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ olan ışığın

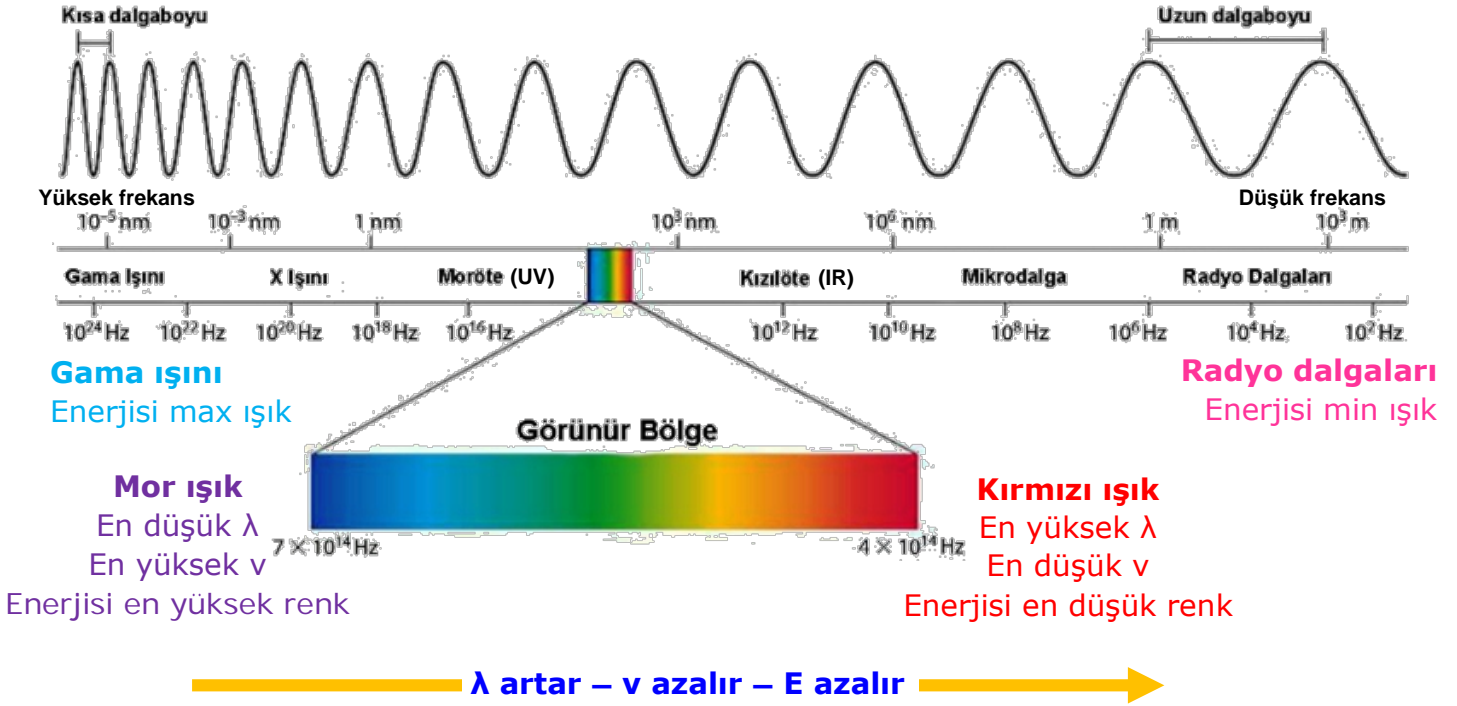
a) Frekansı kaç Hertz (Hz) dir?

b) Dalga boyu kaç nm'dir?

($c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h= 6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ alınız.)

Elektromanyetik Spektrum

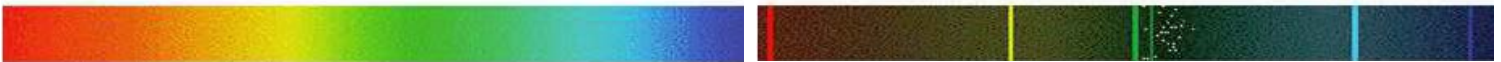
Bütün frekansları kapsayan elektromanyetik ışın dizisine *elektromanyetik dalga spektrumu* denir.

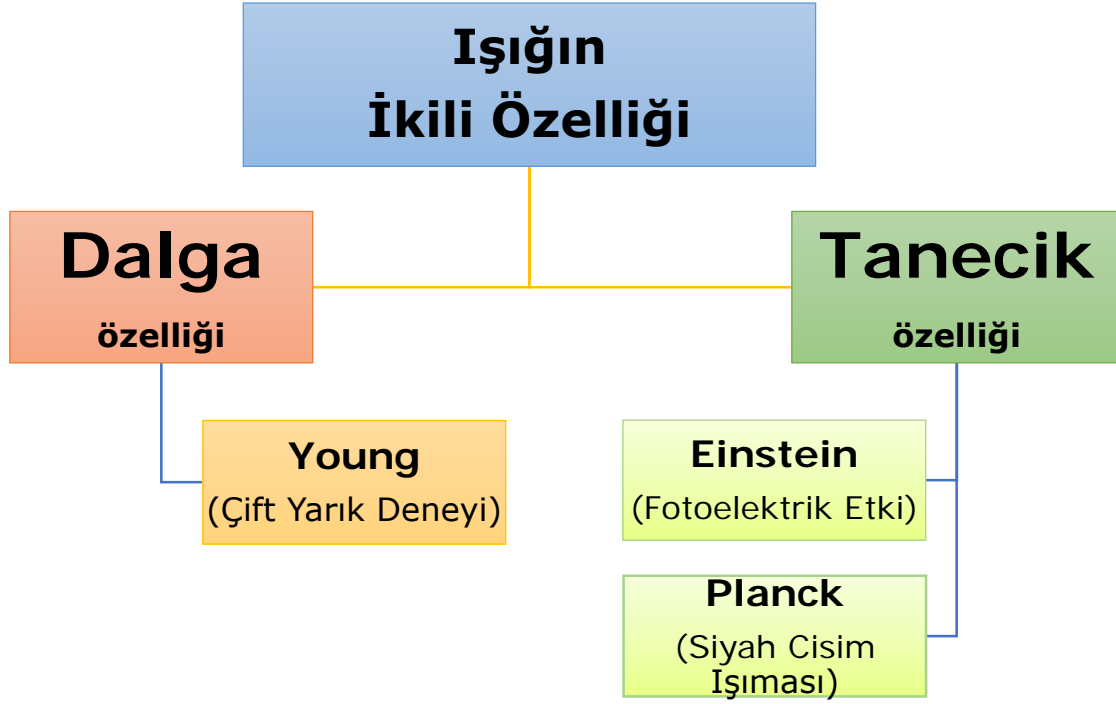


- 👉 İnsan gözü sadece *görünür bölgedeki* (VIS) ışığa duyarlıdır, onu hissedebilir.
- 👉 Tek bir dalga boyuna sahip ışığa *monokromatik ışık* denir. Örnek: Kırmızı ışık
- 👉 Birden fazla dalga boyuna sahip ışığa *polikromatik ışık* denir. Örnek: Beyaz ışık (Güneş ışığı)
- 👉 Elektromanyetik ışınların maddenin yapısındaki atomlar ile etkileşimini inceleyen bilim dalına *spektroskopi*,
 - o ışınların incelendiği araçlara *spektroskop*,
 - o elde edilen spektrumların kaydedildiği araçlara ise *spektrometre* denir.
- 👉 Beyaz ışığın prizmadan geçirilmesi ile oluşan farklı renklerdeki ve farklı dalga boylarındaki ışıklar, bir ekranda **kesiksiz (sürekli) spektrum** oluşturur.
- 👉 Bir element belirli bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında ışımaya yarar. Bu ışımaya bir prizmadan geçirilip ekrana yansıtılırsa kesikli (çizgi) spektrum elde edilir.

Sürekli yayınma spektrumu

Kesikli yayınma spektrumu





Moseley ve Atom Numarası

Elementler dışarıdan enerji aldıklarında çekirdek yapılarına göre farklı sayıda ve yörüngede elektronları bulunduğundan kendilerine özgü dalga boylarında ışımaya yaparlar.

- ★ Bu ışımaya ekranda bir spektrum (Fraunhofer çizgileri) oluşturur.
 - ⇒ Bu durumda her elementin kendine özgü bir çizgi spektrumu vardır.
- ★ Elementin atom numarası ile çizgi frekansının karekökü doğru orantılıdır.
- ★ Elementlerin atom kütlesi arttığında yayınlanan ışığın frekansları da artar.
 - ⇒ Böylece Moseley her elementin atom numarasını ve
 - ⇒ Atom numarasının, atom çekirdeğinde bulunan pozitif birimlerin sayısı olduğunu belirtmiştir.
- ★ Moseley, periyodik cetvelde elementlerin artan atom numaralarına göre fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değiştiğini belirtmiştir.

Bohr Atom Modeli

- 1- Bir atomdaki elektron çekirdek çevresinde, çekirdekten belli uzaklıkta, dairesel, belirli enerji düzeylerinde (yörünge) bulunabilir. Her yörünge K, L, M, N gibi harf ya da 1, 2, 3, 4, 5 gibi bir "n" değeri ile belirtilir.
- 2- Bir atomun elektronları en düşük enerji düzeyinde (temel hal düzeyi) bulunmak ister. Madde ısıtıldığında atomlardaki elektronlar daha yüksek enerji düzeyine geçer = UYARILMIŞ HAL.

3- Bir atomda elektronlar düşük enerji seviyesinden daha yüksek enerji seviyesine çıkabilmeleri için dışarıdan enerji alırlar. Ya da yüksek enerji seviyesinden daha düşük enerji seviyesine inmek için enerji yayarlar.

Bir elektronun herhangi bir yörüngedeki enerjisi:

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

R: Rydberg sabiti = $2,18 \times 10^{-18}$ J

n: Yörünge sayısı

Z: Atom numarası

Soru: Hidrojen atomunda 2. temel enerji düzeyinde bulunan bir elektronun enerjisini Joule cinsinden hesaplayınız (${}_1\text{H}$, $R = 2,18 \times 10^{-18}$ J).

Çözüm: $E_n = \frac{-R}{n^2} \times Z^2$

$$E_n = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18}}{2^2} \times 1^2$$

$$E_n = -5,45 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Soru: ${}_3\text{Li}^{+2}$ taneciğinde $E = -1 \cdot 10^{-20}$ J değerinde bir enerji düzeyinin bulunma olasılığı var mıdır?

Çözüm: $E_n = \frac{-R}{n^2} \times Z^2$

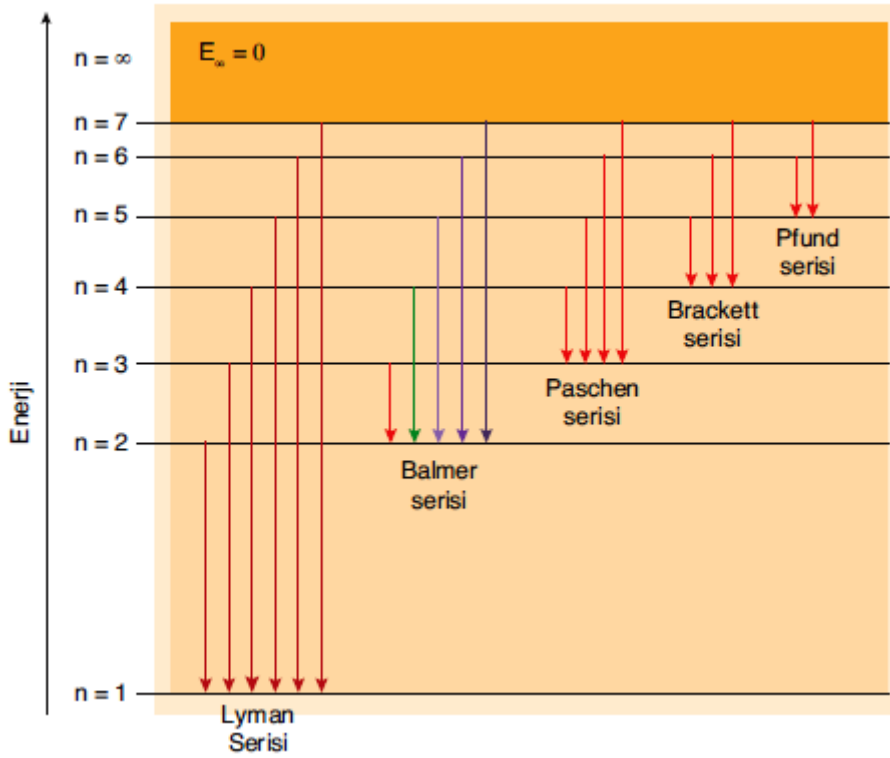
$$-1 \cdot 10^{-20} = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18}}{n^2} \times 3^2$$

$$n^2 = 1962$$

$$n = 44,29$$

n için bulunan bu değer bir tam sayı olmadığı için bu enerji düzeyi Li^{+2} için izin verilen bir enerji düzeyi değildir.

Enerji düzeyi diyagramı



Bohr atom teorisine göre bir enerji düzeyindeki elektronun enerjisi hesaplanabileceği gibi bir enerji düzeyinden başka enerji düzeylerine geçişlerdeki soğrulan veya yayınlanan elektromanyetik dalganın enerjisi, frekansı veya dalga boyu da hesaplanabilir:

$$\Delta E = R \times Z^2 \left(\frac{1}{n_{\text{ilk}}^2} - \frac{1}{n_{\text{son}}^2} \right)$$

Soru: ${}^2\text{He}^+$ iyonunda 4. enerji düzeyinden 1. enerji düzeyine geçen bir elektronun yayınladığı elektromanyetik dalganın enerjisini ve frekansını hesaplayınız.

($R = 2.10^{-18}$ J, $h = 6.10^{-34}$ J.s alınız.)

Çözüm: $\Delta E = R \times Z^2 \left(\frac{1}{n_{\text{ilk}}^2} - \frac{1}{n_{\text{son}}^2} \right)$

$$\Delta E = 2.10^{-18} \cdot 2^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{1^2} \right)$$

$$\Delta E = -7,5.10^{-18} \text{ J}$$

$$E = h \cdot \nu \quad \rightarrow \quad 7,5.10^{-18} = 6.10^{-34} \cdot \nu \quad \rightarrow \quad \nu = 1,25.10^{16} \text{ Hz}$$

Bohr Atom Modelinin Yetersizlikleri

- Tek elektronlu sistemlerle çalışmış, fakat yaptığı çalışmalar çok elektronlu sistemleri açıklamada yetersiz kalmıştır.
- Ayrıca Bohr atom modelindeki dairesel yörünge kavramı kuantum mekaniğine uymamaktadır.

Dalga – Tanecik İkiliği

Louis de Broglie, fotonun enerjisini hesaplamak için Planck bağıntısı ve Einstein eşitliğini kullandı:

$$\begin{array}{ll} \text{Planck} & \text{Einstein} \\ E = h \cdot \nu & E = m \cdot c^2 \\ h \cdot \nu = m \cdot c^2 & \nu = \frac{c}{\lambda} \\ h \cdot \frac{c}{\lambda} = m \cdot c^2 & \\ \lambda = \frac{h}{m \cdot c} & \end{array}$$



c = ışık hızı yerine parçacık hızını belirtmek için V ifadesi kullanılır.

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \quad \text{de Broglie Eşitliği}$$



De Broglie maddesel tanecik özelliği de gösteren dalgalara *madde dalgaları* adını vermiştir. Dalga-tanecik ikiliği ancak dalga boylarının atom ya da çekirdek boyutlarına yakın olması durumunda kullanılır. Elektron gibi çok küçük kütleli atom altı tanecikler de dalga özelliği gösterdiğinden elektronlar için de Broglie eşitliği kullanılabilir.

Davisson – Germer (Elektronun Dalga Özelliğine Kanıt)

C. Davisson & L. H. Germer deneyinde, elektronlar çok ince metal levhadan geçirildi ve bir aydınlık-bir karanlık (girişim-kırınım desenleri) gözlemlendi.

Buradan sonuçla;

- Işık elektromanyetik dalga karakterinde olduğuna göre, (YOUNG)
- Elektron da dalga karakterindedir. (DAVISSON & GERMER)
- Hatta atom altı tüm tanecikler de dalga karakterindedir. (G. P. THOMSON)

Heisenberg Belirsizlik İlkesi

- * Atom altı bir taneciğin aynı anda konumu ve hızı doğru bir şekilde ölçülemez.
 - Bir taneciğin nerede olduğu bilirse, nereden geldiği ya da nereye gideceği kesin bilinmez.

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4 \cdot \pi \cdot m}$$