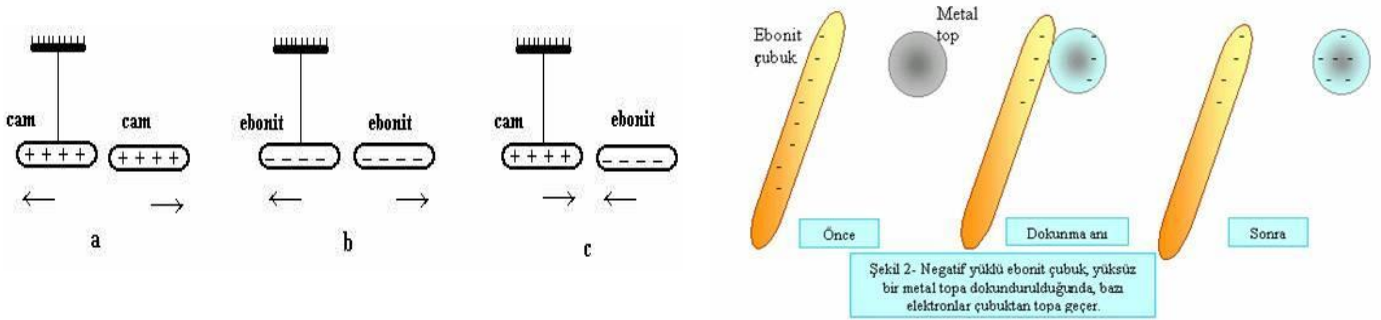


## ATOM VE ELEKTRİK

### Madde ve Elektriksel Yük

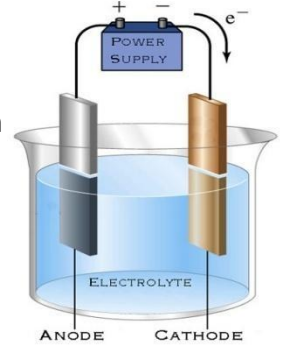
- Maddelerin elektrikli yapıda olduğu eski çağlardan beri bilinmektedir. Örneğin antik dönemde Greekler yüne sürülen kehribar taşının(Ağaç reçinesinin fosilleşmesiyle oluşur.)küçük saç, tüy vb. bazı nesneleri çektiğini gözlemlemişlerdir. Ancak bunu kehribar taşının gizemi olarak gördüler.
- 1750 yılında Benjamin Franklin reçinedeki ve cam çubuktaki elektriklenmelerin farklı olduğunu öne sürdü. Daha sonra reçine türü elektriklenmeyi belirtmek için ilk defa **negatif(-)** işaretini ve cam türü elektriklenmeyi belirtmek için **pozitif(+)** işaretini kullandı.



- Yüne sürülen ebonit çubuk “-” yükle, ipek kumaşa sürülen cam çubuk ise “+” yükle yüklenir.

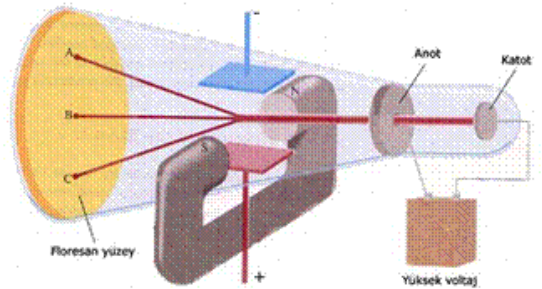
### Faraday’ın Elektroliz Deneyleri

- Faraday 1800 yıllarında maddeler arası etkileşim sonucu elektriklenme ile ilgili çalışmalara ağırlık vermiştir. Bu dönemde Alessandro Volta elektrik üretici olan ve kendi adıyla anılan pili geliştirmiştir.
- Faraday da elektrikle ilgili çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalardan bir tanesi de elektriğin maddeler üzerindeki etkisini incelediği elektroliz deneyleridir.
- Bu deneylerle bir elementin bileşiklerine elektrik akımı uygulamış ve elektrotlarda elementler elde etmiştir.



### Elektronun Keşfi

- 1870 lerde William Crookes vakumlanmış gaz tüpleriindeki elektrik boşalmaları üzerinde çalışmalar yaparken kendi adıyla da(Crookes tüpleri) anılan katot ışını tüpünü geliştirdi.
- Katot ışını tüpleriindeki elektrotlar arasında yüksek voltaj uygulandığında tüpte yeşilimsi bir ışın meydana gelir. Işın katottan anoda doğru oluşur.
- Katot ışınının önüne bir engel konduğunda engelin gölgesi oluşur. Buradan katot ışınların doğrusal hareket ettiği sonucuna varılmıştır.



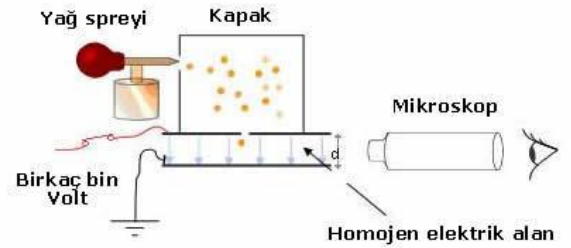
- 1858 de Julius Plücker katot ışınlarının yaklaştırılan mıknatıstan etkilendiğini ve ışının yön değiştirdiğini gözlemledi. (Manyetik alandan etkilendiğinin kanıtı)

### **Elektronun Yük Kütle Oranının Belirlenmesi**

- Elektronlar negatif yüklü olduklarından elektriksel alanda pozitif kutba doğru saparlar. Elektriksel alandaki bu sapmalar taneciğin yükü (e) ile doğru, kütlesi (m) ile ters orantılıdır. Dolayısıyla yükün kütleye oranı (e/m) ,bir elektrik alanı içinde elektronların doğrusal yoldan ne kadar sapacağını gösterir.  $em=1,7588 \times 10^{11} \text{ C/kg}$  (**John Thomson**)

### **Elektronun Yükünün Belirlenmesi(Millikan Yağ Damlacığı Deneyi)**

- 1908 yılında Robert Andrews Millikan yağ damlacıkları ile yaptığı deneyler ve Thomson'un e/m oranını kullanarak elektronun yükünü hesaplamıştır.
- Millikan deneyinde bir pülverizatör yardımıyla yağ damlacıkları çok küçük tanecikler halinde kabın içine püskürttü. Yağ damlacıkları kaptaki delikten geçerek aşağı doğru düşerken X-ışınları gönderilerek onların elektrikle yüklenmesi sağladı.



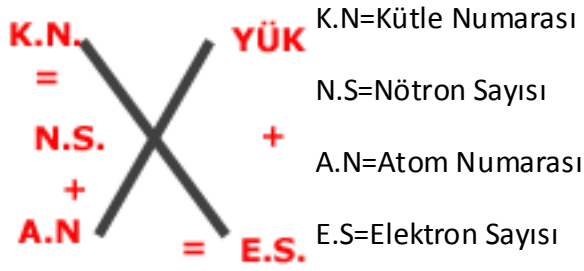
- Bu arada elektrik alanına gelen yağ damlacıklarından uygun olanını elektrik alan şiddeti ayarlanarak düşmesi engellendi. Böylece damlacık kapta asılı kaldı. Buradan anlaşılacağı üzere bir mikroskopla gözlenebilen yağ damlasının asılı kalması için gerekli olan yük miktarı uygulanan elektrik alanın şiddetinden hesaplanır.

- $e = -1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$   $m = 9,1096 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- $e/m = 1,7588 \times 10^{11} \text{ C/kg}$

### **Atom ve Pozitif Yüklü Tanecikler**

- Alman bilim adamı Eugen Goldstein 1886 da yaptığı çalışmalarda kanal ışınlarını gözlemledi.
- Katot tüplerinde elektron elde edildiği gibi, elektrik deşarj(boşaltma)tüplerinde de pozitif iyonlar elde edilir. Bu tüplere uygulanan yüksek gerilim sonucu atomlardan elektron kopararak pozitif yüklü iyonlar oluşturulur.
- Oluşan bu pozitif iyonlar bir elektriksel alanda elektronun ters yönünde hareket ederek negatif elektroda(katoda)doğru ilerler. Bu iyonların büyük bir kısmı hareketleri sırasında ortamdaki elektronlarla çarpışarak nötral atomları oluştururlar. Çok az bir kısmı ise yollarına devam ederek katoda erişirler.
- Eğer ortası delikli(kanallı) bir katot kullanılırsa, pozitif parçacıklar delikten geçerler. Böylece pozitif ışınlar elde edilir. Bu ışınlar **pozitif ışınlar** veya **kanal ışınları** denir.
- Goldstein pozitif iyonlar için e/m saptanmasında katot ışınlarının incelenmesinde kullanılan yöntemin hemen hemen aynısını kullandı.



- Bir elementin atom numarası ve kütle numarası element sembolü X olan bir element için yukarıdaki gibi gösterilir.

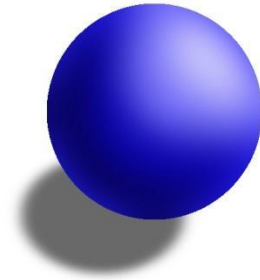
## **ATOM MODELLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ**

### **Dalton Atom Modeli**

- Eski çağlardan beri maddenin yapısı ve maddeyi oluşturan tanecikler üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Dalton 1803 yılında atomu,

- Maddenin en küçük yapıtaşı atomdur. Parçalanamaz.
- Aynı cins elementlerin atomları büyüklük ve kütlece birbirleriyle tamamen aynıdır.
- Atomlar içi dolu kürelerdir. Farklı cins atomlar farklı kütlelidir.
- Bir bileşiği oluşturan atomların kütleleri arasında tam sayılarla ifade edilen sabit bir oran vardır.



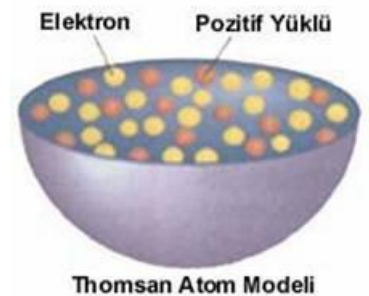
şeklinde tanımladı. Ancak elde edilen bilgiler çerçevesinde Dalton modelinin bir kısmının yanlış olduğu anlaşıldı.

### **Thomson Atom Modeli**

- Thomson yaptığı deneylerle atomda negatif yüklü tanecikler olduğunu belirledi ve 1897 yılında kendi atom modelini oluşturdu.

Thomson atomu,

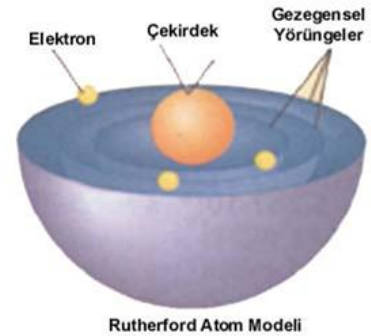
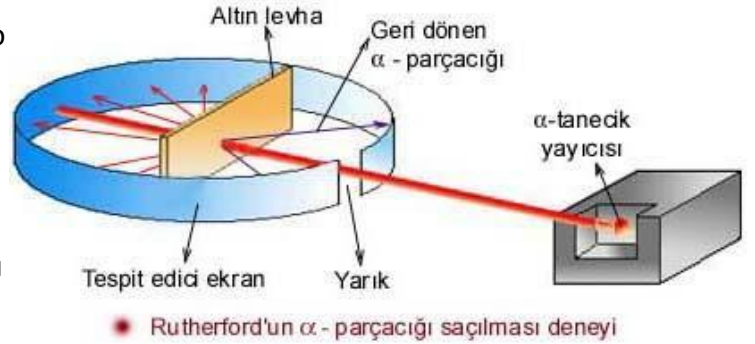
- Atom nötrdür. Yani atomdaki pozitif ve negatif yüklerin toplamı sıfırdır. Dolayısıyla nötr bir atomda pozitif yük sayısı kadar elektron vardır.
- Atom yarıçapı yaklaşık  $10^{-8}$  cm olan pozitif yüklü küredir. Bu kürede elektronlar rastgele dağılmıştır.



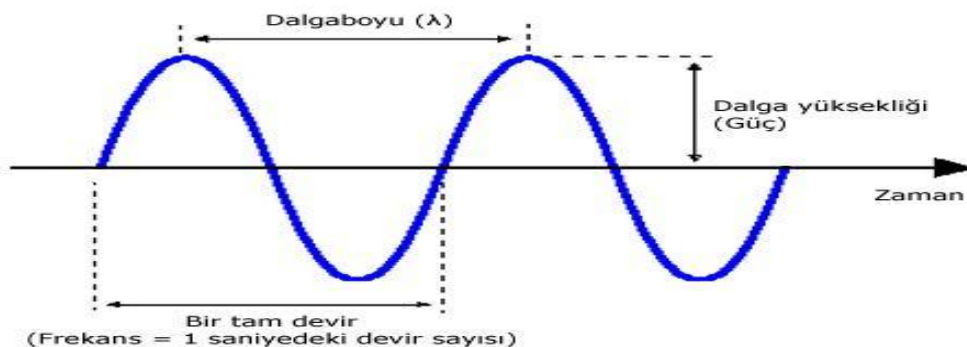
şeklinde tanımlayarak elektronun küre içindeki dağılımını üzümlü keke benzetmiştir.

## Rutherford Atom Modeli

- Atomun yapısı açıklaması hakkında, önemli katkıda bulunanlardan biriside **Ernest Rutherford** dur.
- Rutherford pozitif yükü alfa( $\alpha$ ) taneciklerinin ince metal levhalardan geçme özelliği üzerinde çalışmalar yapmıştır.
- Rutherford, bir radyoaktif kaynaktan çıkan  $\alpha$ -taneciklerini bir demet halinde iğne ucu büyüklüğündeki yarıktan geçirdikten sonra, kalınlığı 10-4 cm kadar olan ve arkasında çinko sülfür(ZnS) sürülmüş bir ekran bulunan altın levha üzerine gönderdi. Altın levhayı geçip ekran üzerine düşen  $\alpha$ -parçacıkları ekrana sürülen çinko sülfür üzerinde ışıldama yaptı.
- Böylece metal levhayı geçen  $\alpha$  – parçacıklarını sayma imkânı elde edildi.
- Rutherford, yaptığı deneylerde metal levha üzerine gönderilen  $\alpha$  –parçacıklarının %99,99 kadarının hiç yollarından sapmadan veya yollarından çok az saparak metal levhadan geçtiklerini, fakat çok az kısmının ise metale çarptıktan sonra geri döndüğünü gördü.
- Pozitif yüklü alfa taneciklerinin az bir bölümünün geri dönmesi atomdaki pozitif yüklerin atom küresini oluşturmadığını aksine bu yüklerin atomda az bir hacim kapladığını gösterir.
- Alfa taneciklerinin büyük bir kısmının geçmesi ise atomda büyük boşluklar bulunduğunu ispatlar.
- Rutherford, atom kütesinin yaklaşık olarak çekirdeğin kütesine eşit olduğunu ve elektronların da çekirdek etrafında bulunduğunu ileri sürmüştür.
- Kütlenin büyük kısmı ve pozitif yükler çekirdek denilen atomun merkezinde toplanmıştır. Çekirdeğin yarıçapı yaklaşık 10-13 cm, atomun yarıçapı yaklaşık 10-8 cm dir.



## Işığın Yapısı



- Işık, bir elektromanyetik(kimyacıların tabiriyle elektromaagnetik) ışımadır. Elektromanyetik ışımlar ise elektrik ve manyetik alan enerjisi taşıyan dalgalardır. Bu nedenle ışık için de dalgalarla ilgili terimler kullanılır.

**Dalga Boyu( $\lambda$ ):**Ard arda gelen iki minimum(çukur) ya da maksimum(tepe) arasındaki uzaklıktır.

**Frekans( $\nu$ ):**Belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısıdır. Birimi 1/saniye yani Herzt(Hz)'dir.

**Hız( $c$ ):**Bir dalga hareketinin birim zamanda aldığı yolu belirtir. Elektromanyetik dalgalar boşlukta ışık hızında hareket ederler.

$$c=2,99 \times 10^8 m.s^{-1} \text{ (Işık Hızı)}$$

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

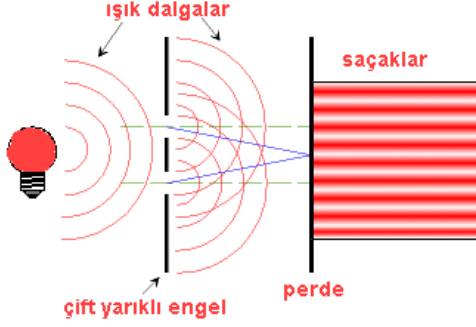
**Genlik( $A$ ):**Bir dalganın maksimum yüksekliği veya derinliğidir.

- *Dalga boyu büyüdükçe frekans küçülür.*
  - *Dalga boyu küçüldükçe frekans büyür.*
  - *Yüksek enerjili dalgaların frekansı yüksek,dalga boyu küçüktür.*
  - *Düşük enerjili dalgaların frekansı düşük,dalga boyu büyüktür.*
- Bütün elektromanyetik dalgaları kapsayan ışın dizisine **elektromanyetik dalga spektrumu** adı verilir.

Renk	Dalgaboyu	Frekans
Kırmızı	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
Turuncu	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
Sarı	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
Yeşil	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
Mavi	~ 450-485 nm	~ 680-620 THz
Çivit mavisi	~ 450-420 nm	~ 620-600 THz
Mor	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

## ***Işığın Dalga Modeli ile Açıkladıkları***

- Işığın cisimlerden **yansıması**, farklı ortamlara geçişte **kırılması** ve beyaz ışığın renklere ayrılması(saçılması) olayları, ışığın dalga modeli ile açıklanabilmektedir.



- İngiliz fizik bilim adamı Thomas Young kendi adıyla anılan girişim deneyi ile ışığın dalgalı yapıda olduğunu ispatlamıştır.

- Yapılan çalışmalar ışık şiddetinin(parlaklığının), ışık dalgası genliğinin karesi ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir.

## ***Işığın Tanecikli Doğası***

- Işığın yansıma, kırılma, kırınım ve girişim davranışları dalga modeli ile açıklanabilmektedir. Ancak fotoelektrik ve siyah cisim ışıması gibi olayları açıklamada yetersiz kalmaktadır.
- Işığın kaynaktan yayınlanan çok sayıda tanecikler tarafından taşındığı düşüncesi ilk defa Newton tarafından belirtildi.
- Daha sonra Max Plank **ışık enerjisinin belirli bir büyüklükteki paketler(kuantumlar) halinde alınıp verileceği sonucuna vararak kuantum teorisini geliştirdi.**
- Albert Einstein ise ışık hızı ile hareket eden bu kuantumları **foton** olarak adlandırdı.

## ***Siyah Cisim Işıması***

- İdeal bir siyah cisim, üzerine düşen bütün elektromanyetik ışımaları soğurur. Hiçbir ışımayı yansıtmaz veya geçirmez. Gerçekte ideal bir siyah cisim yoktur.
- Yapılan çalışmalar ısıtılan siyah cismin küçük delikten yaptığı ışımanın, maddenin cinsine bağlı olmadığını sadece cismin sıcaklığına bağlı olduğunu göstermiştir.

## ***Kuantum Teorisi***

- Siyah cisim ışımaları ve ısıtılan katı cisimlerin yayınladıkları ışınları klasik elektromanyetik kuram

açıklayamamaktaydı.

Klasik elektromanyetik kuram,

- Elektromanyetik dalga enerjisinin sürekli olduğunu,
- Işık şiddeti arttıkça yayınlanan dalga enerjisinin de arttığını, belirtiyordu.
- 1900 yıllarında Max Plank, yaptığı deneylerde ısıtılan bir katının önce kırmızı, sonra portakal rengi, sarı, beyaz ve mavi rengi aldığını gördü.
- Eğer ışık yaklaşımının dediği gibi sürekli bir enerjiye sahip olsaydı bu şekilde ayrı ayrı renkler yerine sürekli şiddeti artan tek renk ışık görülürdü.
- Ayrıca Plank sıcaklık değiştiği halde, yayınlanan her bir ışının sahip olduğu enerjinin sabit kaldığını belirledi.

Plank her bir büyüklükteki kuantumun enerjisini hesaplamak için,

$$E=h.v$$

bağıntısını kullandı. Bağıntıdaki “*h*” plank sabiti olup değeri **6,63 x 10<sup>-34</sup> J.s** dir.

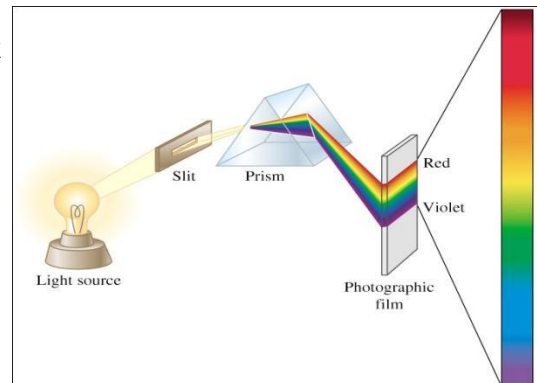
- Enerji kuantumlardan oluştuğuna göre, enerji maddeler tarafından **kuantumlar** halinde alınır veya verilir.
- O halde maddelerin ışın olarak yaydığı enerji(ışık) de kuantumlardan oluşmaktadır. Işık hızı ile hareket eden kuantumlar daha sonra Einstein tarafından **foton** olarak adlandırıldı.
- Sonuç olarak ışık fotonlardan oluşan enerji akımıdır. O halde ışındaki foton(enerji paketi) yoğunluğu arttıkça ışının da toplam enerjisi artar.
- Bir maddenin sıcaklığı artırıldığında daha yoğun foton yayar. Bu da siyah cisim ışımasındaki sıcaklık artışını açıklar.

### **Fotoelektrik Olayı**

- Bir metal yüzeye düşürülen ışın ile, metalden elektronların fırlatılması olayı **fotoelektrik** olarak adlandırılır.
- Fotoelektrik olayını ışığın dalga modeli açıklayamazken tanecik modeli açıklar.

### **Atom Spektrumları**

- Elektromanyetik ışınlar bir ortamdan diğerine geçerken yolundan sapar. Örneğin ışınlar bir prizmadan geçirildiğinde kırılmaya uğrar.
- Prizmadaki kırılma ışığın dalga boyuna bağlıdır. Yani uzun dalga boyu olan ışınlar daha az kırılırken kısa dalga boyu olanlar daha çok kırılır.
- Beyaz ışık farklı dalga boylarına sahip çok sayıda ışından oluşur. Bir beyaz ışık demeti ince bir yarıktan geçirildikten sonra bir prizmadan geçerken kırıldığında kırmızıdan mora kadar bütün renkleri içeren kesintisiz bir spektrum oluşur.
- Bu tür kesintisiz spektrumlar **sürekli spektrum** olarak adlandırılır.
- Gaz veya buhar halindeki element atomları ısıtıldıklarında veya yüksek voltaja maruz





kaldıklarında ışıma yaparlar. Yani ışık yayarlar.

- Kesikli çizgilerden oluşan spektrumlara kesikli veya çizgi spektrumu denir. Atom spektrumu adını da alır.

## ***Hidrojen Atomu Spektrumu***

- Hidrojen atomu bir proton ve bir elektrondan oluştuğu için en basit çizgi spektrumuna sahiptir. Büyük atomların spektrumları ise karışıktır. Bu nedenle bilim adamları öncelikle hidrojenin spektrumunu açıklamaya çalışmışlardır.
- 1885 yılında Johann Balmer tarafından hidrojen atomunun görünür bölge ışıma(kırmızı, yeşil, mavi, mor) spektrum çizgilerini açıklamak için matematiksel bir formül geliştirdi.
- Balmer formülünü kullanarak hidrojenin tüm ışımaları için geçerli olan ve kenfi adıyla anılan Rydberg eşitliğini oluşturdu. Bu formülle hidrojen spektrum çizgisini oluşturan ışımaların dalga b oyları bulunabilmektedir.

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot 122 - 1/n^2$$

## ***Rydberg Eşitliği***

***R=Rydberg sabiti olup değeri  $1,0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$  dir.***

***n=3,4,5...gibi spektrum çizgilerine denk gelen tam sayıları gösterir.***

Rydberg eşitliğinde,

- *n=3 olduğunda  $\lambda = 656 \text{ nm}$  (Spektrumda kırmızı ışıma)*
- *n=4 olduğunda  $\lambda = 486 \text{ nm}$  (Spektrumda yeşil ışıma)*
- *n=5 olduğunda  $\lambda = 434 \text{ nm}$  (Spektrumda mavi ışıma)*
- *n=6 olduğunda  $\lambda = 410 \text{ nm}$  (Spektrumda mor ışıma)*

ışımının dalga boyları bulunur. Hidrojenin spektrumundaki görünür bölgedeki ışımlar **Balmer serisi** olarak adlandırılan ışıma serisine aittir.

## ***Bohr Atom Modeli***

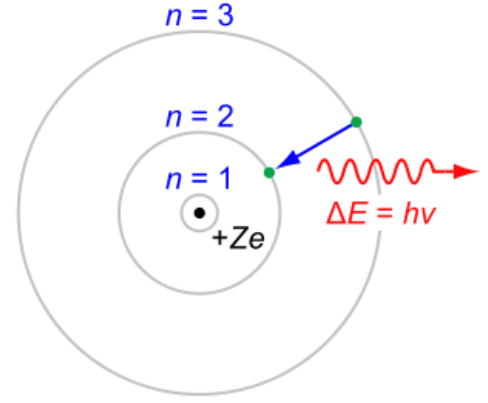
- Rutherford atom modeline göre çekirdek etrafında dönen elektronların nasıl bir yörüngede dolaştığı, hız ve momentumlarının ne olduğu ile ilgili bir açıklama da getiremediler.
- 1913 yılında Hollandalı bilim adamı Niels Bohr, Planck'ın kuantum ve Einstein'ın foton teorileri ile Rutherford'un atom modelini birleştirerek hidrojenin atom spektrumunu açıklayan kendi teorisini oluşturdu.
- Bohr'a göre hidrojen atomunun spektrumdaki ışınlar belirli dalgaboylarında olduğundan ışınların belirli enerjileri vardır. Bu durumda elektronun enerjisi ışıktaki olduğu gibi sürekli değildir. Belirli büyüklüklerden oluşur. Yani elektronun enerjisi kuantlaşmıştır.

Bohr atom modeline göre;

- Elektron, çekirdeğin etrafında ancak belirli uzaklıklardaki enerji düzeylerinde(dairesel yörüngelerde) hareket edebilir.



- Elektron hareketinin mümkün olduğu yörüngeler **K,L,M,N,O** gibi harflerle veya en küçük yörünge 1 olmak üzere, her enerji düzeyi pozitif bir tam sayı ile belirtilir ve genel olarak “**n**” ile gösterilir.( $n=1,2,3...$ )
- Her bir yörünge için elektronun sahip olması gereken belirli bir enerji vardır.
- Elektron en düşük enerji gerektiren düzeyde bulunmak ister. Bu durumdaki elektron kararlı haldedir. Buna **temel hal düzeyi** denir.
- Elektron kararlı halde iken atom ışın yayınlamaz.
- Atom ısıtıldığında elektron temel hal enerji düzeyinden daha yüksek enerji düzeyine çıkar. Bu duruma **uyarılmış hal** adı verilir. Uyarılmış haldeki elektron kararsızdır ve temel hal düzeyine inerek kararlı hale geçer.



$$\Delta E = E_{\text{yüksek}} - E_{\text{düşük}}$$

**Elektronun dışarı verdiği enerji ışın olarak yani fotonlar halinde yayınlanır**. O halde elektronun kaybettiği enerji(Planck kuantum teorisine göre),

- $\Delta E = h \cdot \nu$

Yayınlanan ışının frekansı ile doğru orantılıdır.

- Sonuç olarak farklı enerji düzeyleri arasında meydana gelen elektron geçişlerinin yaydığı enerjiler de farklıdır.

### **Elektron Enerjisinin Hesaplanması**

Bohr enerji düzeylerindeki elektronların toplam enerjisini hesaplamak için,

- $E_n = -13,6n^2 \text{ eV}$

bağıntısını elde etti. Bağıntıdaki “n” enerji düzeyi numarasıdır.

Yukarıdaki bağıntıya göre birinci enerji düzeyindeki elektronun enerjisi,

- $E_1 = -13,612 \text{ eV}$      $E_1 = -13,6 \text{ eV}$
- $E_1 = -2,179 \times 10^{-18} \text{ J}$      $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

olur.

Çekirdekten sonsuz uzaklıktaki enerji düzeyindeki elektronun enerjisi ise  $n=\infty$  olduğundan,

- $E_{\infty} = 0 \text{ eV}$

dir.

### **Hidrojen Atomundaki Işıma Enerjilerinin Hesabı**

Bohr kendi teorisini ve kuantum teorisini göz önünde bulundurdu ve,

- $\Delta E = h \cdot \nu$  ,  $c = \lambda \cdot \nu$  ve  $\frac{1}{\lambda} = A \cdot \frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}$

bağıntılarını kullanarak Rydberg eşitliğini hidrojen için,

- $\nu = 3,289 \times 10^{15} \cdot \frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}$

şeklinde genişletti. Bu eşitlikteki  $n_1$  atomdaki düşük enerji düzeyini ve  $n_2$  yüksek enerji düzeyini belirtir.

Buradan elektronun verdiği toplam enerji,

$$E = h \cdot \nu \quad E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 3,289 \times 10^{15} (\text{s}^{-1}) \quad E = 2,179 \times 10^{-18} \text{ J} = 13,6 \text{ eV}$$

olarak hesaplanır. Bu enerji aynı zamanda atomun yayınladığı ışının (fotonun) enerjisidir.

- $\Delta E = 2,18 \times 10^{-18} \cdot \frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}$

bağıntısıyla hesaplanır.

Bu bağıntı hidrojen benzeri atomlara uygulanırken,

- $E_n = 2,179 \times 10^{-18} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$

bağıntısı kullanılır.

## ***KUANTUM (DALGA) MEKANİĞİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ***

### ***Elektronun Dalga-Tanecik İkiliği***

- De Broglie o zamanlar tanecik olarak (kütlesi ve hacmi olan madde) kabul edilen elektron benzeri küçük taneciklerin fotonlar gibi dalgaya benzer davranışlar gösterebileceğini ileri sürdü.
- Fotonun enerjisini veren Planck ve Einstein'ın kütlenin enerjiye dönüşümünü veren bağıntılarını eşitleyerek de Broglie ışık hızı ile hareket eden ve kütlesi olan bir taneciğin yaptığı dalga hareketinin dalga boyunu veren yeni bir bağıntı elde etti.

$$E = h \cdot \nu \quad \text{ve} \quad E = m \cdot c^2 \quad h \cdot \nu = m \cdot c^2 \quad \text{olur.}$$

Frekans ve dalga boyu ilişkisini veren  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  bağıntısı yukarıdaki formülde yerine konulduğunda,

- $h = c \lambda = m \cdot c^2$  dolayısıyla  $\lambda = \frac{h}{m \cdot c}$  elde edilir.  
( $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ )

### ***Elektronun Dalga Özelliğinin Kanıtlanması***

- George Paget Thomson, C. Davisson ve L.H. Germer yaptıkları deneylerle elektronların da X-ışınları gibi kırınıma uğradığını ispatlayarak elektronların dalga boylarını ölçmeyi başarmışlardır.
- Davisson-Germer deneyinde bir kaynaktan çıkan elektronların ince bir metal tabakaya düşürülmesini ve elektronların bu metal tabakadan saçılmasını incelendi.
- Davisson ve Germer nikel metalinden yapılmış hedeften düşük enerjili elektronların saçılmasını incelerken kaza sonucu nikelin yüzeyi oksitlendi. Bu oksitlenmeyi gidermek için

hidrojen buharı ortamında nikeli ısıtırken elektronların dalga benzeri bir davranışla saçıldıklarını fark etti.

- Isıtma sonucu oluşan nikel kristal örgüleri tıpkı bir yarık gibi, elektronların kırınım yapmasına neden oldu.
- *NOT: Metal kristalleri arasındaki boşluklar yarık gibi davranarak X-ışınlarının ve elektronun kırınımına neden olur.*
- G.P Thomson ise metal levhalardan geçen elektronların oluşturduğu görüntüde Young'ın girişim deneyinde olduğu gibi aydınlık ve karanlık bölgeler olduğunu gözlemledi.

## **Heisenberg Belirsizlik İlkesi**

- 1920'li yıllarda Werner Heisenberg, atomlardan küçük taneciklerin davranışlarını belirlemede ışığın etkisini inceledi ve Heisenberg belirsizlik ilkesini ortaya attı. Bu ilkeye göre:

***‐Elektron gibi bir taneciğin nerede olduğu kesin olarak biliniyorsa, aynı anda taneciğin nereden geldiğini veya nereye gittiğini kesin olarak bilemeyiz. Benzer şekilde, taneciğin nasıl hareket ettiğini biliyorsak onun yerini kesin olarak bilemeyiz.‑***

Heisenberg belirsizlik ilkesi ile ilgili olan,

- $\Delta x \cdot \Delta v \geq h \cdot 4 \cdot \pi \cdot m$

bağıntısından da belirsizlik açıkça görülür.

- Sonuç olarak elektronların çekirdek etrafında belirli dairesel yörüngeler izledikleri deneysel olarak ispatlanamaz.
- Bohr dediği gibi elektronların dairesel hareket yaptığı ispatlanamaz. Ancak yörünge yerine elektronun çekirdek etrafında bulunma olasılığının olduğu bölgelerden (orbitaler) söz edilebilir.

## **Atomun Kuantum Modeli**

- Erwin Schrödinger, dalga davranışı gösteren tüm taneciklerin hareketinin hesaplanabildiği matematiksel bir teknik geliştirdi. Bu teknik ***‐dalga mekaniği‑*** olarak adlandırılır.
- Schrödinger denklemi bir matematiksel dalga fonksiyonudur. Bu fonksiyonun karesi alınarak denklem çözüldüğünde dalga davranışı yapan taneciğin bulunma ihtimalinin yüksek olduğu bölge elde edilir.
- Elektronların atomda bulunma ihtimalinin olduğu uzay bölgelerine ***orbital*** denir.
- Orbital fiziksel bir yapı değil sadece elektronun bulunduğu bölgeyi tanımlamak için kullanılan matematiksel bir dalga fonksiyonudur.
- Orbital yerine yörünge terimi kullanılmaz ama ***elektron bulutu*** terimi kullanılabilir.

## **Kuantum Sayıları**

Üç boyutlu hareket yapan elektronun bulunduğu bölgeyi tanımlamak için üç farklı kuantum sayısı gerekir bunlar,

### **1. Baş Kuantum Sayısı (n)**

### **2. Açısal (İkincil Momentum) Kuantum Sayısı (l)**

### 3. Manyetik Kuantum Sayısı(ml)

#### 1. Baş Kuantum Sayısı(n)

- Baş kuantum sayısı, elektron bulutunun çekirdeğe olan uzaklığı ile ilgilidir ve atomun enerji düzeyini belirtir. Bu enerji düzeylerine **elektron katmanı** ve **temel enerji düzeyi** de denir.
- Baş kuantum sayısı(n) : 1 , 2 , 3 , 4 , 5 ...
- Enerji katmanlarının harfleri: K L M N O ...
- "n" in değeri ne kadar büyükse elektron bulutu çekirdekten o kadar uzaktadır. Elektronun potansiyel enerjisi de o kadar büyüktür.

#### 2. Açısal (İkincil Momentum) Kuantum Sayısı(l)

- Atomdaki elektronun, bulunma ihtimalinin olduğu bölgede oluşan elektron bulutu bir elektrik alanı meydana getirir. Bu elektrik alanının, bir dış elektrik alanı ile etkileşimi sonucunda enerji düzeylerinde ayrılmalar olur. Böylece her enerji düzeyinde birden fazla alt enerji düzeyleri (**ikincil katmanlar**) oluşur.
  - Alt enerji düzeylerindeki değişimi belirtmek için açısal kuantum sayısı kullanılır ve "l" ile gösterilir.
  - Açısal kuantum sayısı, baş kuantum sayısına bağlı olarak sıfırdan (n-1)'e kadar pozitif sayılardır.
    - n = 1 olduğunda l = 0
    - n = 2 olduğunda l = 0 ve l = 1
    - n = 3 olduğunda l = 0, l = 1 ve l = 2
    - n = 4 olduğunda l = 0, l = 1, l = 2 ve l = 3
- olur.
- Açısal kuantum sayılarına denk gelen alt enerji katmanlarını belirtmek için s, p, d, f... gibi harfler kullanılır.
    - Açısal kuantum sayısı(l) : 0 , 1 , 2 , 3 ...
    - Alt enerji katmanları (orbitaller): s , p , d , f ...

m	1	2		3			4			
l	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3
Orbital sembolü	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f

### Manyetik Kuantum Sayısı(ml)

- Manyetik alanda atom spektrumlarında yeni çizgiler gözlenmesi üzerine ortaya konmuştur.
- Manyetik alanda alt enerji düzeyini oluşturan s, p, d, f... orbitalleri de durumuna göre enerji

düzeylerine ayrılır. Bu ayrılma sonucu oluşan orbitallerden manyetik alana dik olanın enerjisi değişmez. Dik olmayanlarda ise uzaydaki yönelişlerine göre enerjisinde artma veya azalma olur.

- Enerjisi değişmeyen için  $m_l=0$  dır. Enerjisi artanlar için “+” ve azalanlar için “-” kullanılır.
- Dolayısıyla  $m_l$  orbitallerin uzaydaki yönelişlerini belirtir.
- Manyetik kuantum sayısı açısai kuantum sayısına bağılıdır ve  $-l$  den  $+l$  ye kadar tüm tam sayıları alır. Örneğin,
- $l = 0$  olduğunda  $m_l = 0$  olur.
- $l = 1$  olduğunda  $m_l = -1, 0, 1$  olur.
- $l = 2$  olduğunda  $m_l = -2, -1, 0, 1, 2$  olur.
- $m_l=2l+1$  bağıntısını verir.

$l=0$ (s)	$l=1$ “p” tür ü orbital			$l=2$ “d” tür ü orbital					$l=3$ “f” tür ü orbital						
0	-1	0	1	-2	-1	0	1	2	-3	-2	-1	0	1	2	3
s	$p_x, p_y, p_z$			$d_{x^2-y^2}, d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}, d_{z^2}$					Dü zey üst ü						

**“Gerçeği aramak onu elde etmekten daha kıymetlidir.”**

**Albert**

**Einstein**

[www.pekiyi.com](http://www.pekiyi.com)