

Atom Kavramı ve Atomun yapısı

Dr. Öğr. Üyesi Akar KARAKOÇ

ATOM KURAMI VE ATOMUN YAPISININ KEŞFİ

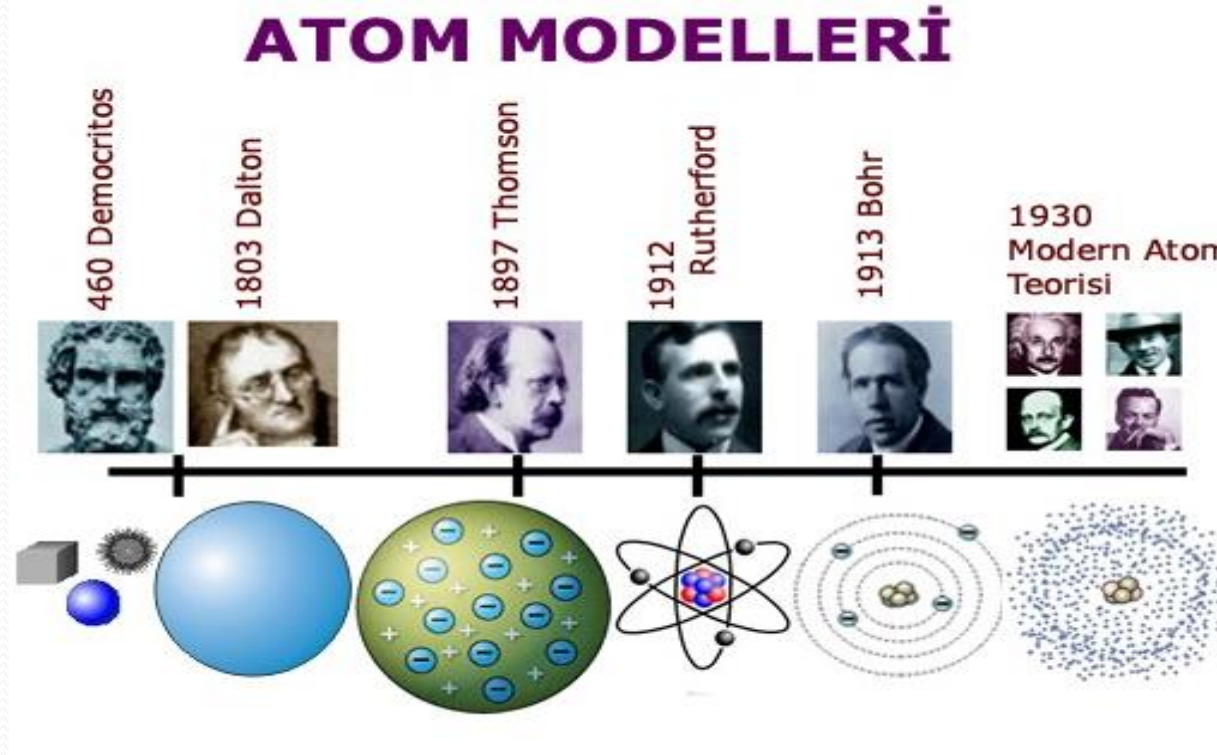
- Atom modelleri
- Atomun yapısı ve atomu oluşturan parçacıklar

ATOMLAR, İYONLAR, MOLEKÜLLER

- Atom Numarası, Kütle Numarası ve izotoplar , atom kütlesi, atom ağırlığı
- İyonlar
 - Katyonların Adlandırılması
 - Anyonların Adlandırılması
- Moleküller
- Bileşiklerin adlandırılması

ATOMUN YAPISININ KEŞFİ

- **Atom:** Herhangi bir elementin tüm özelliklerini gösteren en küçük parçasıdır.



Eski Yunanlı bilginler maddenin daha fazla küçük parçacıklara bölünemeyen çok çok küçük parçacıklardan meydana geldiğini ileri sürmüşler ve bu parçacıklara da Yunanca'da bölünemeyen manasına gelen "**atom**" adını vermişlerdir.

DALTON ATOM MODELİ (Bilardo topu modeli)

- Elementler atom denilen çok küçük taneciklerden oluşur.
- Bir elementin bütün atomları özdeştir. Farklı elementlerin atomları farklıdır ve farklı özelliklere ve farklı kütleye sahiptirler.
- Bir elementin atomları kimyasal tepkimelerle farklı atomlara dönüştürülemez. Kimyasal tepkimelerde atomların oluşturulması ya da yok edilmesi söz konusu değildir.
- Bileşikler birden fazla elemente ait atomların biraraya gelmesi sonucu oluşur. Bir bileşikte bulunan atomların türü ve sayısı daima aynıdır.
Dalton sabit oranlar yasasındaki kütle ilişkilerinden yararlanarak, atomların bağıl kütlelerini hesaplamıştır.

Bugün atomun parçalandığını, bir elementin tüm atomlarını aynı olmadığını farklı izotop atomlara sahip olabileceğini en küçük parçacığın atom olmadığını ve atomlarda boşluk olduğunu biliyoruz..

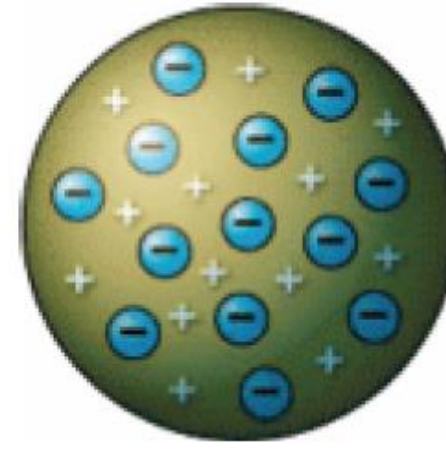
THOMSON ATOM MODELİ

(Üzümlü kek modeli)

1) Atomun yapısında pozitif (+) ve negatif (-) yüklü tanecikler vardır. Atom elektrik yükü bakımından nötr olduğu için, pozitif yükü karşılayacak sayıda negatif yüklü tanecik olmalıdır.



Joseph John Thomson



Thomson atom modeli

2) Negatif yüklü taneciklerin (elektron) kütlesi, pozitif yüklü taneciklerin (proton) kütlesinin yanında ihmal edilebilecek kadar küçüktür, (nötron henüz bilinmiyordu)

3) Atom hacminin hemen hemen tümünün pozitif yüklü taneciklerden (protonlardan) oluştuğunu kabul etmiştir.

Thomson'a göre; atom pozitif bir küredir, bu kürenin içinde negatif yüklü tanecikler gelişigüzel dağılmışlardır.

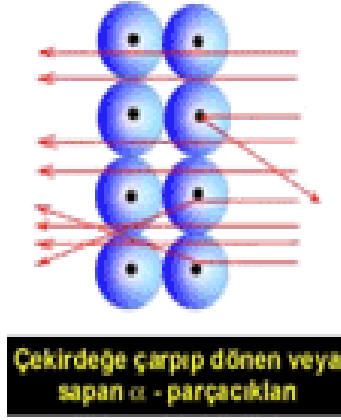
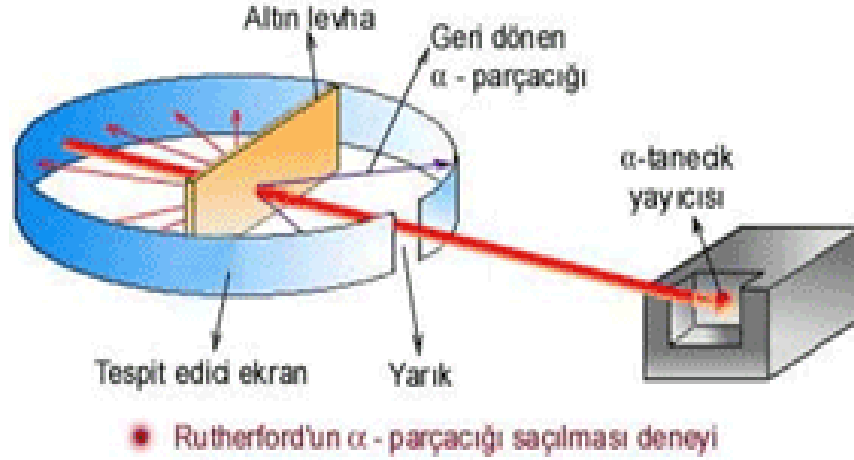
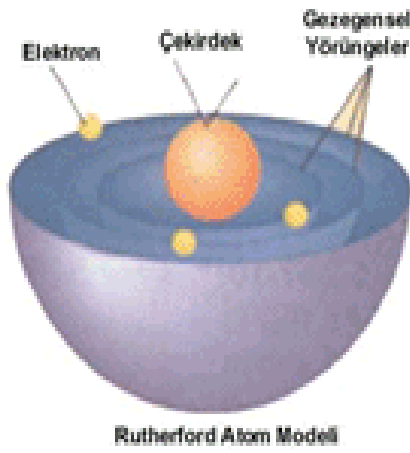
4) Atomların çaplarının yaklaşık 10^{-8} cm olabileceğini ileri sürmüştür

Thomson Atom Modelinin Eksiklikleri ve Hataları

- Atomdaki (+) ya da (-) yükler rastgele dağılmamıştır.
- (+) yükler çok küçük hacme sıkışmışken (-) yükler çok büyük hacimde çekirdek dışında yer alır.
- Nötronlardan söz edilmemiştir.

RUTHERFORD ATOM MODELİ (Nükleer atom veya gezegenler modeli)

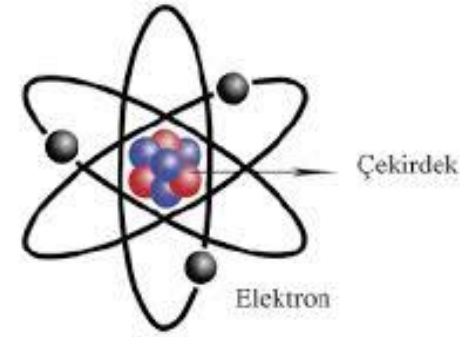
- Radyoaktif bozunmalar sonucunda oluşan, **alfa ışınlarının** (He^{+2}) dağılımını inceleyerek, atom yapısı için yeni bir model geliştirmiştir.
- Rutherford yaptığı çalışmalar ile bu gün kullanılan atom modeline çok yakın bir model elde etmiştir.
- Rutherford atom modelini elde etmek için radyo aktif bir element olan ve sadece alfa ışınımı yayan **radyum** elementini kullanmıştır.
- Yaptığı deneyde oldukça ince altın bir sacı alfa ışınları ile bombardıman etmiş ve sonuçta alfa ışınlarının çoğunun sacdan geçtiğini gözlemlemiştir. Alfa taneciklerinin çoğu sacdan geçebildiğine göre atomun yapısında **büyük boşluklar** olması gerektiğini fark etmiştir.
- Yansıma ve sapmalar sayesinde atomun merkezinde **artı yüklü bir çekirdek** olması gerektiğini fark eden Rutherford kendi adı ile anılan bir atom teorisi ortaya atmıştır.



- Rutherford, alfa parçacık saçılması sonuçlarını kullanarak 1911 yılında yeni bir atom modeli ortaya koymuştur.
- Bu modelde, atomun kütlesinin çok büyük miktarı ve pozitif yükünün tamamı atomda çok küçük ve çok yoğun bir bölgede bulunmaktadır.
- Rutherford, atomdaki bu çok küçük ve çok yoğun bölgeyi **çekirdek** olarak adlandırmıştı.
- **Çekirdek atomun merkezindedir** ve atomun büyüklüğüyle karşılaştığında çok küçüktür. Bu modelde elektronların, güneşin etrafındaki gezegenler gibi çekirdeğin yörüngesinde bulundukları düşünülmüştür.



Ernest Rutherford



Rutherford atom modeli

Rutherford atom modeline göre

- 1) Atomun pozitif (+) yükünün tümü, atomun merkezinde çok küçük bir hacimde yoğun bir şekilde toplanmıştır. Bu kısım **atom çekirdeğidir**.
- 2) Atom kütesinin hemen hemen tümü çekirdekte bulunur.
- 3) Atomun, çekirdek dışında kalan bölümünün **büyük bir kısmı boştur**. Bu bölgede (çekirdek etrafında) elektronlar bulunur.
- 4) Bir atomun çekirdeğindeki artı yük sayısı, çekirdek etrafındaki **negatif yük (elektron) sayısına eşittir**.
- 5) Çekirdekteki yük miktarı; bir elementin tüm atomlarında aynı, diğer elementlerin atomlarından farklıdır.
- 6) Çekirdek artı, elektronlar eksi yüklü olduklarından elektronlar çekirdek tarafından çekilir. Fakat çekirdek üzerine düşmezler. Çünkü elektronların aynı yüklü olduklarından; birbirini itmeleri ve çekirdek etrafında dönmelerinden dolayı çekim kuvvetine eşit ve zıt yönlü bir kuvvetin olmasındandır.

Rutherford Atom Modelinin Eksiklik ve Hataları

- Nötronu bulamamıştır.
- Elektronların yerlerini ve hareketlerini tam olarak açıklayamamıştır.

Elektron, Proton ve Nötron Nasıl Keşfedildi?

Elektronu J. J. Thomson; Protonu Onun Doktora Öğrencisi Ernest Rutherford; Nötronu ise Rutherford'un Doktora Öğrencisi James Chadwick Keşfetmiştir!



James Chadwick, **nötronu** keşfetmiştir. Chadwick'in doktora danışmanı Ernest Rutherford'dur.



Ernest Rutherford, **protonu** keşfetmiştir. Rutherford'un doktora danışmanı J.J. Thomson'dur.



J.J. Thomson, **elektronu** keşfetmiştir.

BOHR ATOM MODELİ

Bohr yaptığı çalışmalarda Rutherford atom modeline göre, elektronların çekirdek etrafında dönmeleri ile enerji yaymaları sonucunda enerjilerinin azalacağını ve çekirdek üzerine düşeceklerini hesapladı

Fakat böyle bir elektron düşmesi gerçekleşmediği için Rutherford atom teorisinin bazı yanlışlıklarının olması gerektiğini fark etti ve bu teoriye bazı eklemeler yaptığı yeni bir atom modeli ortaya attı.

Bohr atom modelinde atomun çekirdeğinde, (+) yüklü proton ve yüksüz nötronların bulunduğu, çekirdeğin etrafında dairesel yörüngelerde elektronların dolaştığı ifade edildi.

- 1) Bir atomdaki elektronlar, çekirdekten belirli uzaklıkta kararlı hallerde bulunurlar. Bu kararlı hallerin herbirinin belirli bir enerjisi vardır.
- 2) Atom kararlı halde iken, ışık yaymaz. Ancak, elektronlar yüksek enerjili durumdan düşük enerjili bir duruma geçerken atom ışık yayınlar. Bu ışığın enerjisi, iki enerji durumu arasındaki farka eşittir.
- 3) Elektronlar kararlı enerji düzeylerinde çember şeklinde yörüngeleri izleyecek şekilde dönerler.
- 4) Çekirdeğe en yakın enerji düzeyi 1 olmak üzere her enerji düzeyi bir tamsayı ile belirtilir ve n ile gösterilir.
 $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ vb. H atomu için değişik yörüngelerdeki elektronun enerjisini belirleyen eşitlik, 1 mol elektron için; $E = 313,6 \text{ (kcal)} / n^2 \text{ (mol)}$ şeklindedir. Yörüngeler arasındaki enerji farkından, $\Delta E = hf = h c / \lambda$ bağıntısıyla ışığın frekansı ve dalga boyu hesaplanır (Planck sabiti) $= 9,54 \cdot 10^{-14} \text{ kkal.s / mol}$, $f =$ frekans (1/s), $\lambda =$ dalga boyu (cm), $c =$ ışık hızı ($3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$)

MODERN ATOM MODELİ (Elektron bulutu modeli)

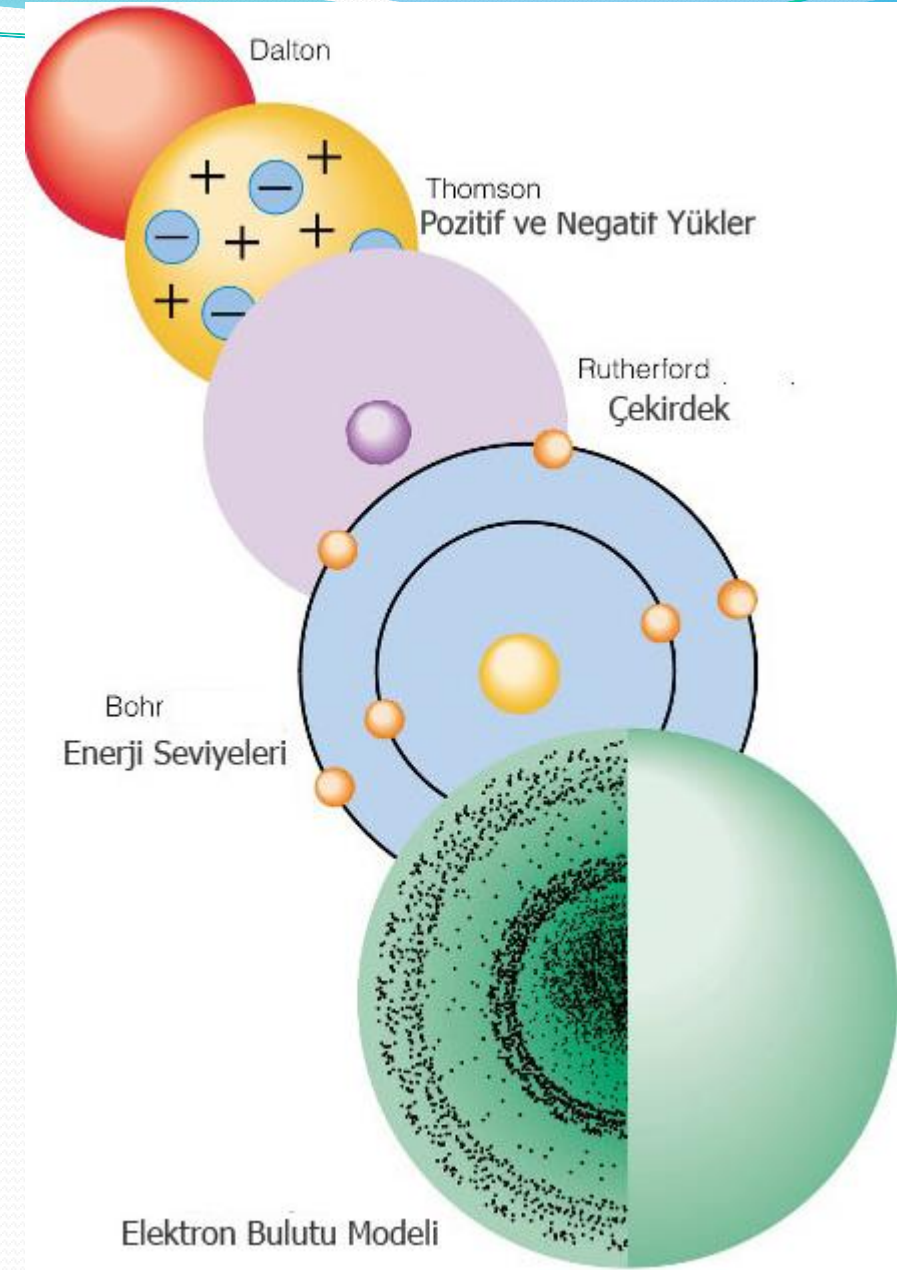
Louis de Broglie'nin elektronların ve diğer parçacıkların dalga özelliğine sahip olduğunu önermesi ve dalga mekaniğindeki gelişmeler sonucu, günümüzdeki atom modeli geliştirilmiştir.

- 1) Bu modelde elektronlar Bohr Atom Modelinde olduğu gibi; $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ gibi tamsayılarla belirtilen belirli enerji düzeylerinde bulunurlar. Bu tamsayılara **Baş kuantum sayısı** denir.
- 2) Elektronlar enerji düzeylerinde, Bohr Atom Modelinde olduğu gibi yörüngesi çember olan bir yol izlemezler. Çünkü elektronlar dalga özelliği gösterir. Ayrıca elektronun Heisenberg belirsizlik ilkesine göre aynı anda yeri ve hızı bilinemez.
- 3) Bu teoriye göre elektronlar çok küçük tanecikler oldukları için herhangi bir andaki yeri kesin olarak bilinemez. Ancak elektronun bulunma olasılığının yüksek olduğu bölgeler vardır

Elektronun bulunma olasılığının yüksek olduğu hacimsel bölgeye **Orbital** denir.

- 4) Çok elektronlu atomlarda enerji düzeylerindeki orbitallerin sayısı farklıdır.

Günümüzde kullanılan atom modeli, modern atom teorisi sonucu ortaya konmuştur. Bu teoriye göre elektronlar çok hızlı hareket ettikleri için belirli bir yerleri yoktur. Yani elektronların bulunduğu kabuk kavramı yanlış bir kavramdır. Elektronların sadece bulunma ihtimalinin olduğu bölgeler bilinebilir ve elektronların bulunma ihtimalinin olduğu bölgelere **elektron bulutu** denir.



- Bugün artık atomda, protonların ve nötronların oldukça küçük olan atom çekirdeğinde birlikte bulundukları, atomun hacminin büyük kısmının içinde elektronların bulunduğu boşluk olduğu ve elektronların çekirdekteki protonlar tarafından çekildiği bilinmektedir.

ödev

- Proton ismini ilk olarak kullanan bilim adamı aşağıdakilerden hangisidir?
- “ Elektriksel dengeyi sağlayacak şekilde pozitif ve negatif yükler küre içerisine dağılmıştır.” ifadesi hangi atom modelinde öne sürülmüştür?
- Atomun yapısında büyük boşluklar olduğunu ilk kez hangi atom modeli öne sürmüştür?
- Bohr atom modeli ile modern atom modelinin arasında ne gibi farklar vardır?
- Orbital ile yörünge arasında ne gibi farklar bulunmaktadır?

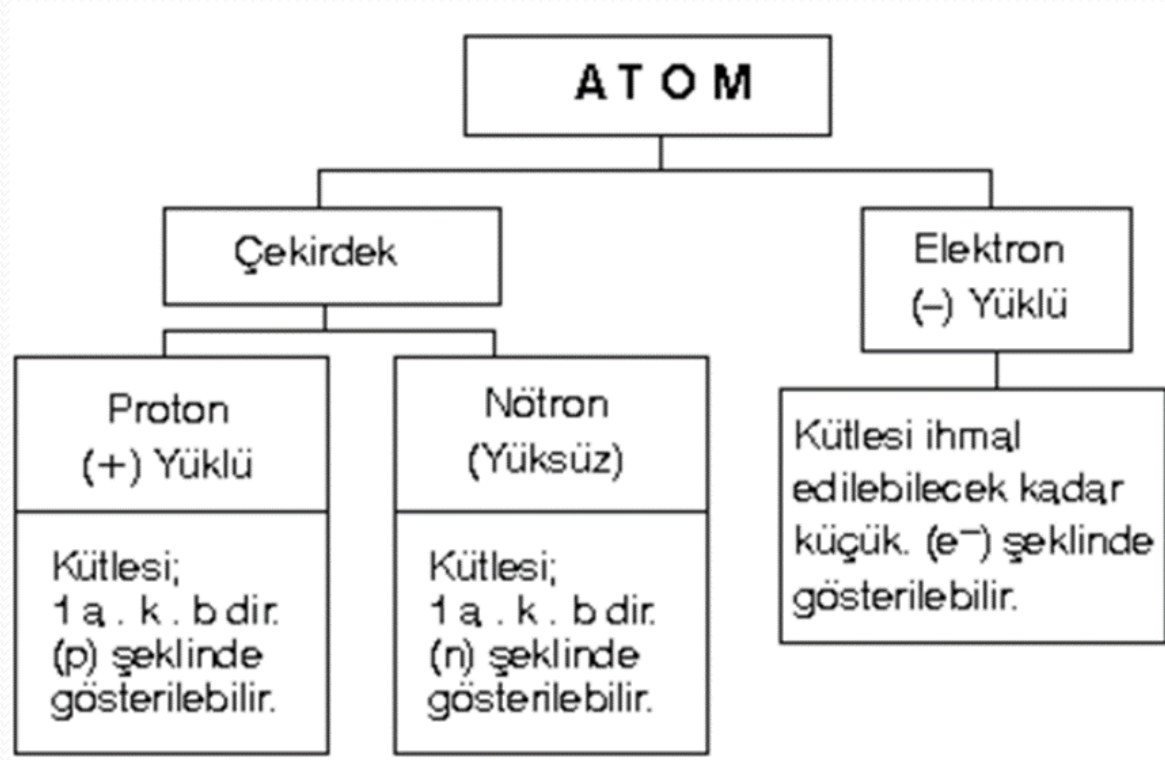
ATOMUN YAPISI

Atom iki kısımdan oluşur :

1. Çekirdek (merkez)
2. Katmanlar (yörünge; enerji düzeyi)

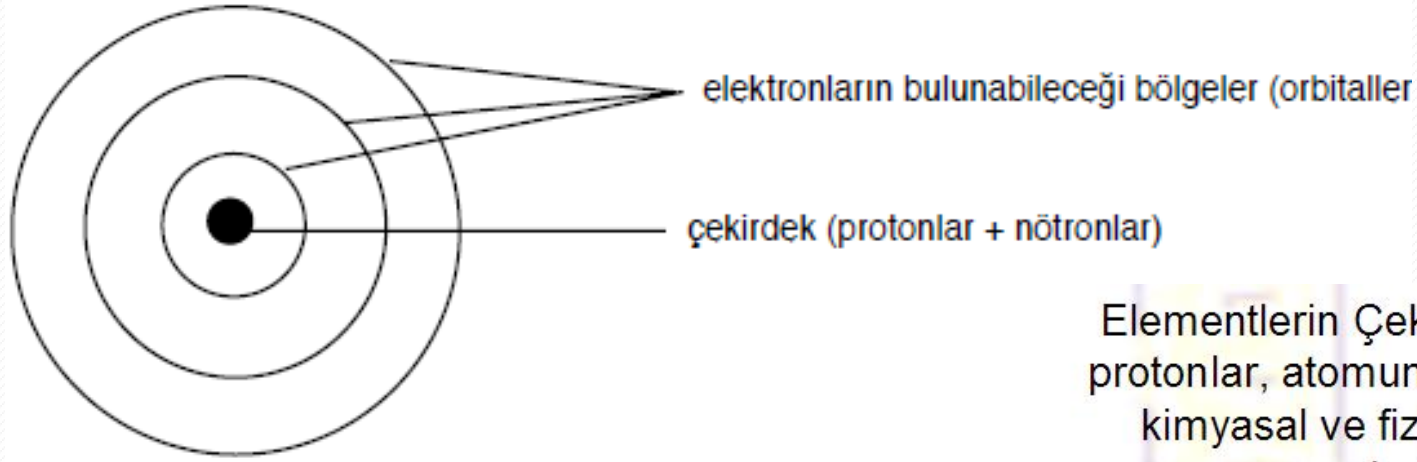
Çekirdek, hacim olarak küçük olmasına karşın, atomun tüm kütlesini oluşturur. Çekirdekte proton ve nötronlar bulunur. Elektronlar ise çekirdek çevresindeki katmanlarda bulunur.

- Bugün artık atomda, protonların ve nötronların oldukça küçük olan atom çekirdeğinde birlikte bulundukları, atomun hacminin büyük kısmının içinde elektronların bulunduğu boşluk olduğu ve elektronların çekirdekteki protonlar tarafından çekildiği bilinmektedir.



2. ATOMUN YAPISI

Atomlar **elektron**, **proton** ve **nötron** olarak bilinen **üç temel** parçacığın bir araya gelerek oluşturdukları birimlerdir.



Şekil 2.1 Atomun basit olarak gösterilişi

Elementlerin Çekirdekte bulunan protonlar, atomun (o elementin) tüm kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirler.

Proton sayısı atomlar (elementler) için ayırt edici özelliktir. Yani proton sayısının farklı olması elementin diğerinden farklı olduğu anlamına gelir.

Günümüzde atom çekirdeğini oluşturan 70 çeşit parçacığın var olduğu ve bunların bilinen 50 hareketinin olduğu ifade edilmektedir.

Atomu oluşturan parçacıklar

Parçacık	Sembol	Kütle		Yük	
		g	akb	Coulomb	Bağıl
Elektron	e ⁻	9,109534x10 ⁻²⁸	0,0005485802	-1,602x10 ⁻¹⁹	-1
Proton	p ⁺	1,6726485x10 ⁻²⁴	1,0072764	+1,602x10 ⁻¹⁹	+1
Nötron	n	1,6749543x10 ⁻²⁴	1,0086650	0	0

1. **Elektron**, kütlesi 9.1094×10^{-31} kg olan ve elektriksel olarak **eksi (-) yüklü** bir parçacıktır. $\bar{e}$ sembolü ile gösterilir.
2. **Proton**, kütlesi 1.6726×10^{-27} kg olan, bir elektronun kütlesinin yaklaşık **1836 katı** olan ve elektriksel olarak **artı (+) yüklü** bir parçacıktır. Sembolü "**p**" dir.
3. **Nötron**, kütleleri aşağı yukarı bir **protonun kütlesine eşit** ve elektriksel olarak **yüksüz** bir parçacıktır. Sembolü genellikle "**n**" dir.
 - Nötron kütlesi $\cong$ proton kütlesi $\cong$ 1836 elektron kütlesi olarak ifade edebiliriz.

Atomu oluşturan parçacıklar

Parçacık	Sembol	Kütle		Yük	
		g	akb	Coulomb	Bağıl
Elektron	e^-	$9,109534 \times 10^{-28}$	0,0005485802	$-1,602 \times 10^{-19}$	-1
Proton	p^+	$1,6726485 \times 10^{-24}$	1,0072764	$+1,602 \times 10^{-19}$	+1
Nötron	n	$1,6749543 \times 10^{-24}$	1,0086650	0	0

akb: Atom kütle birimi

- Aynı elementin tüm atomlarında eşit sayıda elektron ve proton bulunur. Bundan dolayı tüm atomlar elektrik yükü açısından nötrdürler.

$p = \bar{e}$ ise atom nötrdür.

Atom numarası

- Bir elementin **atom numarası** ($A.N=Z$), o elementin çekirdeğinde bulunan proton sayısıdır.
- $A.N=p$
- Atom numarası bir elementin hangi element olduğunu belirleyen bir özelliktir. Örneğin; atom numarası 8 olan element hangisidir? sorusunun cevabı daima oksijendir.
- **Nötr** bir atomda protonların sayısı elektronların sayısına eşit olup **nötr** atom için $A.N=P=e$ 'dir.

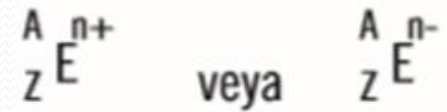
- **Kütle numarası** (A) ise bir atomun çekirdeğinde bulunan proton ve nötron sayılarının toplamıdır. Bir atomdaki kütle numarası ve atom numarası arasındaki ilişki aşağıdaki bağıntı ile verilebilir:

$$\begin{array}{c} \text{Kütle numarası} \rightarrow A = Z + N \rightarrow \text{Nötron sayısı} \\ \uparrow \\ \text{Atom numarası} \\ \text{(proton sayısı)} \end{array}$$

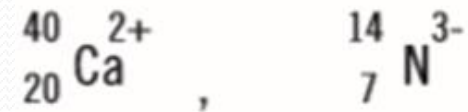
- Bir atomun kütle ve atom numaraları element sembolü ile birlikte şu şekilde gösterilir:

Kütle numarası $\rightarrow A$
Atom numarası $\rightarrow Z$ E

Bir elementin atomu, iyonik halde ise bu durumda atomun yükü şu şekilde belirtilir.



Örneğin



- Bir elementin bütün atomlarının çekirdeğindeki proton sayısı aynı iken nötron sayısı farklı olabilir. Atom numarası aynı ancak nötron sayısı buna bağlı olarak da kütle numarası (dolayısıyla kütlesi) farklı atomlara **izotop atomlar** denir.

Elektron sayıları eşit olan atomlara **izoelektronik** denir

izotop atomların kimyasal özellikleri aynı (p aynı), fiziksel özellikleri farklıdır (n farklı).

Nötr halde bulunmayan, iyon halindeki izotop atomların hem fiziksel, hem kimyasal özellikleri farklıdır.

Çizelge 2.1 Çeşitli elementlerin izotopları

İzotop	İzotop'un sembolü	Elektron sayısı	Proton sayısı	Nötron sayısı	Doğal dağılımındaki oran	Radyoaktif
Hidrojen veya Protium	${}^1_1\text{H}$	1	1	0	99,99 %	Hayır
Döteryum	${}^2_1\text{H}$ veya D	1	1	1	0,01 %	Hayır
Tritiyum	${}^3_1\text{H}$ veya T	1	1	2	—	Evet
Karbon-12	${}^{12}_6\text{C}$	6	6	6	98,89 %	Hayır
Karbon-13	${}^{13}_6\text{C}$	6	6	7	1,11 %	Hayır
Karbon-14	${}^{14}_6\text{C}$	6	6	8	1×10^{-10} %	Evet
Oksijen-16	${}^{16}_8\text{O}$	8	8	8	99,76 %	Hayır
Oksijen-17	${}^{17}_8\text{O}$	8	8	9	0,04 %	Hayır
Oksijen-18	${}^{18}_8\text{O}$	8	8	10	0,20 %	Hayır
Klor-35	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17	17	18	75,53 %	Hayır
Klor-37	${}^{37}_{17}\text{Cl}$	17	17	20	24,47 %	Hayır
Silisyum-28	${}^{28}_{14}\text{Si}$	14	14	14	92,21 %	Hayır
Silisyum-29	${}^{29}_{14}\text{Si}$	14	14	15	4,70 %	Hayır
Silisyum-30	${}^{30}_{14}\text{Si}$	14	14	16	3,09 %	Hayır
Brom-79	${}^{79}_{35}\text{Br}$	35	35	44	50,54 %	Hayır
Brom-81	${}^{81}_{35}\text{Br}$	35	35	46	45,46 %	Hayır

Atom kütlesi

- Atom çok küçük olduğu için gerçek kütlesini terazide artamayız. Ancak belirli bir atomun kütlesi standart olarak alındığında, tüm diğer atomların kütleleri bu standarda göre ayarlanabilir.
- Örneğin kütlesi tam olarak **12 atom kütle birimi** olarak **SI tarafından kabul** edilmiştir.
- Bir **atomik kütle birimi (akb)** tek bir karbon-12 izotopunun gerçek kütlesinin $1/12$ 'si olarak tanımlanmaktadır.
- Diğer tüm elementlere ilişkin atom kütleleri ise bu değere göre bağlı olarak verilir.

Atom ağırlığı ile atom kütlesi aynı mıdır?

Atom ağırlığı=
ortalama atom
kütlesi

- Çoğu element en az iki doğal izotopa sahiptir.
- Bundan dolayı, herhangi bir elementin atomik kütlesi bu elementin doğal olarak bulunan izotoplarının herbirine ilişkin atom kütlesine ve bu izotoplara dağılım oranlarına bağlıdır. Buna göre atom ağırlığını böyle tanımlayabiliriz.
- Bir elementin doğal izotoplarının kütlelerinin yüzdeleri oranında ortalamasına "**atom ağırlığı**" denir.
 - Bir element tek bir izotopa sahip ise bu elementin **atom ağırlığı ile atom kütlesi eşittir.**
 - Eğer, element birden fazla izotopa sahip ise bu elementin **atom ağırlığı atom kütlesinden farklıdır.**
- Örneğin, karbonun doğal olarak bulunan izotoplarından **karbon-12'nin atom kütlesi 12 akb (doğal oranı %98,852), karbon-13'ün atom kütlesi 13,00335 akb (doğal oranı % 1,108) karbon-14'ün doğada çok çok az (% 1×10^{-4}) olduğu için bunun karbonun atom ağırlığı üzerinde fazla bir etkisi yoktur.** Buna göre karbonun atom ağırlığını hesaplayalım.
- **Karbonun atom ağırlığı = $(0,98892) (12) + (0,01108) (13,00335) = 12,011$ akb dir.**

ATOM

NÖTR

İYON

Anyon

—

Elektron almış

Kasyon

+

Elektron vermiş