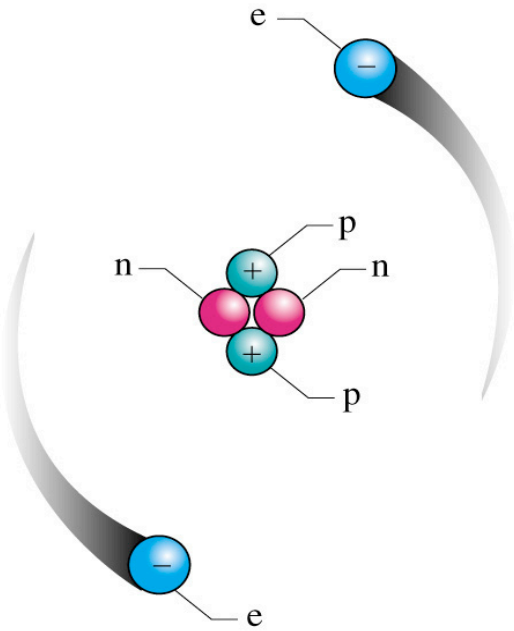
GENEL KİMYA

İlkeler ve modern uygulamalar

Petrucci • Harwood • Herring

8th Edition



BÖLÜM 2: Atomlar ve Atom Kuramı

İçindekiler

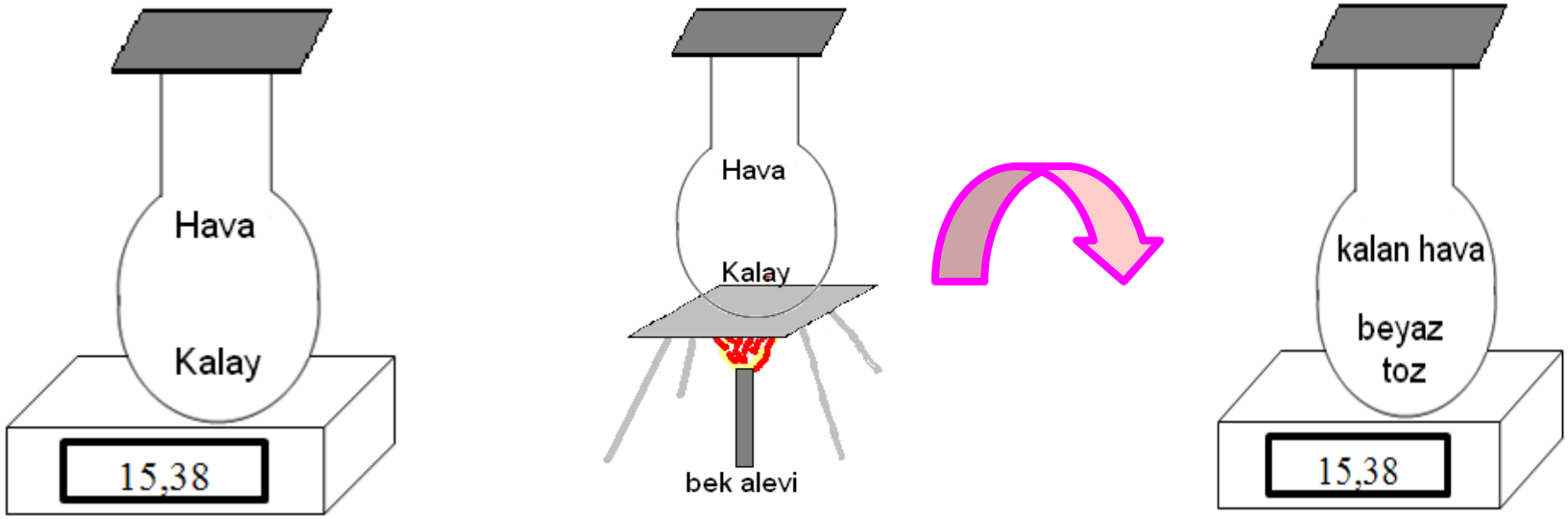
- Kimyada ilk buluşlar ve atom kuramı
- Elektronlar ve atom fiziğinde buluşlar
- Atom çekirdeği
- Kimyasal elementler
- Atom kütleleri
- Periyodik çizelgeye giriş
- Mol kavramı ve avogadro sayısı

Kimyada ilk buluşlar ve atom kuramı

Lavoisier 1774	Kütlenin korunumu yasası
Proust 1799	Sabit oranlar yasası
Dalton 1803-1888	Atom Kuramı

Kütlenin korunumu yasası

1774 yılında Lavoisier yaptığı deneyle,



TEPKİMEDEN ÇIKAN ÜRÜNLERİN KÜTLELERİ TOPLAMI; TEPKİMEYE GİREN MADDELERİN KÜTLELERİ TOPLAMINA EŞİTTİR.

Kütlenin korunumu yasası

1- Magnezyum örneğinin 0,455 g 2,315 g oksijen gazı ile yakılıyor. Oluşan tek ürün MgO'tir. Tepkime sonunda magnezyum kalmadığı ve 2,015 g tepkimeye girmeden kalan oksijen mevcuttur. Oluşan MgO kütlesi nedir?

Tepkime öncesi kütle = 0,455 g Mg + 2,315 g O =2,770 g

Tepkime sonrası kütle = ? g MgO + 2,015 g O = 2,770 g

? g MgO = 2,770 – 2,015 = 0,755 g

Sabit oranlar yasası

1799'da Proust yaptığı deneyde, aynı miktarda

Bakır sülfat'ı Nitrik asit veya sülfirik asit ile çözerek, soda veya karbonat ile çöktürdüğünde AYNI KÜTLE'de ÜRÜN elde etmiştir.

BİR BİLEŞİĞİN BÜTÜN ÖRNEKLERİ AYNI BİLEŞENE SAHİPTİR. YANİ, BİLEŞENLER KÜTLECE SABİT BİR ORANDA BİRLEŞİRLER.

Örnek olarak suyu ele alalım. Su bir oksijen atomu ve iki hidrojen atomu taşımaktadır.

Sabit oranlar yasası

ÖRNEK: 0,1000 g magnezyum örneği oksijen ile birleşerek 0,166 g magnezyum oksit vermektedir. 0,144 g'lık bir diğer magnezyum örneği oksijen ile birleştiğinde kaç gram magnezyum oksit oluşacaktır?

Çözüm:

$$\text{Sabit oran} = \frac{0{,}1\ g\ magnezyum}{0{,}166\ g\ magnzeyum\ oksit}$$

$$0{,}144\ g\ magnezyum\ x\ \frac{0{,}1\ g\ magnezyum}{0{,}166\ g\ magnzeyum\ oksit}\ ?$$

$$0{,}144\ g\ magnezyum\ x\ \frac{0{,}166\ g\ magnzeyum\ oksit}{0{,}1\ g\ magnezyum} = 0{,}239\ g\ magnezyum\ oksit$$

Dalton Atom Kuralı

Kimyasal birleşme için kütlenin korunumu ve sabit oranlar yasasından yararlanarak ATOM KURAMI'NI geliştirmiştir.

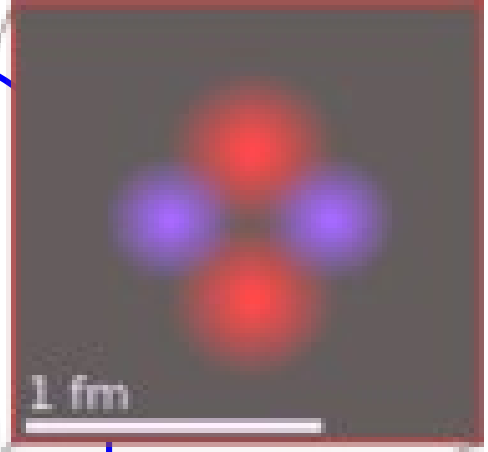
John Dalton (1766-1844)

Renk körü olması nedeniyle iyi bir araştırmacı sayılmamıştır.

Günümüzde renk körlüğüne DALTONİZM denir.

ATOM KURAMINI geliştirmek için, diğer araştırmacıların deneysel sonuçlarını başarı ile kullanmıştır.

1- Her bir element ATOM adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşur.



2- Bir elementin bütün atomlarının kütlesi ve diğer özellikleri aynıdır.

3- Kimyasal bir bileşik iki veya daha fazla sayıda elementin basit sayısal oranlarla birleşmesiyle oluşur.

Dalton Atom Modeli
(John Dalton 1766–1844)

- **Maddenin en küçük yapı taşı atomdur. (Maddeler çok küçük, bölünemez, yok edilemez taneciklerden oluşur.)**
- **Atom parçalanamaz.**
- **Atom içi dolu küre şeklindedir.**
- **Bütün maddeler farklı tür atomlardan oluşmuştur.**
- **Maddelerin birbirlerinden farklı olmasının nedeni maddeyi oluşturan atomların farklı özellikte olmasıdır.**
- **Bir maddeyi oluşturan atomların tamamı birbirleriyle aynı özelliklere sahiptir.**

Dalton Kuramına örnekler

- **Elementlerin birbirleri ile oluşturdukları kombinasyon küçük tam sayılar ile ifade edilebilir.**

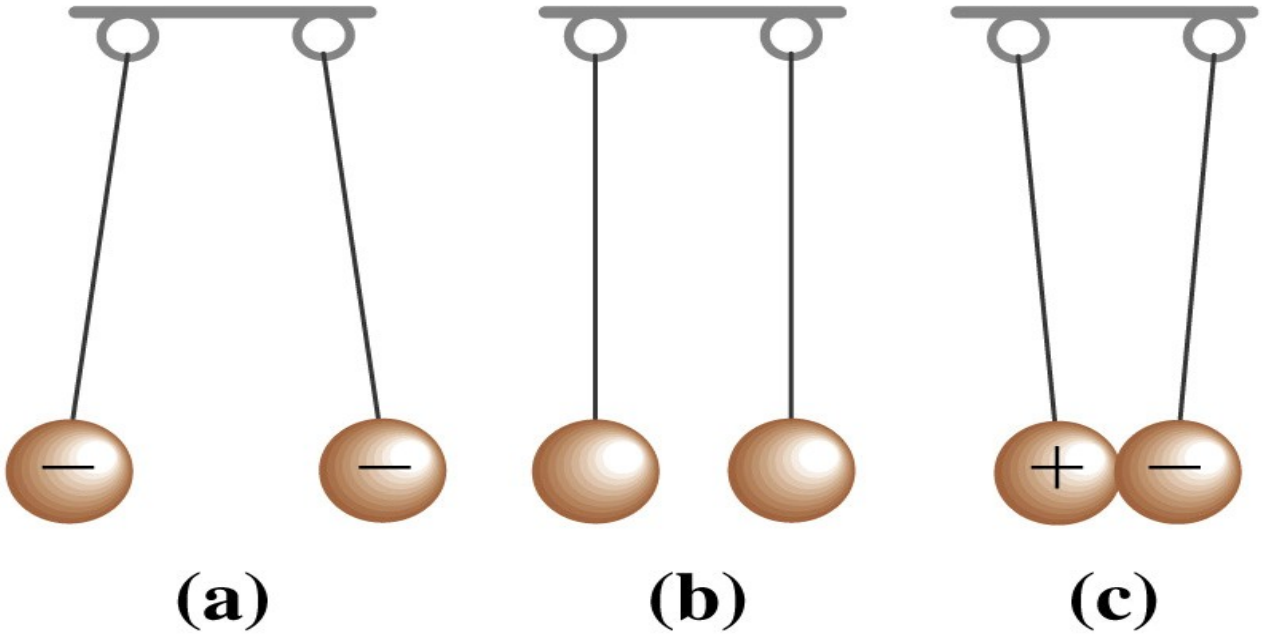
☆ **Karbon monoksit; 1,33 g oksijen ile 1,0 g karbon'dan oluşur.**

☆ **Hidrojen peroksit; 2,66 g oksijen ile 1,0 g hidrojen'den oluşur.**

Elektronlar ve atom fiziğinde diğer buluşlar

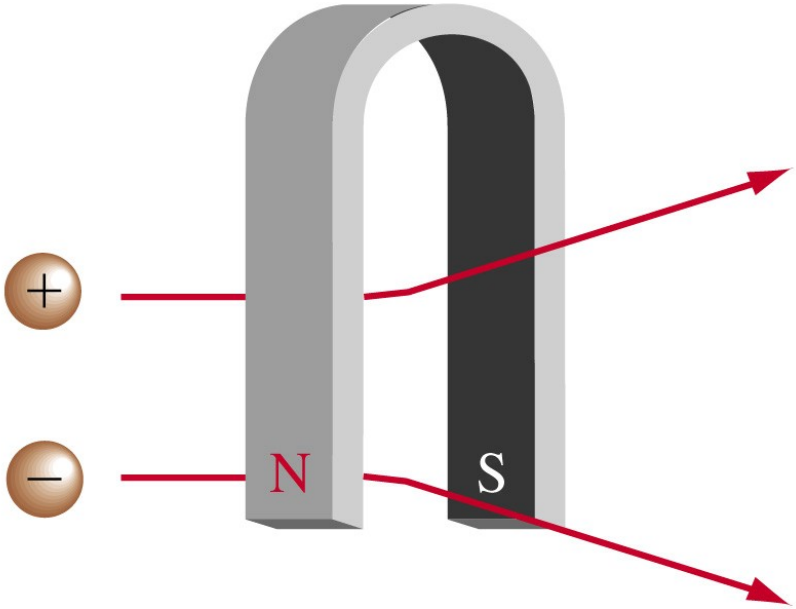
Atomun yapısını anlamamız, elektrik ve manyetizma ile ilgili açıklamalar için bilgilere ihtiyacımız var.

Bazı cisimler pozitif (+) ya da negatif (-) elektrik yükü taşırlar.



Yüklü parçacıkların manyetik alandaki davranışı

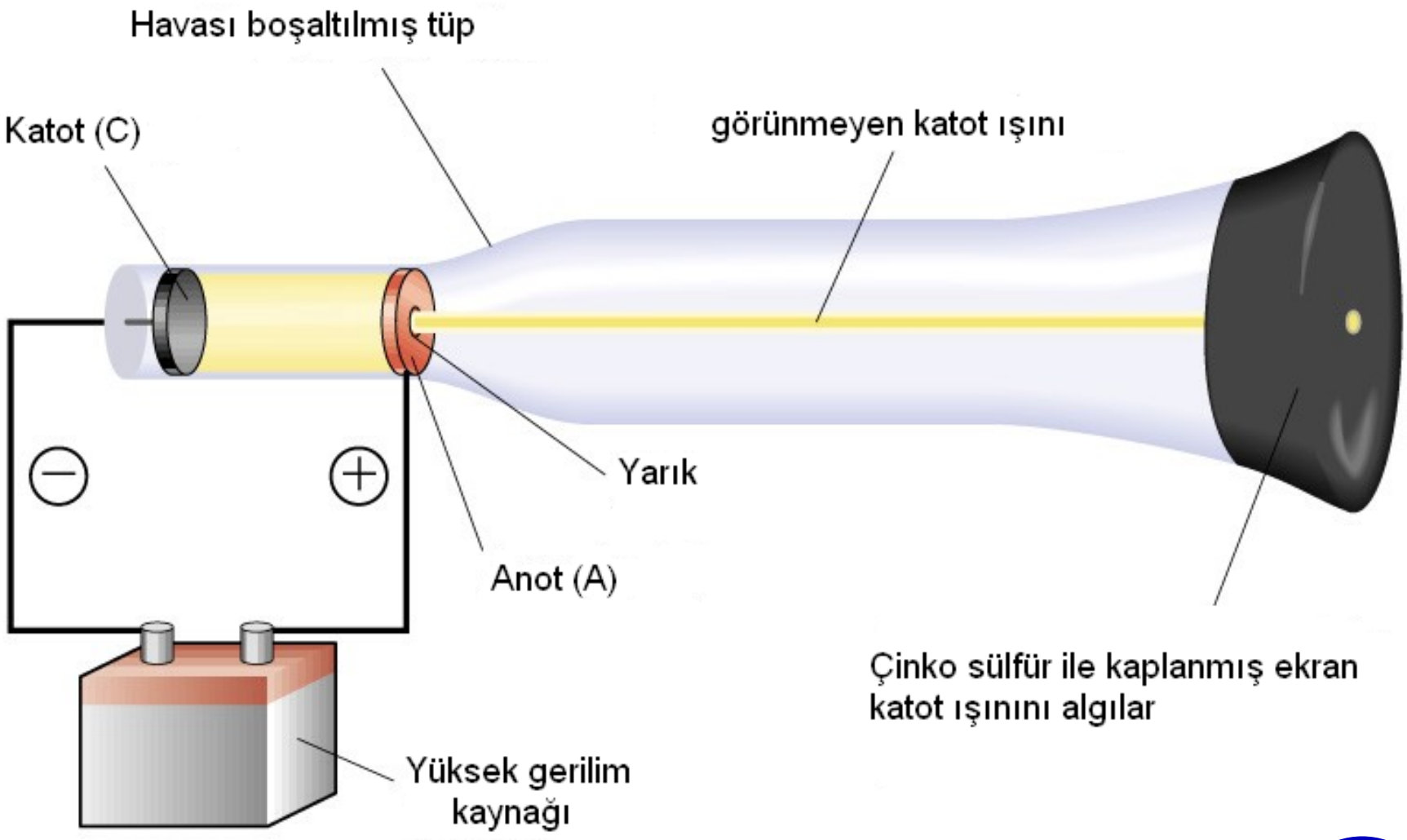
Yüklü parçacıkları manyetik alandan dik olarak geçirdiğimizde;



Manyetik alanda bu parçacıklar alana dik düzlemdeki DOĞRUSAL yollarından saparlar.

Manyetik alanı; Kuzey kutbunda güney kutbuna doğru görülmeyen "kuvvet çizgileri" olarak düşünebiliriz.

Elektronların keşfi ve katot ışını tüpü



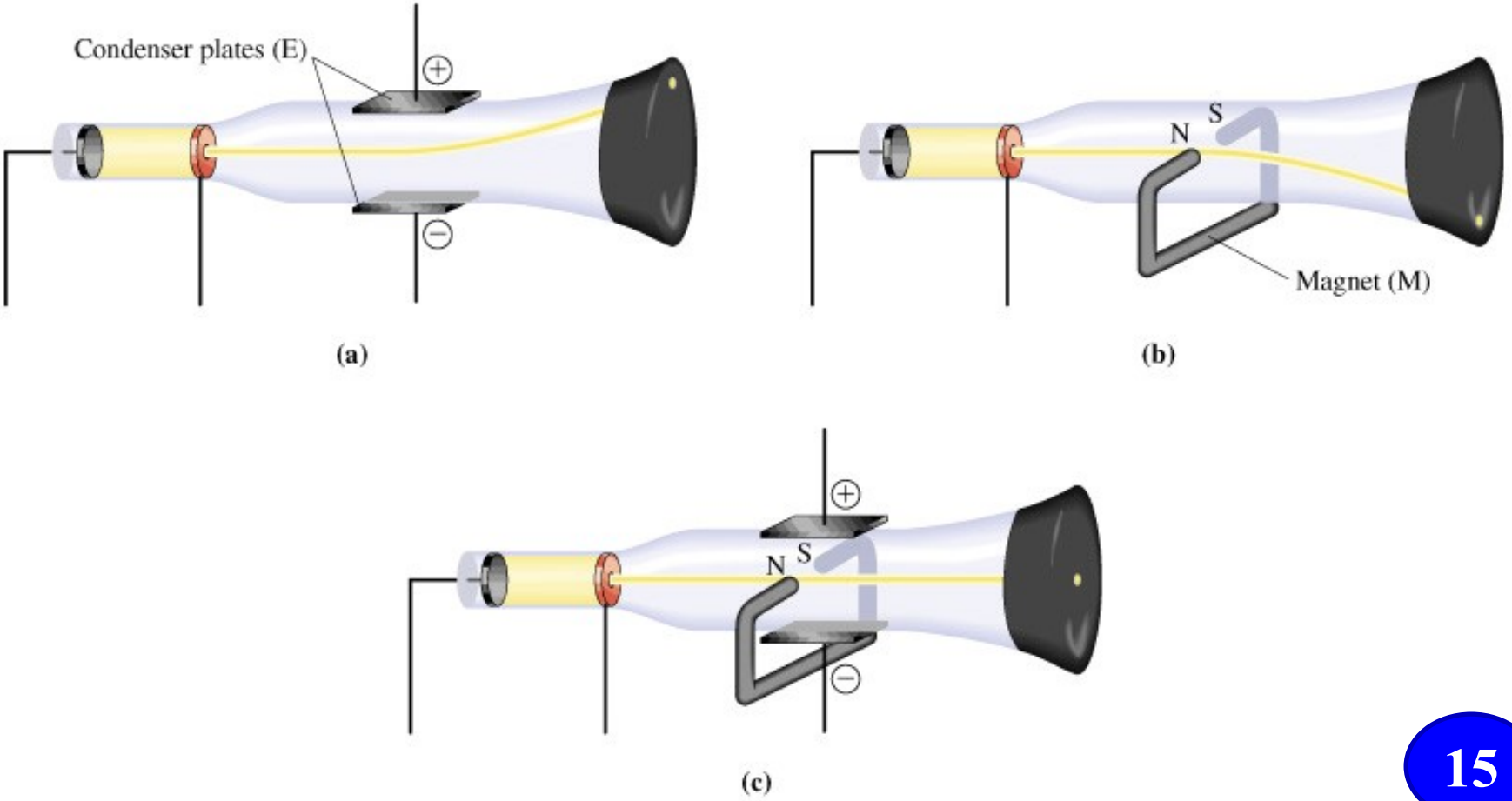
Eski tip TV ve bilgisayarlar Katot Işını Tüpü (KIT) içerir.

Micheal FARADAY (1791-1867) ilk katot ışını tüpünü yapmıştır. Katottan çıkan ışının pozitif uca (anot) doğru gittiğini gözlemlemiştir. Faraday katot ışınlarını keşfetmiştir.

Katot ışınlarının önemli bir özelliği, elektrik ve manyetik alanlardaki davranışıdır. Bu ışınlar elektrik alanında, negatif yüklü parçacıklara benzer olarak sapmaya uğrarlar.

J. J. Thomson (1856-1940)

Katot ışınlarının davranışlarını elektriksel alanda, manyetik alanda ve her iki etkinin bir arada olduğu durumda incelemiştir.



Katot ışınlarının;

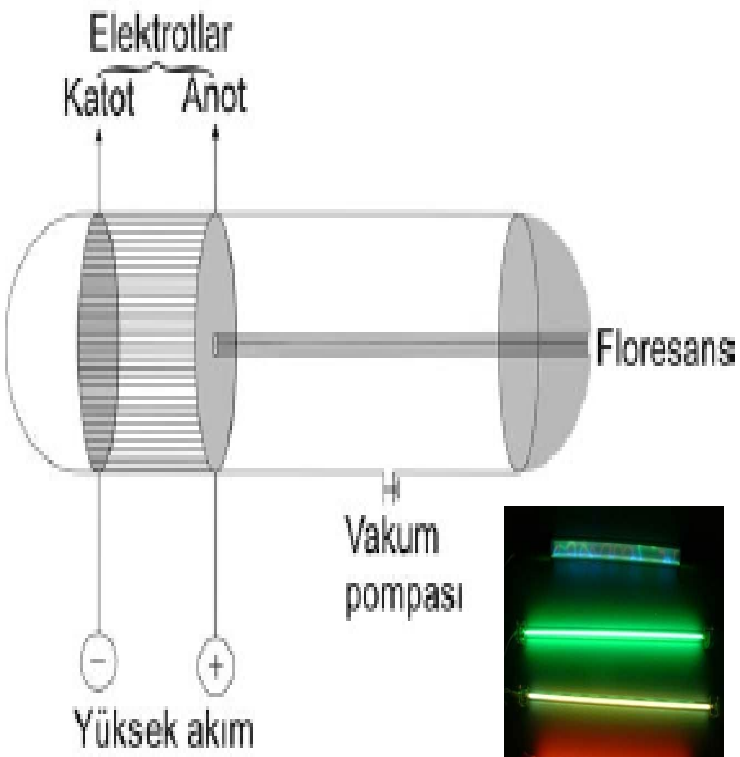
- Kütlesinin yüküne oranını, ($m/e = -5.6857 \times 10^{-9}$ g coulomb^{-1})
- Bütün atomlarda bulunan negatif yüklü temel parçacıklar olduğunu,
- Özelliğinin, katodun bileşiminden bağımsız olduğu,

Thomson tarafından belirlendi.

Katot ışınları ilk kez George STONEY tarafından ELEKTRONLAR olarak isimlendirildi.

Thomson Atom Modeli
(John Joseph Thomson 1856–1940)

Elektronun keşfi, gaz boşalım tüpü olarak adlandırılan düzenek ile yapılan çalışmalar sonucu gerçekleşmiştir. Gaz boşalım tüpü, temelde camdan yapılmış içinde iki elektrot bulunan bir tüptür.

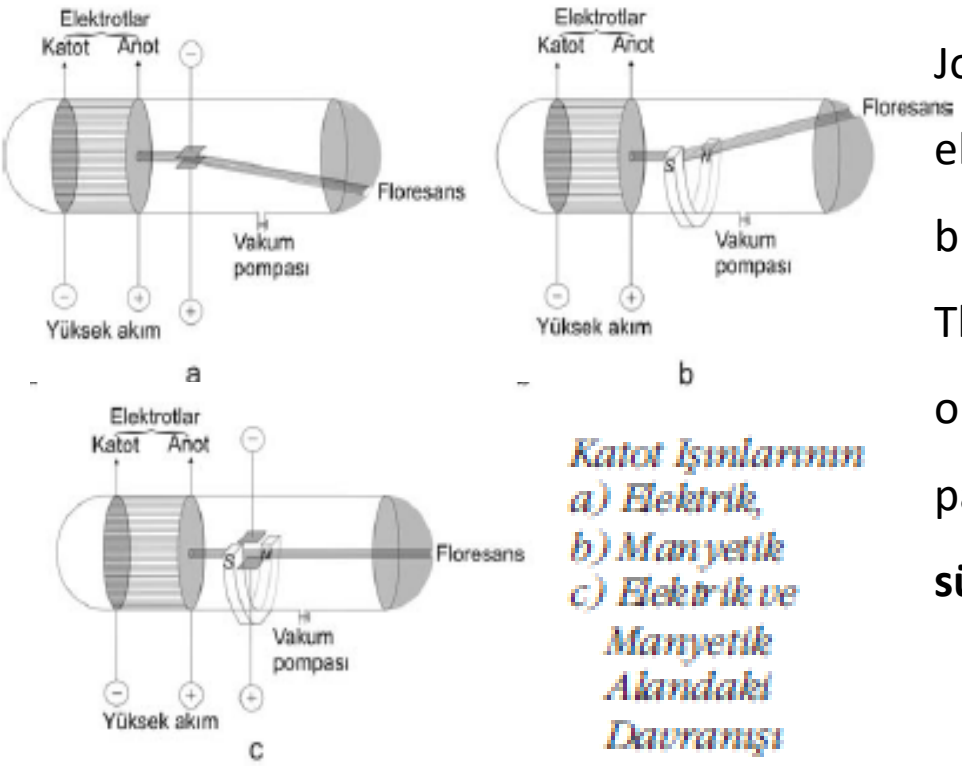


Şekilde tasarlanmış bir gaz boşalım tüpüne yaklaşık 10000 volt elektrik gerilimi uygulandığında ve tüpün içindeki gazın basıncı 1-20 mmHg ya düşürüldüğünde elektrotlar arasında akım geçmeye başlar.

Bu akıma **katot ışınları denir ve katottan anoda doğru akarlar. Bu akım sonucu tüpteki** gazın türüne göre farklı renkte ışıma görülür.

Thomson Atom Modeli
(John Joseph Thomson 1856–1940)

Elektronun keşfi, gaz boşalım tüpü olarak adlandırılan düzenek ile yapılan çalışmalar sonucu gerçekleşmiştir. Gaz boşalım tüpü, temelde camdan yapılmış içinde iki elektrot bulunan bir tüptür.



Katot Işınlarının a) Elektrik, b) Manyetik c) Elektrik ve Manyetik Alandaki Davranışı

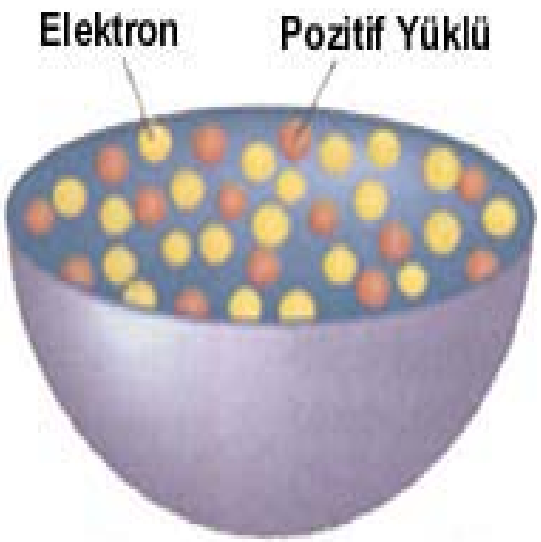
Katot ışınları üzerine uzun yıllar çalışan Joseph John Thomson, bu ışınların hem elektrik hem de manyetik alanda saptığını bulmuştur ve bu çalışmalar sonucu, Thomson 1897 de bu ışınların atom kütlesinden oldukça küçük kütleye sahip negatif yüklü parçacıklar **(elektronlar) olduğunu ileri sürmüştür.**

Thomson Atom Modeli
(John Joseph Thomson 1856–1940)

Thomson, elektronun yükünün (e -) kütlesine (m) oranını (e-/m) hesaplayabilmiştir. Bu değer 1,76x10 Columb/gram dır.

Thomson atom modeli bir karpuza ya da üzümlü keke benzer.

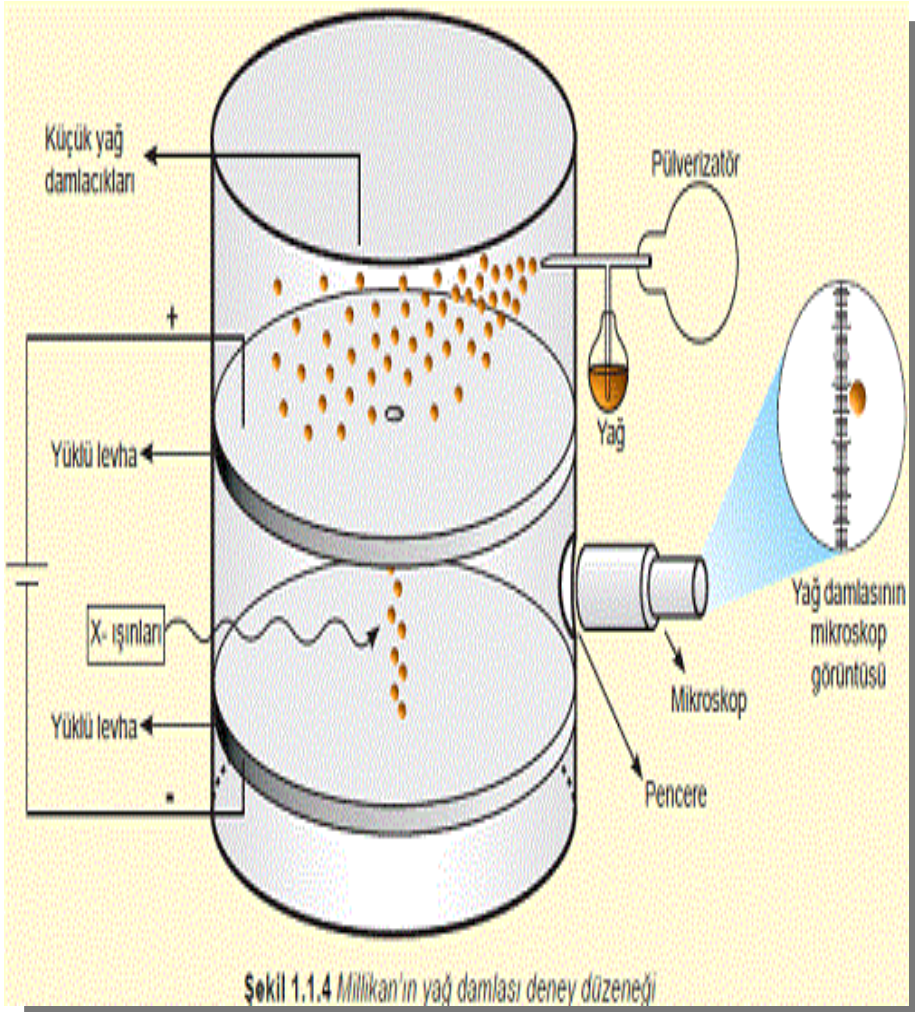
Thomson' a göre;



Thomsan Atom Modeli

- **Atomda (+) ve (–) yüklü tanecikler bulunur.**
- **Thomson'a göre atom; dışı tamamen pozitif yüklü bir küre olup negatif yüklü olan elektronlar bu küre içerisine gömülmüş haldedir.**

Robert Millikan
Yağ Damlacığı Deneyi



Şekil 1.1.4 *Millikan'ın yağ damlası deney düzeneği*

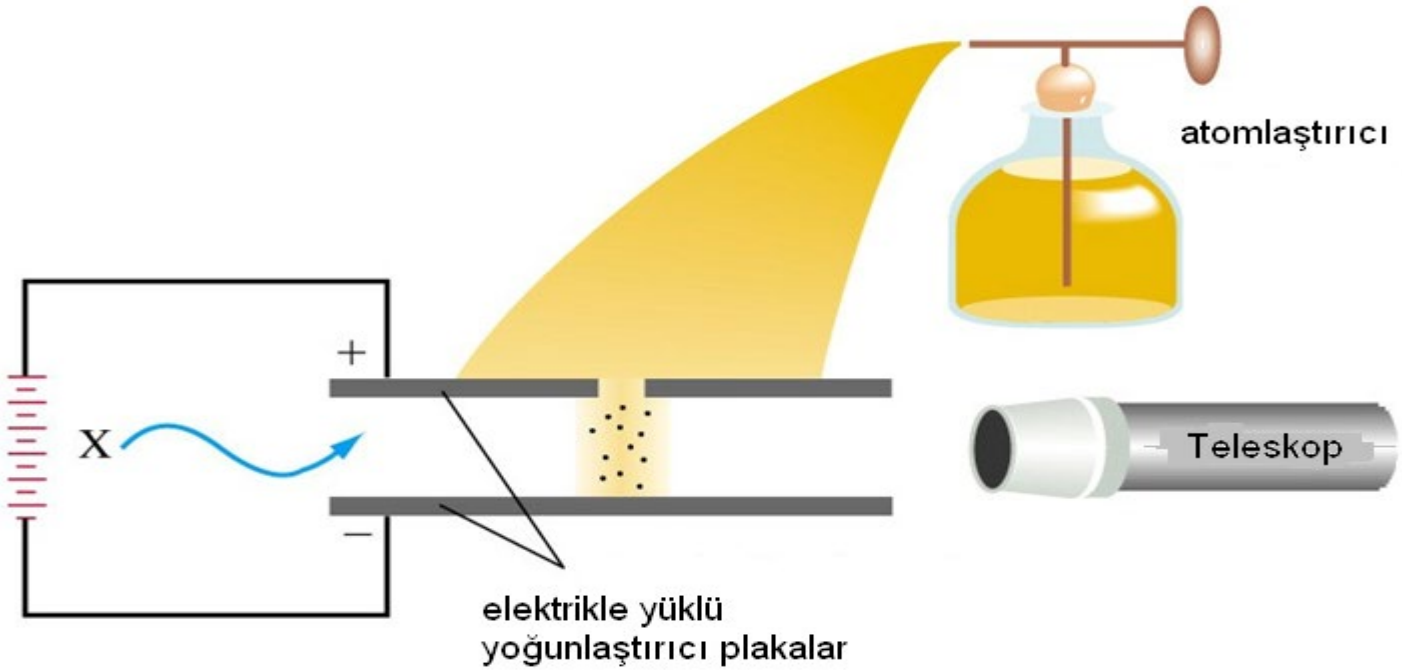
Elektronun yük/kütle oranı belirlendikten sonra, **1909 da Robert Millikan yağ damlacığı deneyi** ile bir elektron üzerindeki yükün değerini belirlemiştir. Negatif yükle yüklenmiş yağ damlacığı serbest düşmeye bırakıldığında yerçekimi kuvvetinin etkisi altındadır. Düşmekte olan bir damlacığa uygun şiddette bir elektrik alanı uygulandığında ise bu kez, negatif yüklü damlacık yer çekimi kuvvetinin zıt yönünde bir kuvvetin de etkisinde olacaktır. Bu iki kuvvetin dengelenmesi sonucu yüklü yağ damlacığı asılı bir durumda kalabilir. Bu iki kuvvetin Yağ damlacığına etkisi hesaplanarak yağ damlacığı üzerindeki yükün değeri hesaplanabilmiştir. Böylece bir elektronun yükünün **1,60x10-19 C** olduğu bulunmuştur.

Millikan yağ damlası deneyi

Robert MILLIKAN (1868- 1953);

1906-1914 yılları arasında yağ damlası deneyi yaparak elektronun yükünü tespit etmiştir.

Yağ damlası deneyi



- ☆ Millikan, iyonize olmuş yağ damlalarının elektriksel alan uygulandığında yer çekimine karşı denge davranışı gösterdiğini tespit etmiştir.
- ☆ Davranışların, yağ damlasının üzerindeki yüke bağlı olacağını inceleyerek damlacık üzerindeki yükün (q) elektron yükünün katları olduğunu bulmuştur.

Elektronun yükü (e) $1{,}6022.10^{-19}$ C (Coulomb)

m/e oranında yerine konulduğunda,

Kütle (m) $9{,}1094.10^{-28}$ g

X-Işınları ve Radyoaktiflik

Katot ışınları ile yapılan çalışmalarla yeni bulgular ve kuramlar geliştirilmiştir.

Roentgen 1895	X-ışını (yüksek enerjili elektromanyetik ışın)
Becquerel	Fluoresans maddenin ışın yayması ve radyoaktifliğin keşfi
Rutherford	Alfa (α) ve Beta (β) parçacıkları
Villard 1900	Gama (γ) ışınları

Radyoaktiflik

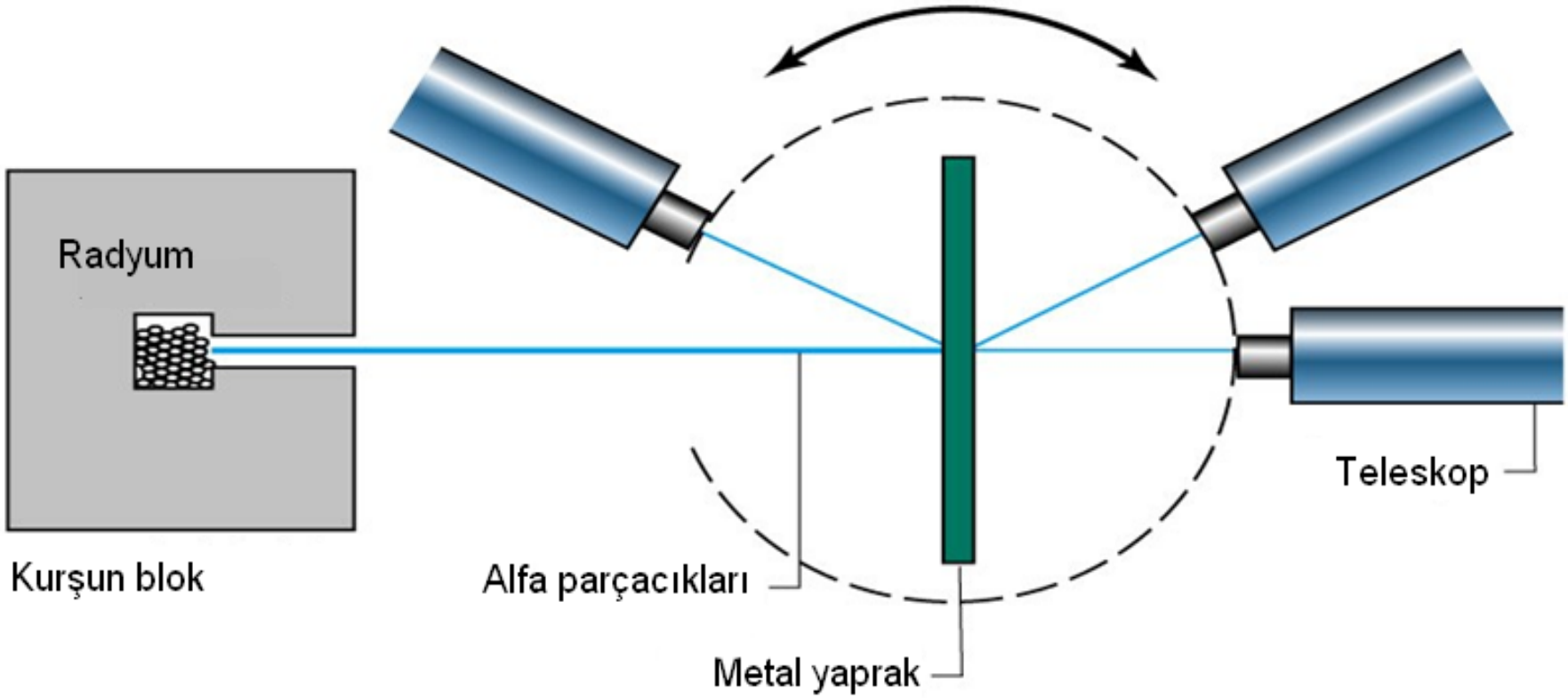
Radyoaktiflik; kararsız bir atom çekirdeğinin küçük madde parçacıkları ve elektromanyetik ışınım vermesidir.

- ☆ X-Işınları ve γ-ışınları yüksek enerjilidir.
- ☆ α-parçacıkları, He^{2+} iyonu ile aynı özelliğe sahiptir.
- ☆ β-parçacıkları çekirdekte meydana gelen değişmelerle oluşur ve elektron ile aynı özelliğe sahiptir.
- ☆ γ-ışınları parçacık değildir ve deliciliği çok fazladır.

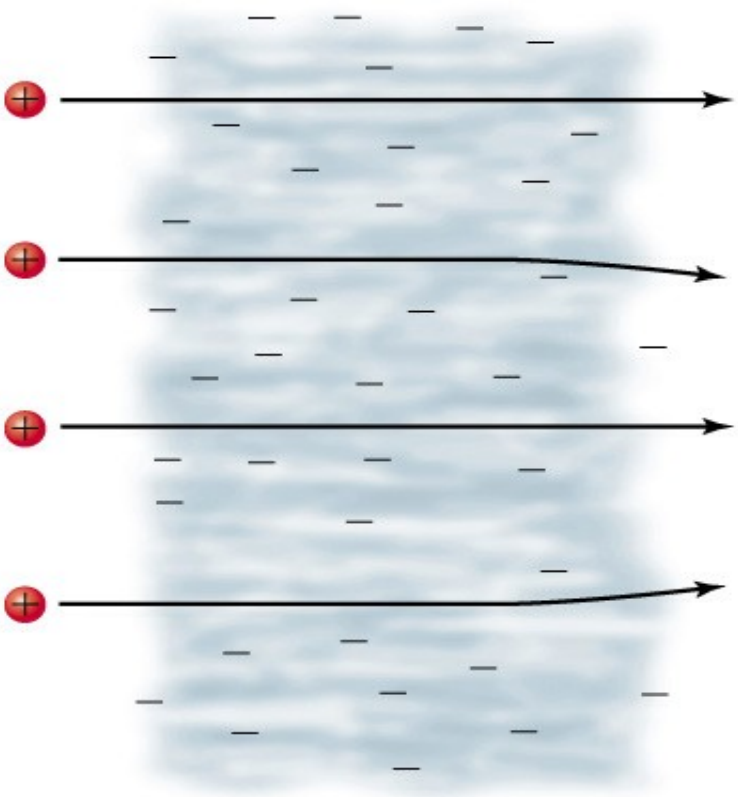
Atom çekirdeği

Rutherford ve Geiger, 1909

Atomun iç yapısını aydınlatmak için alfa parçacıkları ile deneyler yapmışlardır.

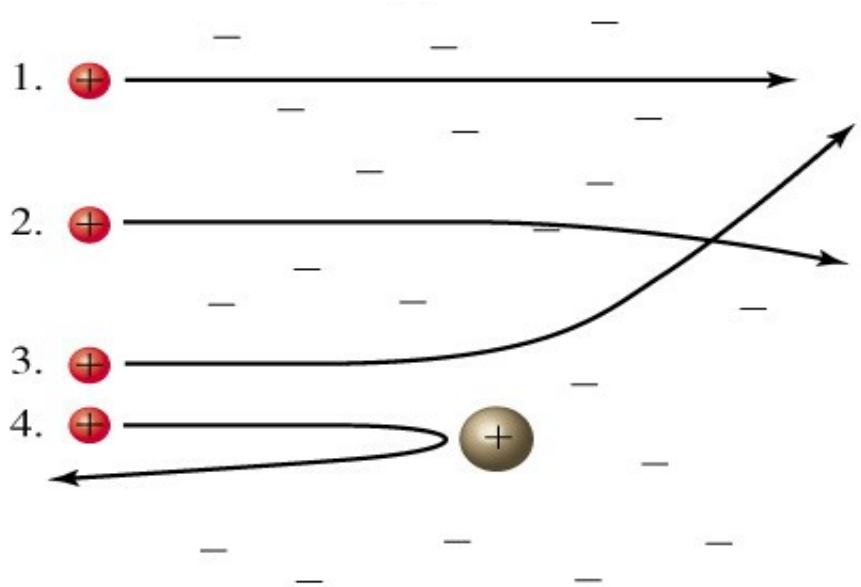


α-parçacıkları ile gözlenenler



1- α-parçacıklarının çoğu doğrultularından sapmamıştır.

2- elektronlara yakın olan α-parçacıklarında hafif sapma olur.



3-çekirdeğe yakın olan α-parçacıklarında şiddetli sapma olur.

4- çekirdeğe tam karşıdan yaklaşan α-parçacıkları geriye yansır.

Atom çekirdeği

1911- Rutherford "atom modeli" bilgilerini açıkladı.

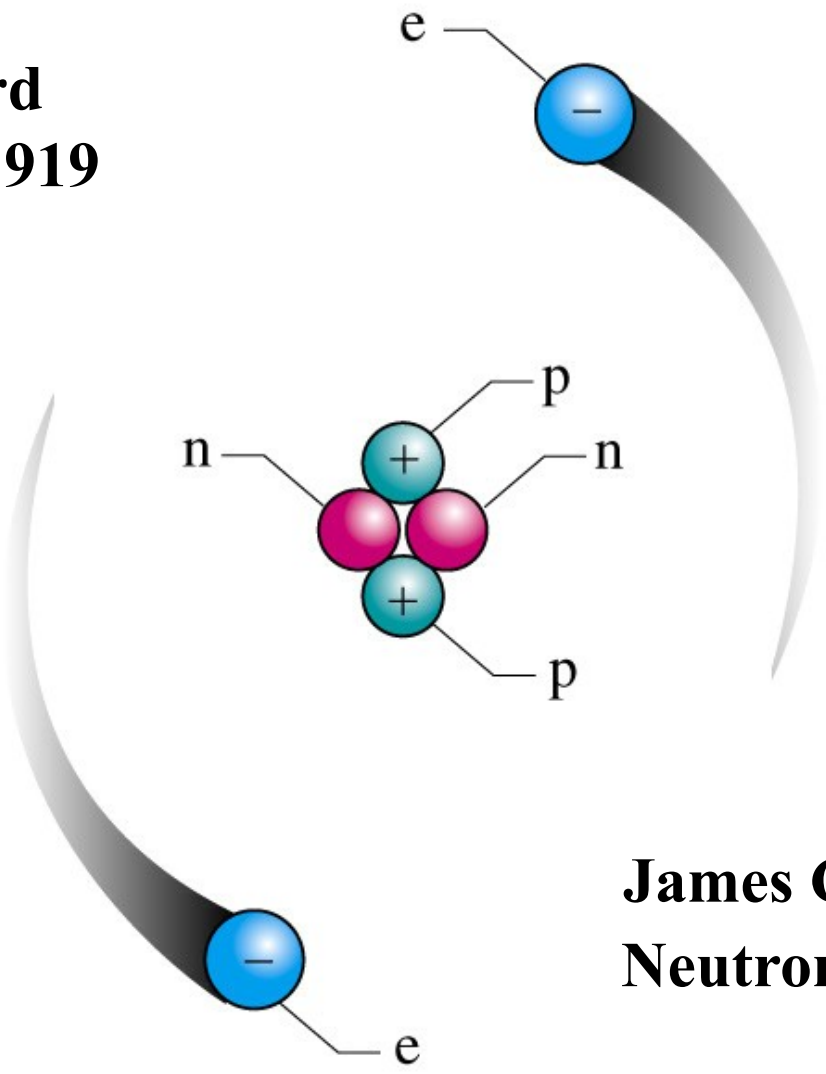
1- Bir atomun kütlesinin çok büyük bir kısmı ve pozitif yükün tümü, çekirdek denen bölgede yoğunlaşır. Atomun büyük bir kısmı boş bir uzay parçasıdır.

2- Pozitif yükün büyüklüğü atomdan atoma değişir ve elementin atom ağırlığının yaklaşık yarısı kadardır.

3- Çekirdeğin dışında, çekirdek yüküne eşit sayıda elektron bulunur. Atomun kendisi elektrik yükü bakımında nötr'dür.

Atom çekirdeği

Rutherford
protonlar -1919



James Chadwick
Neutronlar- 1932

Atom çekirdeği ve temel parçacıklar

	Kütle		**Elektrik yükü**	
	g (SI)	Atom (akb)*	C (SI)	Atom
Elektron	$9{,}109.10^{-28}$	0,0005486	-1.602×10^{-19}	–1
Nötron	$1{,}675.10^{-24}$	1,0087	0	0
Proton	$1{,}673.10^{-24}$	1,0073	$+1.602 \times 10^{-19}$	+1

* akb SI biriminde atom kütle birimidir.

Atom hakkında bazı bilgiler

En ağır atomun kütlesi sadece $4,8 \times 10^{-22}$ g ve çapı ise sadece 5×10^{-10} m'dir.

Yararlı birimler ve karşılıkları:

- ☆ 1 akb = $1,66054 \times 10^{-24}$ kg
- ☆ 1 pm (pikometre) = 1×10^{-12} m
- ☆ 1 Å (Angstrom) = 1×10^{-10} m = 100 pm = 1×10^{-8} cm

En büyük atom 240 akb ve 50 **Å** çaplıdır.

Tipik C-C bağ uzunluğu 154 pm (1,54 **Å**)

Moleküler modeller 1 **Å** /in veya yaklaşık 0,4 **Å** /cm

Kimyasal Elementler

- Bir elementin bütün atomları aynı atom numarasına sahiptir.
- Her bir elementin adı ve simgesi vardır.
- Simgeleri genel olarak ingilizce adlarının kısaltmasıdır.

Örneğin- karbon C (carbon) vb. Fakat latince, almanca ve diğer dillerden de adlandırmalar mevcuttur.

Fe (*ferrium*- latince), K (*kalium*-latince)

W (tungsten- ingilizce)- (wolfram-almanca)

Kimyasal Elementler

- Uranyumdan daha büyük atom numarasına sahip olan elementler doğada bulunmazlar.
- Çok yüksek atom numarasına sahip elementler hızlandırıcılar yardımı ile elde edilirler ve çok kararsızdırlar.
- 109 element mevcuttur.

Bir araştırma grubunun bildirdiği elementin var olup olmadığı anlaşılana dek IUPAC geçici bir isimlendirme yapar.

IUPAC nedir?

International
Union of
Pure and
Applied
Chemistry

Uluslar arası kimyacılar ve kimya mühendisleri birliğidir.

IUPAC tarafından kabul edilen element sayısı

Atom numarası, kütle numarası, iyonlar ve izotoplar

E: element, A: kütle numarası ve Z: Atom numarasını gösterir.

$$^{A}_{Z}E$$

= proton sayısı (p) + nötron sayısı (n)

= proton sayısı (p)

proton sayısı (p) + nötron sayısı (n)

proton sayısı (p)

$$^{A}_{Z}E^{\pm ?}$$

(p) – elektron sayısı (e)

İYON

ÖRNEK:

a) $^{35}_{17}Cl$ Proton, nötron ve elektron sayılarını belirtiniz.

b) 29 proton, 34 nötron ve 27 elektron içeren taneciğin simgesini belirleyin.

ÇÖZÜM:

a) Nötral atom olduğundan, Z= p = e ve A = p + n sayısı olduğuna göre,

p= e = 17 ve n = A –Z = 35 -17= 18

b) p = 29 n= 34 ve e = 27

A= p + n ⟹ A = 29 + 34 = 63

Z = p = e Z= 29

Element, Bakır

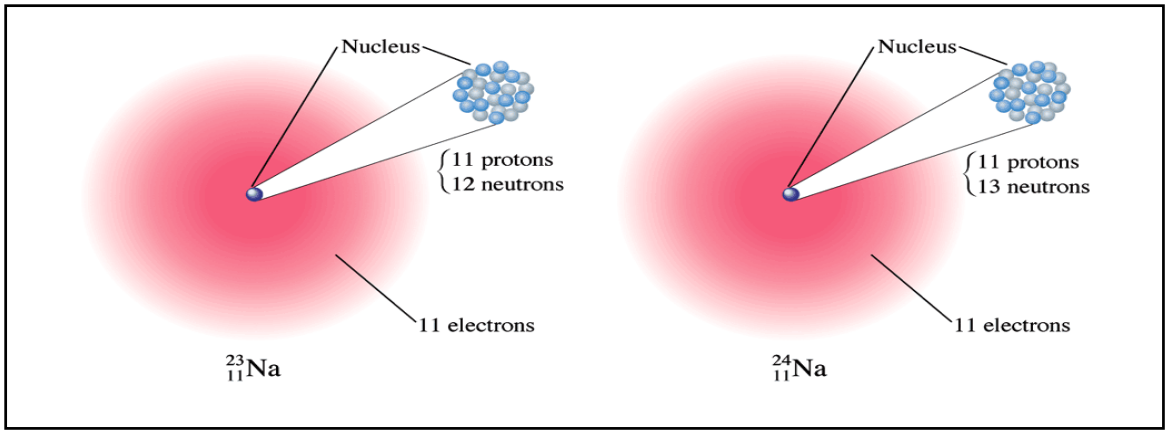
$^{63}_{17}Cu^{2+}$

e= 27 olduğundan **İYON** olmalı,

NET YÜK = p- e= 29 -27 = 2 e +2

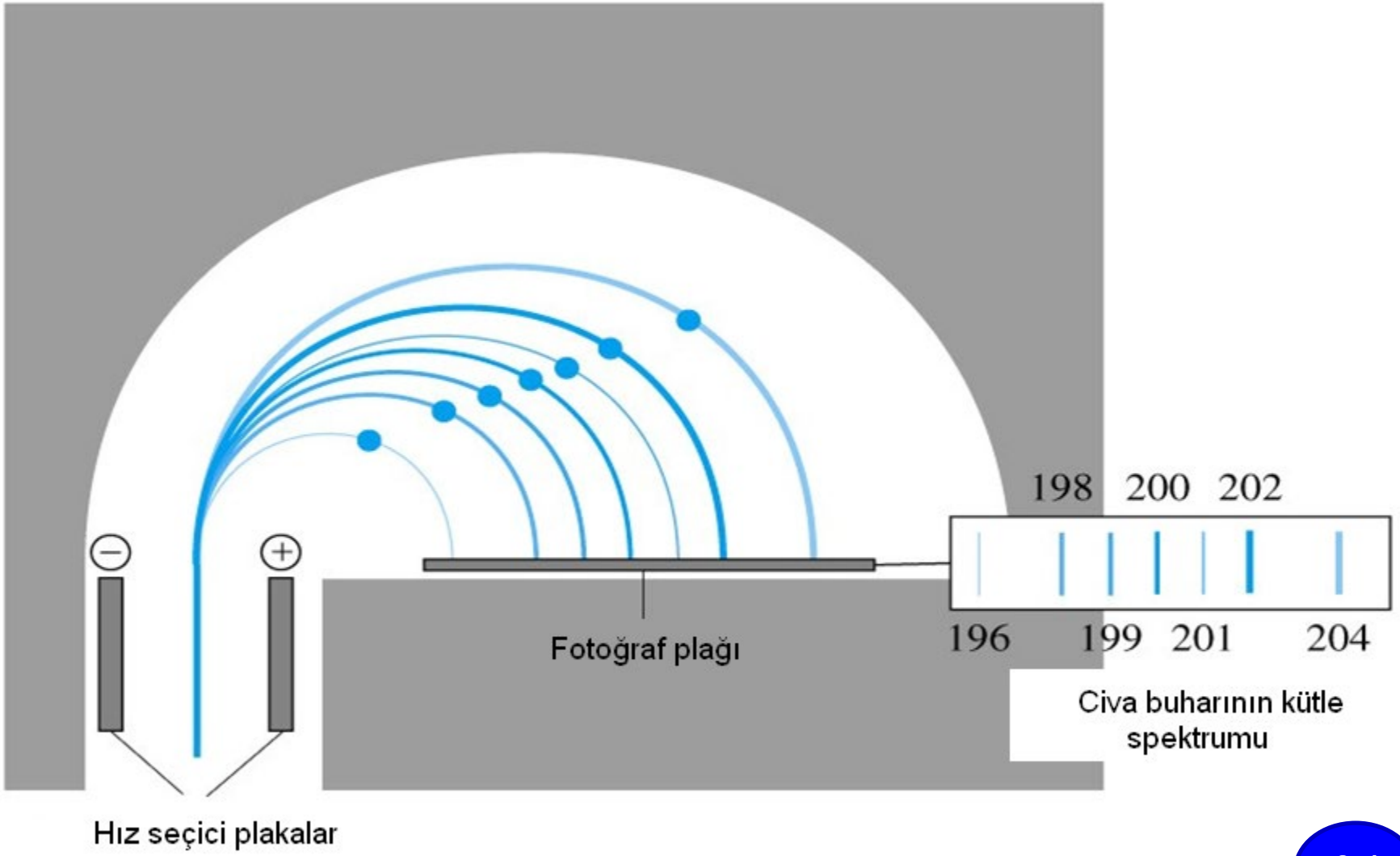
Atom numarası, kütle numarası, iyonlar ve izotoplar

Bir elementin, çekirdeğinde farklı sayıda nötron taşıyan atomları İZOTOP olarak adlandırılır. Atom numaraları aynı kütle numaraları farklı olan atomlardır.



Uluslar arası kabule göre standart atom karbon-12 izotopudur ve kütlesi tam 12 akb'dir. Diğer elementlerin kütleleri bu standarda göre KÜTLE SPEKTROMETRESİ ile tayin edilirler.

Atom kütlelerinin ölçülmesi



Atom kütlelerinin ölçülmesi

Örnek: Kütle spektrumuna göre ^{16}O kütlesinin ^{12}C kütlesine oranı 1,33291 olarak tespit edilmiştir. Bir atom ^{16}O atomunun kütlesi nedir?

ÇÖZÜM:

^{16}O / ^{12}C = 1,33291 ise ^{16}O kütlesi= 1,33291 x ^{12}C

= 1,33291 x 12 = 15,9994 akb

Örn 2: Kütle spektrometresi ölçümlerine göre ^{16}O kütlesi ^{15}N kütlesinin 1,06632 katı bulunmuştur. ^{15}N atomunun kütlesini akb cinsinden hesaplayınız.

Örn 3: ^{202}Hg nın izotop kütlesi 201,970617 akb ise ^{202}Hg / ^{12}C kütle oranı nedir?

- **<u>Örn 2:</u>** Kütle spektrometresi ölçümlerine göre ^{16}O kütlesi ^{15}N kütlesinin 1,06632 katı bulunmuştur. ^{15}N atomunun kütlesini akb cinsinden hesaplayınız.

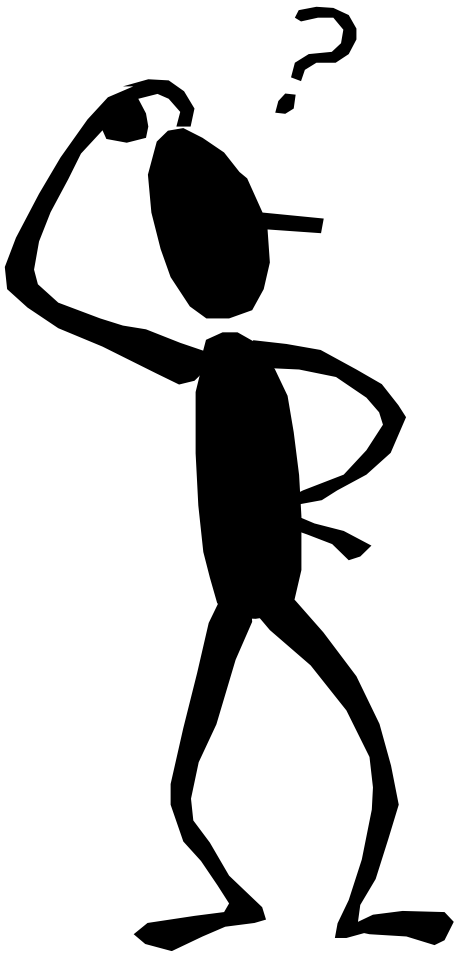
^{16}O / ^{15}N = 1,06632 ise ^{15}N kütlesi= 1,06632 x ^{16}O

= 1,06632 x 15,9994 = 17,06048 akb

<u>Örn 3:</u> ^{202}Hg nın izotop kütlesi 201,970617 akb ise ^{202}Hg / ^{12}C kütle oranı nedir?

^{202}Hg / ^{12}C = 201,970617 / 12 = 16,830885

Atom kütlelerinin ölçülmesi



Atom kütlelerinin hesaplanmasında

standart 12 alındığı halde

neden atom kütlelerini gösteren

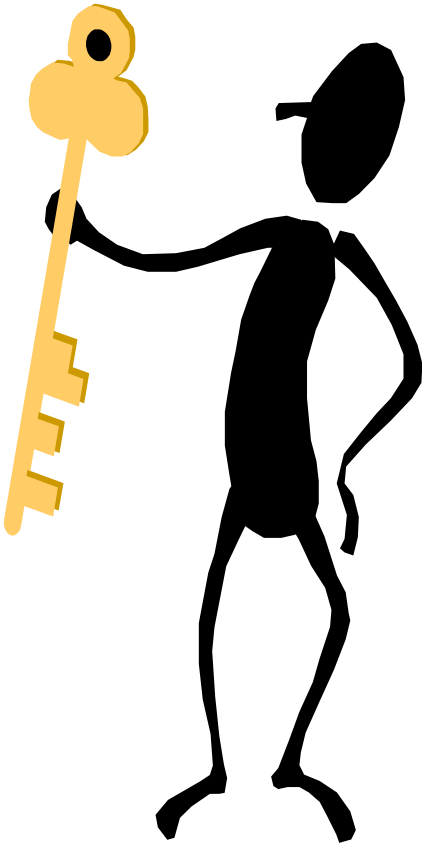
çizelgede karbon-C atom kütlesi

12,011 olarak verilmektedir?

Atom kütlelerinin ölçülmesi

Bir elementin **ATOM KÜTLESİ,** izotopların doğada bulunma oranına (olasılığına) göre, ağırlıklı atom kütlelerinin ortalaması olarak verilmektedir.

Bir elementin kütlesi doğada bol bulunan izotop kütlesine en yakındır.



Ağırlıklı Atom Kütlesinin hesaplanması

$$\text{Elementin atom kütlesi} = \left(\text{İzotop (1)'in bolluk kesri} \times \text{İzotop (1)'in kütlesi}\right) + \left(\text{İzotop (2)'nin bolluk kesri} \times \text{İzotop (2)'nin kütlesi}\right) + \ldots\ldots\ldots$$

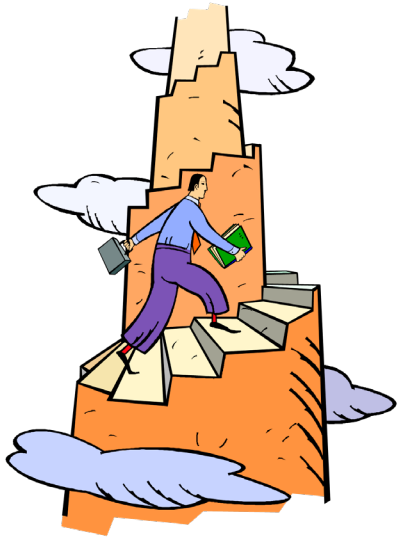
<u>Örnek:</u> Karbonun kütle spektrumu, kütlesi 12 akb olan % 98,892 karbon 12 ve kütlesi 13,00335 akb olan % 1,108 vermektedir. Karbonun ağırlıklı atom kütlesini hesaplayınız.

$$\text{Karbonun atom kütlesi} = \left(\text{Karbon 12'nin bolluk kesri} \times \text{İzotop 12'nin kütlesi}\right) + \left(\text{Karbon 13'ün bolluk kesri} \times \text{İzotop 13'ün kütlesi}\right)$$

$$= 0{,}98892 \times 12{,}00000 + 0{,}01108 \times 13{,}00335 = \mathbf{12{,}011\ akb}$$

PERİYODİK ÇİZELGE (TABLO)

Bilim insanının görevleri arasında bilgileri sınıflandırmakta yer almaktadır.



Örneğin botanikçiler 18.yy'da bitkileri sınıflandırmak için yeterli bilgiye sahiptiler.

PERİYODİK ÇİZELGE (TABLO)

Mendeleyev Büyük Ev (Periyodik sistem)- ilk kurallar

Newlands Oktavlar yasası (atom ağırlıklarına göre artan sıra)

FİZİKÇİLER devreye giriyor……. Sadece atom ağırlığının yeterli olmadığını güvenilir olması için elementin çekirdek yükü ve atom numarasının da yer alması gereklidir.

Grup ve alt grupların oluşturulması sırasında aynı soydan gelenler Büyük Ev'de üst üste yerleştirilmiş.

Ramsay ve Rayleigh asal gazlar grubu üyelerini bulurlar.

PERİYODİK ÇİZELGE (TABLO)

Asal gazların “soyluluğunun” dış kabuklarındaki 8 elektrondan kaynaklandığı anlaşıldı. (Kararlı elektron kabuğu, elektron alıp vermesi için hiçbir neden yok.)

Mendeleyev’in buluşu için 1969’da (100.yıldönümü) kutlama yapıldı.

PERİYODİK ÇİZELGE (TABLO)

Grup

Periyot

1 1A	2 2A	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8	9 8B	10	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H 1.00794																	2 He 4.00260
3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797
11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050											13 Al 26.9815	14 Si 28.0855	15 P 30.9738	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9381	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.29
55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57 *La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 †Ac 227.028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (272)		114 (287)		116 (289)		118 (293)

*Lanthanide series	58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
†Actinide series	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

Periyodik Tablo

Alkali Metaller

Toprak Elementleri

Halojenler

Baş grup

Asal Gazlar

Geçiş Metalleri

1 1A	2 2A	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H 1.00794																	2 He 4.00260
3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797
11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050											13 Al 26.9815	14 Si 28.0855	15 P 30.9738	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9381	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.29
55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57 *La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 †Ac 227.028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (272)		114 (287)		116 (289)		118 (293)

*Lanthanide series	58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
†Actinide series	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

Baş grup

Lantanitler ve Aktinitler

Genel olarak;

1
H
1.00794

Fe

Cu^{2+}

Ca

80
Hg
200.59

Elementler

25
Mn
54.9381

Metal

Ametal

Cl

- Metaller civa hariç oda sıcaklığında katıdırlar.
- Şekil verilebilirler.
- Isı ve elektriği iyi iletirler.

- Katı, sıvı ve gaz formda bulunabilirler.
- Şekil verilemez. Kırılgan özellikli olabilirler.
- Isı ve elektrik iletkenlikleri zayıftır.

12
Mg
24.3050

6
C
12.011

35
Br
79.904

Periyodik tablonun yararları

Kimyasal bileşiklerin ve kimyasal tepkime ürünlerinin özelliklerini açıklamada yardımcı olur.

- Atom kütleleri
- Elektronik konfigürasyon hakkında bilgi
- Fiziksel ve kimyasal özellikler

Mol kavramı

- Fiziksel olarak atomları saymamız olanaksızdır.
- Madde miktarını belirtebilmemiz için atomların kütlesini ölçmemiz gereklidir.
  - Çiviyi kilo veya kutu ile satın alabiliriz.
  - Peki ya atomlar?

Avogadro sayısı

Sabit adı verilen bazı nitelik ve özellikleri belirten sayısal değerler hesaplamalarda kullanılırlar. İlk kez atom sayısının (madde miktarının) belirlenmesinde sabit sayıyı İtalyan bir bilim insanı kullanmıştır. Bu nedenle bu sabit sayıya onun adı olan **Avogadro** denilmektedir.

Avogadro sayısı

Avogadro sayısı: herhangi bir elementin bir atom-gramındaki atomların sayısını ifade eder.

Sayılamayacak çoklukta tek çeşit bir maddenin miktarı SI birim sisteminde **mol** birimi ile ifade edilir.

Bir **mol**, tam 12 g karbon-12'de bulunan karbon-12 atomlarının sayısı kadar tanecik içeren madde miktarıdır.

Avogadro sayısı, $N_A = 6.02214199 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

Avogadro sayısı

- Dünya nüfusu ~ 3 milyar
- 1 atom-gramındaki atomların sayılması
- Her bir birey günde 8 saat çalışsın
- Çalışanlar $6{,}025.10^{23}$ atomu ne kadar zamanda sayabilir?

Yaklaşık 20 milyon yıl

Avogadro sayısının uçsuz bucaksızlığı, bütün kimyasal elementlerin her yerde bulunduğu düşüncesini sağlam bir temele dayandırır.

Her yerde her elementin en azından birkaç atomunu saptayabiliriz.

Kaynak: L.Vlasov, D. Trifonov, "107 Kimya Öyküsü",1997, Tübitak Popüler Bilim Kitapları

Mol Kütlesi

Bir mol atomun kütlesine, mol kütlesi (*M*) denir.

M (g/mol ^{12}C) = A (g/atom ^{12}C) x N_A (atoms ^{12}C /mol ^{12}C)

<u>Örnek:</u>

1 mol C = 6,02214199 x 10^{23} C atomu = 12,011 g

1 mol O = 6,02214199 x 10^{23} O atomu = 15,9995 g

Örnekler:

1- Bir demir metali örneğinde 2,35 mol Fe olduğu bilinmektedir. Bu örnekteki Fe atomlarının sayısı nedir?

1 mol Fe = 6,02214199 x 10^{23} Fe atomu

$$Fe\ atomu\ sayısı = 2{,}35\ mol\ Fe \times \frac{6{,}022.10^{23}\ Fe\ atomu}{1\ mol\ Fe} \Longrightarrow 1{,}42.10^{24}\ Fe\ atomu$$

2- 5,07.10^3 mol Au elementinde kaç tane altın atomu vardır?

5,07.10^3 ~~mol~~ Au x (6,022.10^{23} tane Au atomu /1 ~~mol~~) = 3,053.10 ^{27} tane Au atomu

3- 8,27.10^{-3} mol Pb içinde kaç tane kurşun-206 atomu vardır?

(^{204}Pb- % 1,4, ^{206}Pb- % 24,1 , ^{207}Pb- % 22,1 , ^{208}Pb- % 52,4)

8,27.10 $^{-3}$ ~~mol~~ Pb x (6,022.10^{23} ~~tane Pb atomu~~ /1 ~~mol~~) x (24,1 ^{206} Pb / 100 ~~Pb atomu~~) = 1,2.10^{21} tane ^{206} Pb atomu

4- $7{,}65.10^{22}$ kükürt (S) atomu içeren bir örnek kaç moldür? Bu örneğin kütlesi kaç gramdır?

$$mol\ S = 7{,}65.10^{22}\ S\ atomu \times \frac{1\ mol\ S}{6{,}022.10^{23}\ S\ atomu} = 0{,}127\ mol\ S \qquad g\ S = 0{,}127\ mol\ S \times \frac{32{,}7\ g\ S}{1\ mol\ S} = 4{,}07\ g\ S$$

veya

$$g\ S = 7{,}65.10^{22}\ S\ atomu \times \frac{1\ mol\ S}{6{,}022.10^{23}\ S\ atomu} \times \frac{32{,}7\ g\ S}{1\ mol\ S} = 4{,}07\ g\ S$$

5- $2{,}35.10^{24}$ tane Cu atomu kaç gramdır?

$2{,}35.10^{24}$ ~~tane~~ Cu atomu x (1 ~~mol~~ / $6{,}022.10^{23}$ ~~tane~~) x (63,54 g / 1 ~~mol~~) = 247,96 g Cu

6- 22,6 g Helyum gazında kaç He atomu vardır?

22,6 ~~g~~ He x (1 ~~mol~~ / 4,003~~g~~) x ($6{,}022.10^{23}$ tane/ 1 ~~mol~~) = $3{,}4.10^{24}$ tane He atomu

ÖRNEK

Potasyum-40 küçük atom numaralı doğal radyoaktif birkaç element izotopundan biridir ve doğada K izotopları içerisindeki bolluk yüzdesi % 0,012'dir. 371 mg K içeren bir bardak süt içtiğimizde kaç tane potasyum-40 atomu yutmuş oluruz?

<u>ÇÖZÜM:</u> mol K ⟶ K atom sayısı ⟶ K-40 atomu

$$K\ atomu = 371\ mg\ K \times \frac{1\ g\ K}{1000\ mg\ K} \times \frac{1\ mol\ K}{39{,}10\ g\ K} \times \frac{6{,}022.10^{23}\ K\ atomu}{1\ mol\ K} = 5{,}71.10^{21}\ K\ atomu$$

$$^{40}K\ atomu = 5{,}71.10\ 10^{21}\ K\ atomu \times \frac{0{,}012\ ^{40}K}{100\ K\ atomu} = 6{,}9.10^{17}\ ^{40}K\ atomu$$

Örnekler:

1- 0,105 cm^3 hacminde küçük bir kurşun parçasında ne kadar Pb atomu vardır? Kurşunun yoğunluğu 11,34 g/cm^3'tür.

0,105 ~~cm^3~~ Pb x (11,34 ~~g~~ / 1 ~~cm^3~~) x (1 ~~mol~~ / 207.19 ~~g~~) x ($6{,}022.10^{23}$ tane / 1~~mol~~) =

$3{,}46.10^{21}$ tane Pb

2- Renyum-187 meteoritlerin yaş tayininde kullanılabilen radyoaktif bir elementtir. 0,100 mg Re örneği $2{,}02.10^{17}$ ^{187}Re atomu içermektedir. Re-187'nin örnekteki bolluk yüzdesi nedir?

0,100 ~~mg~~ örnek Re x (1 ~~g~~ / 1000 ~~mg~~) x (1 ~~mol~~ / 186.207 ~~g~~)x ($6{,}022.10^{23}$ tane/ 1 ~~mol~~)

= $3{,}23.10^{17}$ tane Re (toplam)

($2{,}02.10^{17}$ tane ^{187}Re / $3{,}23.10^{17}$ Re tane).100 = %62,5

Ad	Simge	P^+	E^-	N^0	K.N
Sodyum	$^{23}_{11}Na$	11	11	12	23
Silisyum	$^{28}_{14}Si$	14	14	14	28
Rubidyum	$^{85}_{37}Rb$	37	37	48	85
Potasyum	$^{40}_{19}K$	19	19	21	40
Arsenik	$^{75}_{33}As$	33	33	42	75
Neon	$^{20}_{10}Ne^{2+}$	10	8	10	20
Brom	$^{80}_{35}Br$	35	35	45	80
Bizmut	$^{209}_{83}Br$	83	83	126	209
Bakır	$^{64}_{29}Cu^{2+}$	29	27	35	64
Alüminyum	$^{27}_{13}Al^{3+}$	13	10	14	27
Kükürt (sülfür)	$^{32}_{16}S^{2-}$	16	18	16	32

- Toplam atom sayısı nedir?
- a)15,8 mol Fe

15,8 ~~mol~~ Fe x ($6{,}022.10^{23}$ tane /1 ~~mol~~) = $9{,}51.\ 10^{24}$

- b) 0,000467 mol Ag

0,000467 ~~mol~~ Ag x ($6{,}022.10^{23}$ tane /1 ~~mol~~) = $2{,}81.\ 10^{20}$

- c) $8{,}5.10^{-11}$ mol Na

$8{,}5.10^{-11}$ ~~mol~~ Na x ($6{,}022.10^{23}$ tane /1 ~~mol~~) = $5{,}12.\ 10^{13}$

- Aşağıdakilerden hangisinde en fazla atom vardır?

$6{,}022.10^{23}$ Ni atomları	$6{,}022.10^{23}$ Ni x (1 mol / $6{,}022.10^{23}$ tane) = **1 mol x N_A**
25,0 g azot	25,0 g N_2 x (1 mol / 28 g) = **0,89 mol x N_A**
52,0 g Cr	52,0 g Cr x (1 mol / 52 g) = **1 mol x N_A**
10 cm^3 Fe (d=7,86 g/cm^3)	10 cm^3 Fe x (7,86 g / 1cm^3) x (1 mol / 56 g) = **1,40 mol**x N_A

BÖLÜM 2, Sorular