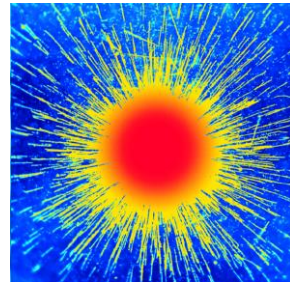


اتم ها، مولکول ها و یون ها

فصل ۲

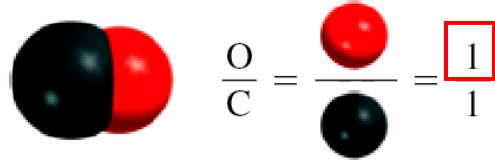


نظریه اتمی دالتون (۱۸۰۸)

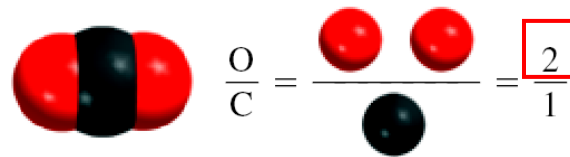
۱. عناصر از ذرات بسیار ریزی بنام **اتم** تشکیل شده اند.
۲. تمام **اتم های** یک عنصر یکسان و همگی یک اندازه اند، جرم و خواص شیمیایی یکسان دارند. اتم های یک عنصر با اتم های سایر عناصر متفاوتند.
۳. **ترکیب ها** از اتم های بیش از یک عنصر تشکیل شده اند. در هر ترکیبی نسبت تعداد اتم های عناصر موجود می تواند یک عدد صحیح و یا یک کسر ساده باشد.
۴. یک **واکنش شیمیایی** تنها شامل جدا شدن، ترکیب شدن یا نوآرایی اتم ها است و منجر به ایجاد و یا از میان رفتن اتم نمی شود.

نظریه اتمی دالتون

Carbon monoxide

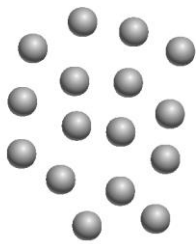


Carbon dioxide

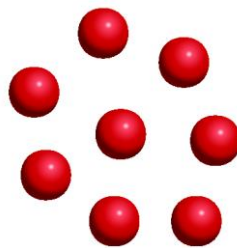


قانون نسبت های چندگانه

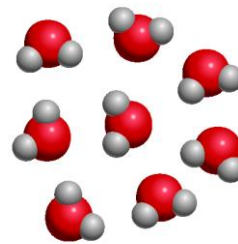
3



Atoms of element X



Atoms of element Y



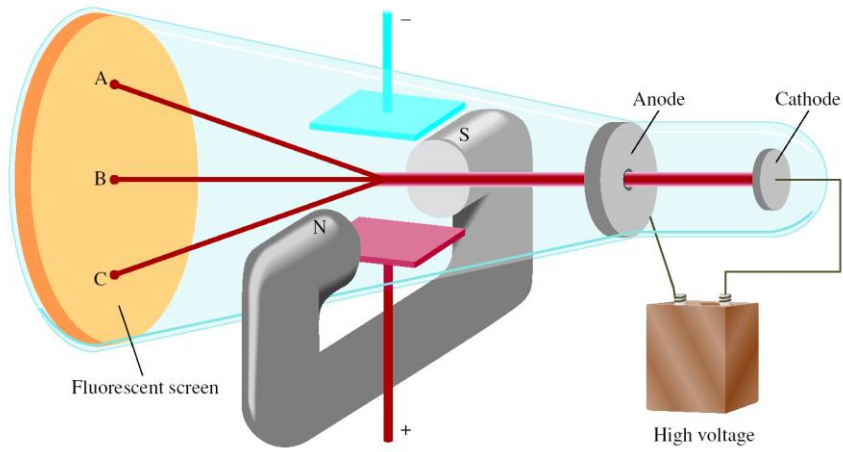
Compounds of elements X and Y



قانون بقای جرم

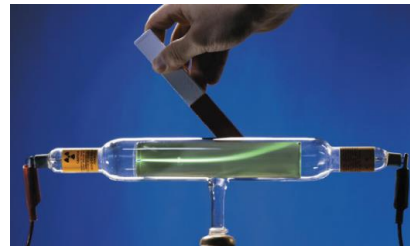
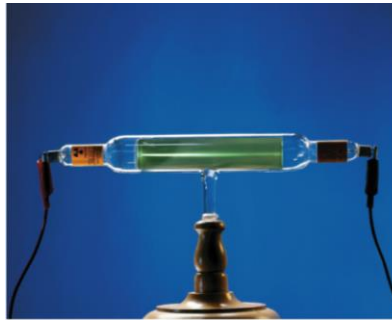
4

لوله پرتو کاتدی

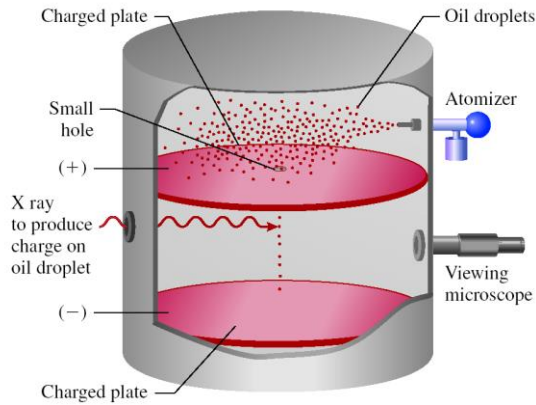


J.J. Thomson, **measured mass/charge of e^-**
(1906 Nobel Prize in Physics) ⁵

لوله پرتو کاتدی



آزمایش میلیکان



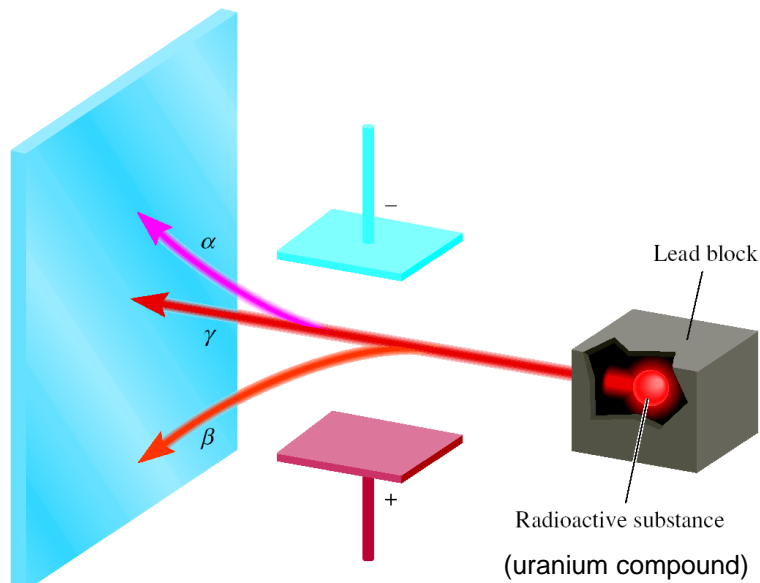
Measured mass of e^-
(1923 Nobel Prize in Physics)

$$e^- \text{ charge} = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Thomson's charge/mass of } e^- = -1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$$

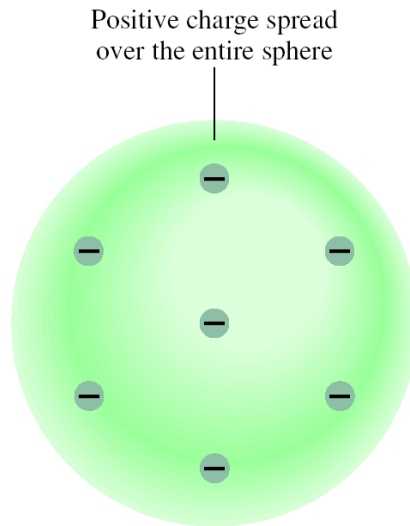
$$e^- \text{ mass} = 9.10 \times 10^{-28} \text{ g}$$

انواع رادیواکتیویته



8

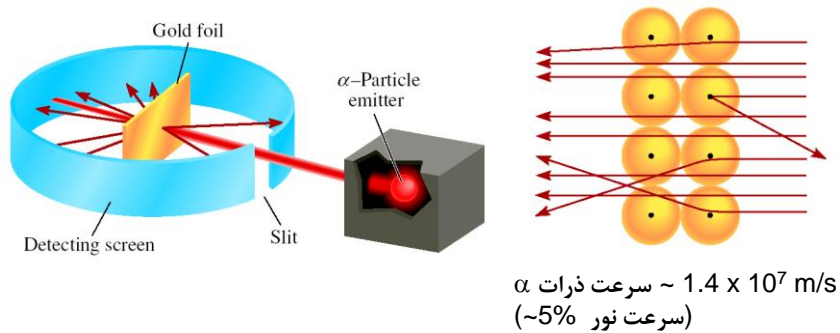
مدل تامسون



9

آزمایش رادرفورد

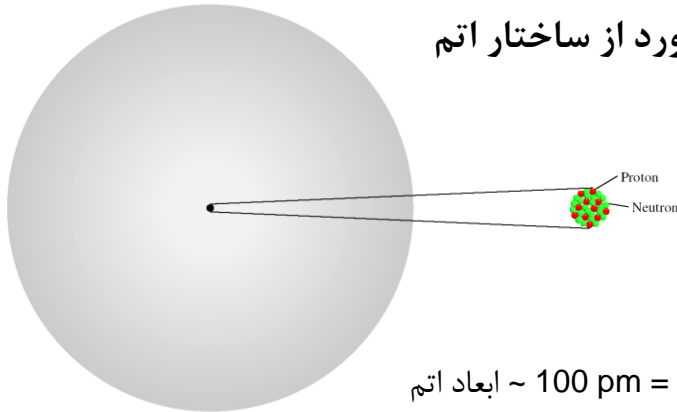
(1908 Nobel Prize in Chemistry)



1. با مثبت اتم ها در هسته متمرکز شده است.
2. پروتون (p) بار مخالف (+) الکترون (-) دارد.
3. جرم پروتون 1840 برابر الکترون است. (1.67×10^{-24} g)

10

مدل رادرفورد از ساختار اتم



ابعاد اتم $\sim 100 \text{ pm} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$

ابعاد هسته $\sim 5 \times 10^{-3} \text{ pm} = 5 \times 10^{-15} \text{ m}$



“If the atom is the Houston Astrodome, then the nucleus is a marble on the 50-yard line.” ¹¹

آزمایش چادویک (۱۹۳۲) (1935 Noble Prize in Physics)

مدل ساختار اتمی رادرفورد یک مسئله مهم را بدون حل باقی گذاشته بود.

H atoms - 1 p; He atoms - 2 p
 mass He/mass H should = 2
 measured mass He/mass H = 4

neutron (n) is neutral (charge = 0)

n mass \sim p mass = $1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$

TABLE 2.1 Mass and Charge of Subatomic Particles

Particle	Mass (g)	Charge	
		Coulomb	Charge Unit
Electron*	9.10938×10^{-28}	-1.6022×10^{-19}	-1
Proton	1.67262×10^{-24}	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	1.67493×10^{-24}	0	0

*More refined measurements have given us a more accurate value of an electron's mass than Millikan's.

$$e^- \text{ جرم} \approx 1840 \times n \text{ جرم} \approx p \text{ جرم}$$

13

عدد اتمی، عدد جرمی و ایزوتوپ ها

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون ها در هسته

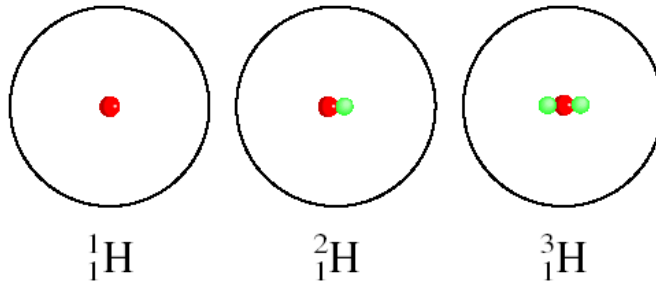
عدد جرمی (A): تعداد پروتون + تعداد نوترون

: عدد اتمی (Z) + تعداد نوترون ها

ایزوتوپ ها: اتم های یک عنصر هستند با تعداد نوترون های متفاوت در هسته.

14

ایزوتوپ های هیدروژن

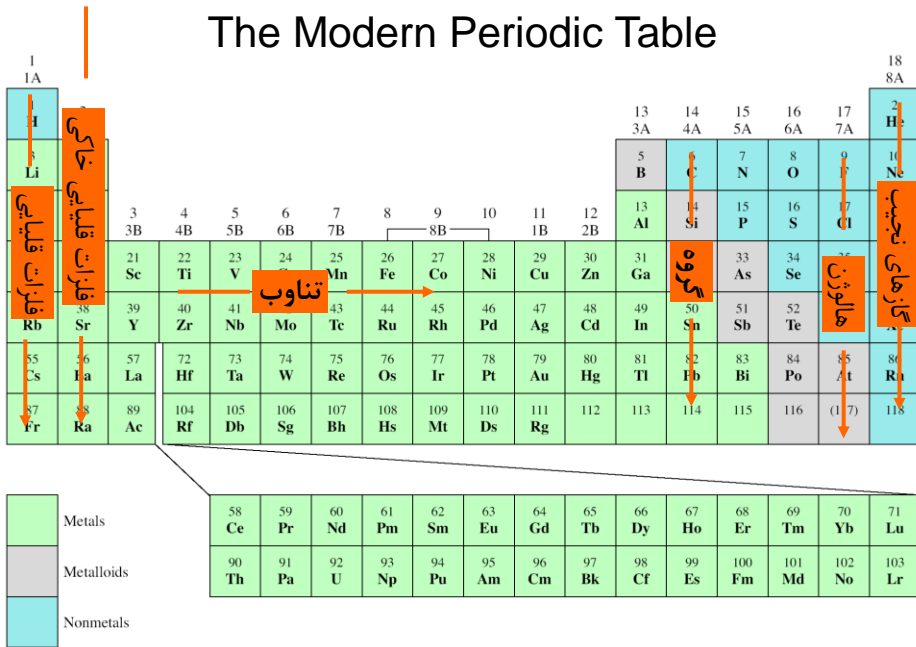


15

How many protons, neutrons, and electrons are in ${}^{14}_6\text{C}$?

How many protons, neutrons, and electrons are in ${}^{11}_6\text{C}$?

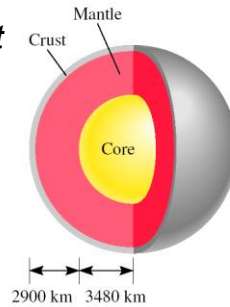
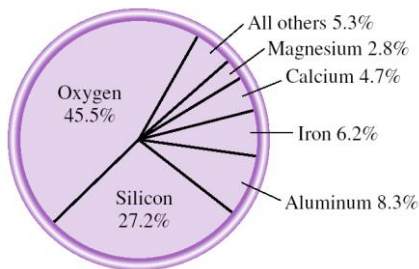
16



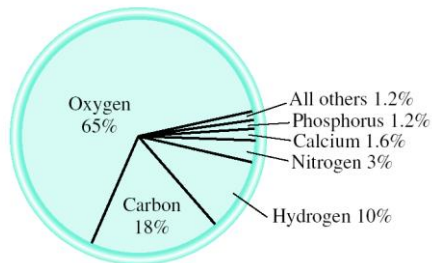
17

Chemistry In Action

Natural abundance of elements in Earth's crust

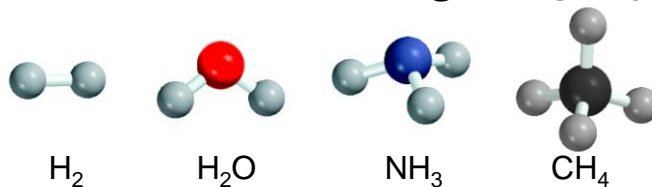


Natural abundance of elements in human body



18

یک مولکول مجموع دو یا چند اتم در یک آرایش مشخص است که به یکدیگر با پیوندهای شیمیایی متصل شده اند.



یک مولکول دو اتمی تنها حاوی دو اتم است.

$\text{H}_2, \text{N}_2, \text{O}_2, \text{Br}_2, \text{HCl}, \text{CO}$

1A	2A														3A	4A	5A	6A	7A	8A
H																	N	O	F	
																		Cl		
																			Br	
																				I

diatomic elements

یک مولکول چند اتمی شامل بیش از دو اتم است.

$\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{NH}_3, \text{CH}_4$

19

یون یک اتم یا یک گروهی از اتم ها است که بار مثبت یا منفی خالص دارند.

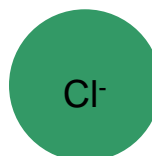
کاتیون: یون با بار مثبت

اگر یک اتم خنثی یک یا تعداد بیشتری الکترون از دست بدهد، تبدیل به کاتیون می شود.



آنیون: یون با بار منفی

اگر یک اتم خنثی یک یا تعداد بیشتری الکترون به دست آورد، تبدیل به آنیون می شود.



20

یون تک اتمی تنها حاوی یک اتم است.
 Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , O^{2-} , Al^{3+} , N^{3-}

یک یون چند اتمی شامل بیش از یک اتم است.
 OH^- , CN^- , NH_4^+ , NO_3^-

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
Li^+												Al^{3+}	C^+	N^{3-}	O^{2-}	F^-	
Na^+	Mg^{2+}				Cr^{2+} Cr^{3+}	Mn^{2+} Mn^{3+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Co^{2+} Co^{3+}	Ni^{2+} Ni^{3+}	Cu^+ Cu^{2+}	Zn^{2+}			P^{3-}	S^{2-}	Cl^-	
K^+	Ca^{2+}									Ag^+	Cd^{2+}				Se^{2-}	Br^-	
Rb^+	Sr^{2+}												Sn^{2+} Sn^{4+}		Te^{2-}	I^-	
Cs^+	Ba^{2+}									Au^+ Au^{3+}	Hg_2^{2+} Hg^{2+}		Pb^{2+} Pb^{4+}				


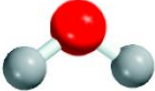
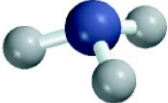
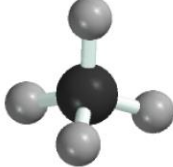
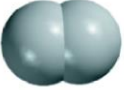
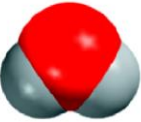
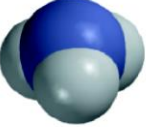
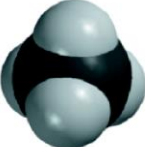
21

How many protons and electrons are in ${}_{13}^{27}\text{Al}^{3+}$?

How many protons and electrons are in ${}_{34}^{78}\text{Se}^{2-}$?

22

فرمول ها و مدل ها

	Hydrogen	Water	Ammonia	Methane
Molecular formula	H_2	H_2O	NH_3	CH_4
Structural formula	$H-H$	$H-O-H$	$\begin{array}{c} H-N-H \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$
Ball-and-stick model				
Space-filling model				

23

یک فرمول مولکولی تعداد دقیق اتم های هر عنصر در کوچکترین واحد یک ماده را نشان می دهد.

یک فرمول تجربی ساده ترین نسبت بین اتم ها در ماده را نشان می دهد.

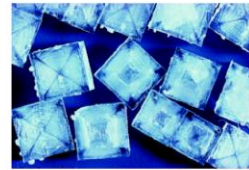
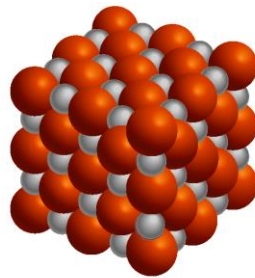
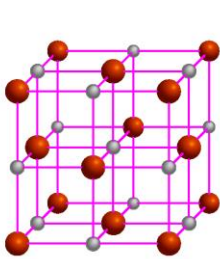
molecular

empirical

24

- ترکیب های یونی از ترکیبی از کاتیون ها و آنیون ها تشکیل شده است.
- فرمول آنها معمولا همان فرمول تجربی است.
- جمع بارها بر روی کاتیون (ها) و آنیون (ها) در هر واحد فرمولی باید برابر صفر باشد.

ترکیب یونی NaCl



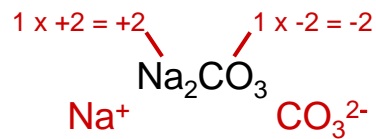
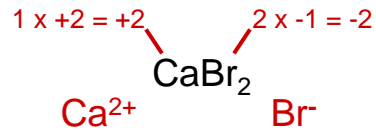
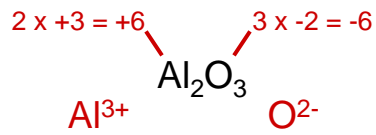
25

1A	2A																	3A	4A	5A	6A	7A	8A	
Li																		Al			N	O	F	
Na	Mg																				S	Cl		
K	Ca																						Br	
Rb	Sr																						I	
Cs	Ba																							

فلزات با بیشترین فعالیت (سبز) و **نافلزات** با بیشترین فعالیت (آبی) با هم ترکیب شده و ترکیب های یونی را تشکیل می دهند.

26

فرمول ترکیب های یونی



27

نامگذاری شیمیایی

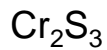
- ترکیب های یونی
 - اغلب یک فلز + یک نافلز
 - در آنیون (نافلز)، به نام عنصر **ید** (ide) اضافه می شود.

28

• ترکیب های یونی فلزات واسطه

– بار روی فلز با اعداد رومی (لاتین) نشان داده می شود

The diagram shows a simplified periodic table with the d-block elements (transition metals) highlighted in green. The groups are labeled as 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, and 1B, 2B.



29

نامگذاری یه (ide) برخی آنیون های تک اتمی متداول با توجه به موقعیت آنها در جدول تناوبی

Group 4A	Group 5A	Group 6A	Group 7A
C carbide (C^{4-})*	N nitride (N^{3-})	O oxide (O^{2-})	F fluoride (F^-)
Si silicide (Si^{4-})	P phosphide (P^{3-})	S sulfide (S^{2-})	Cl chloride (Cl^-)
		Se selenide (Se^{2-})	Br bromide (Br^-)
		Te telluride (Te^{2-})	I iodide (I^-)

*The word "carbide" is also used for the anion C_2^{2-} .

30

TABLE 2.3 Names and Formulas of Some Common Inorganic Cations and Anions

Cation	Anion
aluminum (Al^{3+})	bromide (Br^-)
ammonium (NH_4^+)	carbonate (CO_3^{2-})
barium (Ba^{2+})	chlorate (ClO_3^-)
cadmium (Cd^{2+})	chloride (Cl^-)
calcium (Ca^{2+})	chromate (CrO_4^{2-})
cesium (Cs^+)	cyanide (CN^-)
chromium(III) or chromic (Cr^{3+})	dichromate ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)
cobalt(II) or cobaltous (Co^{2+})	dihydrogen phosphate (H_2PO_4^-)
copper(I) or cuprous (Cu^+)	fluoride (F^-)
copper(II) or cupric (Cu^{2+})	hydride (H^-)
hydrogen (H^+)	hydrogen carbonate or bicarbonate (HCO_3^-)
iron(II) or ferrous (Fe^{2+})	hydrogen phosphate (HPO_4^{2-})
iron(III) or ferric (Fe^{3+})	hydrogen sulfate or bisulfate (HSO_4^-)
lead(II) or plumbous (Pb^{2+})	hydroxide (OH^-)
lithium (Li^+)	iodide (I^-)
magnesium (Mg^{2+})	nitrate (NO_3^-)
manganese(II) or manganous (Mn^{2+})	nitride (N^{3-})
mercury(I) or mercurous (Hg_2^{2+})*	nitrite (NO_2^-)
mercury(II) or mercuric (Hg^{2+})	oxide (O^{2-})
potassium (K^+)	permanganate (MnO_4^-)
rubidium (Rb^+)	peroxide (O_2^{2-})
silver (Ag^+)	phosphate (PO_4^{3-})
sodium (Na^+)	sulfate (SO_4^{2-})
strontium (Sr^{2+})	sulfide (S^{2-})
tin(II) or stannous (Sn^{2+})	sulfite (SO_3^{2-})
zinc (Zn^{2+})	thiocyanate (SCN^-)

*Mercury(I) exists as a pair as shown.

31

ترکیب های مولکولی

- نافلزها یا نافلزها + شبه فلزها
- نام های متداول
- H_2O , NH_3 , CH_4 , -
- دورترین عنصر در سمت چپ یک دوره و نزدیک به انتهای گروه در جدول تناوبی، در ابتدای فرمل قرار می گیرد.
- اگر بیش از یک ترکیب می تواند تشکیل شود از عناصر مشابه، از پیشوندها برای نشان دادن تعداد هر نوع اتم استفاده کنید.
- نام آخرین عنصر به **ید** (*ide*) ختم می شود.

TABLE 2.4

Greek Prefixes Used in Naming Molecular Compounds

Prefix	Meaning
mono-	1
di-	2
tri-	3
tetra-	4
penta-	5
hexa-	6
hepta-	7
octa-	8
nona-	9
deca-	10

32

ترکیب های مولکولی

HI

NF₃

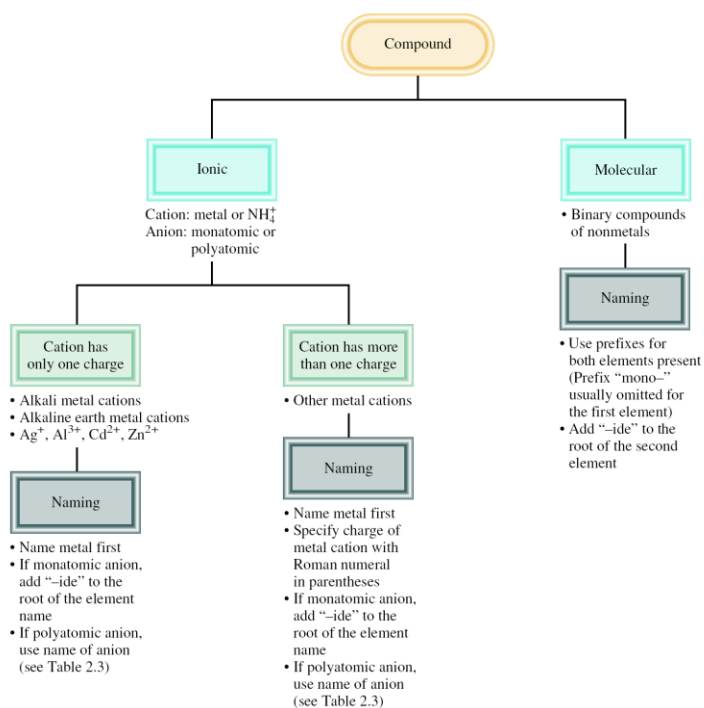
SO₂

N₂Cl₄

NO₂

N₂O

33



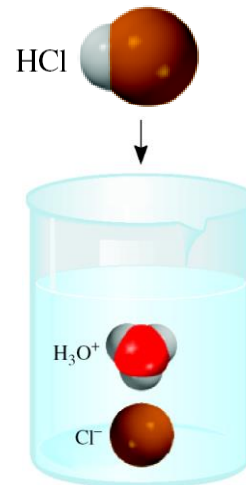
34

اسیدها و بازها

یک **اسید** به عنوان ماده ای تعریف شده که هنگام حل شدن در آب می تواند یون هیدروژن (H^+) تولید کند.

برای مثال: گاز HCl و HCl در آب

• ماده خالص، هیدروژن کلرید

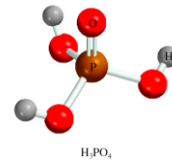
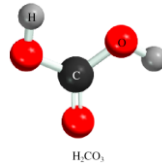
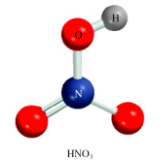


• محلول در آب (H_3O^+ و Cl^-)، هیدروکلریک اسید

TABLE 2.5 Some Simple Acids

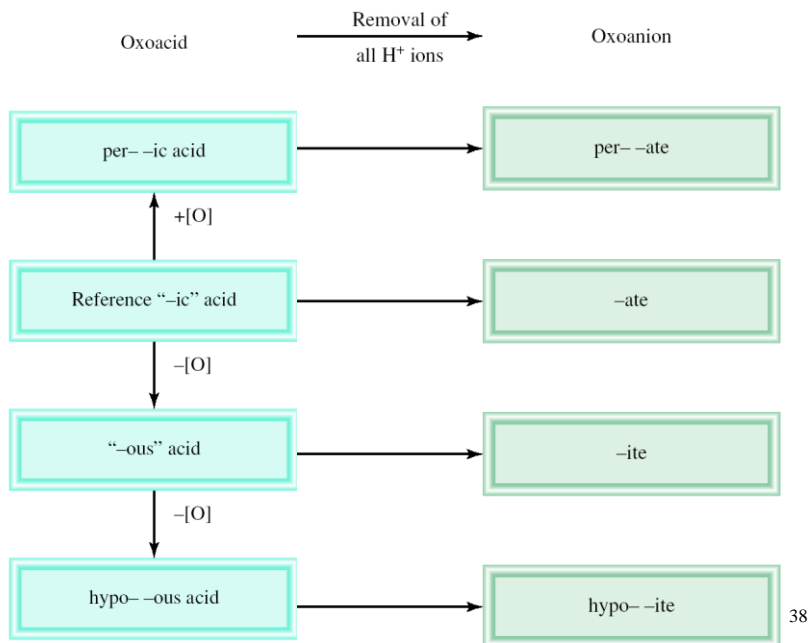
Anion	Corresponding Acid
F^- (fluoride)	HF (hydrofluoric acid)
Cl^- (chloride)	HCl (hydrochloric acid)
Br^- (bromide)	HBr (hydrobromic acid)
I^- (iodide)	HI (hydroiodic acid)
CN^- (cyanide)	HCN (hydrocyanic acid)
S^{2-} (sulfide)	H_2S (hydrosulfuric acid)

اکسواسید: اسیدی است که شامل هیدروژن، اکسیژن و یک عنصر دیگر باشد. در فرمول نویسی این مواد، ابتدا H، عنصر دیگر (اتم مرکزی) و در آخر O نوشته می شود.



37

نامگذاری اکسواسیدها و اکسوآنیون ها



38

قوانین نامگذاری اکسوآنیون ها و آنیون های اکسوآسیدها:

۱. هنگامی که تمام هیدروژن ها از یک /اسید (*ic acid*) حذف شود، نام آنیون به آت (*ate*) ختم می شود.
۲. هنگامی که تمام هیدروژن ها از و /اسید (*ous acid*) حذف شود، نام آنیون به یت (*ite*) ختم می شود.
۳. در نام آنیون های که یک یا تعداد بیشتری از هیدروژن های آنها حذف می شود (نه همه ی هیدروژن ها)، باید تعداد هیدروژن های باقی مانده نوشته شود.

39

TABLE 2.6 Names of Oxoacids and Oxoanions That Contain Chlorine

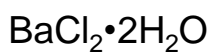
Acid	Anion
HClO ₄ (perchloric acid)	ClO ₄ ⁻ (perchlorate)
HClO ₃ (chloric acid)	ClO ₃ ⁻ (chlorate)
HClO ₂ (chlorous acid)	ClO ₂ ⁻ (chlorite)
HClO (hypochlorous acid)	ClO ⁻ (hypochlorite)

40

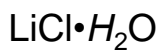
باز ماده ای است که در هنگام حل شدن در آب، یون هیدروکسید (OH^-) تولید می کند.

41

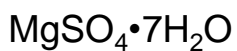
هیدرات ها (آبدار) ترکیباتی هستند که تعداد معینی از مولکول های آب در درون شبکه بلور آنها وجود دارد.



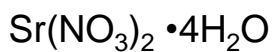
barium chloride dihydrate



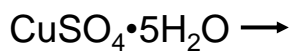
lithium chloride monohydrate



magnesium sulfate heptahydrate



strontium nitrate tetrahydrate



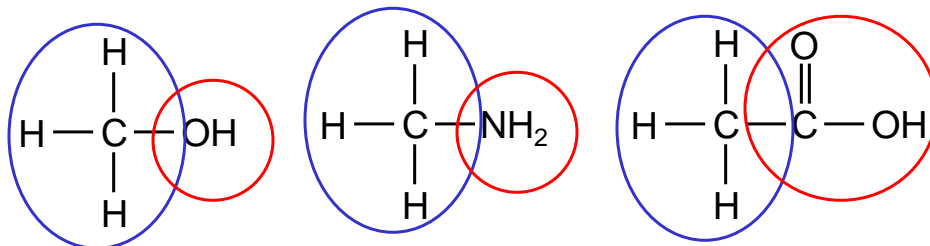
42

نام های متداول و سیستماتیک برخی از ترکیب ها

Formula	Common Name	Systematic Name
H ₂ O	Water	Dihydrogen monoxide
NH ₃	Ammonia	Trihydrogen nitride
CO ₂	Dry ice	Solid carbon dioxide
NaCl	Table salt	Sodium chloride
N ₂ O	Laughing gas	Dinitrogen monoxide
CaCO ₃	Marble, chalk, limestone	Calcium carbonate
CaO	Quicklime	Calcium oxide
Ca(OH) ₂	Slaked lime	Calcium hydroxide
NaHCO ₃	Baking soda	Sodium hydrogen carbonate
Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O	Washing soda	Sodium carbonate decahydrate
MgSO ₄ · 7H ₂ O	Epsom salt	Magnesium sulfate heptahydrate
Mg(OH) ₂	Milk of magnesia	Magnesium hydroxide
CaSO ₄ · 2H ₂ O	Gypsum	Calcium sulfate dihydrate

43

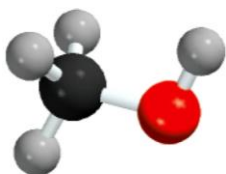
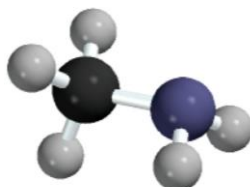
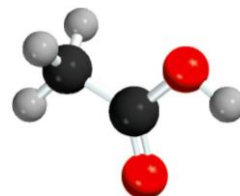
شیمی آلی شاخه ای از شیمی می باشد که با ترکیب های کربن سروکار دارد.
گروههای عاملی



methanol

methylamine

acetic acid

CH₃OHCH₃NH₂CH₃COOH

44

ده آلکان اول راست زنجیر

Name	Formula	Molecular Model
Methane	CH ₄	
Ethane	C ₂ H ₆	
Propane	C ₃ H ₈	
Butane	C ₄ H ₁₀	
Pentane	C ₅ H ₁₂	
Hexane	C ₆ H ₁₄	
Heptane	C ₇ H ₁₆	
Octane	C ₈ H ₁₈	
Nonane	C ₉ H ₂₀	
Decane	C ₁₀ H ₂₂	

45