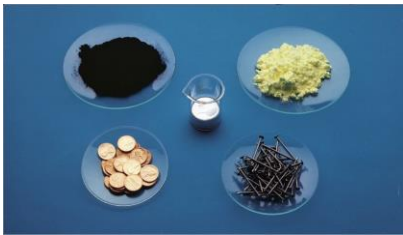


روابط جرمی در واکنش های شیمیایی

فصل ۳



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

جهان میکرو
اتم ها و مولکول ها



جهان ماکرو
گرم

جرم یک اتم بر حسب واحدهای جرم اتمی amu (atomic mass units) را **جرم اتمی** گویند.

با این تعریف:

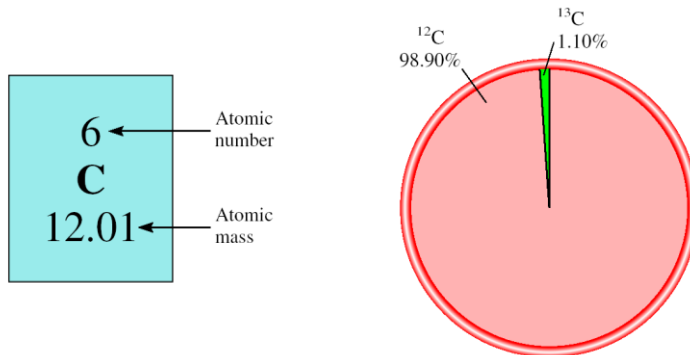
1 atom ^{12}C "weighs" 12 amu

در این مقیاس

$^1\text{H} = 1.008 \text{ amu}$

$^{16}\text{O} = 16.00 \text{ amu}$

متوسط تمام ایزوتوپ های طبیعی یک عنصر را **جرم اتمی میانگین** گویند.



3

فراوانی طبیعی ایزوتوپ های لیتیم برابر است با:

7.42% ^6Li (6.015 amu)

92.58% ^7Li (7.016 amu)

جرم اتمی میانگین لیتیم برابر است با:

$$\frac{7.42 \times 6.015 + 92.58 \times 7.016}{100} = 6.941 \text{ amu}$$

4

1 IA																										18 SA	
1 H Hydrogen 1.008																2 He Helium 4.003											
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012															5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16.00	9 F Fluorine 19.00	10 Ne Neon 20.18						
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31	3B	4B	5B	6B	7B	8	9	10	11B	12B	13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur 32.07	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.95										
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 52.00	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.59	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 83.80										
37 Rb Rubidium 85.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.1	45 Rh Rhodium 102.9	46 Pd Palladium 106.4	47 Ag Silver 107.9	48 Cd Cadmium 112.4	49 In Indium 114.8	50 Sn Tin 118.7	51 Sb Antimony 121.8	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.9	54 Xe Xenon 131.3										
55 Cs Cesium 132.9	56 Ba Barium 137.3	57 La Lanthanum 138.9	72 Hf Hafnium 178.5	73 Ta Tantalum 180.9	74 W Tungsten 183.9	75 Re Rhenium 186.2	76 Os Osmium 192.2	77 Ir Iridium 192.2	78 Pt Platinum 195.1	79 Au Gold 197.0	80 Hg Mercury 200.6	81 Tl Thallium 204.4	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.0	84 Po Polonium (210)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)										
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinium (227)	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (261)	106 Sg Seaborgium (263)	107 Bh Bohrium (262)	108 Hs Hassium (265)	109 Mt Meitnerium (266)	110 Ds Darmstadtium (269)	111 Rg Roentgenium (272)	112	113	114	115	116	(117)	118										
Metals																											
Metalloids																											
Nonmetals																											
58 Ce Cerium 140.1	59 Pr Praseodymium 140.9	60 Nd Neodymium 144.2	61 Pm Promethium (147)	62 Sm Samarium 150.4	63 Eu Europium 152.0	64 Gd Gadolinium 157.3	65 Tb Terbium 158.9	66 Dy Dysprosium 162.5	67 Ho Holmium 164.9	68 Er Erbium 167.3	69 Tm Thulium 168.9	70 Yb Ytterbium 173.0	71 Lu Lutetium 175.0														
90 Th Thorium 232.0	91 Pa Protactinium (231)	92 U Uranium 238.0	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (242)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (249)	99 Es Einsteinium (254)	100 Fm Fermium (253)	101 Md Mendelevium (256)	102 No Nobelium (254)	103 Lr Lawrencium (257)														

جرم اتمی میانگین (6.941)

Atomic number
Atomic mass

5

مول (mol): واحد شمارش تعداد ذرات.

12 = دو جین



2 = جفت

مول (mol): مقدار ماده ای است که شامل تعداد ذرات بنیادی (اتم ها، مولکول ها و یا اجزای دیگر) دقیقاً برابر با اتم های موجود در ۱۲ گرم ایزوتوپ کربن-۱۲ می باشد.

$$1 \text{ mol} = N_A = 6.0221367 \times 10^{23}$$

Avogadro's number (N_A)

6

جرم مولی، جرم ۱ مول از **تخم مرغ** **کفش** **اتم** بر حسب گرم است.

$$1 \text{ mole } ^{12}\text{C atoms} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atoms} = 12.00 \text{ g}$$

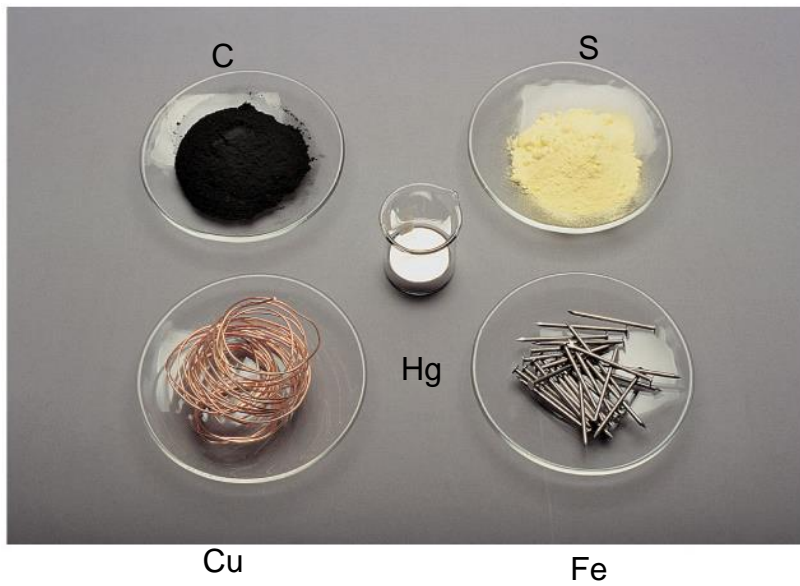
$$1 \text{ mole } ^{12}\text{C atoms} = 12.00 \text{ g } ^{12}\text{C}$$

$$1 \text{ mole lithium atoms} = 6.941 \text{ g of Li}$$

برای هر عنصری
atomic mass (amu) = molar mass (grams)

7

یک مول از:



8

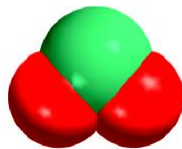
چه تعداد اتم در ۰/۵۵۱ گرم از عنصر پتاسیم وجود دارد؟

$$1 \text{ mol K} = 39.10 \text{ g K}$$

$$1 \text{ mol K} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atoms K}$$

9

جرم مولکولی (وزن مولکولی)، مجموع جرم های اتمی (بر حسب amu) در یک مولکول است.



SO₂

1S	32.07 amu	
2O	+ 2 x 16.00 amu	
SO ₂	<u>64.07 amu</u>	

برای هر مولکول

(grams) جرم مولی = (amu) جرم مولکولی

$$1 \text{ molecule SO}_2 = 64.07 \text{ amu}$$

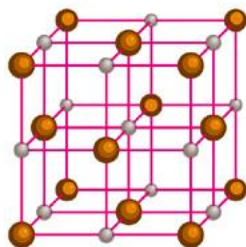
$$1 \text{ mole SO}_2 = 64.07 \text{ g SO}_2$$

10

چه تعداد اتم H در ۷۲/۵ گرم از C_3H_8O وجود دارد؟

11

Formula mass is the sum of the atomic masses (in amu) in a formula unit of an ionic compound.



NaCl

1Na	22.99 amu
1Cl	+ 35.45 amu
NaCl	<u>58.44 amu</u>

For any ionic compound
formula mass (amu) = molar mass (grams)

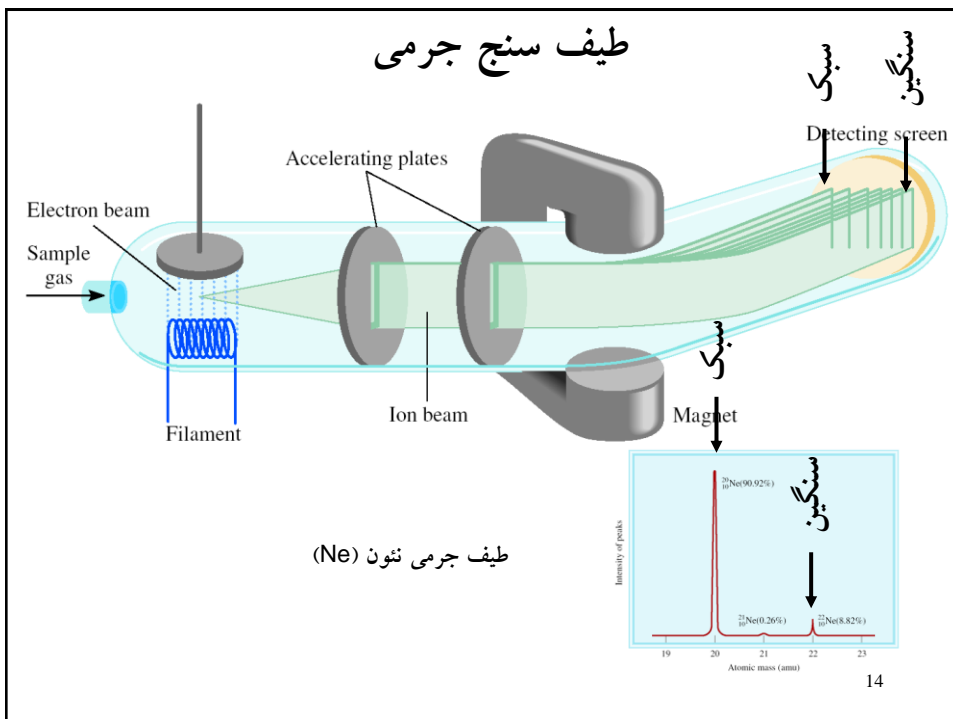
$$1 \text{ formula unit NaCl} = 58.44 \text{ amu}$$

$$1 \text{ mole NaCl} = 58.44 \text{ g NaCl}$$

12

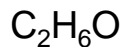
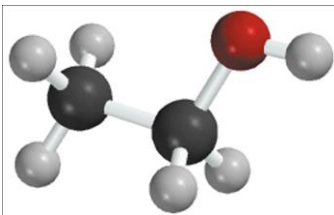
What is the formula mass of $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$?

13



$$\text{ترکیب درصد یک عنصر در یک ترکیب} = \frac{\text{جرم مولی عنصر } n \times}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100\%$$

n تعداد مول های عنصر در یک مول (1 mol) ترکیب است.



$$\%C = \frac{2 \times (12.01 \text{ g})}{46.07 \text{ g}} \times 100\% = 52.14\%$$

$$\%H = \frac{6 \times (1.008 \text{ g})}{46.07 \text{ g}} \times 100\% = 13.13\%$$

$$\%O = \frac{1 \times (16.00 \text{ g})}{46.07 \text{ g}} \times 100\% = 34.73\%$$

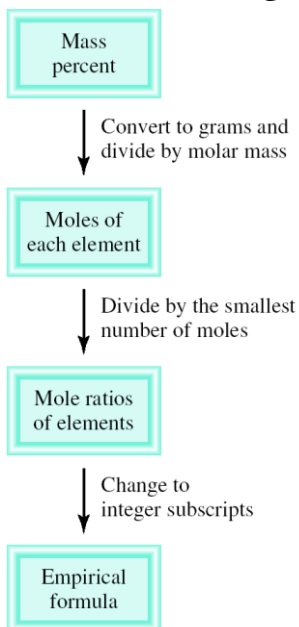
$$52.14\% + 13.13\% + 34.73\% = 100.0\%$$

15

ترکیب درصد و فرمول تجربی

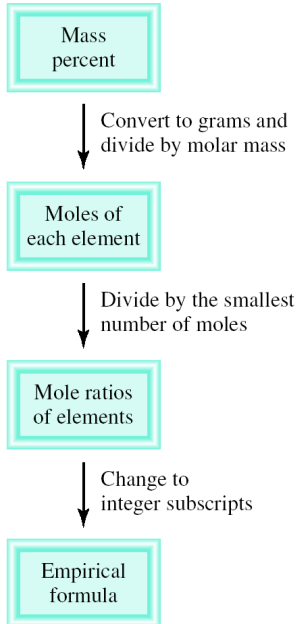
فرمول تجربی ترکیبی را که دارای ترکیب درصد عناصر زیر می باشد را مشخص کنید:

K 24.75, Mn 34.77, O 40.51 percent.

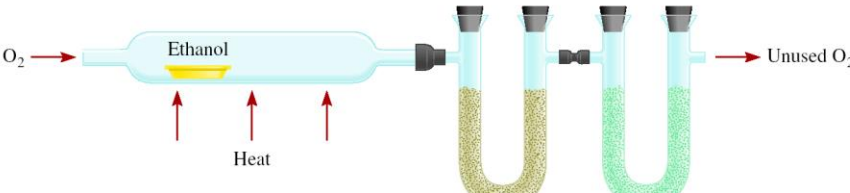


16

ترکیب درصد و فرمول تجربی



17



Combust 11.5 g ethanol
Collect 22.0 g CO₂ and 13.5 g H₂O

g CO₂ → mol CO₂ → mol C → g C 6.0 g C = 0.5 mol C
g H₂O → mol H₂O → mol H → g H 1.5 g H = 1.5 mol H
g of O = g of sample – (g of C + g of H) 4.0 g O = 0.25 mol O

فرمول تجربی C_{0.5}H_{1.5}O_{0.25}
تقسیم بر کوچکترین زیرنویس (0.25)
فرمول تجربی C₂H₆O

18

فرایندی که در آن یک ماده یا بیشتر، به یک ماده جدید یا بیشتر تغییر پیدا می کند را **واکنش شیمیایی** گویند.

در یک معادله شیمیایی از نمادهای شیمیایی برای بیان آنچه که در طول یک واکنش شیمیایی رخ می دهد، استفاده می کنند.

محصولات \longrightarrow واکنش دهنده ها

3 ways of representing the reaction of H_2 with O_2 to form H_2O

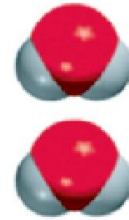
Two hydrogen molecules + One oxygen molecule \longrightarrow Two water molecules



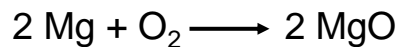
+

 \longrightarrow 

+

 \longrightarrow 

چگونه معادلات شیمیایی را می خوانیم.



2 atoms Mg + 1 molecule O_2 makes 2 formula units MgO

2 moles Mg + 1 mole O_2 makes 2 moles MgO

48.6 grams Mg + 32.0 grams O_2 makes 80.6 g MgO

NOT

2 grams Mg + 1 gram O_2 makes 2 g MgO

موازنه معادلات شیمیایی

1. فرمول صحیح واکنشگرها را در سمت چپ و فرمول صحیح محصولات را در سمت راست معادله شیمیایی بنویسید.

اتان با اکسیژن واکنش می دهد، دی اکسید کربن و آب تشکیل می شود.



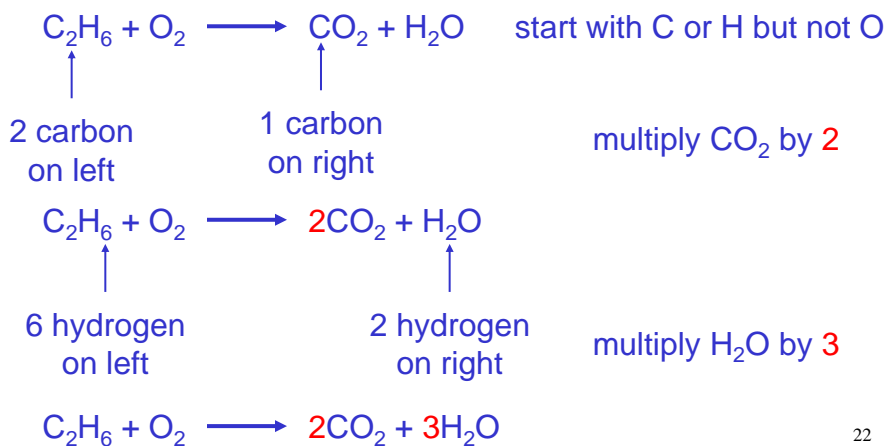
2. با استفاده از ضرایب متفاوت سعی کنید که تعداد اتم های هر عنصر را در دو طرف معادله برابر کنید. می توان ضرایب (اعدادی که در پشت فرمول ها) را تغییر داد، اما نمی توان زیروندها (اعداد داخل فرمول) را تغییر داد. زیرا با تغییر زیروندها نوع ماده تغییر می کند.



21

موازنه معادلات شیمیایی

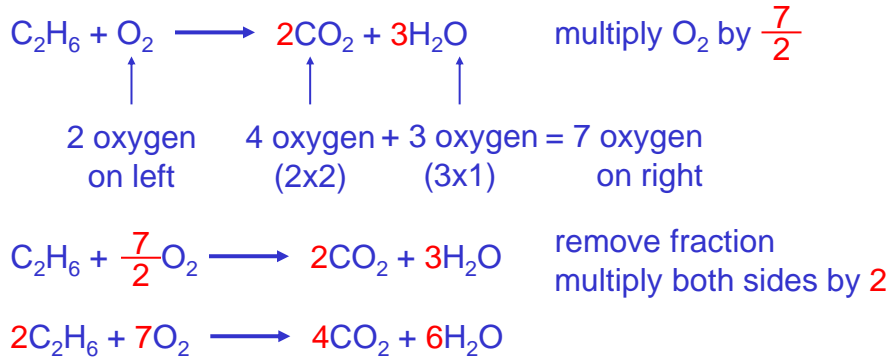
3. موازنه را با عناصری که فقط در یک واکنشگر، و در یک محصول وجود دارند شروع کنید.



22

موازنه معادلات شیمیایی

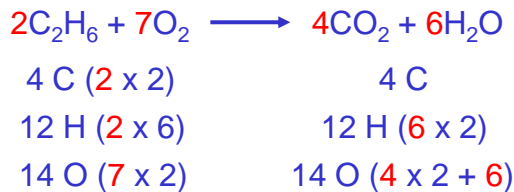
4. عناصری که در دو فرمول یا بیشتر در هر طرف از معادله ظاهر شده اند را موازنه کنید.



23

موازنه معادلات شیمیایی

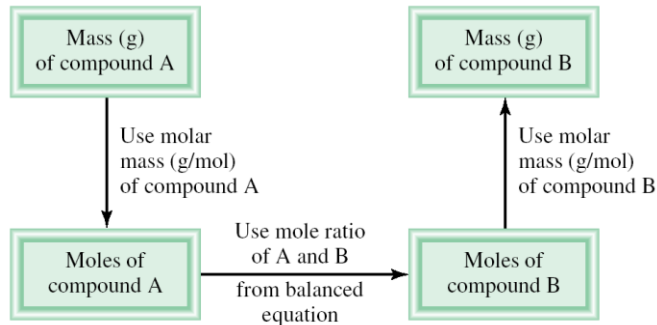
5. معادله موازنه شده را کنترل کنید تا از تساوی تعداد اتم ها در دو طرف معادله مطمئن شوید.



واکنشگرها	محصولات
4 C	4 C
12 H	12 H
14 O	14 O

24

مقدار واکنشگرها و محصولات



1. معادله شیمیایی موازنه شده را بنویسید.
2. مقادیر مواد داده شده را به مول تبدیل کنید.
3. در معادله موازنه شده، از نسبت های مولی برای محاسبه تعداد مول های کمیت خواسته شده استفاده کنید.
- 4²⁵ تعداد مول های کمیت خواسته شده را به واحد مورد انتظار تبدیل کنید.

متانول در هوا طبق معادله زیر می سوزد:



اگر ۲۰۹ گرم متانول در احتراق استفاده شده باشد، چند گرم آب تولید می شود؟

grams CH_3OH \longrightarrow moles CH_3OH \longrightarrow moles H_2O \longrightarrow grams H_2O

جرم مولی
 CH_3OH

نسبت های مولی
معادله شیمیایی

جرم مولی
 H_2O

واکنشگر محدود کننده:

Reactant used up first in the reaction.

$$2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$$

NO is the limiting reagent

O₂ is the excess reagent

Before reaction has started

After reaction is complete

● NO
 ●● O₂
 ● ●● NO₂

27

در یک فرایند ۱۲۴ گرم از Al با ۶۰۱ گرم از Fe₂O₃ واکنش می دهد:

$$2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$$

جرم Al₂O₃ تشکیل شده را محاسبه کنید.

g Al \longrightarrow mol Al \longrightarrow مورد نیاز mol Fe₂O₃ \longrightarrow g Fe₂O₃ مورد نیاز

OR

g Fe₂O₃ \longrightarrow mol Fe₂O₃ \longrightarrow مورد نیاز mol Al \longrightarrow g Al مورد نیاز

28

راندمان واکنش

مقدار تئوری: مقدار محصولی که اگر تمام واکنش دهنده محدود کننده واکنش دهد، تولید می شود.

مقدار تجربی: مقدار محصولی که در واقع از واکنش به دست می آید.

$$\% \text{راندمان} = \frac{\text{مقدار تجربی}}{\text{مقدار تئوری}} \times 100\%$$