

第三章 原子与分子

道尔顿原子学说 (Dalton's atomic theory)

- 物质是由不能再分割的微粒-原子组成
- 原子不能被消灭，也不能被创造
- 同种原子的质量、大小和其它的性质都相同，不同种原子的质量、大小和其它的性质都不相同
- 在化学反应里，原子只能以简单的整数比结合

阿伏伽德罗分子学说

- 分子是保持物质化学性质的最小微粒
- 同种物质的分子性质相同，不同种物质的分子性质不同
- 分子不是静止的，而是处在不断运动的状态中
- 分子之间有一定的间隔

物质组成及化学应用中的基本定律

物质不灭定律 (law of conservation of mass)	质量守恒定律 在一个化学反应里，物质即不能被消灭，也不能被创造 参加化学反应的各物质的总质量一定等于反应后生成物的总质量 在化学变化中，各反应物分子中的原子重新组合生成物的分子 原子种类没有改变，原子数目和质量也没有增减
定比定律 (law of definite proportions)	任何纯净的化合物都有固定的组成 化合物之所以具有固定的组成，是由于在每一种化合物的分子里，组成它的每一种元素的原子都有一定的数目，每一种元素的原子又具有一定的质量
倍比定律 (law of multiple proportions)	AB 两种元素能互相化合而生成几种不同的化合物，在这些化合物中与一定量 A 元素相化合的 B 元素质量，互成简单的整数比 如：CO, CO ₂ ; SO ₂ , SO ₃

原子的构成

原子核	带正电		
	质子	正电	$1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$
	中子	不带电	$1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$
核外	带负电的电子,质量为质子的 $\frac{1}{1836}$		
原子不显电性, 所以原子所含的电子数和质子数相同			

离子

正离子	当原子失去电子时, 带正电荷
负离子	当原子得到电子时, 带负电荷

相对原子质量

- 质谱仪 mass spectrometer: 可以精确测量原子质量的仪器
- 1973 年, 国际计量局采用 1 个 ^{12}C 原子的质量的 $\frac{1}{12}$ 作为标准, 其他元素原子的质量跟它相比所得的数值, 为元素的相对原子质量 (Relative atomic mass), 符号为 Ar

$$Ar = \frac{mA}{\frac{1}{12}m(^{12}\text{C})}$$

分子式

- 元素符号表示物质组成的式子如 H_2O , CO_2 , O_2
- 表示物质的组成和分子的组成
- 如 H_2O 由两个氢原子和一个氧原子组成

实验式(Empirical formula)

- 也称最简式, 只表示物质中所含的原子种类和原子的个数比
- 如 NaCl 表示氯化钠晶体中的钠离子和氯离子个数比 1: 1, 金刚石 C 或铁 Fe 内没有单个分子

结构式(structural formula)

- 用短线表示分子里直接相连的原子间结合情况

- 如有机化合物 (甲烷 $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ CH_4)

式量 (formula mass)

- 化学式中个原子的相对原子量的总和
- 相对分子质量(Mr)是一分子中各原子的相对原子量的总和
- 例如: 氯化钠的式量 $\text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$

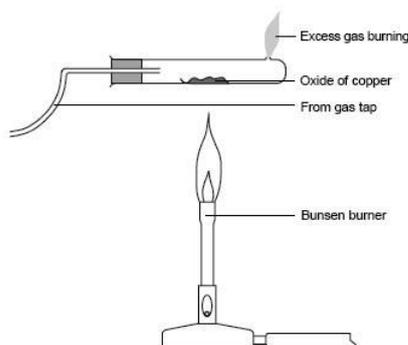
化合价

- 某元素的原子跟一定数目与其他元素的原子化合的能力

元素	化合价	元素	化合价
氢	+1	铜	+2, +1
钾	+1	铁	+3, +2
钠	+1	铝	+3
钙	+2	氯	-1
镁	+2	氧	-2
锌	+2	硫	-2

实验 (以物质各成分元素的质量来确定化学式)

1. 在一个瓷舟皿中放些铜粉, 用分析天平称得其质量后, 将瓷舟皿放到一个硬质玻璃管中, 加热至高温, 通入纯净的氧气
2. 铜和氧化合生成黑色氧化铜 (II)
3. 停止加热, 将瓷舟皿取出称量, 再将瓷舟皿放到玻璃管中, 通入氧气加热至高温
4. 重复直称的氧化铜 (II) 质量不再变化为止



实验测得的数据

1.瓷舟皿的质量	8.428g
2.瓷舟皿加铜粉的质量	9.278g
3.高温加热后, 瓷舟皿加氧化铜 (II) 的质量	9.488g
(2) - (1) 铜粉的质量	0.850g
(3) - (1) 氧化铜 (II) 的质量	1.060g
(3) - (2) 氧的质量	0.210g

实验式

原子	铜	氧
质量	0.850	0.210
Ar	63.5	16
个数比	$\frac{0.850}{63.5} = 0.013$	$\frac{0.210}{16} = 0.013$
比例	1	1
化学式	CuO	

摩尔(mole)

- 作为计量分子、原子、离子等微粒的“物质的量”amount of substance 的单位
- 计量微粒 1 mol C, 1 mol O, 1 mol H⁺, 0.5 mol CO₂, 0.25mol SO₄²⁻, 3 mol 质子

阿伏伽德罗常数 (Avogadro constant), N_A

- 每 0.012 kg ¹²C 含有碳原子数量约 6.02×10^{23} , 为 1 摩
- $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- 粒子数 N, $n = \frac{N}{N_A}$
- 1 mol 物质的质量, 当单位为 g 时, 数据上等于这个物质的 Mr 或 Ar

摩尔质量

- 单位物质的量的物质所具有的质量
- 符号 M, 单位 g/mol, 数值上等于相对原子/分子质量

- 如 $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol}$
- 质量 m , 摩尔质量 M , 物质的量 n

$$m = M \cdot n$$

$$n = \frac{m}{M}$$

气体摩尔体积

- 1 mol 固液物质不同, 体积不同
- 1 mol 气物质不同, 体积大致相同
- 影响体积的因素
 - 微粒数
 - 微粒大小
 - 间隔大小
- 微粒数相同时
 - 若微粒距离很小, 主要与大小有关
 - 若微粒距离很大, 主要与距离有关
- 气体物质, 若微粒距离一定, 则体积大致相等
- 影响气体微粒间距离的外界因素: 温度、压强
- 标准: 0°C , 101KPa , STP: 标准状况
- 单位物质的量的气体所占的体积, 符号: V_m

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{m}{M} = \frac{n}{N_A}$$

- 单位: L/mol
- STP 下, $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$

Molar Volume at STP

