

GZ

高中化学基础

山东教育出版社

高中化学基础

钟岱峰 郭春生 王忠政 编
孙宝善 王圣元

山东教育出版社

一九八四年·济南

高中化学基础

钟岱峰 郭春生 王忠政 编
孙宝善 王圣元

*

山东教育出版社出版
(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东人民印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 10.75印张 226千字
1983年12月新1版 1984年6月第2次印刷
印数 33,501—81,300

书号 7275·211 定价 0.95 元

说 明

为了加强高中学生的双基训练，帮助社会青年系统地学习高中阶段的基础知识，我们在原有的基础上修订了高中政治、语文、数学、物理、化学、历史、地理、英语、生物等基础读物。

这套书中的每一种分若干专题（或章）。每个专题包括“基础知识”、“重点和方法”、“习题”三部分，编写力求系统、完整、简明、通俗，并注意指导读者运用科学的方法，抓住重点、难点，系统地进行学习，以便掌握各科的基础知识和基本技能，提高运用各科知识的能力。

《高中化学基础》包括“基本概念”、“基本理论”、“元素及其化合物”、“有机化学”、“化学实验”五个部分。

因水平所限，书中难免有缺点错误，恳请读者批评指正。

编 者

一九八三年九月

目 录

第一部分 基本概念

一、物质的组成	2
二、化学量	7
三、物质的变化	9
四、溶液和胶体	18

第二部分 基本理论

一、物质结构和元素周期律	56
二、电离理论	87
三、化学反应速度和化学平衡	116

第三部分 元素及其化合物

一、无机物的分类	141
二、氢、水	143
三、卤素	145
四、氧族元素	149
五、氮族元素	154
六、碳族元素	160
七、金属概述	164
八、碱金属	166
九、镁、铝	168

十、过渡元素.....	171
-------------	-----

第四部分 有机化学

一、有机化学的基本理论和基本概念.....	220
二、重要有机物的分类、性质、制法、 用途及相互关系.....	229

第五部分 化学实验

一、常用仪器.....	262
二、实验基本操作和技能.....	263
三、物质的保存和检验.....	270
四、物质的提纯和分离.....	279
五、几种气体的实验室制取.....	280
六、定量实验概述.....	284
七、简单的实验设计.....	284

第六部分 综合习题

一、综合习题.....	307
二、部分习题答案.....	329

第一部分 基本概念

【学习要点和方法】

第一、基本概念是化学的基础知识，要系统地掌握、牢固地记忆、并能灵活运用；要以基本概念为依据，解释现象，分析变化和推导理论。

第二、对物质的组成，原子、分子、单质、化合物、纯净物、混和物等基本概念，可用分析对比的方法去理解、记忆，既要找出它们的区别，又要弄清它们之间的内在联系。尤其要应用微观理论（原子、分子、离子的观点）解释事实，以进一步加深对上述概念的理解，熟练掌握。

第三、化学用语是学好化学的工具，要熟练掌握。化学方程式是学习化学的重点和关键，要明确其意义，掌握书写化学方程式的一般规律和特点，书写要正确。在根据化学方程式的计算中，对各种化学量要应用得当，加强计算技能的训练。

第四、溶液以溶解平衡和溶解度为重点。在理解溶解平衡的前提下，掌握溶解和结晶，饱和溶液与不饱和溶液，溶解度等概念。掌握溶解度、溶液的百分比浓度、摩尔浓度、当量浓度的定义、单位及其相互间的换算。

【基础知识】

一、物质的组成

(一) 分子、原子和离子

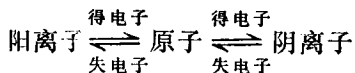
物质由分子、原子或离子构成。如：水由水分子构成，金刚石由碳原子构成，食盐由钠离子和氯离子构成。

1. 分子 分子是保持物质化学性质的一种微粒。分子在不断运动，分子间有间隔。

2. 原子 原子是化学反应中的最小微粒。它是构成分子的微粒，在化学反应中不能再分。原子也在不断地运动。

3. 离子 带电荷的原子或原子团叫离子。带正电荷的叫阳离子 (NH_4^+ 、 K^+)，带负电荷的叫阴离子 (SO_4^{2-} 、 Cl^-)。

离子和原子通过得失电子能相互转化：



(二) 元素、元素符号和同位素

1. 元素 具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称为元素。

元素代表原子的种类，原子是元素的微粒。元素只能论种类，不能论个数；原子既可论种类，又可论个数。在宏观上，物质由元素组成，在微观上，分子由原子组成。

元素存在的形式有两种：一种是游离态，即单质；一种是化合态，即在化合物中存在。

2. 元素符号 化学上采用不同的符号表示各种元素，这种符号，叫做元素符号。元素符号表示一种元素，还表示这种元素的一个原子。

元素符号周围附加数字的意义，例如：

2Cl 代表2个独立存在的氯原子。

Cl_2 代表一个氯分子由两个氯原子组成。

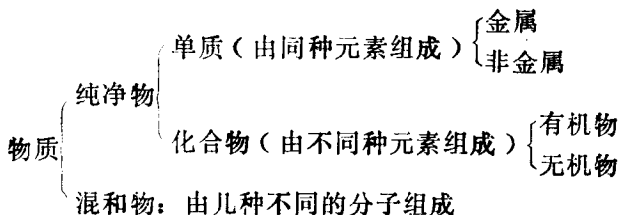
$^{35}_{17}\text{Cl}$ 代表氯原子的质子数17，质量数35。

S^{+6} 代表硫的化合价为+6。

S^{2-} 代表硫离子带2个负电荷。

3. 同位素 质子数相同而中子数不同的同一元素的原子互称同位素。同位素在周期表中位置相同，化学性质也相同。如氢的同位素有 ^1H （氕）、 ^2H （氘）、 ^3H （氚）。

（三）物质的分类



（四）化合价和分子式

1. 化合价 一定数目的一种元素的原子跟一定数目的其它元素的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。

（1）化合价的确定：

①在单质中，化合价为0。

②在离子化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子得失电子的数目。失去电子的原子显正价，得到电子的原子显负价。

③在共价化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子跟其他元素的原子形成的共用电子对的数目。电

子对偏向哪种原子，哪种原子显负价；电子对偏离哪种原子，哪种原子显正价。

(2) 变价：有些元素在跟不同的元素化合时，或跟同种元素化合因条件不同而表现出不同的化合价，这叫变价。

如铁与氯气反应铁显 + 3 价；铁与盐酸反应铁显 + 2 价。硫与钠反应显 - 2 价；硫与氧反应显 + 4 价。

(3) 根价：有些原子团显正价或负价称为根价。如一些常见根的化合价：

名 称	铵 根	氢氧根	硝酸根	磷酸根	碳酸根	亚硫酸根	高锰酸根
离子符号	NH_4^+	OH^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	CO_3^{2-}	SO_3^{2-}	MnO_4^-
根化合价	+ 1	- 1	- 1	- 3	- 2	- 2	- 1

名 称	氢硫酸根	盐酸根	高氯酸根	硫酸根	硅酸根	次氯酸根	偏铝酸根
离子符号	S^{2-}	Cl^-	ClO_4^-	SO_4^{2-}	SiO_3^{2-}	ClO^-	AlO_2^-
根化合价	- 2	- 1	- 1	- 2	- 2	- 1	- 1

(4) 化合价法则：在化合物里正、负化合价的代数和等于零。根据这一法则可以判断未知元素的化合价。

2. 分子式 用元素符号表示物质分子组成的式子叫分子式。

各种物质的分子式是通过实验的方法测定的。一种物质只有一个分子式。不能随意编造分子式。

(1) 分子式的写法：

①单质分子式写法：惰性气体是由单原子组成的，只写元素符号；金属和固态非金属单质结构复杂，也用元素符号表示。双原子或多原子分子在元素符号右下方注明原子个数。如氧气、臭氧、碘可写作 O_2 、 O_3 、 I_2 。

②化合物分子式写法：一般是正价元素写在左边，负价元素写在右边。根据正、负化合价代数和等于零，将正价数值写在负价元素右下角，将负价数值写在正价元素右下角，有约数要约简。如：硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，氧化钙 CaO 。

(2) 根据分子式的计算

①分子量：一个分子中各个原子的原子量总和。

②根据分子式的计算

i. 根据分子式求分子量。如： CO_2 的分子量

$$= 12 + 16 \times 2 = 44$$

ii. 求化合物里各元素（或有效成分）的百分组成。

化合物中某元素的百分含量

$$= \frac{\text{该元素的原子量} \times \text{原子个数}}{\text{化合物的分子量}} \times 100\%$$

例如：求含氮（ NH_3 ）20%的氨水中氮的百分含量。

已知氮的分子量是17，氮的含氮量为：

$$\frac{\text{N}}{\text{NH}_3} \times 100\% = \frac{14}{17} \times 100\% = 82.4\%$$

含氮20%的氨水里含氮量为：

$$82.4\% \times 20\% = 16.48\%$$

再如，求氯化钾化肥中有效成分质量的百分比。

因为 KCl 的有效成分用 K_2O 表示（ KCl 不含 K_2O ，但2分子 KCl 与1分子 K_2O 的含 K 量相等，即2分子 KCl 相当于1分子 K_2O 。所以

$$\text{K}_2\text{O}\% = \frac{\text{K}_2\text{O}}{2\text{KCl}} \times 100\% = \frac{94}{149} \times 100\% = 63.1\%$$

iii. 由分子中某元素的质量百分比求原子量。

例如，有一主族元素R，它的气态氢化物中含H5.95%，最高氧化物中含氧60%，求R的原子量。

可设R的最高正价为+x，负价为-(8-x)，则气态氢化物的分子式为 $H_{8-x}R$ ，最高氧化物的分子式为 R_2O_x ，所以

$$\frac{xO}{R_2O_x} \times 100\% = \frac{16x}{2R + 16x} \times 100\% = 60\%$$

$$\frac{(8-x)H}{H_{8-x}R} \times 100\% = \frac{1 \times (8-x)}{1 \times (8-x) + R} \times 100\% = 5.95\%$$

$$\begin{cases} 6.4x - 1.2R = 0 \\ 0.9405x + 0.0595R = 7.254 \end{cases}$$

解得 $R = 32$ 。

iv. 求含一定量某元素的化合物的量。

如，某一硝铵化肥中含氮34%，求硝酸铵的百分含量。

因为 NH_4NO_3 的分子量是80，即80克硝酸铵中含氮28克。若设100克硝铵化肥中含硝酸铵x克，则：

$$x \times \frac{28}{80} = 34, \quad x = 97.14$$

所以硝酸铵的百分含量为：

$$\frac{97.14}{100} \times 100\% = 97.14\%$$

v. 根据分子量求气体体积。

分子量和摩尔质量的数值相同，在计算中有两种情况。标准状况下：

$$\text{气体体积} = \frac{\text{气体质量(克)}}{\text{摩尔质量(克/摩尔)}} \times 22.4 \text{升/摩尔}$$

非标准状况下,根据 $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ 或 $PV = \frac{W}{M}RT$ 计算。

如: 求 7 克氢气和 4 克一氧化碳在标准状况下的体积。

$$V = \left(\frac{7}{2} + \frac{4}{28} \right) \times 22.4 = 81.6 \text{ (升)}$$

如: 某合成氨厂所用的反应混和气体含 H_2 70%, 含 N_2 30% (体积比), 在 $18.2^\circ C$, 760 毫米汞柱时, 体积为 34.13 升的混和气体里含氮气、氢气各多少克?

$$V_1 = \frac{P_2 V_2 T_1}{P_1 T_2} = \frac{\frac{760}{760} \times 34.13 \times 273}{\frac{760}{760} \times (273 + 18.2)} = 32 \text{ (升)}$$

$$\text{氢气的质量} = \frac{32 \times 70\%}{22.4} \times 2 = 2 \text{ (克)}$$

$$\text{氮气的质量} = \frac{32 \times 30\%}{22.4} \times 28 = 12 \text{ (克)}$$

二、化 学 量

(一) 原子量 以 $^{12}_6C$ 的一个原子质量的 $\frac{1}{12}$ 作标准, 其

它原子的质量跟它相比较所得的数值, 就是该种原子的原子量。原子量无单位。

通常采用的某种元素的原子量, 是按各种天然同位素原子所占的一定百分比算出来的平均值。

如氯元素有 $^{35}_{17}Cl$ 和 $^{37}_{17}Cl$ 两种同位素, 从下列数据即可算出氯元素的原子量:

符号	同位素的原子量	在自然界里各同位素原子的百分组成
----	---------	------------------

${}^{35}_{17}\text{Cl}$	34.969	75.77
-------------------------	--------	-------

${}^{37}_{17}\text{Cl}$	36.966	24.23
-------------------------	--------	-------

$$34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$$

即氯的原子量为35.453

同理，根据同位素的质量数，也可以算出近似的平均原子量。

(二) 分子量 一个分子中各原子量的总和称分子量。
分子量的求法：

1. 根据分子式求分子量(略)。

2. 根据气体密度(标准状况)求分子量。 $M = 22.4d$;
 $M_A = \text{相对密度} \times M_B$ 。

3. 根据气态方程求分子量。 $M = \frac{WRT}{PV}$

(三) 摩尔

1. 定义 摩尔是表示物质的量的单位，每摩尔物质含有阿佛加德罗常数(6.02×10^{23})个微粒。

微粒可指：分子、原子、离子、原子团、电子、质子等。

2. 摩尔质量 1摩尔任何物质的质量叫这种物质的摩尔质量，单位是(克/摩尔)。如：碳的摩尔质量是12克/摩尔，氮的摩尔质量是17克/摩尔，硫酸根的摩尔质量是96克/摩尔。

3. 物质的量、物质的质量和摩尔质量之间的关系

$$\text{物质的量(摩尔)} = \frac{\text{物质的质量(克)}}{\text{摩尔质量(克/摩尔)}}$$

(四) 气体摩尔体积 在标准状况下 1 摩尔任何气体所占的体积都约是 22.4 升。这个体积叫气体摩尔体积。

在标准状况下: 气体体积 = 22.4 升/摩尔 $\times$ 气体的摩尔数

(五) 当量: 相当于和 1 份质量的氢或 8 份质量的氧相作用的物质的量叫该物质的当量。用克作单位时叫克当量。

$$1. \text{ 元素的当量} = \frac{\text{原子量}}{\text{化合价}}$$

$$\text{元素的克当量} = \frac{1 \text{ 摩尔元素的质量 (克)}}{\text{元素的化合价}}$$

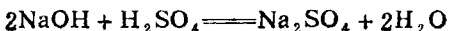
2. 化合物的克当量

$$\text{酸的克当量} = \frac{1 \text{ 摩尔酸的质量 (克)}}{1 \text{ 摩尔酸所提供 } H^+ \text{ 的摩尔数}}$$

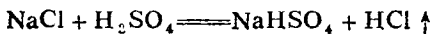
$$\text{碱的克当量} = \frac{1 \text{ 摩尔碱的质量 (克)}}{1 \text{ 摩尔碱所提供 } OH^- \text{ 的摩尔数}}$$

$$\text{盐的克当量} = \frac{1 \text{ 摩尔盐的质量 (克)}}{\text{正价 (或负价) 的总数}}$$

注意: 物质在不同的反应里可能有不同的克当量。如,



$$H_2SO_4 \text{ 的克当量} = \frac{98}{2} = 49 \text{ (克)}$$



$$H_2SO_4 \text{ 的克当量} = \frac{98}{1} = 98 \text{ (克)}$$

三、物质的变化

(一) 物质的变化

1. 物理变化和化学变化

(1) 物理变化：物质发生变化，但没有生成新的物质，这种变化叫物理变化。如水结冰、碘升华等。

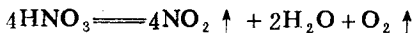
(2) 化学变化：物质发生变化而生成了新的物质，这种变化叫化学变化，也叫化学反应。

化学变化的实质是：物质分子中的原子，重新组合成新物质的分子。化学变化常伴随一些现象，如发光、发热、变色、放出气体、析出沉淀等，这些现象叫化学现象。

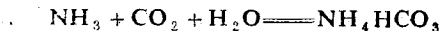
2. 化学反应的基本类型

(1) 从反应的形式(物质分子中的原子重新组合的特点)来分类，一般可分为四种类型：

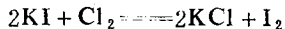
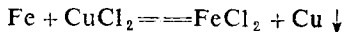
①分解反应：一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应叫分解反应。如，



②化合反应：两种或两种以上的物质生成一种新物质的反应叫化合反应。如，



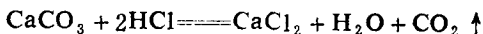
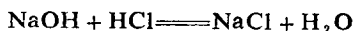
③置换反应：一种单质和一种化合物生成另一种单质和另一种化合物的反应叫置换反应。如，



活动性强的金属可以把活动性弱的金属从它的化合物中置换出来。活动性强的非金属可以把活动性弱的非金属从它的化合物中置换出来。

④复分解反应：两种电解质相互交换离子，生成两种新的电解质，这种反应叫复分解反应。

复分解反应发生的条件：生成物中有沉淀析出、有气体放出或有水等弱电解质生成。如，



(2) 从反应的本质（有无电子得失或偏移）来分类，可分为二种类型：

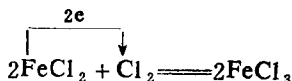
①氧化—还原反应：凡是有电子得失（包括电子对偏移）的化学反应叫氧化—还原反应。

在氧化—还原反应里，原子（或离子）失去电子的变化叫氧化；原子（或离子）得到电子的变化叫还原。得到电子的物质叫氧化剂。失去电子的物质叫还原剂。

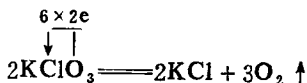
在氧化—还原反应里，氧化剂具有氧化性，它本身得到电子（化合价降低），发生还原反应。还原剂具有还原性，它本身失去电子（化合价升高），发生氧化反应。

氧化—还原反应的类型：

i. 原子间或分子间的氧化—还原反应：电子的得失或偏移发生在不同物质的原子或离子间。如，



ii. 分子内部的氧化还原反应：电子的得失或偏移发生在同一分子内部的不同原子或离子间。如，



iii. 自身氧化—还原反应：电子得失或偏移发生在同一