

大学普通预科系列教材

化 学

HUA XUE

四川师范大学 组编



电子科技大学出版社

大学普通预科系列教材

化 学

总 主 编 钟仕伦

副总主编 谢明春 胡永甫

本册主编 卢景暄

本册编委 卢景暄 孙定光 赖 欣

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大学普通预科系列教材·第5册/钟仕伦主编·一成

都: 电子科技大学出版社, 2002.9

ISBN 7-81065-530-2

I. 大... II. 钟... III. 化学课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 074821 号

大学普通预科系列教材

化 学

卢景暄 主 编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市建设北路二段四号
邮编: 610054)

责任编辑: 张 鹏

发 行: 电子科技大学出版社

印 刷: 电子科技大学出版社印刷厂

开 本: 850×1168 1/32 印张 13.125 字数 330 千字

版 次: 2002 年 9 月第一版

印 次: 2005 年 9 月第三次印刷

书 号: ISBN 7-81065-530-2/G·48

印 数: 1-3000 册

本册定价: 20.00 元

前 言

大学普通预科系列教材，是供大学普通预科学生学习的一套教材。

大学预科系列教材是针对普通高校预科学生的特点，以中学各课程的教学大纲为基本依据，结合了许多年来从事大学预科教学教师的教学经验，以巩固和提高预科学生的中学相关课程的基础知识为重点，注重预科学生的基本技能的培养，适当拓宽课程知识面，为广大预科学生转入普通高等院校的相关专业学习奠定良好的基础。”

本套教材是四川师范大学负责组织编写的。在教材的编写过程中，对长期从事预科教学的教师提出的建议表示衷心谢意！

这套教材编写由于时间仓促，错误和不妥之处在所难免，望学界同仁不吝斧正。

大学普通预科教材系列教材编写委员会

2002 年 8 月

目 录

第一单元	化学基本概念	(1)
§ 1-1	物质的组成	(2)
§ 1-2	物质的性质和变化	(5)
§ 1-3	化学中常用的量	(8)
§ 1-4	物质的分散系	(13)
§ 1-5	例题分析	(18)
习 题		(20)
第二单元	物质结构 元素周期律	(26)
§ 2-1	原子结构	(26)
§ 2-2	核外电子的运动状态和排布规律	(28)
§ 2-3	元素周期律及元素周期表	(35)
§ 2-4	小分子的结构 共价键	(46)
§ 2-5	分子间作用力和氢键	(54)
§ 2-6	化学键与晶体结构	(58)
§ 2-7	例题分析	(65)
习 题		(68)
第三单元	化学反应	(79)
§ 3-1	化学反应的能量和推动力	(79)
§ 3-2	化学反应速度和化学平衡	(84)
§ 3-3	氧化还原反应	(96)
§ 3-4	电极电势与氧化还原反应	(100)
§ 3-5	电解	(106)
§ 3-6	金属的腐蚀与防护	(109)

§ 3-7 例题分析	(112)
习 题	(114)
第四单元 电解质溶液	(125)
§ 4-1 强电解质和弱电解质	(125)
§ 4-2 弱电解质的电离平衡	(126)
§ 4-3 盐类的水解	(139)
§ 4-4 沉淀与溶解平衡	(144)
习 题	(153)
第五单元 非金属元素及其化合物	(161)
§ 5-1 非金属概论	(161)
§ 5-2 氢和水	(168)
§ 5-3 卤 素	(170)
§ 5-4 氧族元素	(181)
§ 5-5 氮族元素	(192)
§ 5-6 碳族元素	(202)
§ 5-7 例题分析	(209)
习 题 1 (卤素、氧族)	(212)
习 题 2 (氮族、碳族)	(219)
习 题 3 (综合练习)	(223)
第六单元 金属元素及其化合物	(228)
§ 6-1 金属概论	(228)
§ 6-2 碱金属	(232)
§ 6-3 碱土金属	(238)
§ 6-4 铝	(241)
§ 6-5 铁	(244)
§ 6-6 铜	(248)
§ 6-7 例题分析	(251)
习 题 1 (碱金属)	(254)

习 题 2 (镁、铝和过渡元素)	(258)
习 题 3 (综合练习)	(261)
第七单元 有机化学	(266)
§ 7-1 基本概念和理论	(266)
§ 7-2 有机物的分类、命名及同分异构体的写法	(268)
§ 7-3 烃	(272)
§ 7-4 烃的衍生物	(285)
§ 7-5 糖类 蛋白质	(302)
§ 7-6 有机化学反应的基本类型	(307)
§ 7-7 合成有机化合物	(314)
§ 7-8 有机化学计算	(331)
习 题 1	(341)
习 题 2	(348)
第八单元 化学实验	(354)
§ 8-1 常用化学仪器及其使用方法	(355)
§ 8-2 常见试剂的保存和取用	(363)
§ 8-3 常见气体的制备和收集	(366)
§ 8-4 物质的检验	(368)
§ 8-5 习 题	(377)
第九单元 化学计算的基本类型	(382)
§ 9-1 有关化学式的计算	(382)
§ 9-2 有关化学方程式的计算	(386)
习 题	(402)
附录: 酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	(407)
元素周期表	

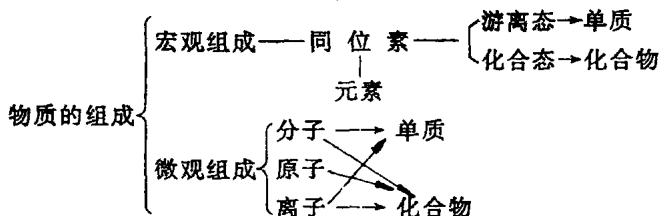
第一单元 化学基本概念

化学是一门基础自然科学,它主要是在分子、原子或离子等层次上研究物质(严格来说是化学中讨论到的具体实物)的组成、结构、性能、相互变化和合成以及变化过程中能量关系的科学。按照研究物质的化学运动的对象和方法的不同,化学通常分为无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等学科;随着化学在各方面的广泛应用,又陆续形成了许多分支及边缘学科如生物化学、农业化学、冶金化学、石油化学、海洋化学、地质化学及量子化学等。20 世纪中叶,由于新能源(原子能等)、新材料(塑料、半导体等)的出现和应用,又逐渐形成了原子能化学和辐射化学,高分子化学,半导体化学等新的分支。

化学现象本质的反映就是化学概念。化学基本概念指的是化学学科中广泛应用的概念。是化学基础知识的基础。重视基本概念的学习,清楚地、准确地理解基本概念,将使我们更全面;更深刻地认识化学所研究的具体物质及其变化规律,提高灵活运用化学知识的能力。

§ 1-1 物质的组成

表 1-1 物质的组成和分类



一、物质的组成

1. 元素

元素是具有相同核电荷数(或质子数)的同一类原子的总称。原子的核电荷数是决定元素内在联系的关键。迄今为止,人们已经发现的化学元素有 109 种,组成了目前已知的上千万种不同物质。元素符号既表示一种元素,也表示该元素的一个原子。如 H 表示氢元素及一个氢原子。

元素在游离态时形成单质。某些元素可以形成不同的单质。由同一元素形成的多种单质,叫做这种元素的同素异形体。常有三种形成方式:

- (1)组成分子的原子个数不同,如 O_2 和 O_3 ;
- (2)晶格的原子排列方式不同,如金刚石和石墨。
- (3)晶格的分子排列方式不同,如斜方硫和单斜硫。

2. 分子和由分子构成的物质

分子是构成物质的,能独立存在的微粒、它保持物质的化学性质。分子有一定大小和质量,分子之间有一定距离(如物质的三态变化就是分子间改变距离的结果),分子在不停地运动(如

扩散和蒸发)、分子间有作用力。

由分子构成的物质(固态时为分子晶体)包括

单质	{	化合物	稀有气体, H_2, X_2 (卤素) O_2, O_3, N_2, P_4 等多数非金属
			气态氢化物 HX (卤化氢)、 H_2O, NH_3 等
化合物	{	有机物	酸酐 SO_3, P_2O_5, CO_2 等,
			酸类 $HClO_4, H_2SO_4, H_3PO_4$ 等
			烃类、烃的衍生物、糖类等。

3. 原子和由原子构成的物质

原子是化学变化中最小微粒,是构成分子的微粒。在化学反应中物质分子中的原子彼此分开,并重新组合成新的物质分子;但原子本身无改变(实质是原子核不变)。

由原子构成的物质(原子晶体)包括:

单质	金刚石、晶体硅等
化合物	SiO_2, SiC 等

表 1-2 元素和原子的区别和联系

比较项目	元 素	原 子
概念	具有相同核电荷数的一类原子的总称	化学变化中的最小微粒
含义	只分种类,不讲个数,如说“水是由氢元素和氧元素组成”而不能说“水是由 2 个氢元素和 1 个氧元素组成”	既讲种类,又讲个数,如说“水分子是由 2 个氢原子和一个氧原子组成”
应用范围	宏观概念,说明物质宏观组成时应用它	微观概念,说明物质微观结构或反应机理时应用它
种类	具有相同质子数和不同的中子数如 $^1H, ^2H, ^3H$ 互称同位素,但它们同是氢元素	$^1H, ^2H, ^3H$ 是 3 种氢原子,故原子比元素的种类多
相互联系	元素与原子的含义不同,但任何一类原子均可称为元素	

4. 离子和离子构成的物质

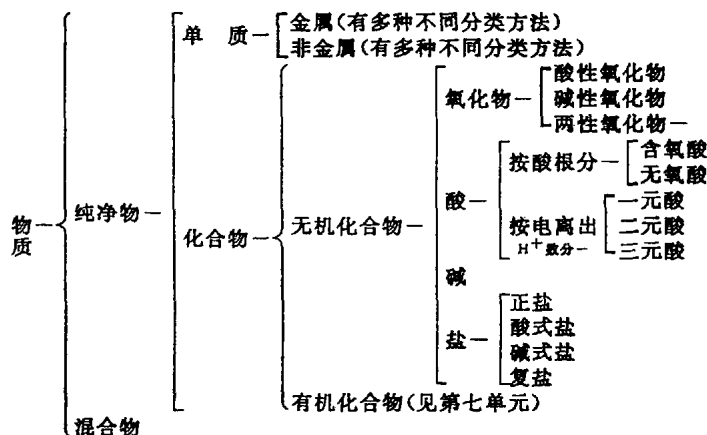
离子是带有电荷的原子或原子团。带正电荷的离子叫阳离

子,如 K^+ 、 NH_4^+ 、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$,带负电荷的离子叫阴离子、如 S^{2-} 、 OH^- 、 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 等。

由离子构成的物质包括:

{ 绝大多数盐类如 KCl 、 Na_2CO_3 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 等
 { 强碱 碱金属和碱土金属(除铍、镁、钙外)的氢氧化物
 { 低价金属氧化物,如 Na_2O 、 BaO 等

二、物质的分类



三、物质的表示方法

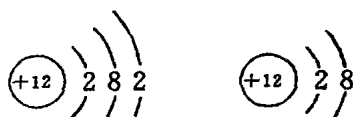
1. 表示元素(原子或离子)的符号或图式

(1)元素符号,如 H 、 O 、 C 、 Na 等

(2)核素符号,如 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 、 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 、 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$

(3)离子符号,如 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-

(4)原子结构和离子结构示意图,如



(5) 电子式, 如钾原子 $K^\times$, 氯原子 Cl

(6) 电子排布式, 如₁₉K $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$ 、

₈O $1s^2 2s^2 2p^4$ (见第二单元)

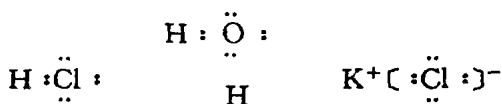
(7) 轨道表示式, 如₇N $\begin{array}{|c|} \hline 1s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ (见第二单元)

2. 表示物质组成和结构的化学式

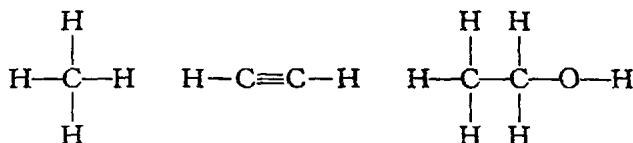
(1) 最简式, 如 CH 、 CHO 、 NaCl

(2) 分子式, 如 H_2 、 Cl_2 、 HCl

(3) 电子式, 如



(4) 结构式, 如



(5) 示性式, 如



§ 1-2 物质的性质和变化

一、物质的性质

1. 物理性质: 不需要发生化学变化就表现出来的性质。如颜

色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度以及光泽、导电、导热、塑性、溶解性等。

2. 化学性质：在化学变化里表现出来的性质。如金属性、非金属性、氧化性、还原性、化合价、酸性、碱性、稳定性等。

二、化学反应的分类

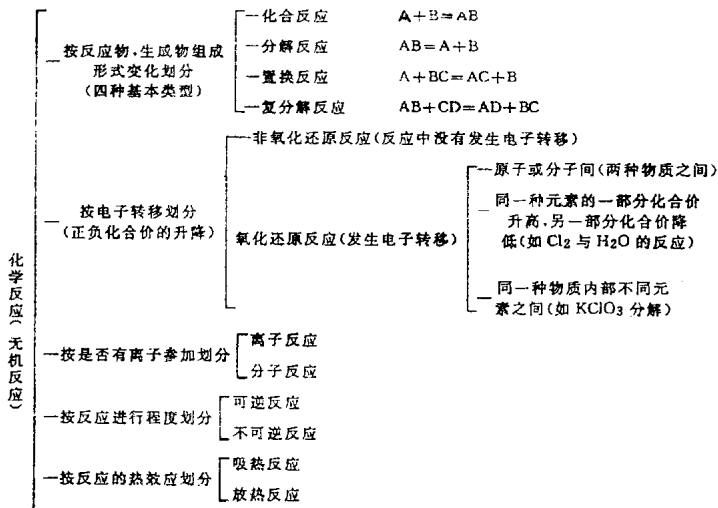
化学反应的基本类型和氧化还原、非氧化还原反应的关系：

(1) 置换反应一定是氧化还原反应。

(2) 复分解反应一定是非氧化还原反应。

(3) 化合反应若有单质参加是氧化还原反应；若没有单质参加，是非氧化还原反应。

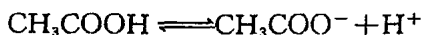
(4) 分解反应若有单质生成，一定是氧化还原反应，若没有单质生成。绝大部分是非氧化还原反应。



三、化学反应的表示方法

1. 化学方程式, 如 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$

2. 电离方程式, 如 $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$,



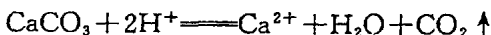
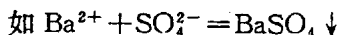
3. 离子方程式, 用实际参加反应的离子的符号表示离子反应的式子叫做离子方程式。离子方程式不仅可以表示一定物质间的某个反应, 而且可以表示所有同一类型的离子反应, 比如, $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, 不仅可以表示 HCl 溶液与 NaOH 溶液的反应, 而且可以表示强酸和强碱的中和反应。

书写离子方程式的要点:

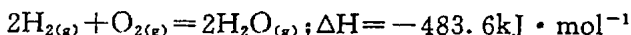
① 易溶于水、易电离的物质写成离子形式, 没有参加反应的离子要删去;

难溶的物质或难电离的物质以及气体等仍用化学式表示。

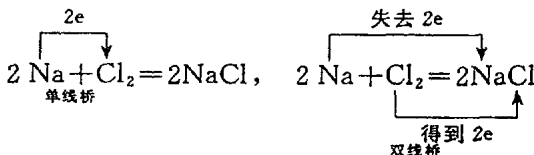
② 离子方程式要做到两配平, 即原子个数配平, 电荷配平。



4. 热化学方程式, 如



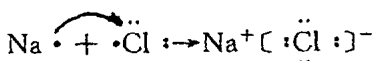
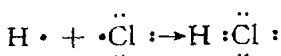
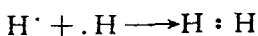
5. 氧化还原方程式



6. 电极反应方程式, 如电解 NaCl 水溶液
在阳极: $2\text{Cl}^- - 2e = \text{Cl}_2 \uparrow$ (氧化反应)

阴 极: $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2 \uparrow$ (还原反应)

7. 用电子式表示分子或离子化合物的形成过程, 如



§ 1-3 化学中常用的量

一、元素的相对原子质量和物质的相对分子质量

1. 元素的相对原子质量

元素的绝对质量很小, 例如 ^1H 原子的绝对质量为 $1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$, ^{12}C 原子的绝对质量为 $1.99 \times 10^{-26} \text{kg}$ 。这样小的数字, 无论书写记忆和使用都很不方便。于是国际原子量委员会采用 ^{12}C 一个原子质量的 $1/12$ 作为单位, 称为“原子质量单位”, 用 u 表示。

$$\begin{aligned} \text{即} \quad 1u &= \text{一个}^{12}\text{C} \text{ 原子质量} \times \frac{1}{12} \\ &= 1.99 \times 10^{-26} \text{kg} \times \frac{1}{12} \\ &= 1.66 \times 10^{-27} \text{kg} \end{aligned}$$

^{12}C 的原子质量等于 $12u$ 。

由于大多数元素都含有同位素, 所以元素的原子质量实际上是该元素包括各种同位素的平均的原子质量。现以碳元素为例加以说明。自然界中 ^{12}C 的丰度(原子百分比)为 98.89%, 原

子质量为 12.00u ; ^{13}C 的丰度为 1.11% , 原子质量为 13.00u , 因此, 碳元素的平均原子质量为:

$$^{12}\text{C} \text{ 的原子质量} \times \text{丰度} + ^{13}\text{C} \text{ 的原子质量} \times \text{丰度} = 12.00\text{u} \times 98.89\% + 13.00\text{u} \times 1.11\% = 12.01\text{u}$$

元素的相对原子质量是指该元素的平均原子质量与 ^{12}C 原子质量 $\frac{1}{12}$ 的比值。用 $A_r(E)$ 表示, A 代表原子, r 代表相对, E 代表元素。

根据元素相对原子质量定义, 碳元素相对原子质量为

$$A_r(\text{C}) = \frac{\text{C 的平均原子质量}}{^{12}\text{C 的原子质量} \times 1/12} = \frac{12.01\text{u}}{12.00\text{u} \times 1/12} = 12.01$$

可见, “元素的相对原子质量”与“平均原子质量”在数值上虽然相等, 但概念却不相同, 平均原子质量有单位(u)、元素的相对原子质量仅是一种相对比值, 它是无量纲的。例如氧的相对原子质量等于 16.00 , 它表示 1 个氧原子的平均质量是 ^{12}C 原子质量 $1/12$ 的 16.00 倍。

2. 物质的相对分子质量

物质的相对分子质量是指该物质分子的平均质量与 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 的比值, 其代表符号为 M_r 。

分子是由一种(或几种)元素原子所组成的, 因此, 物质的相对分子质量等于组成该分子的各原子的相对原子质量之和。例如 $M_r(\text{CO}_2) = 12.01 + 2 \times 16.00 = 44.01$

二、物质的量

物质的量是国际单位制中 7 个基本物理量之一, 它和“长

度”、“质量”、“时间”、“电流”等概念一样,是一个物理量的整体名词,这四个字不得简化或添加任何字,以摩尔(mol)为单位,一般用 n 表示。可以说物质的量是以阿伏加德罗常数($N_A=6.023\times 10^{23}$)为计量单位,表示物质的基本单元数目多少的物理量。

摩尔是“物质的量”的单位,1mol 任何物质都含有阿伏加德罗常数(N_A)个基本单元(常指微观粒子),与 $0.012\text{kg }^{12}\text{C}$ 所含的原子数相等。这是 1971 年 10 月有 41 个国家参加的第 14 届国际计量大会正式通过的有关“物质的量”的单位。例如:

1molC 约含有 6.023×10^{23} 个 C,

1mol O_2 约含有 6.023×10^{23} 个 O_2

1mol H^+ 含有 6.023×10^{23} 个 H^+ 。

应用摩尔(mol)单位时,基本单元应予以指明,可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子,或这些粒子的特定组合;必须注明它所应用的物质,用化学式(或分子式、离子式)表明。如 2.0molO_2 表示氧分子的物质的量为 2.0mol ,含有 $2\times 6.023\times 10^{23}$ 个氧分子,不能表达成 2.0mol 氧,因不明确它究竟是氧分子还是氧原子。

摩尔质量:1mol 物质的质量称为摩尔质量,用 M 表示,单位为 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 其数值等于式量,即任何原子、分子或离子的摩尔质量当单位为 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 时,数值等于其相对原子质量、相对分子质量或离子式量,如,1mol H_2SO_4 的质量,数值等于其相对分子质量 98,摩尔质量为 $98\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

物质的量(n)、物质的质量(m)和摩尔质量(M)之间的换算关系可表示为: