

全国技工学校通用教材

化学

(第三版)

劳动和社会保障部培训就业司认定

中国劳动出版社

全国技工学校通用教材

化

HUA

学

XUE

(第三版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国劳动出版社

· 北 京 ·

版权所有 翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

化学/杜克生主编. - 3版. - 北京:中国劳动出版社,1999.5
ISBN 7-5045-0419-X

I. 化…

II. 杜…

III. 化学-技工学校-教材

IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12241 号

中国劳动出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出 版 人: 唐云岐

*

新华书店经销

中国铁道出版社印刷厂印刷 北京密云青云装订厂装订

850×1168 毫米 32 开本 8.5 印张 1 插页 222 千字

1999 年 5 月第 3 版 2004 年 1 月第 10 次印刷

印数: 50 000 册

定价: 13.00 元

简 介

本书是根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《化学教学大纲》(1999)编写,供技工学校各专业使用的通用教材。

本书共分8章,内容有:物质的量,物质结构、元素周期律,重要的非金属及其化合物,电解质溶液,重要的金属及其化合物,烃,烃的衍生物,糖、蛋白质、合成有机高分子化合物。

本书也可作为职业高中、职工培训教材和自学用书。

本书由杜克生主编;魏天朋、徐霞审稿,魏天朋主审。

说 明

根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的技工学校《化学教学大纲》(1999),我们组织修订了全国技工学校通用教材《化学》。新版教材的内容力求有助于提高学生的文化素质,并为学习专业理论和掌握操作技能奠定基础,注重理论与实际密切结合,培养学生观察、分析和解决问题的能力。针对技工学校学生的特点,教材内容避免偏多、偏深、偏难,注意做好与初中课程内容的衔接,准确把握重点和难点。为适应不同专业的需要,增强了教材的通用性。同时,教材中贯彻了有关的现行国家标准。

《化学》(第三版)内容分必学和选学两部分,标有*号的为选学内容,学校可根据需要选用。每章的思考与讨论题,主要用于课堂练习,以加强学生对所学知识的理解。另外,还组织编写了与教材配套的《化学实验》,便于学校安排实验教学,培养学生的实验操作技能和技巧;《化学习题册》供课外作业使用。

教材的修订工作得到山东、广东、北京、江苏、湖南、天津、四川等省、市劳动厅(局),以及山东省临沂市高级技工学校、广州石化技工学校、北京化工技工学校、常州市化工技工学校的大力支持和协助,我们表示衷心感谢。

劳动和社会保障部教材办公室

一九九九年

目 录

绪 言	(1)
第一章 物质的量	(3)
§ 1.1 物质的量及其单位——摩尔	(3)
§ 1.2 物质的量浓度	(7)
§ 1.3 气体摩尔体积	(10)
§ 1.4 反应热	(14)
本章小结	(17)
思考与讨论	(18)
第二章 物质结构 元素周期律	(19)
§ 2.1 原子的组成 同位素	(19)
§ 2.2 原子核外电子的运动特征和排布	(21)
§ 2.3 元素周期律	(25)
§ 2.4 元素周期表	(28)
§ 2.5 化学键 * 分子的极性	(38)
* § 2.6 分子间作用力 氢键	(44)
* § 2.7 晶体	(46)
本章小结	(51)
思考与讨论	(53)
第三章 重要的非金属及其化合物	(54)
§ 3.1 卤素 氯及其化合物	(54)

2 目 录

§ 3.2	氧化还原反应	(61)
§ 3.3	氧族 硫及其化合物	(65)
§ 3.4	氮族 氮、磷及其化合物	(72)
§ 3.5	化学反应速率和化学平衡	(83)
§ 3.6	碳族 碳、硅及其化合物	(90)
* § 3.7	硼及其化合物	(98)
	本章小结	(100)
	思考与讨论	(102)
第四章	电解质溶液	(104)
§ 4.1	电离 溶液的酸碱性	(104)
§ 4.2	离子反应	(111)
§ 4.3	盐类的水解	(115)
§ 4.4	酸碱中和滴定	(119)
§ 4.5	原电池 电解	(123)
* § 4.6	胶体	(131)
	本章小结	(135)
	思考与讨论	(138)
第五章	重要的金属及其化合物	(139)
§ 5.1	有关金属学的基础知识	(139)
§ 5.2	碱金属 钠及其化合物	(146)
§ 5.3	碱土金属 镁、钙及其化合物	(149)
§ 5.4	土族 铝及其化合物	(155)
* § 5.5	配位化合物	(158)
§ 5.6	合金钢元素 * 稀土元素	(163)
§ 5.7	铁 镍	(166)
§ 5.8	铜 锌 汞	(171)
	本章小结	(176)

思考与讨论	(177)
第六章 炔	(179)
§ 6.1 甲烷 烷烃	(180)
§ 6.2 乙烯 烯烃	(188)
§ 6.3 乙炔 炔烃	(193)
§ 6.4 苯 芳香烃	(197)
本章小结	(203)
思考与讨论	(204)
第七章 炔的衍生物	(206)
§ 7.1 卤代炔	(206)
§ 7.2 醇	(209)
§ 7.3 苯酚	(213)
§ 7.4 醛和酮	(216)
§ 7.5 羧酸	(221)
§ 7.6 酯 油脂	(225)
§ 7.7 硝基化合物	(230)
§ 7.8 胺 酰胺	(232)
本章小结	(235)
思考与讨论	(236)
第八章 糖 蛋白质 合成有机高分子化合物	(238)
§ 8.1 糖	(238)
§ 8.2 氨基酸 蛋白质	(243)
§ 8.3 有机高分子化合物概述	(245)
§ 8.4 重要的合成高分子材料	(249)
* § 8.5 合成胶粘剂 离子交换树脂	(256)
本章小结	(261)

4 目 录

思考与讨论	(262)
附 录	(263)
酸、碱和盐的溶解性表	(263)
元素周期表	(见文后插页)

绪 言

初中“化学”告诉我们：化学是一门基础自然科学，它研究物质的组成、结构、性质及其变化规律等内容。

化学作为一门基础自然科学，是在人类长期的生产实践、科学实验和理论研究中形成并发展起来的。现代化学，不仅它本身取得了前所未有的成就，而且已经渗透到科学技术的各个领域中去，对人类的生产和生活发挥着越来越重要的作用。例如，当今新技术革命的主要领域中，能源、信息、材料、激光、微电子技术、海洋科学、空间技术、计算机技术等都离不开化学。再如，目前科学研究中三个突出的基本问题——宇宙构成、物质结构、生命的本质和维持，都是与化学分不开的。特别是第三个问题，它是人类最关心的问题，它与粮食供应、环境污染、控制人口、医疗保健等息息相关，而这些问题的解决，都需要化学科学作为基础。

具体到我们技工学校的许多专业，化学也是一门很重要的基础文化课。例如，冶金工业中各种金属的冶炼；机械加工中金属的铸造、锻打、焊接、热处理；水利、建筑等行业所需要的各种硅酸盐材料和涂料的生产；电子和电气工业所需要的各种电气材料的生产；航空航天工业、核工业所需要的特殊性能材料、高能燃料的生产，都离不开化学知识。此外，酿造、造

2 绪 言

纸、印染、水产、食品加工、商品经营等行业也都离不开化学知识。因此，我们技工学校的学生学习“化学”这门基础文化课具有重要的意义。学好了“化学”这门课，就能为我们更好地学习专业课和进一步深造打下坚实基础。

那么，怎样才能学好“化学”呢？

要学好化学，第一，要正确理解并牢固掌握化学用语、基本概念和基本理论，并以学到的理论为基础，更深入地认识物质及其变化的规律。第二，在学习重要元素及其化合物的知识时，要分清主次、掌握规律。例如，当学习无机物时，应紧密联系元素周期律与周期表；而当学习有机物时，应以官能团为依据，然后通过对各种物质性质的比较、概括和归类，从而系统掌握元素及其化合物的知识。第三，要重视化学实验，并通过化学实验加深理解、巩固所学到的基础知识和基本理论，掌握基本技能。第四，要善于运用所学到的知识来提高解决问题的能力，尤其是结合专业特点解决生产实践中出现的实际问题，真正做到化学课为专业服务。

思考与讨论

1. 你是否能找出初中“化学”的一些内容验证化学所研究的范畴？
2. 你打算怎样学好化学？

第一章 物质的量

从“绪言”的学习中，我们知道：研究物质的性质，是化学的重要任务之一。

物质性质的具体表现是它们所参加的一系列反应。物质之间的反应，实质上是组成它们的粒子（分子、原子和离子等）之间的反应。而在实际操作中，又是以可称量的物质来进行反应的。为了研究和应用的方便，很需要把我们用肉眼无法直接看到和目前无法直接称量的粒子跟可称量的物质联系起来。怎样把这二者联系起来呢？本章我们来解决这个问题。

§ 1.1

物质的量及其单位——摩尔

一、物质的量及其单位——摩尔

在初中化学中，我们用原子核内含有 6 个质子和 6 个中子的碳原子，即 ^{12}C 原子的质量作为相对原子质量的标准。实验测得， $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 原子中所含的碳原子数目是 6.02×10^{23} ，这个数值称为阿伏加德罗^①常数，用符号 N_A 表示。

科学上，把某物质中所含的基本单元数除以阿伏加德罗常

^① 阿伏加德罗 (A. Avogadro 1776—1856)：意大利物理学家。

数，叫做这种物质的**物质的量**，用符号 n 表示。

这里的基本单元就是我们通常所说的分子、原子、离子、电子等粒子或者这些粒子的特定组合。

在国际单位制中，物质的量的单位是摩尔，简称为摩，符号为 mol。

分析物质的量的定义可知：如果某物质中所含的基本单元数与阿伏加德罗常数相等，这种物质的量就是 1 摩 (mol)。反过来说，1 摩物质含有阿伏加德罗常数个组成物质的基本单元。

根据上面的定义和分析可知：物质的量相同，所含基本单元（粒子）的个数一定相同。

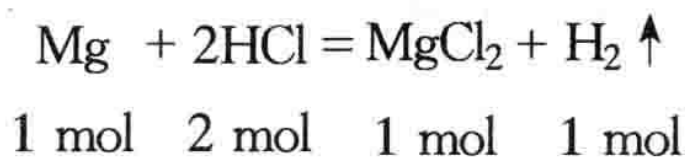
应当注意的是：在用摩尔做单位表示物质的量时，必须指明基本单元（粒子）的名称。例如：

1 mol 氧原子含有 6.02×10^{23} 个氧原子。

1 mol 氧分子含有 6.02×10^{23} 个氧分子。

1 mol 氢氧根离子含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子。

学习了物质的量及其单位摩尔之后，化学方程式中各化学式前面的系数可以用物质的量来进行比较或计算。如：



二、摩尔质量

单位物质的量的物质所具有的质量，叫做该物质的**摩尔质量**，用符号 M 表示。由于物质的量的单位是 mol，质量的常用单位是 kg 或 g，所以，摩尔质量的单位是 kg/mol 或 g/mol，常用的是 g/mol。

习惯上，常用 1 mol 物质的质量作为该物质的摩尔质量。

我们先通过对 1 mol 氧原子质量的推导，来研究 1 mol 任何物质的原子的质量。

根据上面的讨论可知：1 mol 碳原子含有 6.02×10^{23} 个碳原子，质量为 0.012 kg，即 12 g。在初中，我们已经知道：1 个碳原子和 1 个氧原子的质量之比为 12:16。1 mol 碳原子跟 1 mol 氧原子所含的原子数相同，都是 6.02×10^{23} 。1 mol 碳原子为 12 g，那么，1 mol 氧原子就是 16 g。推而广之：1 mol 任何物质的原子的质量，就是以克为单位，数值上等于这种原子的相对原子质量。例如，硫原子的摩尔质量为 32 g/mol。

同理：1 mol 任何物质的分子的质量，就是以克为单位，数值上等于该种分子的相对分子质量。如 1 mol 氧气分子的质量为 32 g，即氧分子的摩尔质量为 32 g/mol。

由于电子的质量极其微小，失去或得到的电子质量可以忽略不计，所以，1 mol 离子的质量就是以克为单位，数值上等于形成离子的原子的相对原子质量（或其加和）。如 1 mol OH^- 的质量为 17 g，即 OH^- 离子的摩尔质量为 17 g/mol。

对于离子化合物的摩尔质量，同样可以推知。如：1 mol NaCl 的质量为 58.5 g，即氯化钠的摩尔质量为 58.5 g/mol。

综上所述，通过摩尔，把组成物质的基本单元（粒子）和可称量的物质之间紧密地联系起来了。

三、有关摩尔质量的计算

物质的量、物质的摩尔质量、物质的质量三者之间的关系，可用下面的公式表示：

$$\text{物质的量 } n \text{ (mol)} = \frac{\text{质量 } m \text{ (g)}}{\text{摩尔质量 } M \text{ (g/mol)}}$$

运用上述关系式可以进行有关的计算。

例 1 200 g 铜的物质的量是多少摩？含多少个铜原子？

解：铜的相对原子质量是 63.54，它的摩尔质量是 63.54 g/mol。

$$\frac{200 \text{ g}}{63.54 \text{ g/mol}} = 3.2 \text{ mol}$$

$$(6.02 \times 10^{23} \text{ 个/mol}) \times 3.2 \text{ mol} = 1.93 \times 10^{24} \text{ 个}$$

答：200 g 铜的物质的量为 3.2 mol，含有 1.93×10^{24} 个铜原子。

例 2 多少克铁和 3 克碳的原子数相同？

解：碳的摩尔质量为 12 g/mol，

$$\frac{3 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

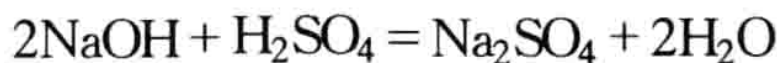
只有当物质的量相等时，它们所含的粒子数才相等，所以，铁的物质的量为 0.25 mol。

铁的摩尔质量为 55.84 g/mol， $(55.84 \text{ g/mol}) \times 0.25 \text{ mol} = 13.96 \text{ g}$ 。

答：13.96 g 铁和 3 g 碳的原子数相同。

例 3 中和 3 mol 氢氧化钠需要质量分数 0.5 的硫酸多少克？

解：设中和 3 mol 氢氧化钠需要硫酸 x mol



$$2 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$3 \text{ mol} \quad x \text{ mol}$$

$$2 \text{ mol} : 1 \text{ mol} = 3 \text{ mol} : x \text{ mol}$$

$$x = 1.5 \text{ mol}$$

硫酸的摩尔质量为 98 g/mol , $(98 \text{ g/mol}) \times 1.5 \text{ mol} = 147 \text{ g}$ 。

需要硫酸质量分数为 0.5 的溶液质量为 $147 \text{ g} \div 0.5 = 294 \text{ g}$ 。

答：中和 3 mol 氢氧化钠需要硫酸质量分数为 0.5 的溶液质量是 294 g 。

§ 1.2

物质的量浓度

一、物质的量浓度

上节所介绍的摩尔质量，是从质量方面将摩尔应用到物质的定量计算中去。但是，当我们取用溶液时，一般是量它的体积，而且为了定量研究物质之间的反应，往往要知道单位体积的溶液中含有的溶质物质的量，这就是物质的量浓度，用符号 c_B 表示，B 代表溶质，常用的单位是摩每升 (mol/L)。

习惯上，常用 1 L 溶液中含有的溶质物质的量作为物质的量浓度。例如：蔗糖的摩尔质量是 342 g/mol ，把 171 g （即 0.5 mol ）蔗糖溶解在适量水中配成 1 L 溶液，它的物质的量浓度就是 0.5 mol/L 。氯化钙的摩尔质量是 75.5 g/mol ，把 151 g （即 2 mol ）氯化钙溶解在适量的水中配成 2 L 溶液，它的物质的量浓度就是 1 mol/L 。

* 在分析一定物质的量浓度的溶液中粒子数目时，对于溶质像蔗糖那样在水里不能电离的物质来说，体积相同，物质的量浓度相同的溶液中，含有相同的溶质分子数。但是，对于溶质像氯化钙那样在水里完全电离的离子化合物或共价化合物，

情况就比较复杂。如：1 L 1 mol/L 的氯化钙溶液中含有 6.02×10^{23} 个钙离子和 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氯离子。

二、有关物质的量浓度的计算

根据上面的讨论，可得出物质的量浓度的计算公式：

$$\text{物质的量浓度 } c_B \text{ (mol/L)} = \frac{\text{溶质物质的量 } n \text{ (mol)}}{\text{溶液的体积 } V \text{ (L)}}$$

利用上面的公式及前面学过的有关知识，可进行物质的量浓度的有关计算。

例 1 200 mL 氢氧化钠溶液中含 8 g 氢氧化钠，计算氢氧化钠的物质的量浓度。

解：氢氧化钠的相对分子质量是 40，它的摩尔质量是 40 g/mol，8 g 氢氧化钠的物质的量为：

$$\frac{8 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$$

$$\frac{200 \text{ mL}}{1\,000 \text{ mL/L}} = 0.2 \text{ L}$$

$$\frac{0.2 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 1 \text{ mol/L}$$

答：氢氧化钠的物质的量浓度为 1 mol/L。

例 2 配制 0.5 L、0.2 mol/L 的碳酸钠溶液，问需称取无水碳酸钠多少克？

解：配制 0.5 L、0.2 mol/L 的碳酸钠溶液需要无水碳酸钠的物质的量为：

$$0.5 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol/L} = 0.1 \text{ mol}$$

碳酸钠的相对分子质量是 106，它的摩尔质量是 106 g/mol。