

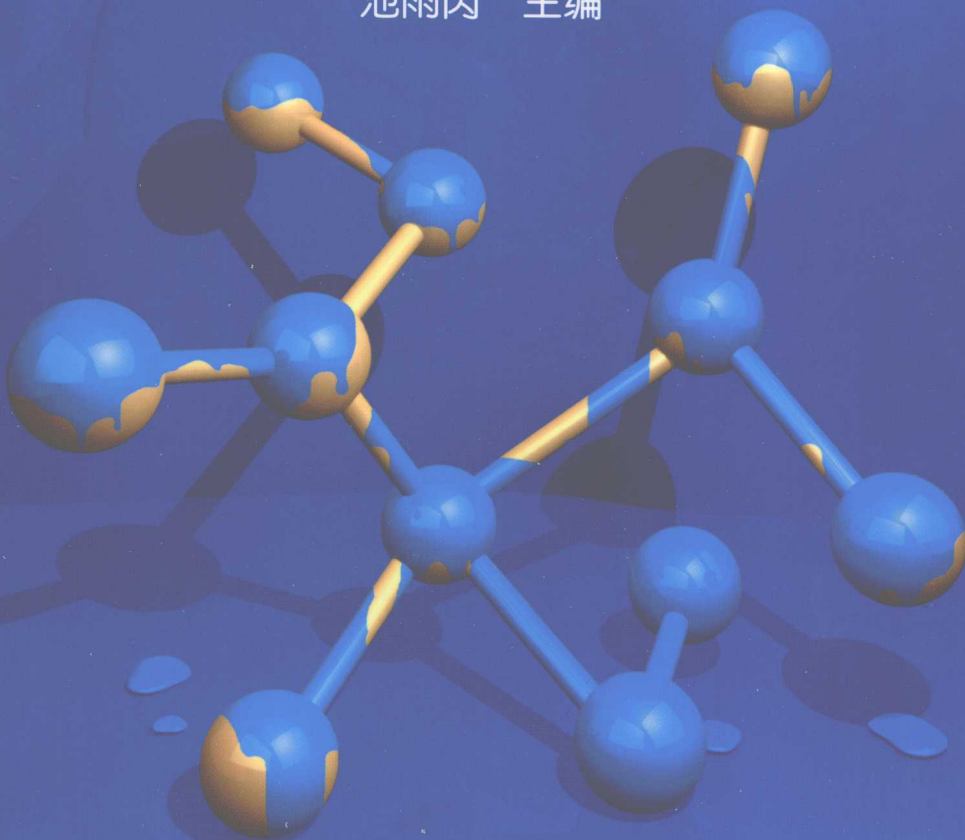
中等职业教育规划教材

基础化学

第二版

(附练习册)

池雨芮 主编



化学工业出版社

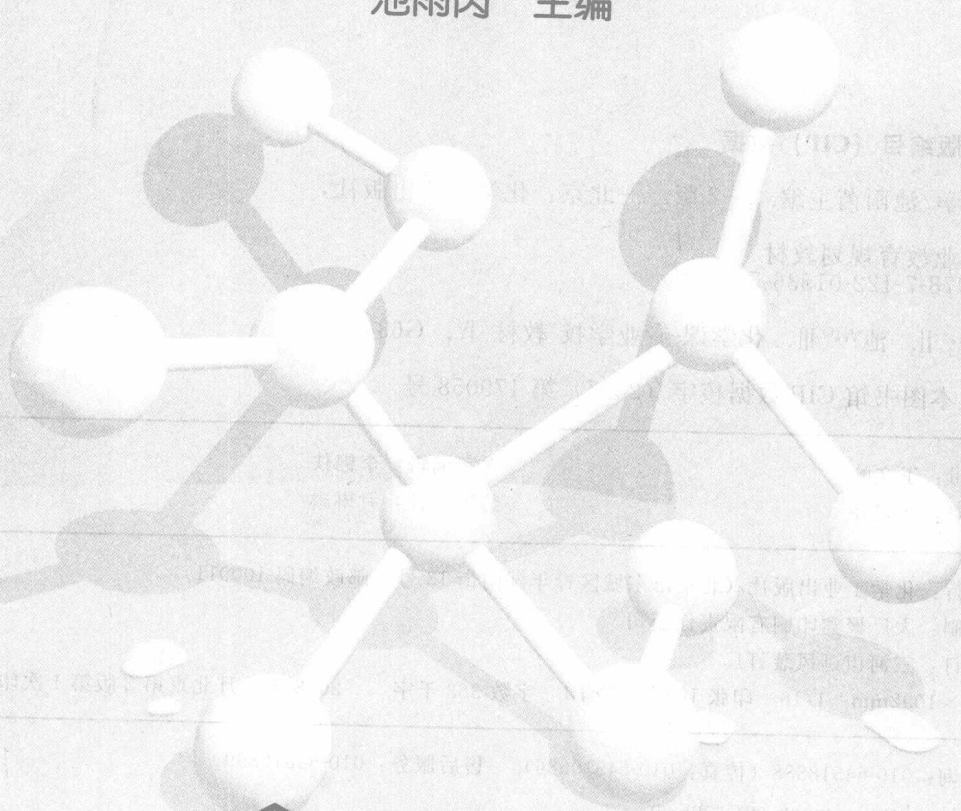
中等职业教育规划教材

基础化学

第二版

(附练习册)

池雨芮 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是根据中等职业教育基础化学教学大纲编写而成的。全书采用最新的国家标准以及法定计量单位,内容详略得当,语言深入浅出。

全书共十二章,包括基础化学中常见的量及单位、化学反应速率和化学平衡、溶液、沉淀反应、氧化还原反应、物质结构与元素周期律、重要的非金属元素及其化合物、重要的金属元素及其化合物、配合物、烃、烃的重要衍生物、糖类和蛋白质等,同时还安排了相应的实验内容。本书配备了与教学内容呼应的练习册,编排了适量填空、选择、判断、计算、问答等不同类型的练习题,并附有部分参考答案,便于教学。

本书为中等职业教育基础化学课程的教材,适用于普通中职、高级技工学校、职业高中和工人培训,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/池雨芮主编. —2版. —北京:化学工业出版社,
2008. 1
中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-122-01536-5

I. 基… II. 池… III. 化学课-专业学校-教材 IV. G634.81

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第179058号

责任编辑:王文峡

文字编辑:李锦侠

责任校对:王素芹

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张16 $\frac{3}{4}$ 彩插1 字数383千字 2008年1月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:26.00元(含练习册)

版权所有 违者必究

前 言

本书自 1998 年出版以来,已经快十年了。在这期间,该书在中等职业教育中发挥了重要的作用,受到广大师生的欢迎。同时,使用本书的许多教师也对本书提出了许多宝贵的意见。根据教学的需要和读者的要求,特对本书进行修订。

这次修订的要点如下。

1. 拓展了典型无机物、有机物及配合物的应用,使本书不仅仅适用于工业分析专业,可作为中等职业教育相关专业的化学理论基础知识课程教材,也可作为相应的培训教材。
2. 每章编排了知识窗,增加了课外阅读知识,以提高学生的学习兴趣。
3. 第一版中的第十二章替换为糖类和蛋白质的知识,使有机部分的知识更有系统性。
4. 实验部分增加了化学实验的基本操作,以提高学生的动手能力。
5. 增加了练习册中习题的答案,便于教学参考。

全书由池雨芮修订和统稿。全书是在化学工业出版社和重庆化工医药高级技工学校的指导和帮助下完成的,在此一并表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处敬请广大师生多提宝贵意见。

编 者

2007 年 9 月

第一版前言

本书是根据全国化工技工学校教学指导委员会分析专业组于1996年7月修订的《基础化学教学大纲》编写的。

本书将分析专业开设的《无机化学》和《有机化学》合并为《基础化学》，主要为分析专业实施的模块教学服务。它针对模块教学的特点，根据模块教学的需要和要求，结合目前技工学校学生的实际情况，去掉了以前教材中偏多、偏深、偏难而在实际分析中不用的内容，减轻了学生的负担。本书保持了传统化学的学科体系，在编排上注意了由浅入深、由无机到有机、用理论指导实践的原则，列举了大量分析中常用的实例，附了10个基本实验。全书共十二章，总学时为210学时。

本教材配有《基础化学练习册》。该练习册按照本教材的章节顺序编排，以节为单位配有各种类型的练习题，即选择题、填空题、判断题和计算题等。

本书中绪论、第一、二、三、四、五、六章由重庆化工技工学校池雨芮编写，第七、八、九、十、十一、十二章由西安医药化工技工学校杨苗编写，全书由重庆化工技工学校胥朝提主审。参加审阅的人员还有南京化学工业集团有限公司技工学校郑骏，云南省化工技工学校朱瑛，重庆化工技工学校张荣。在编写过程中还得到化学工业出版社、重庆化工技工学校、江西省化工技工学校、山东泰安化工技工学校的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不妥或错误之处在所难免，敬请读者特别是使用本书的师生予以批评和指正。

全国化工技工学校教学指导委员会
分析专业组
1998年12月

目 录

绪论	1
一、基础化学研究的对象和范围	1
二、基础化学与化学分析的关系	1
三、基础化学的任务和要求	1
四、如何学好基础化学	1
第一章 基础化学中常见的量及单位	3
第一节 基础化学中常见的量	3
第二节 物质的量	4
一、物质的量及其单位	4
二、摩尔质量	7
三、物质的量的有关计算	7
第三节 气体摩尔体积	8
一、气体摩尔体积	8
二、关于气体摩尔体积的计算	8
三、理想气体状态方程式	9
第二章 化学反应速率和化学平衡	12
第一节 化学反应速率	12
一、化学反应速率	12
二、影响化学反应速率的因素	13
第二节 化学平衡	14
一、可逆反应和化学平衡	14
二、化学平衡常数及应用	15
三、影响化学平衡的因素	18
第三章 溶液	21
第一节 溶液和胶体	21
一、水	21

二、溶液	22
三、溶解与结晶	22
四、胶体	23
第二节 溶液的浓度	23
一、溶液浓度的表示方法	23
二、各种浓度的相互换算	26
第三节 一般溶液的配制	27
一、用质量分数表示的溶液的配制	27
二、用质量浓度表示的溶液的配制	28
三、用体积分数表示的溶液的配制	28
四、用物质的量浓度表示的溶液的配制	28
第四节 电解质溶液	29
一、弱电解质的电离	29
二、同离子效应	31
三、酸碱质子理论简介	31
第五节 离子反应方程式	32
一、离子反应与离子方程式	32
二、离子互换反应发生的条件	33
第六节 水的电离和溶液的 pH 值	33
一、水的电离	33
二、溶液的酸碱性	34
三、溶液的 pH 值	34
四、酸碱指示剂	35
第七节 盐类的水解	35
一、盐的水解及其规律	35
二、盐类水解的应用	37
第八节 缓冲溶液	38
一、缓冲溶液的概念	38
二、缓冲作用原理	38
三、缓冲溶液的 pH 值	38
第四章 沉淀反应	41
第一节 沉淀-溶解平衡和溶度积常数	41
一、沉淀-溶解平衡	41
二、溶度积	41
三、溶度积与溶解度的关系	42
第二节 溶度积规则	43
第三节 溶度积的应用	43
一、沉淀的生成	43

二、沉淀的溶解	45
第五章 氧化还原反应	47
第一节 氧化还原反应概述	47
一、氧化还原反应	47
二、氧化剂和还原剂	48
第二节 氧化还原反应方程式的配平	49
一、氧化值升降法	49
二、待定系数法	50
三、离子-电子法简介	52
第三节 原电池	52
一、原电池的原理	52
二、原电池的电极反应及电池的表示	53
第四节 电极电位	54
一、电极电位	54
二、能斯特方程	54
三、电极电位的应用	55
第五节 电解	56
一、电解的原理	56
二、电解原理的应用	57
第六章 物质结构与元素周期律	59
第一节 原子结构	59
一、原子核	59
二、同位素	59
第二节 原子核外电子的排布	60
一、原子核外电子运动的特征	60
二、核外电子的排布	61
第三节 元素周期律与元素周期表	62
一、元素周期律	62
二、元素周期表	63
第四节 分子结构	65
一、化学键	65
二、非极性分子和极性分子	68
三、晶体	69
第七章 重要的非金属元素及其化合物	74
第一节 卤素	74
一、氯气	74

二、氯的几种化合物	76
三、卤素的通性	79
第二节 氧族元素	81
一、硫的性质和用途	81
二、硫的几种重要化合物	82
三、氧族元素的基本性质	86
第三节 氮族元素	87
一、氮及其化合物	87
二、磷及其化合物	90
三、氮族元素的一些重要性质	92
第四节 碳族元素	92
一、碳及其重要化合物	93
二、硅及其化合物	93
三、碳族元素的一些重要性质	95
 第八章 重要的金属元素及其化合物	 97
第一节 碱金属元素	97
一、钠的物理性质	97
二、钠的化学性质	97
三、钠的化合物	98
四、焰色反应	99
五、碱金属元素的通性	99
第二节 碱土金属元素	101
一、镁及其化合物	101
二、钙及其重要化合物	102
三、硬水及其软化	103
四、碱土金属的通性	103
第三节 铝、铁、铜及其化合物	104
一、铝及其化合物	104
二、铁及其化合物	106
三、铜及其重要化合物	107
第四节 其他常见金属及其化合物	108
一、银及其重要化合物	108
二、锌及其重要的化合物	109
三、汞及其重要的化合物	110
四、铬及其重要化合物	111
五、锰及其化合物	112
六、锡、铅及其化合物	112

第九章 配合物	115
一、配合物的概念和组成	115
二、配合物的命名	116
三、配合物的稳定性	117
四、配合物的应用	118
第十章 烃	120
第一节 有机化学简介	120
一、有机化合物与有机化学	120
二、有机化合物的特点	120
三、有机化合物的分类	120
第二节 烷烃	121
一、甲烷	121
二、烷烃的通式和同系物	124
三、同分异构体及烷烃的命名	125
四、环烷烃	126
第三节 烯烃	127
一、乙烯	127
二、烯烃的通式及命名	129
第四节 炔烃	130
一、乙炔	130
二、炔烃的通式及同系物	132
第五节 苯及芳香烃	133
一、苯	133
二、芳香烃	135
第十一章 烃的重要衍生物	137
第一节 卤代烃	137
一、卤烃的命名	137
二、卤烃的物理性质	138
三、卤烃的化学性质	139
四、重要的卤代烃	140
第二节 醇、酚、醚	141
一、醇	141
二、酚	144
三、醚	145
第三节 醛和酮	147
一、甲醛	148
二、乙醛	148

三、丙酮.....	149
第四节 羧酸.....	150
一、乙酸.....	150
二、甲酸.....	151
三、乙二酸.....	151
四、邻苯二甲酸.....	152
第十二章 糖类和蛋白质	153
第一节 糖类.....	153
一、葡萄糖和果糖.....	153
二、蔗糖和麦芽糖.....	154
三、淀粉和纤维素.....	154
第二节 蛋白质.....	155
一、蛋白质的组成.....	155
二、蛋白质的性质.....	155
实验	157
实验一 化学实验基本操作.....	157
实验二 溶液的配制.....	158
实验三 离子反应与盐类水解.....	159
实验四 卤素的性质.....	160
实验五 硫酸的性质.....	161
实验六 碱金属的性质.....	162
实验七 铝、铁、铜及其化合物的性质.....	163
实验八 乙烯和乙炔的性质.....	164
实验九 苯及其同系物的性质.....	166
实验十 乙醇、乙醛和乙酸的性质.....	166
附录	168
附表1 弱酸、弱碱在水中的电离常数(25℃)	168
附表2 难溶化合物的溶度积常数(18~25℃)	168
附表3 标准电极电位(18~25℃)	170
附表4 配合物的稳定常数	173
参考文献	174
元素周期表	175

绪 论

一、基础化学研究的对象和范围

自然界的物质形形色色，种类繁多，但它们都有一个共同的特征，就是所有的物质都在运动。根据物质运动形态的不同，可以将物质的运动分为物理运动、化学运动、生物运动、机械运动和社会运动等。基础化学主要是研究物质的化学运动，即化学变化及其规律的一门自然科学。由于物质的化学变化与物质的组成、结构有关，为了更深入、更广泛地研究化学变化的规律，因此基础化学还要研究物质的组成、结构、性质、变化、合成以及它们之间的内在联系。根据物质的结构和特点，我们可以把自然界的各种物质分为两大类，即无机物和有机物。有机物是碳氢化合物和它们的衍生物；无机物是指除碳氢化合物以外的所有元素及其化合物。无机物和有机物都是基础化学研究的内容。

归纳起来，基础化学是研究物质的组成、结构、性质、合成和应用以及它们相互转化的规律的科学。

二、基础化学与化学分析的关系

《分析化学技术与操作》是分析专业的最新一轮教材，它完全打破了传统的教学模式，全部实施模块式教学。基础化学是分析专业必需的一门理论基础课，围绕着《分析化学技术与操作》的重要理论和基本操作，阐述了物质结构、化学平衡、电解质溶液理论、氧化还原等重要理论和分析中常见的重要的元素及其化合物的性质，它是为分析专业服务的基础理论课。

三、基础化学的任务和要求

基础化学的任务是使学生比较系统地掌握分析专业必需的基础化学知识和基本技能，了解它们在分析中的应用，为分析专业实施技能培训打好理论基础。

- (1) 使学生掌握一些重要元素及化合物的知识和基本的化学概念。
- (2) 使学生掌握物质结构、元素周期律、化学反应速率与化学平衡、酸碱反应、氧化还原反应、沉淀反应、配合反应等基础理论知识。
- (3) 使学生掌握一些重要的化学实验技能和计算技能，培养学生的观察能力和实验能力，以及实事求是、严肃认真的科学态度和科学方法。

四、如何学好基础化学

要学好基础化学，首先要掌握有关的基本概念和基本理论，理论联系实际，加强应用，用所学的知识去分析问题、解决问题。在无机化学部分要以化学平衡的有关知识为主线，指导溶解沉淀平衡、弱电解质的电离平衡、氧化还原平衡及配合平衡的学习；用物质

结构和元素周期律的知识指导元素及其化合物的学习。在有机化学部分要以结构的知识指导物质性质的学习。要学好基础化学还要加强实验，培养动手能力和观察能力；还要认真做作业，通过做作业，发现学习中的问题，解决问题，以提高学习效果和质量。要学好基础化学，还要有实事求是、严肃认真的科学态度、科学方法、高度的自信和坚韧不拔、不怕困难的作风。

第一章 基础化学中常见的量及单位

在基础化学中经常使用到一些量，如浓度、体积、密度等。只有掌握这些量的定义及其相应的法定计量单位，才能正确地加以使用。

第一节 基础化学中常见的量

在国际单位制（SI）中，规定了七个基本量，其单位名称和单位符号如表 1-1 所示。

表 1-1 SI 制基本量的单位名称和单位符号

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开 [尔文]	K
质量	千克 [公斤]	kg	物质的量	摩 [尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎 (德拉)	cd
电流	安 [培]	A			

除了以上七个 SI 基本量及单位以外，还经常用到一些其他的量及单位，但都可以看成是由上面七个基本量及单位导出的，所以称为导出量及导出单位。如体积的单位为立方米（m³）等。下面介绍基础化学中常用的一些量。

1. 质量及其单位

质量是描述物体本身固有性质的物理量，是国际单位制中七个基本量之一，符号为 m ，其单位为千克（kg）。质量的单位还常用克（g）、毫克（mg）表示，它们之间的关系为

$$1\text{kg}=1000\text{g} \quad 1\text{g}=1000\text{mg}$$

2. 体积及单位

体积的符号为 V ，其单位为立方米（m³）。常用的单位还有立方分米（dm³）、立方厘米（cm³）、立方毫米（mm³）等。常用的还有升（L）、毫升（mL）等，它们之间的关系为

$$1\text{m}^3=1000\text{dm}^3 \quad 1\text{dm}^3=1000\text{cm}^3 \quad 1\text{cm}^3=1000\text{mm}^3$$
$$1\text{L}=1000\text{mL}=1\text{dm}^3$$

3. 密度及其单位

密度是单位体积物质的质量，符号为 ρ ，即

$$\rho=m/V$$

单位是千克每立方米（kg/m³），常用的单位还有克每立方厘米（g/cm³）。

4. 相对原子质量

相对原子质量是指元素的平均原子质量与核素 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 之比, 符号为 A_r 。这里 A 代表原子, 下标 r 代表相对。例如钠的相对原子质量 $A_r(\text{Na})=23$ 。

5. 相对分子质量

相对分子质量是指物质的分子或特定单元的平均质量与核素 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 之比, 符号为 M_r 。例如 NaOH 的相对分子质量 $M_r(\text{NaOH})=40$ 。

6. 物质的量及其单位

物质的量是SI制中七个基本量之一, 它是表示物质的基本单元多少的一个量, 符号为 n 。物质的量的单位是摩尔, 符号是 mol 。

7. 摩尔质量及其单位

摩尔质量是指物质的质量除以物质的量, 符号为 M , 即 $M=m/n$ 。摩尔质量的单位为千克每摩 [尔], 符号为 kg/mol 。常用的单位还有克每摩 [尔] (g/mol)、毫克每摩 [尔] (mg/mol)。

摩尔质量 M 是物质的量的一个导出量。因此, 在具体使用摩尔质量时, 应指明其基本单元。基本单元确定以后, 其摩尔质量就是已知的了。

8. 气体摩尔体积及其单位

气体摩尔体积是指物质的体积除以物质的量, 符号为 V_m 。即

$$V_m = V/n$$

式中 V_m ——气体摩尔体积, m^3/mol ;

V ——系统的体积, m^3 ;

n ——物质的量, mol 。

气体摩尔体积的常用单位为升每摩 [尔] (L/mol)。

在标准状况下, 即温度为 273.15K 和压力为 101.325kPa 时, 理想气体^①的摩尔体积为 $V_m=0.0224\text{m}^3/\text{mol}$ (或 22.4L/mol)。

9. 物质的量浓度及其单位

物质的量浓度在分析中应用非常广泛。它是指物质 B 的物质的量除以混合物的体积, 符号为 c_B , 表达式为

$$c_B = n_B/V$$

式中 c_B —— B 的物质的量浓度, mol/m^3 ;

n_B —— B 的物质的量, mol ;

V ——混合物的体积, m^3 。

常用单位为摩 [尔] 每升 (mol/L), 或摩 [尔] 每毫升 (mol/mL)。

第二节 物质的量

一、物质的量及其单位

在初中化学里学习过原子、分子、离子等构成物质的基本微粒, 知道单个这样的微粒是肉眼看不见的, 也是难于称量的。但是, 在实验室里取用的物质不论是单质还是化合

① 理想气体指分子本身没有体积、分子之间没有作用的气体。

物，都是看得见和可以称量的。物质之间的反应，是肉眼看不见的原子、分子或离子之间按照一定个数比来进行的，而实际上又是可以称量的物质进行的反应。由此可见，很需要用—个量把微粒跟可称量的物质联系起来。

1971年10月，有41个国家参加的第14届国际计量大会决定，在国际单位制(SI)中，增加第七个基本单位——摩尔。对应于摩尔的量名称是“物质的量”。

“物质的量”是表示组成物质的基本单元数目多少的量(国际单位制的基本量)，“物质的量”是一个量的整体名词，这四个字是不能拆开使用的，正如“长度”这一物理量不能拆成“长”和“度”一样。在讨论物质的量时，还应分辨清楚物质的量与质量的关系。“物质的量”与质量在概念上是根本不同的。质量是代表物质惯性大小的量，它表示物体内含有物质的多少，而物质的量是表示组成物质的基本单元数目多少的量，它与质量是相互独立的两个量。

摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 $0.012\text{kg}^{12}\text{C}$ 的原子数目相等。根据科学测定， $0.012\text{kg}^{12}\text{C}$ 含有 6.02×10^{23} 个碳原子，这个数值就是阿佛加德罗^①常数(阿佛加德罗经过实验已经测得比较精确的数值，本书中采用 6.02×10^{23} 这个非常接近的近似值)。1mol就是 6.02×10^{23} 个微粒的集体。为此，对摩尔的定义作如下解释：即任何一个系统的物质，如果它的基本单元数为 6.02×10^{23} ，则该系统的物质的量为1mol。

1mol 碳原子含有 6.02×10^{23} 个碳原子；

1mol 氢分子含有 6.02×10^{23} 个氢分子；

1mol 水分子含有 6.02×10^{23} 个水分子；

1mol 硫酸分子含有 6.02×10^{23} 个硫酸分子；

1mol 氢离子含有 6.02×10^{23} 个氢离子；

1mol 氢氧根离子含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子。

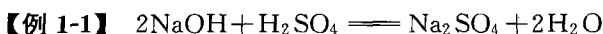
综上所述，1mol 物质都含有 6.02×10^{23} 个基本单元。由此可推知物质的量相同的各种物质所含的基本单元数都相同。

使用摩尔时，应指明物质的基本单元。基本单元是指物质体系的结构微粒或根据需要指定的特定组合体。组成物质的基本单元可以是原子、分子、离子、电子或其他粒子或这些粒子的特定组合。比如1mol 氢原子、1mol 氢分子等，这样把基本单元指明就清楚了。“1mol 氢”的说法是不正确的，因为没有指明是氢原子还是氢分子。

那么，如何确定基本单元呢？确定基本单元的原则是等物质的量反应规则。等物质的量反应规则是指两种物质相互发生化学变化时，它们反应的物质的量相等，也就是它们的基本单元数相等。确定基本单元的方法有两种，即比例系数法和指定法。

1. 比例系数法

在相互反应的两种物质中，以其中一种物质的分子作为基本单元，则另一种物质的基本单元就是其分子的某一系数倍。



在这个反应中，如果选择 NaOH 作为基本单元，则 H_2SO_4 的基本单元为 $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$ ；

^① 阿佛加德罗 (1776~1856)，意大利物理学家。

反之, 如果选择 H_2SO_4 作为基本单元, 则 NaOH 的基本单元为 2NaOH 。

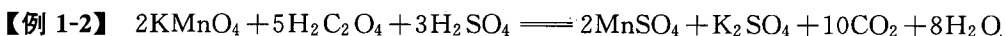
这两种选择都满足等物质的量反应规则, 即

$$n(\text{NaOH}) = n\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right)$$

或

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(2\text{NaOH})$$

可见, 另一物质基本单元分子前面的比例系数, 就是反应方程式中该物质分子式前的系数除以选择作为基本单元的那种物质的分子式前面的系数而得的数值。



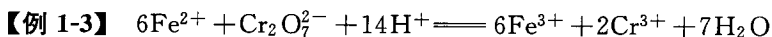
该反应中, 如果选择 KMnO_4 作为基本单元, 则 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的基本单元为 $\frac{5}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$;

如果选择 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 作为基本单元, 则 KMnO_4 的基本单元为 $\frac{2}{5}\text{KMnO}_4$ 。这两种选择都满足等物质的量反应规则。

$$n(\text{KMnO}_4) = n\left(\frac{5}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right)$$

或

$$n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = n\left(\frac{2}{5}\text{KMnO}_4\right)$$



在这个反应中, 如果选择 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 为基本单元, 则 Fe^{2+} 的基本单元为 6Fe^{2+} ; 如果选择 Fe^{2+} 为基本单元, 则 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的基本单元为 $\frac{1}{6}\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 。这两种选择都满足等物质的量反应规则, 即:

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = n(6\text{Fe}^{2+})$$

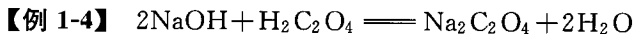
或

$$n(\text{Fe}^{2+}) = n\left(\frac{1}{6}\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}\right)$$

从以上可以看出, 基本单元可以是离子, 可以是分子, 也可以是它们的特定组合。

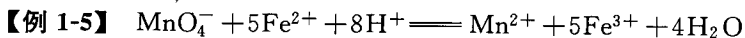
2. 指定法

所谓指定法, 是根据反应的类型, 指定某种物质的基本单元, 然后再根据化学方程式中各物质的关系确定其他物质的基本单元的方法。如在酸碱滴定中, 确定 NaOH 为基本单元; 在氧化还原滴定中, 高锰酸钾法确定 $\frac{1}{5}\text{KMnO}_4$ 为基本单元, 等等。根据这些已经确定的基本单元, 可以确定其他物质的基本单元。



因为已经确定了 NaOH 为基本单元, 则 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的基本单元为 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (因草酸含结晶水), 即

$$n(\text{NaOH}) = n\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\right)$$



反应中, 因为已经确定了 $\frac{1}{5}\text{MnO}_4^-$ 为基本单元, 则 Fe^{2+} 的基本单元为 Fe^{2+} , 即