



全国普通高等院校工科化学

规划精品教材

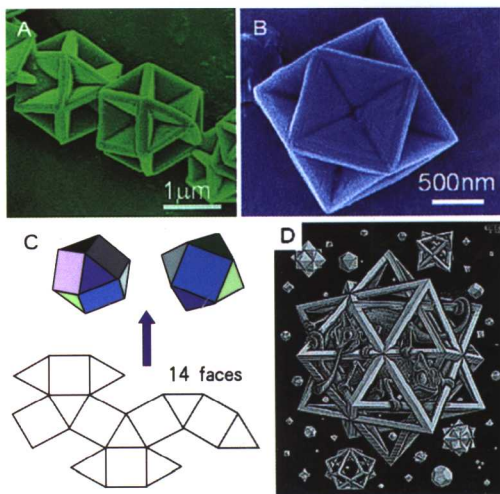
无机化学

Inorganic Chemistry

袁亚莉 主编

周德凤

程功臻 主审



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

QGP TGDYXGKH XGHJPJC

无机化学

主 编：袁亚莉 周德凤
副主编：王 娟 杜志坚 陈建芳
参 编：王应席 毛雁升 任 清 乔秀文
 周 昕 高 冷 刘婧婧
主 审：程功臻

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

无机化学/袁亚莉 周德凤 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2007年9月
ISBN 978-7-5609-4150-9

I. 无… II. ①袁… ②周… III. 无机化学-高等学校-教材 IV. O61

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第140920号

无机化学

袁亚莉 周德凤 主编

责任编辑:胡芬

封面设计:刘卉

责任校对:陈骏

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:华中科技大学惠友文印部

印刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:710mm×1000mm 1/16

印张:26 插页:1

字数:477 000

版次:2007年9月第1版

印次:2007年9月第1次印刷

定价:36.00元

ISBN 978-7-5609-4150-9/O·424

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书分为 14 章,第 1~8 章主要介绍无机化学基本理论(包括化学反应方向和速率、原子结构和分子结构理论等)及有关化学反应原理(酸碱反应、沉淀反应、氧化还原反应和配位化学等)。第 9~12 章主要介绍元素性质,重视基本性质、反应规律和重要应用的论述,突出对各族元素单质及化合物的组成、结构、性质的比较、归纳和综合。第 13、14 章分别为“核化学与放射化学”和“化学与生态环境”,作为选修和自学内容。书中对无机化学学科的新进展、新领域如超分子化学、生物无机化学、原子簇化学、纳米技术等进行了简单的介绍,以使读者对学科的发展趋势有一定的了解。

本书可作为普通高等院校工科类化工、轻工、石油、医药、环境、食品、生物、能源、材料等各专业本科教材,也可供相关技术人员参考。

全国普通高等院校工科化学规划精品教材

编委会

主任

- 吴元欣 武汉工程大学校长, 化学工程与工艺专业教学指导分委员会委员
孙兆林 辽宁石油化工大学校长, 化学类专业教学指导分委员会委员
郑旭煦 重庆工商大学副校长, 制药工程专业教学指导分委员会委员

副主任

- 程功臻 武汉大学教授, 化学类专业教学指导分委员会委员
代斌 石河子大学教授, 化学类专业教学指导分委员会委员
刁国旺 扬州大学教授, 化学基础课程教学指导分委员会委员
樊君 西北大学教授, 制药工程专业教学指导分委员会委员
马万勇 山东轻工业学院教授, 化学基础课程教学指导分委员会委员
杨亚江 华中科技大学教授, 化学工程与工艺专业教学指导分委员会委员
张珩 武汉工程大学教授, 制药工程专业教学指导分委员会委员

编委(按姓氏拼音排序)

- | | | | |
|-----|---------|-----|----------|
| 蔡定建 | 江西理工大学 | 聂长明 | 南华大学 |
| 车振明 | 西华大学 | 庞素娟 | 海南大学 |
| 丁一刚 | 武汉工程大学 | 邱凤仙 | 江苏大学 |
| 傅敏 | 重庆工商大学 | 宋欣荣 | 湖南工程学院 |
| 贡长生 | 武汉工程大学 | 王金华 | 湖北工业大学 |
| 郭书好 | 暨南大学 | 许培援 | 郑州轻工业学院 |
| 胡立新 | 湖北工业大学 | 姚国胜 | 常州工学院 |
| 李炳奇 | 石河子大学 | 易兵 | 湖南工程学院 |
| 李东风 | 长春工业大学 | 尹建军 | 兰州理工大学 |
| 李华 | 郑州大学 | 张光华 | 陕西科技大学 |
| 李宪臻 | 大连轻工业学院 | 张金生 | 辽宁石油化工大学 |
| 李再峰 | 青岛科技大学 | 张龙 | 长春工业大学 |
| 李忠铭 | 江汉大学 | 郑燕升 | 广西工学院 |
| 林树坤 | 福州大学 | 钟国清 | 西南科技大学 |
| 刘彬 | 黄石理工学院 | 周梅村 | 昆明理工大学 |
| 刘志国 | 武汉工业学院 | 周仕学 | 山东科技大学 |

前 言

随着我国高等教育的快速发展,高等教育大众化、国际化进程的加快使得人才培养特色越来越受到高等院校的高度重视。为了提高高等教育教学质量,培养新世纪创新型、实用型人才,全面推进高等院校教学质量工程的实施,与时俱进,切实抓好教材建设是其中一项重要内容。对于工科院校,建设具有反映学科时代特色、符合专业培养目标、满足大众化高等教育要求、适应工科学生教学需要的精品教材显得尤为重要。由专业相似、规模与层次相近的多所工科院校共同编辑出版一套较为系统、完整的化工类精品教材正是为了满足这一需求。

我们在本教材的编写过程中,根据多年的教学经验,吸取多种无机化学教材的长处,参考各类图书文献,力图在保持本学科知识的系统性、完整性的同时,突出重点,精选内容。在理论部分,力求深入浅出,重视基本原理的应用,避免过多的数学推导。在元素性质部分,侧重基本性质、反应规律和重要应用的论述,而对规律性比较强的主族元素,考虑到学生通过中学的学习,已有一定的基础,则采取综述的方式,使学生在掌握基本知识的同时,重点培养他们对知识进行比较、归纳、综合、总结的能力。近年来,无机化学理论和应用方面的研究非常活跃。为了反映无机化学学科的新进展,我们在每章后选编了一定的阅读材料,以尽可能使学生对无机化学学科的新成果和发展趋势有初步的了解,以拓宽学生的视野并提高他们的学习兴趣。

本书由袁亚莉、周德凤担任主编,由王娟、杜志坚、陈建芳担任副主编。参加编写的人员:南华大学袁亚莉(第8章、第13章),长春工业大学周德凤(第9章),湖北大学王娟(第3章、第12章),石河子大学杜志坚(第7章),湖南工程学院陈建芳(第2章),湖北大学王应席(第4章),长春工业大学高冷(第1章、第14章),石河子大学毛雁升(第6章),南华大学周昕(第5章),长春工业大学任清(第10章),石河子大学乔秀文(第11章),南华大学刘婧婧(第13章)。其中,第13、14章为选修和自学内容。本书由武汉大学化学与分子科学学院程功臻教授主审。中国科学技术大学俞书宏教授授权使用其论文(发表于 Chem. Mater. 2006, 18:3599-3601)中“硫化铜 14 面体微晶”图片制作封面,在此一并表示感谢!

由于编者水平和经验有限,书中难免存在疏漏之处,热切希望广大同行和读者批评指正,以使本教材不断得到完善。

编 者

2007年6月

目 录

第 1 章 无机化学中的计量关系	(1)
1.1 溶液组成标度	(1)
1.1.1 物质的量和物质的量浓度	(1)
1.1.2 质量摩尔浓度与摩尔分数	(2)
1.1.3 其他表示方法	(4)
1.2 气体的计量	(5)
1.2.1 理想气体模型	(5)
1.2.2 理想气体状态方程	(6)
1.2.3 理想气体分压定律	(7)
1.3 化学反应中的质量关系	(9)
1.3.1 应用化学方程式的计算	(9)
1.3.2 化学计量数与反应进度	(10)
1.4 化学反应中的能量关系	(12)
1.4.1 基本概念和术语	(12)
1.4.2 反应热和反应焐变	(15)
1.4.3 标准摩尔焐变及其计算	(17)
[化学博览] 化学学科的发展趋势	(19)
习题	(20)
第 2 章 化学反应的方向、速率和限度	(22)
2.1 化学反应的方向	(22)
2.1.1 自发过程	(22)
2.1.2 影响化学反应方向的因素	(23)
2.1.3 热化学反应方向的判断	(26)
2.2 化学反应的限度	(29)
2.2.1 化学平衡	(29)
2.2.2 平衡常数	(30)
2.2.3 化学平衡的计算	(32)
2.3 化学平衡的移动	(35)
2.3.1 浓度对化学平衡的影响	(35)
2.3.2 压力对化学平衡的影响	(36)
2.3.3 温度对化学平衡的影响	(38)

2.3.4 催化剂与化学平衡	(39)
2.4 化学反应速率	(40)
2.4.1 反应速率的定义	(40)
2.4.2 反应速率理论	(41)
2.4.3 影响化学反应速率的因素	(43)
[化学博览] 飞秒化学	(46)
习题	(47)
第3章 酸碱反应	(50)
3.1 酸碱质子理论	(50)
3.1.1 酸、碱的定义	(50)
3.1.2 酸碱反应的实质	(51)
3.1.3 酸碱反应的类型	(52)
3.1.4 酸、碱的相对强弱	(53)
3.2 水溶液中的质子转移平衡及有关计算	(53)
3.2.1 水的质子自递和溶液的 pH 值	(53)
3.2.2 酸、碱在水溶液中的质子转移平衡及有关计算	(55)
3.3 缓冲溶液	(63)
3.3.1 同离子效应	(63)
3.3.2 缓冲溶液及其组成	(64)
3.3.3 缓冲溶液 pH 值的计算	(66)
3.3.4 缓冲容量及缓冲溶液的配制	(67)
[化学博览] 酸碱电子理论	(68)
习题	(69)
第4章 沉淀反应	(72)
4.1 难溶电解质的溶度积和溶解度	(72)
4.1.1 溶度积常数	(72)
4.1.2 溶度积和溶解度的相互换算	(73)
4.1.3 溶度积规则	(74)
4.2 沉淀的生成	(75)
4.2.1 同离子效应和盐效应	(75)
4.2.2 pH 值对沉淀-溶解平衡的影响	(76)
4.2.3 分步沉淀	(79)
4.3 沉淀的溶解	(81)
4.3.1 生成弱电解质	(81)
4.3.2 氧化还原溶解	(81)

4.3.3 配位溶解	(82)
4.4 沉淀的转化	(83)
4.5 沉淀反应的应用	(84)
[化学博览] 结石的形成与防治	(85)
习题	(85)
第5章 氧化还原反应	(87)
5.1 氧化数与氧化还原反应方程式的配平	(87)
5.1.1 氧化数	(87)
5.1.2 氧化还原反应方程式的配平	(88)
5.2 原电池与电极电势	(91)
5.2.1 原电池	(91)
5.2.2 电极电势的产生	(93)
5.2.3 电极电势的测定	(93)
5.2.4 影响电极电势的因素	(95)
5.2.5 电极电势的应用	(97)
5.3 元素标准电极电势图及其应用	(102)
5.3.1 求未知电对的标准电极电势	(102)
5.3.2 判断歧化反应的发生	(103)
[化学博览] 生物传感器	(104)
习题	(105)
第6章 原子结构与元素周期性	(108)
6.1 原子结构的近代概念	(108)
6.1.1 Bohr 原子模型	(108)
6.1.2 电子的波粒二象性	(111)
6.1.3 测不准原理	(112)
6.2 核外电子运动状态的近代描述——H 原子的波函数	(113)
6.2.1 波函数与原子轨道	(114)
6.2.2 量子数	(114)
6.2.3 电子云	(116)
6.2.4 原子轨道和电子云的图形	(117)
6.3 原子核外的电子层结构	(123)
6.3.1 多电子原子轨道的能级	(123)
6.3.2 基态原子的电子排布原理	(126)
6.3.3 基态原子的电子层结构	(127)
6.3.4 简单基态阳离子的电子层结构	(131)

6.3.5 元素周期性与核外电子排布的关系	(132)
6.4 元素性质的周期性规律	(134)
6.4.1 有效核电荷	(134)
6.4.2 原子半径	(135)
6.4.3 电离能和电子亲和能	(137)
6.4.4 元素的电负性	(139)
6.4.5 元素的氧化数	(140)
6.4.6 元素的金属性和非金属性	(141)
[化学博览] 原子力显微镜	(141)
习题	(142)
第7章 共价键与分子的结构	(145)
7.1 价键理论	(145)
7.1.1 共价键的形成和本质	(146)
7.1.2 价键理论的基本要点	(146)
7.1.3 共价键的特征与类型	(147)
7.1.4 键参数	(150)
7.1.5 价键理论的局限性	(152)
7.2 杂化轨道理论	(152)
7.2.1 杂化轨道理论的基本要点	(153)
7.2.2 杂化类型与分子构型	(153)
7.3 价层电子对互斥理论	(157)
7.3.1 价层电子对互斥理论的基本要点	(158)
7.3.2 分子的空间结构	(158)
7.4 分子轨道理论简介	(160)
7.4.1 分子轨道的形成	(161)
7.4.2 分子轨道理论的要点	(162)
7.4.3 分子轨道的能级	(164)
7.4.4 分子轨道理论的应用	(167)
7.5 分子间力与氢键	(169)
7.5.1 分子的极性与极化	(169)
7.5.2 分子间力	(171)
7.5.3 氢键	(173)
7.6 晶体的结构与性质	(174)
7.6.1 晶体和非晶体	(175)
7.6.2 离子晶体	(178)

7.6.3 原子晶体和分子晶体	(181)
7.6.4 金属晶体	(182)
7.6.5 混合型晶体	(184)
7.6.6 离子极化对物质性质的影响	(184)
[化学博览] 超分子化学	(190)
习题	(191)
第8章 配位化合物	(193)
8.1 配合物的基本概念	(193)
8.1.1 配合物的组成	(193)
8.1.2 配合物化学式的书写与配合物的命名	(195)
8.2 配合物的化学键理论	(196)
8.2.1 价键理论	(196)
8.2.2 晶体场理论	(201)
8.3 配位平衡	(207)
8.3.1 配合物的稳定常数与不稳定常数	(208)
8.3.2 配离子在溶液中的稳定性	(209)
8.4 特殊类型的配合物简介	(213)
8.4.1 螯合物	(214)
8.4.2 冠醚配合物	(215)
8.4.3 羰基配合物	(216)
8.4.4 原子簇状配合物	(217)
[化学博览] 生物配体及其金属配合物	(218)
习题	(220)
第9章 主族元素	(223)
9.1 主族元素通论	(223)
9.1.1 非金属元素	(223)
9.1.2 氧化数	(224)
9.1.3 键型及配位性	(225)
9.1.4 主族元素的特殊性	(225)
9.2 单质	(229)
9.2.1 单质的晶体结构类型与物理性质	(229)
9.2.2 单质的化学性质	(232)
9.3 氢化物	(234)
9.3.1 离子型氢化物	(235)
9.3.2 金属型氢化物	(236)

9.3.3 共价型氢化物	(237)
9.4 卤化物	(244)
9.4.1 非金属卤化物	(245)
9.4.2 金属卤化物	(246)
9.4.3 卤化物的溶解性	(248)
9.4.4 卤化物的热稳定性	(249)
9.4.5 卤化物的水解性	(249)
9.5 氧化物	(253)
9.5.1 氧化物的键型和结构	(253)
9.5.2 氧化物的性质	(254)
9.6 氢氧化物和含氧酸	(256)
9.6.1 氧化物水合物的酸碱性	(256)
9.6.2 重要的氧化物和氢氧化物(含氧酸)	(257)
9.6.3 简单含氧酸的结构	(264)
9.6.4 含氧酸的酸性强度——Pauling 规则	(266)
9.6.5 缩合酸	(267)
9.6.6 碱的分类和性质	(268)
9.7 非金属含氧酸盐的某些性质	(269)
9.7.1 溶解性	(269)
9.7.2 热稳定性	(270)
9.7.3 氧化还原性	(272)
9.8 硫化氢和硫化物	(274)
9.8.1 硫化氢	(274)
9.8.2 金属硫化物	(275)
9.8.3 Sn、Pb 的硫化物	(276)
9.8.4 As、Sb、Bi 的硫化物	(277)
[化学博览] 富勒烯	(278)
习题	(279)
第 10 章 过渡元素(1)	(282)
10.1 过渡元素概述	(282)
10.1.1 过渡元素原子的特征	(282)
10.1.2 单质的物理性质	(283)
10.1.3 金属活泼性	(283)
10.1.4 氧化数	(284)
10.1.5 化合物的颜色	(285)

10.1.6 磁性	(286)
10.1.7 金属配合物	(286)
10.1.8 非整比化合物	(286)
10.2 钛族、钒族元素	(287)
10.2.1 钛族、钒族元素概述	(287)
10.2.2 Ti的重要化合物	(288)
10.2.3 V的重要化合物	(291)
10.2.4 Nb和Ta的化合物	(292)
10.3 铬族元素	(293)
10.3.1 铬族元素概述	(293)
10.3.2 Cr的重要化合物	(294)
10.3.3 Mo和W的重要化合物	(298)
10.4 锰族元素	(300)
10.4.1 锰族元素概述	(300)
10.4.2 Mn的重要化合物	(300)
[化学博览] 金属原子簇化学的发展	(303)
习题	(304)
第11章 过渡元素(2)	(307)
11.1 铁系和铂系元素	(307)
11.1.1 铁系和铂系元素概述	(307)
11.1.2 Fe、Co、Ni的重要化合物	(309)
11.1.3 Pt和Pd的重要化合物	(319)
11.2 铜族元素	(320)
11.2.1 铜族元素概述	(320)
11.2.2 Cu的重要化合物	(321)
11.2.3 Ag的重要化合物	(325)
11.3 锌族元素	(326)
11.3.1 锌族元素概述	(326)
11.3.2 Zn的重要化合物	(328)
11.3.3 Hg的重要化合物	(329)
[化学博览] 纳米材料	(332)
习题	(333)
第12章 镧系与铜系元素	(337)
12.1 镧系与铜系元素概述	(337)
12.1.1 价层电子构型与氧化数	(337)

12.1.2 原子半径、离子半径和镧系收缩	(340)
12.1.3 金属活泼性	(342)
12.1.4 离子的颜色	(345)
12.2 镧系元素	(346)
12.2.1 镧系元素的分布	(346)
12.2.2 镧系元素的提取	(347)
12.2.3 镧系元素的重要化合物	(349)
12.2.4 镧系元素的应用	(351)
12.3 锕系元素	(352)
12.3.1 锕系元素的一般性质	(353)
12.3.2 U的重要化合物	(353)
[化学博览] 稀土在催化剂中的应用	(354)
习题	(355)
* 第13章 核化学与放射化学简介	(356)
13.1 原子核衰变的基本规律	(356)
13.1.1 核素与同位素	(356)
13.1.2 核衰变的类型	(357)
13.1.3 核衰变速率与半衰期	(357)
13.1.4 放射性活度	(358)
13.1.5 放射系	(359)
13.2 人工核反应与人工放射性	(360)
13.2.1 人工合成元素	(360)
13.2.2 核反应的类型	(361)
13.3 核裂变与核聚变	(362)
13.3.1 核裂变	(362)
13.3.2 核聚变	(363)
13.3.3 核能的应用	(364)
13.4 放射性核素和核技术的应用	(366)
13.4.1 示踪原子	(366)
13.4.2 基于核技术的现代分析方法	(368)
习题	(369)
* 第14章 无机化学与生态环境	(370)
14.1 生命元素及其生物功能	(370)
14.1.1 生命元素	(370)
14.1.2 元素在人体中的生物功能	(371)

14.1.3 污染元素对人体健康的危害	(373)
14.2 环境污染及其防治	(374)
14.2.1 大气污染	(374)
14.2.2 水体污染	(375)
14.2.3 土壤污染	(378)
14.2.4 放射性污染及其防护	(379)
14.3 化学工业“三废”的治理	(381)
14.3.1 化学工业“三废”的来源	(381)
14.3.2 化工污染的防治	(381)
14.4 绿色化学	(383)
14.4.1 绿色化学的产生	(383)
14.4.2 绿色化学的 12 条原则	(384)
14.4.3 绿色化学的中心内容	(385)
习题	(385)
附录 1 本书常用量和单位的符号	(386)
附录 2 SI 单位和我国法定计量单位	(387)
附录 3 一些基本的物理常量	(388)
附录 4 标准热力学数据(298.15 K, 100 kPa)	(389)
附录 5 离解常数(298.15 K)	(391)
附录 6 溶度积常数(298.15 K)	(392)
附录 7 标准电极电势(298.15 K)	(394)
参考文献	(398)

第 1 章 无机化学中的计量关系

无机化学是化学的一个分支,是研究无机物组成、结构、性质和变化规律的学科。本课程的任务是介绍化学反应的基本原理、物质结构的基础理论、元素及其化合物的基本知识,以及与化学密切相关的社会热点、科技发展、学科渗透交叉等方面的知识。无机化学是高等学校化工、轻工、材料、纺织、生物、环保、冶金、地质等有关专业的一门化学基础课。通过本课程的学习,使学生具有科学的思维方法与解决实际问题的综合能力,同时也为后继化学课程打下基础。

化学反应是化学研究的核心部分。在物质发生化学反应前,通常要对反应物质的用量进行标度(如质量、浓度等),化学反应进行中还常伴有质量和能量(热、电、光等)的变化。因此,化学研究中要测定或计算物质的质量、溶液的浓度、反应的温度、气体的压力和体积等。本章在高中化学的基础上,引入相关物质的量浓度、化学计量数、反应进度、状态函数、标准状态、焓变等重要概念以及液体组成标度方法,以阐明化学反应中的质量关系和能量关系。

1.1 溶液组成标度

在化工生产及科学研究中,很多化学变化通常在溶液中进行。参与化学反应的物质常用溶液组成标度来进行表示和计量。溶液组成标度是指一定量溶液或溶剂中所含溶质的量,也称为溶液的浓度。溶液组成标度的表示方法很多,最常用的几种介绍如下。

1.1.1 物质的量和物质的量浓度

1. 物质的量

1971年10月举行的第14届国际计量大会决定,在国际单位制(SI制)中增加第七个基本单位制——摩尔(mole),单位符号为“mol”,是“物质的量”(amount of substance)的单位。“摩尔是一体系的物质的量,该体系中所包含的基本单元数与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 的原子数相同”。物质的量(符号 n)用于计算指定的微观基本单元,如分子、原子、离子、电子等微观粒子或这些粒子的特定组合。

根据摩尔的定义,1 mol是 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 中所含C原子的数目,是以 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 中所含原子个数为标准,来衡量其他物质中所含基本单元的数目。根据实验测定, $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 中约含有 6.022×10^{23} 个C原子, 6.022×10^{23} 这个数字称为阿

伏伽德罗常数(符号 N_A)。因此,若某物质体系中所含基本单元的数目为 N_A 时,该物质系统的“物质的量”即为 1 mol;或者说 1 mol 就是 6.022×10^{23} 个微粒的集体。例如:

- 1 mol 水约含有 6.022×10^{23} 个水分子;
- 1 mol 氢氧根离子约含有 6.022×10^{23} 个氢氧根离子;
- 1 mol 电子约含有 6.022×10^{23} 个电子;
- 2 mol C 原子约含有 $2 \times 6.022 \times 10^{23}$ 个 C 原子。

因此,物质的量是以阿伏伽德罗常数为计量单位,表示物质的基本单元数目的物理量。某物质体系中所含基本单元的数目是阿伏伽德罗常数的多少倍,则该物质体系中物质的量就是多少摩尔。

由此可见,相同物质的量的任何物质指定的基本单元,都约含有相同的基本单元数。在使用摩尔这个单位时,一定要指明基本单元,否则表意不明。

2. 物质的量浓度

物质的量浓度(amount of substance concentration)定义为溶质 B 的物质的量 n_B 与溶液的体积 V 之比,用符号 c_B 表示。即

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-1)$$

物质的量浓度的 SI 单位为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

对于在溶液中进行的化学反应来说, m^3 的单位太大,不实用。在实际应用过程中,常用 1 L 溶液中所含溶质 B 的物质的量来表示,其单位为摩尔每升,符号为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。例如,若 1 L NaCl 溶液中含有 0.15 mol 的 NaCl,其浓度可表示为

$$c(\text{NaCl}) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

【例 1-1】 若把 160.00 g NaOH(s) 溶于少量水中,然后将所得溶液稀释至 2.0 L,试计算该溶液的物质的量浓度。

解 $M_r(\text{NaOH}) = 22.99 + 16.00 + 1.01 = 40.00$

$$M(\text{NaOH}) = 40.00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

根据 $M = \frac{m}{n}$, 则

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{160.00 \text{ g}}{40.00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4.00 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V} = \frac{4.00 \text{ mol}}{2.0 \text{ L}} = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

广义上说,气体混合物也可视为气体溶液,其物质的量浓度的定义与真实溶液一致,体积为气体的体积。

1.1.2 质量摩尔浓度与摩尔分数

1. 质量摩尔浓度

设溶液中各物质为 A, B, C……通常视量较多的物质 A 为溶剂,较少的为溶