



21 世纪高等院校教材
中国科学院规划教材

普通化学

(第二版)

卜平宇 夏 泉 主编



科学出版社
www.sciencep.com

21世纪高等院校教材
中国科学院规划教材

普通化学

(第二版)

卜平宇 夏 泉 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者根据多年的教学经验并结合农业院校特点编写而成的。全书既重视与中学化学内容的衔接,又全面、扼要地介绍了普通化学的基本理论、基本知识和基本运算。全书共12章,介绍了气体和溶液、化学热力学基础、化学平衡、化学动力学初步、酸碱平衡、沉淀-溶解平衡、氧化还原、原子结构、分子结构、配位化合物、胶体、单质和无机化合物概述等基本内容。各章后配有适量的习题供读者参考。

本书可作为农业院校非化学化工专业本科生基础课的教材,也可供理、工、师范类院校相关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学/卜平字,夏泉主编. —2版. —北京:科学出版社,2009
21世纪高等院校教材·中国科学院规划教材
ISBN 978-7-03-025315-6

I. 普… II. ①卜…②夏… III. 普通化学-高等学校-教材 IV. O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第147318号

责任编辑:赵晓霞 陈雅娴 魏晓焱 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年2月第一版 开本:B5(720×1000)

2009年8月第二版 印张:17 插页:1

2009年8月第五次印刷 字数:320 000

印数:17 001—21 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书自 2006 年出版以来,被许多兄弟院校选作教材,受到了读者的欢迎和好评,他们为此书提出了许多宝贵意见,为本书的修订奠定了基础,在此向他们表示衷心的感谢。

近年来,我国的高等教育取得了较大的发展,教学体系的改革对教材提出了更高的要求,为了适应新世纪的教学要求,根据本书读者的反馈信息和专家的意见,编者对全书进行了修订。本次修订依然保持原书概念严谨、内容精炼、难度适中、表达准确的特点,对原书中的部分内容进行了增减和改写,重点修订以下几点:

(1) 原书采取简化形式表示相对浓度,例如,用 $[\text{H}^+]$ 表示 H^+ 的相对浓度,修改后采用了标准表示方法,如用 “ $c(\text{H}^+)/c^\ominus$ ” 形式表示 H^+ 的相对浓度。

(2) 在第 7 章中,能斯特方程改用 “ $\varphi = \varphi^\ominus + \frac{0.0592}{n} \lg \frac{[c(\text{O})/c^\ominus]^a}{[c(\text{R})/c^\ominus]^b}$ ” 形式表达,使计算金属电极的电极电势时更方便。

(3) 重新整理了例题与习题,并在书后增加了参考答案,供读者自检参考。感谢科学出版社为本书出版所做的大量工作。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

第一版前言

本书为高等农业院校教材。适合高等农业院校各有关专业的本科生使用。

普通化学是农业院校的重要基础课，也是大学一年级开设的难度比较大的一门课程。为了使學生尽快适应大学的学习，我们一方面使本书与中学化学内容相衔接，另一方面注意本学科的科学性和系统性，在有限的学时内，全面、扼要地介绍了普通化学的基本理论、基本知识与基本计算。为此，在编写过程中，我们查阅了大量普通化学、无机化学以及其他有关的教材与资料。在内容安排与问题阐述方面，遵循由简单到复杂、由宏观到微观、由理论到应用的认识规律，并力求说理清楚，重点突出，便于自学。

为了培养学生的自学能力，提高学生素质，本书增加了阅读材料，介绍本学科的新进展与新应用。

本书按 60 学时讲授而编写。在内容上前十一章为基本理论，第十二章为单质和无机化合物概述。第十二章的内容是前面所学理论的具体应用，旨在巩固基本理论，扩大学生的知识面。

本书所采用的数据选自 2003 年科学出版社出版的美国 J. A. 迪安主编的《兰氏化学手册》第二版。

参加本书编写的有：沈阳农业大学卜平宇、夏泉、王耀晶、郑其格、牟林；东北农业大学徐宝荣、高爽；吉林农业大学范海林、程志强。全书由卜平宇、夏泉统稿，李宝华审稿。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2005 年 10 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 气体和溶液	1
1.1 气体定律	1
1.1.1 理想气体状态方程	1
1.1.2 气体分压定律	2
1.2 溶液	4
1.2.1 溶液浓度表示法	4
1.2.2 稀溶液的依数性	6
习题	13
第 2 章 化学热力学基础	15
2.1 基本概念	15
2.1.1 系统与环境	15
2.1.2 状态与状态函数	16
2.1.3 过程与途径	17
2.1.4 热和功	17
2.1.5 反应进度	17
2.2 热力学第一定律	19
2.2.1 热力学能	19
2.2.2 热力学第一定律	19
2.3 化学反应热效应	20
2.3.1 化学反应热效应的概念	20
2.3.2 热力学的标准状态	22
2.3.3 热化学方程式	23
2.3.4 化学反应热效应的计算	23
2.4 化学反应自发性	26
2.4.1 自发过程	26
2.4.2 焓变与自发反应	27
2.4.3 熵变与热力学第二定律	28
2.4.4 标准熵变及计算	29

2.5 吉布斯自由能与吉布斯自由能判据	31
2.5.1 吉布斯自由能变与反应的自发性	31
2.5.2 化学反应的标准摩尔吉布斯自由能变 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的计算	33
2.5.3 吉布斯-亥姆霍兹公式的应用	34
习题	35
第3章 化学平衡	37
3.1 可逆反应与化学平衡	37
3.1.1 化学平衡状态	37
3.1.2 标准平衡常数	38
3.2 吉布斯自由能变与化学平衡	40
3.2.1 吉布斯自由能变与化学平衡常数的关系	40
3.2.2 标准平衡常数的计算及应用	41
3.3 化学平衡的移动	44
3.3.1 浓度对化学平衡的影响	44
3.3.2 压力对化学平衡的影响	44
3.3.3 温度对化学平衡的影响	46
3.3.4 勒夏特列原理	47
习题	47
第4章 化学动力学初步	49
4.1 化学反应速率	49
4.1.1 平均速率	49
4.1.2 瞬时速率	50
4.2 反应速率与浓度的关系	51
4.2.1 质量作用定律	51
4.2.2 反应级数	51
4.2.3 反应机理	53
4.3 反应速率理论简介	53
4.3.1 碰撞理论	54
4.3.2 过渡态理论	55
4.4 反应速率与温度的关系	56
4.4.1 范特霍夫规则	56
4.4.2 阿伦尼乌斯公式	56
4.5 反应速率与催化剂的关系	57
4.5.1 催化剂与催化作用	58
4.5.2 催化作用的特点	58

4.5.3 均相催化和多相催化反应	59
习题	60
第5章 酸碱平衡	62
5.1 酸碱理论	62
5.1.1 酸碱的离解理论	62
5.1.2 酸碱的质子理论	62
5.1.3 酸碱的电子理论	64
5.2 水的离解平衡	65
5.3 弱酸、弱碱的离解平衡	66
5.3.1 一元弱酸、弱碱的离解平衡	66
5.3.2 离解常数和离解度的关系	67
5.3.3 一元弱酸、弱碱中 $c(\text{H}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-)$ 的计算	68
5.3.4 多元弱酸的离解平衡	69
5.4 缓冲溶液	72
5.4.1 同离子效应和盐效应	72
5.4.2 缓冲溶液概述	73
5.4.3 缓冲溶液 pH 的计算	74
5.5 强电解质溶液简介	77
【阅读参考】 酸雨	78
习题	78
第6章 沉淀-溶解平衡	80
6.1 溶度积和溶解度	80
6.1.1 离子积 (Q_i) 与溶度积 ($K_{\text{sp}}^\ominus$)	80
6.1.2 溶度积规则	81
6.1.3 溶度积和溶解度的关系	81
6.2 影响沉淀生成与溶解的因素	82
6.2.1 影响沉淀生成的因素	82
6.2.2 影响沉淀溶解的因素	84
6.3 分步沉淀与沉淀转化	86
6.3.1 分步沉淀	86
6.3.2 沉淀的转化	87
习题	88
第7章 氧化还原	89
7.1 氧化还原反应的基本概念	89
7.1.1 氧化数	89

7.1.2 氧化还原反应与氧化还原电对	90
7.1.3 氧化还原反应方程式的配平	91
7.2 原电池和电极	93
7.2.1 原电池的构造及工作原理	93
7.2.2 电池符号	94
7.2.3 电极的种类	94
7.3 电极电势	95
7.3.1 电极电势的产生	95
7.3.2 标准电极电势	96
7.4 影响电极电势的因素	100
7.4.1 能斯特方程	100
7.4.2 温度对电极电势的影响	101
7.4.3 浓度对电极电势的影响	101
7.4.4 酸度对电极电势的影响	102
7.4.5 难溶化合物或配合物的生成对电极电势的影响	103
7.5 电极电势的应用	105
7.5.1 判断氧化还原反应方向	105
7.5.2 判断氧化还原反应进行的程度	106
7.5.3 选择氧化剂、还原剂	107
7.6 元素电势图	107
7.6.1 元素电势图的概念	107
7.6.2 元素电势图的应用	108
【阅读参考】 化学电源	109
习题	112
第8章 原子结构	114
8.1 微观粒子的运动特性	114
8.1.1 经典的核式原子模型的建立	114
8.1.2 氢原子光谱和玻尔理论	115
8.1.3 微观粒子特性及其运动规律	118
8.2 核外电子运动状态的描述	120
8.2.1 波函数、概率密度	120
8.2.2 轨道和电子云图形	123
8.2.3 电子运动的径向特点与角度	126
8.2.4 四个量子数	128

8.3 原子核外电子排布与元素周期表	130
8.3.1 多电子原子轨道能级	131
8.3.2 基态原子的核外电子排布	133
8.3.3 原子结构与元素周期律	135
8.4 元素性质的周期性	139
8.4.1 原子半径	139
8.4.2 元素的电离能	140
8.4.3 元素的电子亲和能	142
8.4.4 原子的电负性	143
【阅读参考】 波函数角度部分的图形	143
3d 与 4s 轨道的能量关系	145
原子的量子数	146
习题	147
第 9 章 分子结构	148
9.1 离子键	148
9.1.1 离子键的形成和特点	148
9.1.2 离子的特征	150
9.2 共价键的价键理论	152
9.2.1 H_2 分子的形成和价键理论的基本要点	152
9.2.2 共价键的特点	154
9.2.3 共价键的类型	154
9.2.4 键参数	155
9.3 杂化轨道理论	158
9.3.1 杂化轨道理论基本要点	158
9.3.2 杂化轨道基本类型	158
9.4 价层电子对互斥理论	162
9.4.1 价层电子对互斥理论的基本要点	162
9.4.2 用价层电子对互斥理论判断分子构型的一般原则和实例	164
9.5 分子的极性和分子间力	165
9.5.1 分子的极性和极化	165
9.5.2 分子间力	169
9.5.3 氢键	171
9.6 晶体	173
9.6.1 晶体与非晶体	173

9.6.2 晶体的基本类型	173
习题	174
第10章 配位化合物	176
10.1 配位化合物概述	176
10.1.1 配位化合物的含义	176
10.1.2 配位化合物的组成	177
10.1.3 配位化合物的命名	178
10.1.4 螯合物	179
10.2 配合物的价键理论	179
10.2.1 价键理论的要点	180
10.2.2 配离子的形成	180
10.2.3 配合物的磁性	182
10.3 配位平衡	183
10.3.1 配位化合物的稳定常数	183
10.3.2 配位平衡的计算	184
10.4 配位化合物应用	191
10.4.1 配位化合物在分析化学中的应用	191
10.4.2 配位化合物在生命科学中的意义	191
10.4.3 配位化合物在其他方面的应用	192
【阅读参考】 人体中的配合物	193
习题	194
第11章 胶体	196
11.1 分散系	196
11.2 表面吸附	197
11.2.1 表面能	197
11.2.2 吸附作用	197
11.3 溶胶	200
11.3.1 溶胶的制备	200
11.3.2 胶团结构	200
11.3.3 溶胶的性质	202
11.3.4 溶胶的稳定性与聚沉	204
11.4 表面活性物质 粗分散系	206
11.4.1 表面活性物质结构和分类	206
11.4.2 表面活性物质的应用	208
习题	209

第 12 章 单质和无机化合物概述	211
12.1 元素概念	211
12.1.1 元素、核素和同位素	211
12.1.2 元素的生物学意义	212
12.2 单质的物理性质	213
12.2.1 主族元素单质的物理性质	213
12.2.2 过渡元素单质的物理性质	216
12.3 单质的化学性质	217
12.3.1 主族元素单质的化学性质	217
12.3.2 过渡元素单质的化学性质	220
12.4 无机化合物的化学性质	220
12.4.1 化合物的溶解性	221
12.4.2 含氧酸及其盐的氧化还原性	222
12.4.3 含氧酸及其盐的热稳定性	223
12.4.4 化合物的酸碱性	224
12.5 重要无机化合物选论	226
12.5.1 钾和钠的化合物	226
12.5.2 硼、碳、硅的化合物	227
12.5.3 氮、磷、砷的化合物	228
12.5.4 氧和硫的化合物	231
12.5.5 卤素化合物	232
【阅读参考】 环境的化学污染	234
习题	237
参考答案	238
附录	241
附录 I 希腊字母表	241
附录 II 一些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔熵、标准摩尔生成吉布斯自由能	241
附录 III 弱酸、弱碱在水中的离解常数 $K^\ominus$	247
附录 IV 难溶电解质的溶度积	248
附录 V 标准电极电势	249
附录 VI 碱性条件下标准电极电势	252
附录 VII 常见配离子的稳定常数	253

第 1 章 气体和溶液

【教学基本要求】

1. 掌握理想气体状态方程和气体分压定律及其应用。
2. 了解溶液浓度表示方法及各种浓度单位之间的换算。
3. 掌握难挥发的非电解质稀溶液的依数性和有关计算及应用。

1.1 气体定律

在通常的温度与压力条件下,物质有三种聚集状态,即气态、液态和固态。在物质的三种聚集状态中,气态时物质的性质最为简单,因此人们对气态研究得较早,认识也比较清楚。

早在 17 世纪中期,人们就通过观察现象和实验,研究在压力不太高、温度不太低的情况下气态物质的一些基本性质。由于在此条件下,气态物质的分子之间的距离很大,比分子本身大得多,分子间的引力很小,因此假想气体分子本身不占空间,分子间也没有作用力,人们把这样的气体称为理想气体。理想气体实际上并不存在,通常情况下,实际气体与理想气体之间有一定的偏差,但在高温低压条件下,分子间作用力比较小,分子间的平均距离比较大,实际气体可以近似地看成理想气体,这样可以简化对实际问题的处理。

1.1.1 理想气体状态方程

理想气体的物理性质可以认为与其化学组成无关,而只与气体的体积、压力、温度及物质的量有关,即

$$pV = nRT \quad (1-1)$$

式中: p 为压力; V 为体积; T 为热力学温度; n 为气体的物质的量; R 为摩尔气体常量。式(1-1)称为理想气体状态方程式。

理想气体状态方程式有多种实际应用,但 p 、 V 的单位不同, R 的数值和单位也随之变化,现将各物理量的单位和 R 的数值及单位列于表 1-1 中。

在应用式(1-1)时,常用它的一些变换形式,如

$$p \frac{V}{n} = RT \quad pV = \frac{m}{M} RT \quad p = \frac{n}{V} RT$$

式中: m 为气体的质量, g ; M 为气体的摩尔质量, $g \cdot mol^{-1}$ 。

表 1-1 R 的数值及单位

单位制	p	V	n	T	R 的数值及单位
国际单位制	Pa	m^3	mol	K	$8.314\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 或 $8.314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
	kPa	dm^3	mol	K	$8.314\text{kPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

例 1-1 氩气可由液态空气蒸馏制得。若得到质量为 0.7990g 的氩气,且气体的温度为 298.15K 时,压力为 114.92kPa ,体积为 0.4314L ,计算 1mol Ar 的质量。

解 已知 $m(\text{Ar}) = 0.7990\text{g}$, $p = 114.92\text{kPa}$, $V = 0.4314 \times 10^{-3}\text{m}^3$, $T = 298.15\text{K}$,根据公式:

$$pV = \frac{m}{M}RT, \quad M = \frac{mRT}{pV}$$

$$\begin{aligned} \text{得} \quad M(\text{Ar}) &= \frac{0.7990\text{g} \times 8.314\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298.15\text{K}}{114.92 \times 10^3\text{Pa} \times 0.4314 \times 10^{-3}\text{m}^3} \\ &= 39.95\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

即 1mol Ar 的质量为 39.95g 。

1.1.2 气体分压定律

通常当几种不同气体在同一容器中混合时,如果它们相互不发生化学反应,分子间的相互作用和分子的大小可以被忽略,它们就互不干扰,如同单独存在于容器中一样,这就是理想气体混合物。由于气体具有无限掺溶性,一般情况下,各种气体能以任意比例混合。混合气体中每一组分气体都能均匀地充满容器的整个空间,对器壁产生压力。某一组分气体产生的压力不因其他组分的存在而有所改变,与其独占整个容器时所产生的压力相同。在相同温度下,混合气体中某组分单独占有与混合气体相同体积时所产生的压力,称为该组分气体的分压力。

1801年,英国物理学家和化学家道尔顿(Dalton)经过实验观察发现:混合气体的总压等于混合气体中各组分气体分压之和,这一规律称为道尔顿分压定律,其数学表达式为

$$p_{\text{总}} = p_1 + p_2 + \cdots + p_B = \sum_{i=1}^n p_B \quad (1-2)$$

式中: $p_{\text{总}}$ 为混合气体的总压; $p_1, p_2, \cdots, p_B$ 分别为混合气体中各组分的分压。

假定某容器中混合气体的各组分均是理想气体,各组分物质的量分别为 $n_1, n_2, \cdots, n_B$,混合气体的热力学温度为 T ,容器的体积为 V , p_B 表示组分的分压。根

据理想气体状态方程,各组分的分压为

$$p_B = \frac{n_B}{V}RT \quad (1-3)$$

由道尔顿分压定律可知

$$p_{\text{总}} = p_1 + p_2 + \cdots + p_B = (n_1 + n_2 + \cdots + n_B) \frac{RT}{V}$$

所以

$$p_{\text{总}} = \frac{n_{\text{总}}}{V}RT \quad (1-4)$$

可以看出,理想气体状态方程同样也适用于多组分的混合气体,只是此时的 n 是混合气体的各组分物质的量之和。

式(1-4)和式(1-3)相除,得

$$\frac{p_B}{p_{\text{总}}} = \frac{n_B}{n_{\text{总}}} = x_B \quad \text{或} \quad p_B = \frac{n_B}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}$$

所以

$$p_B = x_B p_{\text{总}} \quad (1-5)$$

式(1-5)是道尔顿分压定律的另一种表达形式,即混合气体的分压等于该组分的摩尔分数与总压的乘积。

严格说来,分压定律公式适用于理想气体混合物。对高温低压下的真实气体混合物也可以近似适用。

例 1-2 某容器中含有 NH_3 、 O_2 与 N_2 气体的混合物。在 20°C 时取样分析后,得知其中 $n(\text{NH}_3) = 0.32\text{mol}$, $n(\text{O}_2) = 0.18\text{mol}$, $n(\text{N}_2) = 0.70\text{mol}$ 。混合气体的总压为 133kPa 。试计算:(1)各组分气体的分压;(2)该容器的体积。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad (1) \quad n_{\text{总}} &= n(\text{NH}_3) + n(\text{O}_2) + n(\text{N}_2) \\ &= 0.32\text{mol} + 0.18\text{mol} + 0.70\text{mol} = 1.20\text{mol} \end{aligned}$$

$$\text{由 } p_B = \frac{n_B}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}, \text{ 得}$$

$$p(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3)}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}} = \frac{0.32\text{mol}}{1.20\text{mol}} \times 133\text{kPa} = 35.5\text{kPa}$$

$$p(\text{O}_2) = \frac{0.18\text{mol}}{1.20\text{mol}} \times 133\text{kPa} = 20.0\text{kPa}$$

$$p(\text{N}_2) = p_{\text{总}} - p(\text{NH}_3) - p(\text{O}_2) = 133\text{kPa} - 35.5\text{kPa} - 20.0\text{kPa} = 77.5\text{kPa}$$

(2) 三种气体都充满整个容器,故该容器的体积可以用其中某一组分的物质的量及其分压的数据计算。

$$V = \frac{n(\text{NH}_3)RT}{p(\text{NH}_3)} = \frac{0.32\text{mol} \times 8.314\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293\text{K}}{35.5 \times 10^3 \text{Pa}} \\ = 2.20 \times 10^{-2} \text{m}^3$$

顺便提及,和分压相似,如同一温度下各组分气体具有与混合气体相同压力时,所占有的体积称为某一组分的分体积。由理想气体状态方程同样可证明,同温同压下,混合气体的总体积等于各组分气体的分体积之和,这就是分体积定律,其数学表达式为

$$V_{\text{总}} = V_1 + V_2 + \cdots + V_B = x_B V_{\text{总}}$$

即

$$V_B = x_B V_{\text{总}} \quad (1-6)$$

式中

$$x_B = \frac{V_B}{V_{\text{总}}} = \frac{n_B}{n_{\text{总}}}$$

1.2 溶 液

溶液在工农业生产、科学实验和日常生活中都有十分重要的意义。研究溶液的性质,除了要对溶液中各组分作定性的描述外,还必须详细说明各组分的数量。溶液的性质在很大程度上取决于溶质和溶剂的相对含量。例如,农业中施用农药时,农药需配成一定浓度的溶液使用,药液过浓易伤害农作物,太稀又不能发挥药效。因此,必须掌握溶质和溶剂之间量的关系。

1.2.1 溶液浓度表示法

一定量溶液或溶剂中所含溶质的量称为溶液的浓度。根据不同的需要,溶液的浓度可以用不同的方法来表示,在此仅介绍几种。

1. 物质的量浓度 c_B

单位体积溶液中所含溶质的物质的量称为物质的量浓度,用 c_B 表示,常用单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-7)$$

式中: n_B 为溶质 B 的物质的量, mol ; V 为溶液的体积, L 。

由物质的量和摩尔的定义可知,在使用摩尔及包括摩尔导出的单位时,必须确定基本单元。其基本单元可以是分子、原子、离子、电子及其他粒子的特定组合,如 H^+ 、 H_2SO_4 、 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\frac{1}{3}\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\frac{1}{5}\text{KMnO}_4$ 等都可作为基本单元。因此在使用物质的量浓度时,应注明物质基本单元,否则易引起混乱。严格地说,物质的量浓度

是单位体积内含溶质基本单元的物质的量。在使用式(1-7)计算物质的量浓度时,必须指明 B 基本单元的物质的量 n_B 。

相应的摩尔质量也是基本单元的摩尔质量,如 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 49\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

例如, 29.42g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶于 1L 水中, 则

$$c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m}{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = \frac{29.42\text{g}}{294.2\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1\text{L}} = 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = \frac{m}{M\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right)} = \frac{29.42\text{g}}{\frac{294.2\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6} \times 1\text{L}} = 0.6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. 质量摩尔浓度 b_B

单位质量溶剂中所含溶质 B 的物质的量称为**质量摩尔浓度**, 用 b_B 表示, SI 单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} \quad (1-8)$$

式中: m_A 为溶剂 A 的质量, kg。

使用 b_B 表示溶液浓度的优点在于不受温度变化的影响。因为体积与温度有关, 而质量与温度无关。

3. 摩尔分数 x_B

溶液中某组分 B 的物质的量与溶液中总物质的量之比称为组分 B 的**摩尔分数**, 用 x_B 表示。 x_B 的量纲为一。摩尔分数可以不区分溶质和溶剂。

$$x_B = \frac{n_B}{\sum n_B} \quad (1-9)$$

对任何一个多组分溶液, 各组分摩尔分数之和为 1, 即

$$\sum x_B = 1 \quad (1-10)$$

4. 质量分数 w_B

某物质 B 的质量与混合物总质量之比称为 B 的**质量分数**, 用 w_B 表示。 w_B 的量纲为一。同样, 混合系统中各组分的质量分数之和为 1, 即

$$\sum w_B = 1 \quad (1-11)$$