



普通高校应用型人才培养规划教材
PUTONG GAOXIAO YINYONGXING RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

无机及分析化学

◎ 刘伟明 梁振华 主编



经济科学出版社
Economic Science Press

普通高校应用型人才培养规划教材

无机及分析化学

刘伟明	梁振华	主 编
刘晓霞	王忆娟	彭洪翠 副主编

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无机及分析化学/刘伟明, 梁振华主编. —北京: 经济科学出版社,
2010. 8

普通高校应用型人才培养规划教材

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9826 - 4

I. ①无… II. ①刘… ②梁… III. ①无机化学—高等学校—
教材②分析化学—高等学校—教材 IV. ①061②065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 165648 号

责任编辑: 范 莹

责任校对: 王肖楠

技术编辑: 董永亭

无机及分析化学

主编 刘伟明 梁振华

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

编辑室电话: 88191417 发行部电话: 88191540

出版社网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

读者服务部: [www. jkbook. com](http://www.jkbook.com)

北京欣舒印务有限公司印装

787 × 1092 16 开 29.75 印张 680000 字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

印数: 0001 - 2000 册

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9826 - 4 定价: 38.00 元 (含《习题手册》)

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

本书编写者

主 编

刘伟明（江汉大学文理学院）

梁振华（广西师范大学）

副主编

刘晓霞（江汉大学文理学院）

王忆娟（江汉大学文理学院）

彭洪翠（华中科技大学武昌分校）

余超波（江汉大学文理学院）

秦 凡（江汉大学文理学院）

参编人员

吴春红（江汉大学文理学院）

常 逊（江汉大学文理学院）

刘琼玉（江汉大学）

张立影（江汉大学文理学院）

李 威（江汉大学文理学院）

李 萍（江汉大学文理学院）

史黎黎（江汉大学文理学院）

王秀珍（江汉大学文理学院）

总 序

经过几年的快速发展,我国教育已进入高等教育大国的行列,按照党的十七大精神,向建设人力资源强国迈进。数以千万计的学生在各级各类高等学校学习各种知识和培养能力,为成为社会主义的建设者和新时期的应用型人才而努力。高等教育从“精英化”到“大众化”的转变,除了数量的扩大外,必须在培养目标、教学内容、教学方法、教材等方面进行改革,以适应培养不同类型人才和不同类型高校的教学需要。

独立学院自开办以来,在教学各方面,特别是教材基本沿用了普通本科的教学资源,这给特色教育和定向教学带来诸多不便,难以达到教委设定的教学目的。有鉴于此,我们在“服务于地方,培养应用型人才”这一总的目标指导下,组织了一批教学经验丰富、致力于教学改革研究、在相关课程方面有较深造诣的教师,按教育部的教育培养规划,编写了这套适合独立学院本科教学的系列教材,旨在有针对性地培养应用型、高等学历人才,因此我们称这套教材为“普通高校应用型人才培养规划教材”。

我们编写这套教材的基本思想是:对基本原理、基本理论重在结论和应用。理论部分遵循教学大纲,不求深入全面,但求适用,只对相关理论做必要的引介。书中编列了较多的例子和习题,增加了学生自我训练、独立解题的素材,期望帮助学生加深对理论知识的理解和应用。我们力求这套丛书在内容结构上既区别于传统本科教材,又不同于高职高专教材。在理论知识方面既有一定的系统性,也兼顾了现代性;既注重知识间的逻辑性,也突出了知识的应用性;在够用、实用、适用的前提下,还编入一些有深度知识的链接,供要求进一步提高的学生自学之用。本套教材在文字上力求准确易懂,适当增加例图,有较好的可读性,便于学生自学。

由于我们的水平有限,书中难免存在一些问题,敬请各位教师和广大学生给予细心的指正和热情的帮助。在此,对于大力支持这套教材出版发行的经济科学出版社也一并表示真诚的感谢。

教材编写委员会

甘德安

2008年1月

前 言

《无机及分析化学》是生物技术、环境工程、材料学、药学、生命科学等专业的一门重要专业基础课，是这些专业的学生学好后继课程的必需条件。本书内容的编写紧紧围绕符合应用型人才的培养目标，以“需要为准、够用为度、实用为先”的原则安排其教学内容。无机及分析化学是为实现课程结构和教学内容整合、优化而设置的专业基础课程。本书层次分明，内容精练，通用性强，适用面广。

新编写的《无机及分析化学》在整体上既节省了学时，又突出了实用性。内容上突出基本理论知识和实践技能的培养；不过分强调学科的完整性，而注重教材的优化；在内容的阐述上，循序渐进，文字力求简明扼要。在每章的开篇都编排有“学习重点”，使学生有目的地进入新知识的学习。本书附带对应的《无机及分析化学习题手册》供同学们课后练习，以加深对教材内容的理解。

全书共 15 章，第 1 章至第 10 章属无机化学部分；第 11 章至第 15 章属分析化学部分。无机化学部分介绍分散体系、化学热力学基础、化学反应速率和化学平衡、物质结构、酸碱反应、沉淀反应、氧化还原反应及电化学基础、配位反应、主族元素和副族元素。分析化学部分介绍分析化学基础知识、滴定分析法、重量分析法、吸光光度法和分析化学中常用的分离方法。

本书是集体劳动的成果，由江汉大学文理学院刘伟明和广西师范大学梁振华两位老师主编并统稿。参加编写的有：刘伟明副教授（第 1~3 章）；梁振华副教授（第 4 章、第 7 章、第 9 章、第 10 章）；刘晓霞讲师（第 5~6 章）；彭洪翠老师（第 8 章、第 11 章、第 15 章）；王忆娟老师（第 12~14 章）。

在本书编写过程中，还参阅了一些书籍和文献资料，在此谨向有关作者和所有给予本书关心和帮助的朋友们致以衷心的感谢！经济科学出版社在出版过程中给予了大力支持，在此特致以诚挚的谢意。

鉴于编者学术水平有限及时间仓促，难免存在错误、疏漏及不妥之处，恳请各位

目 录

第 1 章 分散体系	1
1.1 分散系	1
1.2 溶液的组成标度	3
1.3 稀溶液的依数性	8
1.4 胶体溶液	15
第 2 章 化学热力学基础	21
2.1 热力学基本概念	21
2.2 热力学第一定律	23
2.3 热化学	25
2.4 热力学第二定律	31
2.5 吉布斯自由能及其应用	35
第 3 章 化学反应速率和化学平衡	40
3.1 化学反应速率理论简介	40
3.2 影响化学反应速率的因素	43
3.3 化学平衡	49
3.4 平衡常数	51
3.5 化学平衡的移动	56
3.6 化学平衡的有关计算	58
第 4 章 物质结构	61
4.1 核外电子的运动状态	61
4.2 原子核外电子的排布和元素周期系	71

4.3	元素某些性质与原子结构的关系	81
4.4	共价键理论	85
4.5	分子间力和氢键	101
第5章	酸碱反应	108
5.1	酸碱理论概述	108
5.2	酸碱平衡	113
5.3	酸碱平衡中有关浓度的计算	118
5.4	缓冲溶液	122
第6章	沉淀反应	129
6.1	溶解度和溶度积	129
6.2	沉淀的生成和溶解	132
第7章	氧化还原反应及电化学基础	141
7.1	氧化还原反应的基本概念	142
7.2	原电池与电极电势	146
7.3	电极电势的应用	153
7.4	元素电势图及其应用	156
第8章	配位反应	159
8.1	配位化合物的组成与命名	159
8.2	配位平衡	161
8.3	螯合物及其特点	165
8.4	配合物的应用	165
第9章	主族元素	169
9.1	s 区元素	169
9.2	p 区元素	180
第10章	副族元素	224
10.1	过渡元素通论	225
10.2	d 区元素	226
10.3	ds 区元素	236

第 11 章 分析化学基础知识	242
11.1 概述	242
11.2 定量分析的误差	245
11.3 有效数字和数据处理	250
第 12 章 滴定分析法	254
12.1 滴定分析法概述	254
12.2 酸碱滴定法	255
12.3 配位滴定法	269
12.4 氧化还原滴定法	286
12.5 沉淀滴定法	296
第 13 章 重量分析法	301
13.1 概述	301
13.2 影响沉淀溶解度的因素	303
13.3 沉淀的形成	304
13.4 影响沉淀纯度的因素	306
13.5 沉淀条件的选择	309
13.6 重量分析结果的计算	312
第 14 章 吸光光度法	315
14.1 概述	315
14.2 光吸收定律	317
14.3 分光光度计	320
14.4 显色反应和显色条件的选择	323
14.5 吸光光度法的应用	325
第 15 章 分析化学中常用的分离方法	328
15.1 概述	328
15.2 沉淀与过滤分离法	329
15.3 挥发和蒸馏分离法	330
15.4 溶液萃取分离法	333
15.5 离子交换分离法	336

15.6 色谱分离法	339
附录	342
附录1 常见标准热力学数据 (298.15K)	342
附录2 常见弱电解质的标准离解常数 (298.15K)	346
附录3 常见难溶电解质的溶度积 (298.15K, 离子强度 $I=0$)	348
附录4 常见氧化还原电对的标准电极电势	352
附录5 一些氧化还原电对的条件电极电势	356
附录6 常见配离子的稳定常数	358
附录7 EDTA 的 $\lg\alpha_{Y(H)}$ 值	369
附录8 相对分子质量	370
附录9 希腊字母表	373

第 1 章

分散体系

学习重点

了解分散体系的相关概念；溶液依数性、渗透压的产生原理；溶液组成量度的定义；溶胶的形成和制备。熟悉分散系的分类方法；渗透压定律、机理及在医学、生物领域的应用。掌握各类分散系的特征；各种溶液的配制、计算及换算；溶胶、高分子溶液的性质及其应用。

分散体系在自然界是普遍存在的，如江河湖海、大气环境及生物体内的液体等，它不仅与人类的生活生产有着密切的关系，而且和生命过程紧密相关；生物体内发生的许多生理、病理现象都与分散体系的性质联系密切；环境保护综合治理，抓源头促发展需要充分了解分散体系在解决实际问题中的具体应用。因此，了解分散体系的相关概念，理解分类方法，掌握各类相关特征是十分必要的。



1.1 分散系

人们通常把具体研究的对象称为体系。分散系是指一种或几种物质以细小的粒子分散在另一种介质中所形成的体系。其中，被分散的物质称为分散相（分散质），容纳分散相的介质称为分散介质（分散剂）。例如，生理盐水就是 NaCl 被分散在水中所形成的分散系，NaCl 是分散质，水是分散介质。

分散系可按分散相粒子的大小不同分为三类（见表 1-1）：分子或离子分散系、胶体分散系、粗分散系。分散系外观及性质有明显的差异。

表 1-1

分散系的分类

分散系种类		分散相	粒子直径	主要特征	举例
分子或离子分散系	真溶液	分子或离子	$< 1\text{nm}$	透明、均匀、稳定、不聚沉，粒子能透过滤纸和半透膜	生理盐水
胶体分散系	溶胶	胶粒	$1 \sim 100\text{nm}$	不均匀、相对稳定、不易聚沉，粒子能透过滤纸，不能透过半透膜	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶
	高分子溶液	单个高分子		均匀、稳定、不聚沉，粒子能透过滤纸，不能透过半透膜	蛋白质溶液
粗分散系	悬浮液	固体颗粒	$> 100\text{nm}$	浑浊、不透明、不均匀、不稳定、易聚沉，粒子不能透过滤纸和半透膜	泥浆水
	乳状液	小液滴			油水、乳胶

分子或离子分散系通常叫真溶液，其中分散相称溶质，分散介质称溶剂。分散相粒子很小，直径小于 1nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)，扩散快，在超显微镜下不可见，它不能阻止光线通过，所以溶液外观清澈透明，且很稳定，溶质不会自动析出。如实验室中常用的酸、碱、盐溶液都属于此类分散系。

粗分散系按分散相状态分为悬浮液和乳状液，粒子直径大于 100nm 。悬浮液是固体分散质以微小颗粒分散在液体分散剂中形成的分散系，如泥浆水、外用硫磺合剂等；乳状液是液体分散质以微小的液滴分散在另一种不相溶的液体分散剂中形成的分散系，如乳白鱼肝油、松节油搽剂等。此类分散系的分散相粒子较大，肉眼可见，外观上浑浊，且稳定性差，久置后会沉淀或分层。

胶体分散系即胶体溶液，粒子直径在 $1 \sim 100\text{nm}$ 之间，根据分散质颗粒的聚集状态分为溶胶和高分子溶液。从外观上看溶胶和高分子溶液均不浑浊，用普通显微镜不能辨别出粒子。两者性质上相似，但又有本质的区别，前者是多相、相对稳定体系；后者是单相、稳定体系。如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶和许多蛋白质、淀粉、糖原溶液及细胞液、血液、淋巴液等都属于胶体溶液。胶体溶液具有的一些特殊性质，在生命过程中起着不可替代的作用。



1.2 溶液的组成标度

溶液组成中，溶液组成标度是指一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量。

1.2.1 溶液组成标度的表示法

表示溶液组成标度的方法很多，在化学上常用的有：物质的量浓度、质量浓度、质量摩尔浓度、质量分数、体积分数、摩尔分数等。

1. 物质的量浓度

溶质 B 物质的量 n_B 除以溶液的体积 V 称为物质 B 的物质的量浓度。用符号 c_B 表示，也可写成 $c(B)$ 。即公式表示为式 1-1。

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad \text{式 1-1}$$

因为 $n_B = \frac{m_B}{M_B}$ ，式 1-1 可转换为式 1-2 形式：

$$c_B = \frac{m_B}{M_B V} \quad \text{式 1-2}$$

物质的量浓度的 SI 单位是“摩尔每立方米”，符号为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。在化学和医学上常用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。例如 $c(\text{NaOH}) = 1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，表示 NaOH 溶液的物质的量浓度为 $1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【例 1-1】250mL 的血清中含有 0.25mol 的葡萄糖，血清中葡萄糖的物质的量浓度是多少？

解：将数据代入式 1-1，得

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{n_B}{V} = \frac{0.25 \text{mol}}{0.25 \text{L}} = 1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. 质量浓度

溶质 B 的质量 m_B 除以溶液的体积 V 称为物质 B 的质量浓度，用符号 ρ_B 表示，公式表示为式 1-3：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad \text{式 1-3}$$

质量浓度的 SI 单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。化学和医学上常用 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示。

【例 1-2】注射用的生理盐水其规格是 500mL，生理盐水中含 NaCl 4.5g，那么生理盐水的质量浓度是多少？

解：将数据代入式 1-3，得

$$\rho(\text{NaCl}) = \frac{m_B}{V} = \frac{4.5\text{g}}{0.5\text{L}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

这里提到一个应该注意的问题，质量浓度 ρ_B 与密度 ρ 表示符号相同但有着本质的区别，在实际工作中应特别注意。密度 ρ 是溶液的质量除以溶液的体积，单位多用 $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示。例如市售浓 H_2SO_4 的质量浓度 $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.77\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，密度 $\rho = 1.84\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，分别表示每升该溶液中含纯 H_2SO_4 1.77kg 和每升该溶液的质量为 1.84kg，两者的含义不同，不可混淆。

3. 质量摩尔浓度

溶质 B 的质量摩尔浓度是指溶质 B 的物质的量 n_B 与溶剂的质量 m_A 之比，用符号 b_B 表示，公式表示为式 1-4：

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} \quad \text{式 1-4}$$

质量摩尔浓度 b_B 的单位是 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

【例 1-3】1000g 水中含有 0.2mol 的甘油，甘油的质量摩尔浓度是多少？

解：将数据代入式 1-4，得

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} = \frac{0.2\text{mol}}{1\text{kg}} = 0.2\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

4. 质量分数

溶质 B 的质量 m_B 除以溶液的质量 m 称为物质 B 的质量分数，用符号 ω_B 表示，公式表示为式 1-5：

$$\omega_B = \frac{m_B}{m} \quad \text{式 1-5}$$

其中， m_B 和 m 的单位必须相同，质量分数的量纲为 1，可以用小数或百分数表示。如市售浓 H_2SO_4 的质量分数为 $\omega_B = 0.98$ 或 $\omega_B = 98\%$ 。

【例 1-4】500mL 浓盐酸 ($\rho = 1.18\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$) 中含 HCl 212.4g，其质量分数是多少？

解：将数据代入式 1-5，得

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{m_B}{m} = \frac{212.4\text{g}}{1.18 \times 1000\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.50\text{L}} = 0.36$$

5. 体积分数

在相同温度和压力下，溶质 B 的体积 V_B 与溶液的体积 V 之比，称为物质 B 的体

积分数, 用符号 φ_B 表示, 公式表示为 1-6:

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} \quad \text{式 1-6}$$

其中, V_B 和 V 的单位必须相同, 体积分数的量纲为 1, 可以用小数或百分数表示。如医用消毒酒精溶液的体积分数为 $\varphi_B = 0.75$ 或 $\varphi_B = 75\%$ 。

【例 1-5】500mL 医用酒精中含纯酒精 375mL, 医用酒精的体积分数是多少?

解: 将数据代入式 1-6, 得

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{V_B}{V} = \frac{375\text{mL}}{500\text{mL}} = 0.75$$

6. 摩尔分数

物质 B 的摩尔分数是指 B 的物质的量与混合物的物质的量之比。用 χ_B 表示。溶液由溶质 B 和溶剂 A 组成, 设溶质 B 的物质的量为 n_B , 溶剂 A 的物质的量为 n_A 。则溶质 B 的摩尔分数和溶剂 A 的摩尔分数分别为:

$$\chi_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} \quad \chi_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad \text{式 1-7}$$

其中, n_B 和 n_A 的单位必须相同, 摩尔分数的量纲为 1, 可以用小数或百分数表示。显然 $\chi_A + \chi_B = 1$ 。

【例 1-6】25℃ 时, $\omega_B = 0.0947$ 的硫酸水溶液, 密度为 $1.0603\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 硫酸的摩尔分数是多少?

解: 若溶液为 1L, 将数据代入式 1-2, 得硫酸和水的物质的量分别为:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_B}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{\omega_B m}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{\omega_B \rho V}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{0.0947 \times 1060.3\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1\text{L}}{98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.025\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\rho V(1 - \omega_B)}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1060.3\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1\text{L} \times (1 - 0.0947)}{18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 53.33\text{mol}$$

所以, 硫酸的摩尔分数按式 1-7 得

$$\chi(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{1.025}{1.025 + 53.33} = 0.01886$$

1.2.2 溶液组成标度表示方法的有关计算

1. 溶液组成标度表示方法的换算

根据溶质的状态及实际工作的需要, 可选择不同的方法来表示同一种溶液的组成。换算仅仅是表示方法的变换, 而溶质与溶液的量都没有发生改变。

(1) 质量浓度 ρ_B 与物质的量浓度 c_B 之间的换算。

根据定义:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad \rho_B = \frac{m_B}{V} \quad m_B = n_B M_B$$

依据溶质的量是不变的, 所以:

$$m_B = c_B V M_B = \rho_B V$$

故换算公式为式 1-8。

$$\rho_B = c_B M_B \quad c_B = \frac{\rho_B}{M_B} \quad \text{式 1-8}$$

【例 1-7】已知生理盐水 $\rho_B = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 问生理盐水的物质的量浓度 $c(\text{NaCl})$ 是多少?

解: $\rho(\text{NaCl}) = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \quad M(\text{NaCl}) = 58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

由换算公式 1-8 得:

$$c_B = \frac{\rho_B}{M_B} = \frac{9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

生理盐水的浓度是 $0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 质量分数 ω_B 与物质的量浓度 c_B 之间的换算。

换算的依据是:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad \omega_B = \frac{m_B}{m} \quad m_B = n_B M_B \quad \rho = \frac{m}{V}$$

因为溶质的量不变, 所以:

$$m_B = c_B V M_B = \omega_B \rho V$$

故换算公式为式 1-9:

$$c_B = \frac{\omega_B \rho}{M_B} \quad \omega_B = \frac{c_B M_B}{\rho} \quad \text{式 1-9}$$

【例 1-8】质量分数 $\omega_B = 0.37$ 的盐酸溶液, 其密度 $\rho = 1.19\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 问该盐酸溶液的物质的量浓度是多少?

解: $\rho = 1.19\text{kg} \cdot \text{L}^{-1} \quad M(\text{HCl}) = 36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

由换算公式 1-9 得:

$$c_B = \frac{\omega_B \rho}{M_B} = \frac{0.37 \times 1.19 \times 1000\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

该盐酸溶液的物质的量浓度是 $12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. 溶液的配制、稀释和混合

溶液的配制、稀释和混合是化学、生物技术、环境工程和医药等工作者的基本操作。

(1) 溶液的配制。①一定质量溶液的配制。一般用质量分数 ω_B 、质量摩尔分数 b_B 表示的溶液，配制时采用这种方法；配制时通常包括计算、称量、溶解、转移和定容等操作步骤。②一定体积溶液的配制。一般用物质的量浓度 n_B 、质量浓度 ρ_B 和体积分数 φ_B 表示的溶液，配制时采用这种方法。总的原则是将一定质量（或体积）的溶质与适量的溶剂混合，完全溶解后，再加溶剂至所需体积，搅拌均匀，即为所需溶液；配制时通常包括计算、量取、溶解、转移和定容等操作步骤。

(2) 溶液的稀释。在实际工作中，我们经常使用不同浓度的稀溶液，溶液的稀释就是在溶液中加入溶剂使溶液的浓度变小的过程。因此，稀释的特点就是溶液的量改变了，但是溶质的量在稀释前后是没有改变的，即稀释前溶质的量等于稀释后溶质的量。



注意：

一般情况下，可用台秤称量固体溶质，用量杯、量筒来配制溶液。若配制的溶液浓度要求十分精确时，则要用分析天平来称取固体溶质，用容量瓶配制溶液。同时，在称量溶质和转移溶液的过程中，应尽量减少因溶质丢失而引起的误差。

设稀释前浓溶液的浓度为 c_1 ，体积为 V_1 ，稀释后的稀溶液浓度为 c_2 ，体积为 V_2 ，

$$\text{则：} \quad c_1 V_1 = c_2 V_2 \quad \text{式 1-10}$$

此为稀释公式。在使用稀释公式 1-10 时，一定要注意等式两边的单位必须一致。式中 c_1 和 c_2 也可为 c_B 、 ρ_B 、 φ_B 。

对于浓度为质量分数 ω_B 者，其稀释公式表示为式 1-11：

$$\omega_{B1} m_1 = \omega_{B2} m_2 \quad \text{式 1-11}$$

【例 1-9】如何用市售 $\varphi_{B1} = 0.95$ 的酒精配制成 $\varphi_{B2} = 0.75$ 的消毒酒精 500mL？

解：设需 $\varphi_B = 0.95$ 的酒精的体积为 V_1 ，根据稀释公式 1-10 得：

$$V_1 = \frac{\varphi_{B2} V_2}{\varphi_{B1}} = \frac{0.75 \times 500\text{mL}}{0.95} = 395\text{mL}$$

用量筒称取 $\varphi_{B1} = 0.95$ 的酒精 395mL，加蒸馏水稀释至 500mL，搅拌均匀即可。

【例 1-10】配制 $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液 1000mL，需 $\omega_B = 0.36$ ，密度 $\rho = 1.18\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓 HCl 多少毫升？

解：先将浓 HCl 的质量分数按式 1-9，换算成物质的量浓度；再按式 1-10 计算：

$$\text{因为} \quad \omega_B = 0.36 \quad M(\text{HCl}) = 36.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \quad \rho = 1.18\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{所以} \quad c_1 = \frac{\omega_B \rho}{M_B} = \frac{0.36 \times 1.18 \times 1000\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11.6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1} = \frac{0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1000\text{mL}}{11.6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 17.2\text{mL}$$

量取浓盐酸 17.2mL，缓慢加入试剂瓶中，加蒸馏水稀释至 1000mL 即可。