



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国医学院校高职高专教材

医用化学(第二版)

马祥志 主 编

北京大学医学出版社

教育“十一五”国家级规划教材

全国医学院校高职高专教材

医 用 化 学

(第二版)

主 编 马祥志

副 主 编 侯小娟 杨端华

编 委 (按姓氏笔画为序)

马 俊 马祥志 王建太

任 岱 吴英华 杨端华

陈代武 邹 敏 侯小娟

曾 明

北京大学医学出版社

YIYONG HUAXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

医用化学/马祥志主编. —2版. —北京: 北京大学
医学出版社, 2006. 8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 7-81071-876-2

I. 医... II. 马... III. 医用化学—高等学校: 技
术学院—教材 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 062815 号

医用化学 (第二版)

主 编: 马祥志

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 张彩虹 责任校对: 张·雨· 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.75 插页: 1 字数: 408 千字

版 次: 2003 年 1 月第 1 版 2006 年 8 月第 2 版第 1 次印刷 印数: 1—8000 册

书 号: ISBN 7-81071-876-2/R·876

定 价: 23.80 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

本书第一版是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》批准立项的“高职高专教育化学课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”的内容之一（项目编号为Ⅲ29-2）。教育部在批准立项的文件中指出“本次批准立项的项目，是教育部组织的重大教育教学研究项目，对推动我国高职高专教育的改革与建设有着十分重要的意义。”第一版自2003年元月出版以后，使用该书的师生反映，此书符合教育部关于高职高专教育的培养目标和培养对象，符合新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设的研究计划的要求，此项研究成果是公认的。它改革了过去不同专业的化学教学内容基本一致的模式，由“化学靠近医学”改革为“医学所需化学”，反映了相关学科发展的前沿，是一部新的高职高专《医用化学》教材。

第一版出版三年多来，得到了社会的关注和肯定，也收到了一些改进意见和建议。为了让这一研究成果进一步完善，我们在第一版的基础上进行了修订，予以再版。恰逢第二版出版之际，本书被教育部列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书由怀化医学高等专科学校马祥志担任主编，怀化医学高等专科学校侯小娟、湘潭职业技术学院杨端华担任副主编。参加编写工作的有：郑州澍青医学高等专科学校邹敏（编第一章），邵阳医学高等专科学校陈代武（编第二、三章），长沙医学院任岱（编第四章），曾明（编第十一章），马俊（编第十九、二十章），怀化医学高等专科学校吴英华（编第六章），侯小娟（编第九、十四章），井冈山学院王建太（编第七、八章），湘潭职业技术学院杨端华（编第十、十二章），马祥志（编第五、十三、十五、十六、十七、十八章）。

从发展的眼光看问题，第二版应该比第一版好，但也还有不足之处，敬请使用此书的师生进一步批评指正。

编者

2006.8

目 录

第一篇 基础化学

第一章 溶液	(2)
第一节 物质的溶解	(2)
一、物质的溶解	(2)
二、物质的溶解度	(2)
第二节 胶体溶液	(3)
一、分散系	(3)
二、溶胶的性质	(4)
三、溶胶的结构	(5)
四、溶胶的稳定性和聚沉	(6)
五、高分子溶液	(6)
第三节 溶液的浓度	(7)
一、质量分数	(7)
二、体积分数	(7)
三、质量浓度	(8)
四、物质的量浓度	(8)
五、浓度的相互换算	(9)
第四节 溶液的渗透压	(10)
一、渗透现象	(10)
二、渗透压	(11)
三、渗透压在医学上的意义	(12)
习 题	(13)
第二章 化学反应速率和化学平衡	(15)
第一节 化学反应速率	(15)
一、化学反应速率	(15)
二、影响化学反应速率的因素	(16)
第二节 化学平衡	(17)
一、可逆反应与化学平衡	(17)
二、化学平衡的移动	(19)
习 题	(21)

第三章 原子结构与元素周期律	(22)
第一节 原子结构	(22)
一、氢原子结构	(22)
二、电子云	(22)
三、同位素	(23)
四、原子轨道	(23)
五、原子核外电子的排布	(24)
第二节 元素周期律和元素周期表	(26)
一、元素周期律	(26)
二、元素周期表	(26)
三、主族元素	(27)
四、过渡元素	(32)
习 题	(34)
第四章 化学键	(35)
第一节 金属键和离子键	(35)
一、金属键	(35)
二、离子键和离子型化合物	(35)
第二节 共价键	(36)
一、现代价键理论	(37)
二、杂化轨道理论	(42)
第三节 分子间作用力和氢键	(45)
一、分子的极性	(45)
二、范德华力	(46)
三、氢键	(47)
习 题	(49)
第五章 电解质溶液	(50)
第一节 电解质及其电离	(50)
一、电解质与非电解质	(50)
二、强电解质的电离	(50)
三、弱电解质的电离	(50)
第二节 盐类的水解	(54)
一、各类盐的水解及盐溶液 pH 值的计算	(54)
二、影响盐类水解平衡移动的因素	(56)
第三节 缓冲溶液	(57)
一、缓冲溶液及其 pH 值计算	(57)
二、缓冲溶液的选择和配制	(61)
三、缓冲溶液在医学上的意义	(62)

习 题	(62)
-----------	------

第二篇 有机化学

第六章 烃	(64)
第一节 烷烃	(64)
一、烷烃的分子结构和命名	(64)
二、烷烃的性质	(67)
三、重要的烷烃	(68)
第二节 烯烃	(68)
一、烯烃的结构和命名	(68)
二、烯烃的性质	(70)
第三节 炔烃	(71)
一、炔烃的结构和命名	(71)
二、炔烃的性质	(72)
三、重要的炔烃	(74)
第四节 脂环烃	(75)
一、脂环烃的分类和命名	(75)
二、环烷烃的性质	(76)
第五节 芳香烃	(77)
一、苯的结构和苯的同系物	(77)
二、苯的性质	(79)
习 题	(81)
第七章 醇 酚 醚	(83)
第一节 醇	(83)
一、醇的结构、命名和制法	(83)
二、醇的性质	(85)
三、重要的醇	(89)
第二节 酚	(90)
一、酚的结构和命名	(90)
二、酚的性质	(91)
三、重要的酚	(93)
第三节 醚	(94)
一、醚的分类和命名	(94)
二、乙醚	(94)
习 题	(95)

第八章 醛 酮 醌	(97)
第一节 醛和酮	(97)
一、醛和酮的结构	(97)
二、醛和酮的命名	(97)
三、醛和酮的物理性质	(98)
四、醛和酮的化学性质	(99)
五、重要的醛和酮	(103)
第二节 醌	(105)
习 题	(106)
第九章 羧酸和取代羧酸	(108)
第一节 羧酸	(108)
一、羧酸的分类和命名	(108)
二、羧酸的性质	(109)
三、重要的羧酸	(111)
第二节 羧酸衍生物	(112)
一、羧酸衍生物的命名	(112)
二、羧酸衍生物的化学性质	(113)
三、重要的羧酸衍生物	(114)
第三节 取代羧酸	(115)
一、羟基酸	(115)
二、酮酸	(117)
习 题	(118)
第十章 胺和酰胺	(120)
第一节 胺	(120)
一、胺的结构和命名	(120)
二、胺的性质	(123)
三、重要的胺	(127)
第二节 酰胺	(128)
一、酰胺的结构和命名	(128)
二、酰胺的化学性质	(129)
三、尿素	(130)
四、丙二酰脲	(131)
五、磺胺类药物	(132)
习 题	(133)

第三篇 生命化学

第十一章 糖类	(136)
第一节 单糖	(136)
一、单糖的结构	(137)
二、单糖的化学性质	(139)
三、重要的单糖	(141)
第二节 二糖	(143)
一、非还原性二糖	(143)
二、还原性二糖	(143)
第三节 多糖	(144)
一、贮存多糖	(145)
二、结构多糖	(147)
习 题	(149)
第十二章 杂环化合物和生物碱	(150)
第一节 杂环化合物	(150)
一、杂环化合物的分类和命名	(150)
二、五元杂环化合物及其重要的衍生物	(153)
三、六元杂环化合物及其重要的衍生物	(155)
第二节 生物碱	(156)
一、烟碱	(156)
二、咖啡碱	(156)
三、麻黄碱	(157)
四、小檗碱	(157)
五、吗啡和可待因	(158)
习 题	(158)
第十三章 脂类和甾族化合物	(159)
第一节 脂类	(159)
一、油脂	(159)
二、类脂	(161)
第二节 甾族化合物	(163)
一、甾醇类	(163)
二、胆固醇	(164)
三、甾体激素	(164)
四、强心苷和蟾毒	(166)
习 题	(166)

第十四章 氨基酸、蛋白质和维生素	(167)
第一节 氨基酸	(167)
一、氨基酸的结构、分类和命名.....	(167)
二、组成蛋白质的 20 种氨基酸	(168)
三、氨基酸的性质.....	(170)
第二节 蛋白质	(172)
一、蛋白质的组成、分类和结构.....	(172)
二、蛋白质的性质.....	(173)
第三节 维生素	(175)
一、维生素的概念及分类.....	(175)
二、脂溶性维生素.....	(176)
三、水溶性维生素.....	(178)
习 题	(180)

第四篇 生活化学

第十五章 食品化学	(184)
第一节 人体所需的六大营养素	(184)
一、糖类.....	(184)
二、蛋白质.....	(184)
三、脂肪.....	(184)
四、矿物质.....	(184)
五、水.....	(185)
六、维生素.....	(185)
第二节 食品添加剂	(185)
一、调味剂.....	(185)
二、着色剂.....	(186)
三、防腐剂.....	(186)
四、杀菌剂.....	(187)
第三节 人体必需元素	(187)
一、宏量元素和微量元素.....	(187)
二、微量元素在人体内的作用.....	(187)
习 题	(188)
第十六章 高分子化学	(189)
第一节 高分子化合物概述	(189)
一、高分子化合物简介.....	(189)
二、高分子化合物的命名.....	(189)

三、高分子化合物的合成方法·····	(190)
第二节 三大合成材料·····	(191)
一、塑料·····	(191)
二、合成纤维·····	(193)
三、合成橡胶·····	(193)
习 题·····	(194)
第十七章 环境化学 ·····	(195)
第一节 生态环境·····	(195)
一、生态系统·····	(195)
二、生态环境·····	(195)
第二节 环境污染·····	(195)
一、水污染·····	(196)
二、空气污染·····	(197)
三、土壤污染·····	(199)
四、噪音·····	(199)
第三节 环境污染的防治·····	(199)
一、废水处理·····	(200)
二、废气处理·····	(201)
三、固体废物的处理·····	(202)
习 题·····	(202)
第十八章 药物化学 ·····	(203)
第一节 药物分子结构与药效活性的关系·····	(203)
一、具有顺反异构的药物·····	(203)
二、具有光学异构的药物·····	(204)
三、药物构造与药效活性的关系·····	(206)
第二节 药品调剂时的化学性配伍禁忌·····	(206)
一、配伍禁忌的种类·····	(207)
二、化学配伍禁忌·····	(207)
三、配伍禁忌的更正·····	(208)
习 题·····	(209)

第五篇 医用化学实验

第十九章 医用化学实验基本知识 ·····	(212)
一、医用化学实验的目的·····	(212)
二、实验室规则·····	(212)
三、实验室安全守则和事故救护措施·····	(212)

四、化学试剂取用规则·····	(213)
五、化学实验常用仪器·····	(213)
第二十章 医用化学实验·····	(216)
实验一 化学实验的基本操作·····	(216)
实验二 溶液的配制和稀释·····	(218)
实验三 缓冲溶液·····	(221)
实验四 水的纯化和水质检测·····	(223)
实验五 熔点的测定·····	(225)
实验六 常压蒸馏及沸点的测定·····	(228)
实验七 苯甲酸的提纯·····	(230)
实验八 醇、酚、醛、酮的性质·····	(232)
实验九 从茶叶中提取咖啡碱·····	(235)
实验十 阿司匹林的制备·····	(236)
元素周期表·····	(238)

第一篇 基础化学

基本内容和要求

本篇以化学基本概念和重要的无机化学知识为主要内容。通过本篇的学习，应掌握化学基本概念、溶液的浓度、元素周期律、化学平衡、离子键和共价键、电解质的电离和溶液的酸碱性等无机化学基础知识，掌握溶液的配制等基本技能。

第一章 溶 液

溶液是由溶质和溶剂组成的分散系统，溶液与生命过程有密切的关系。人体内的体液，如血液、淋巴液及各种腺体的分泌液都是溶液；人体内的新陈代谢必须在溶液中才能进行；临床上需将一些药物配成一定浓度的溶液才能使用等等。可见对医学生来说，必须掌握一定的有关溶液的知识。

第一节 物质的溶解

一、物质的溶解

把固体溶质加到溶剂中后，溶质表面上的微粒（分子或离子）由于本身的运动和受到溶剂分子的吸引，克服了溶质内部微粒间的引力而逐渐离开溶质表面，并通过扩散作用均匀地分散到溶剂中去，此过程称为溶解。与此同时，溶解在溶剂中的溶质微粒，在运动中碰到尚未溶解的溶质时，又可能被吸引，重新回到固体溶质表面上来，这个过程称为结晶。溶解和结晶是两个相反的过程，是溶解过程中的一对矛盾，并在一定条件下相互转化。溶解开始时，溶液中溶质的微粒较少，溶解速率大于结晶速率，随着溶解的进行，当溶液中溶质的微粒数增加到一定程度时，结晶速率逐渐增大直至和溶解速率相等，这样就建立了溶解平衡，溶解平衡是一个动态平衡。

溶解和结晶达到动态平衡时的溶液称为在此温度下的饱和溶液。而在一定温度下，还能继续溶解溶质的溶液为不饱和溶液。但有时把热的饱和溶液（如芒硝 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）小心冷却，过量的溶质并不析出，此时溶液中所含溶质的量大于饱和溶液的最大值，这种溶液称为过饱和溶液。过饱和溶液很不稳定，振荡溶液或加入少量的溶质就会有晶体析出。

物质在溶解过程中常伴有吸热或放热现象，这是因为物质溶解于水时同时发生两个过程：一个是溶质分子（或离子）的扩散过程，此过程是物理过程，需吸收热量；另一个是溶质分子（或离子）和水分子作用，形成水合分子（或水合离子）的过程，会放出热量，是化学过程。若溶解时放出的热量大于吸收的热量，则溶解时表现为放热，溶液温度升高（如氢氧化钠溶于水）。反之，溶解时吸收的热量大于放出的热量，则溶解时表现为吸热，溶液温度降低（如硝酸铵溶于水）。可见，溶解是既有机械扩散的物理过程，还有溶剂化的化学过程。因此溶解过程是一个物理化学过程。

二、物质的溶解度

在一定温度下，某固态物质在 100 g 溶剂中达到饱和状态时所溶解的质量，叫做这种物质在这种溶剂中该温度下的溶解度。如果不指明溶剂，通常所说的溶解度是指物质在水中的溶解度。例如，氯化钠在 20℃ 的溶解度为 36 g，表示的意义就是：在 20℃

时, 100 g 水中溶解 36 g 氯化钠时溶液达到饱和状态。或者说, 在 20 °C 时, 100 g 水最多能溶解 36 g 氯化钠。

影响溶解度的因素主要有:

(1) 溶质和溶剂自身的性质 例如, 食盐容易溶解在水中, 但是很难溶解在汽油中; 油脂很难溶解在水中, 但是很容易溶解在汽油中。

(2) 温度 在溶质和溶剂一定的情况下, 温度是影响固体溶解度的重要因素。一般规律如下: 大部分固体物质的溶解度随着温度的升高而增大 (如硝酸钾); 少数固体物质的溶解度受温度变化影响较小 (如氯化钠); 极少数固体物质的溶解度随着温度的升高而减小 (如氢氧化钙)。

第二节 胶 体 溶 液

一、分散系

一种或几种物质的微粒分散在另一种物质中所形成的体系称为分散系。其中被分散的物质称为分散相; 容纳分散相的连续介质称为分散介质。

按照分散粒子的大小不同, 可将分散系分为以下三类:

1. 粗分散系

分散相微粒的直径大于 100nm 的分散系称为粗分散系, 粗分散系的分散相微粒不能透过滤纸的半透膜, 由于分散相颗粒较大, 足以阻止光线透过, 所以混浊不透明; 同时易受重力的作用而沉降, 因此是不稳定的。如果分散相是固体, 通常是悬浊液, 如泥浆; 如果分散相是液体, 通常为乳浊液, 如牛奶。

2. 分子或离子分散系

分散相微粒的直径小于 1nm 的分散系称为分子或离子分散系, 又叫做真溶液, 简称溶液, 如碘酒、葡萄糖水溶液等。这种分散相微粒能够透过滤纸的半透膜。由于分散相颗粒很小, 不能阻止光线通过, 所以这类分散相是透明的, 也是稳定的。

3. 胶体分散系

分散相微粒直径介于 1~100nm 之间的分散系称为胶体分散系, 简称胶体。胶体主要包括溶胶和高分子溶液两类。溶胶是由许多个小分子、原子或离子的聚集体以固态分散在液体介质中所形成的, 所以分散相与分散介质间具有明显的界面, 其特征是多相、相对稳定、高度分散的体系。高分子溶液是大分子化合物以单个大分子 (直径已达 1~100nm 之间) 分散在介质中所形成的胶体溶液, 均匀、透明, 它比溶胶稳定得多。

三类分散系比较见表 1-1。

表 1-1 三类分散系比较

分散系	实例	粒子直径大小 (nm)	特征
粗分散系	悬浊液 乳浊液 泥浆 牛奶	>100	不透明、不均匀、不稳定
胶体分散系	溶胶 高分子溶液	$1\sim100$	不均匀、相对稳定 透明、均匀、稳定
分子或离子分散系	真溶液	<1	透明、均匀、稳定

二、溶胶的性质

1. 溶胶的光学性质

1869 年, 英国物理学家丁铎尔发现, 当一束强光透过在暗箱中的胶体溶液时, 在与光线前进方向相垂直的侧面可以看到胶体溶液中有一道明亮光柱, 这种现象叫做丁铎尔现象 (图 1-1)。

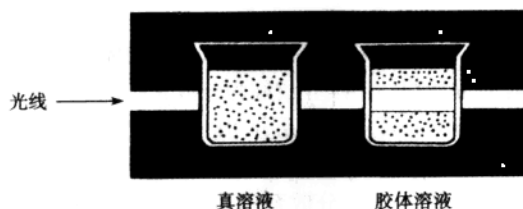


图 1-1 丁铎尔现象

丁铎尔现象的产生是因为胶体微粒的直径略小于可见光的波长 ($400\sim700\text{nm}$), 光发生散射作用, 这时胶粒本身就像是一个个发光体, 向各个方向发射出光线, 汇聚成一道光柱, 这种光称为散射光或乳光。真溶液中分散相粒子直径太小 (小于 1nm), 其大部分光线直接透射过去, 产生的乳光极弱, 肉眼观察不到丁铎尔现象。而粗分散系中分散相粒子直径较大, 光线照射到上面时能产生反射光, 使粗分散系浑浊不透明。因此, 可以利用丁铎尔现象区别溶胶和溶液。

2. 溶胶的动力学性质

在显微镜下观察溶胶时, 可以看到胶粒能在分散介质中作不规则运动, 这种运动是由英国植物学家布朗于 1927 年首先发现的, 所以叫布朗运动 (图 1-2)。溶胶粒子越

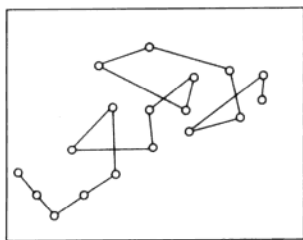


图 1-2 布朗运动示意图

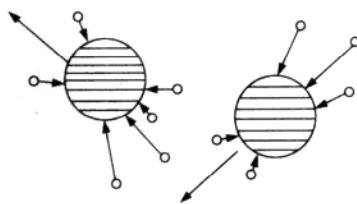


图 1-3 胶体粒子受力示意图

小，温度越高，布朗运动越显著。产生布朗运动的原因是分散相粒子受到来自周围各个方向上的介质分子的撞击，且合力不为零（图 1-3）。

布朗运动使胶体粒子有扩散现象，它抵抗在重力的作用下胶体粒子的下沉，这是溶胶能保持相对稳定的原因之一。

3. 溶胶的电学性质

如果把红棕色的氢氧化铁溶胶置于 U 形管中，在管口插入两个电极（图 1-4），接通直流电源后，阴极附近红棕色变深，表明氢氧化铁胶体粒子带有正电荷，在电场作用下向阴极移动。在直流电场作用下，溶胶的分散相粒子在分散介质中的定向移动称为电泳。

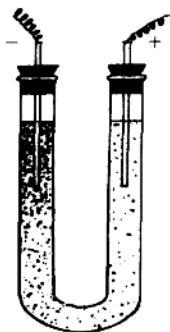


图 1-4 电泳示意图

溶胶分散相粒子带有电荷有两方面原因：一方面胶体分散相粒子有吸附某些物质而降低界面自由能的趋势。因此，胶核常选择性地吸附电解质中与其组成类似的某一种离子而带电荷。例如当 AgNO_3 溶液和 KI 溶液生成 AgI 溶胶时，若 AgNO_3 过量， AgI 溶胶便吸附过量的 Ag^+ 离子而带正电荷。另一方面是胶核表面分子的离解，如硅酸（ H_2SiO_3 ）溶胶中，在胶核表面上的硅酸分子在水分子作用下可以离解为 SiO_3^{2-} 和 H^+ ， H^+ 扩散到介质中去，而 SiO_3^{2-} 则留在胶核的表面，结果使胶粒带负电荷。

三、溶胶的结构

以 AgI 溶胶为例来讨论溶胶的胶团结构，将极稀的 AgNO_3 和 KI 溶液缓慢混合，便可制得 AgI 溶胶。

形成的 AgI 溶胶由许多（设为 m 个） AgI 分子聚集在一起构成胶体粒子的核心，称为胶核。胶核具有很大的比表面积，很容易吸附体系中的离子，特别是选择性地吸附与其组成有关的、浓度较大的离子。如果制备时体系中 I^- 过量，则胶核优先吸附了 n ($n \ll m$) 个 I^- 而带负电荷。由于静电作用力，又吸附了 $(n-x)$ 个相反电荷的 K^+ ，构成了吸附层。吸附层与胶核构成胶粒。由于吸附层中被吸附的 I^- 总数比带相反电荷的 K^+ 总数多，所以胶粒带负电。在吸附层外，还有 x 个带相反电荷的 K^+ 分布在胶粒的周围，形成一个扩散层。胶粒和扩散层组成胶团（图 1-5）。胶团是电中性的，它分散在分散介质中便成溶胶。

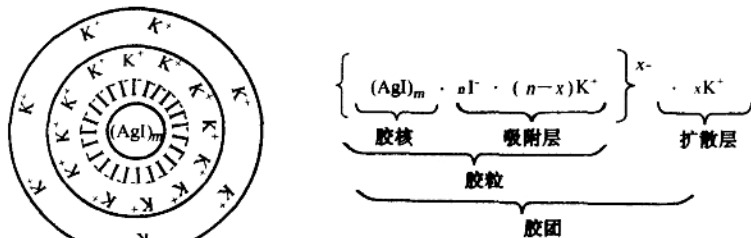


图 1-5 胶团结构示意图