

高等医学专科学校教材

医用化学基础

(第三版)

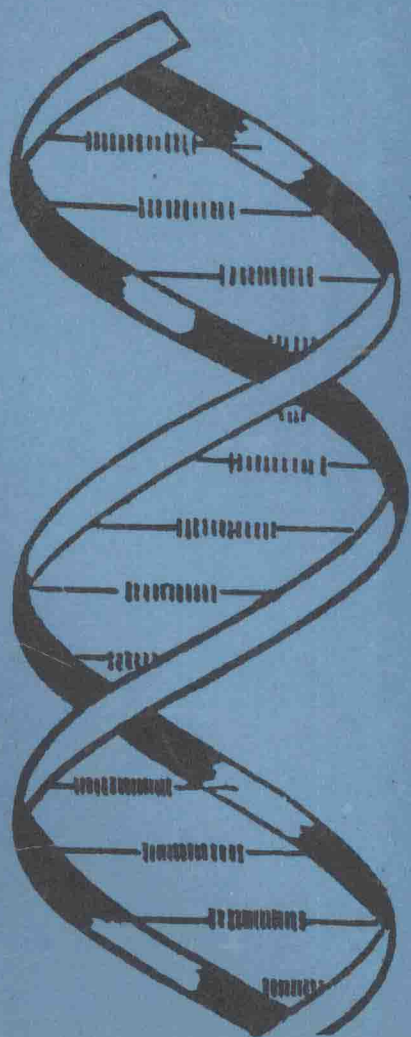
魏俊杰

徐春祥

汤先觉

主编

YIYONG HUAXUE JICHU



黑龙江科学

出版社

高等医学专科学校教材

医用化学基础

(第三版)

魏俊杰 徐春祥 汤先觉 主编

黑龙江科学技术出版社

责任编辑：张日新
封面设计：赵元音
版式设计：徐春祥

高等医学专科学校教材
医用化学基础
(第三版)

魏俊杰 徐春祥 汤先觉 主编

黑龙江科学技术出版社出版
(哈尔滨市南岗区建设街 41 号)
哈尔滨市龙林印刷厂印刷
黑龙江省新华书店发行

787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 486 千字
1998 年 7 月第 3 版·1998 年 7 月第 3 次印刷
印数：14 000—19 000 册 定价：16.90 元
ISBN 7-5388-3114-2/R·601

加強教材建設
培養合格人才

陳敏章

九六年十月

《医用化学基础》编者名单

主 编：魏俊杰 徐春祥 汤先觉

副主编：钟志成 苏 力 刘永民 陈其秀

编 者：(按编写章次为序)

刘永民(徐州医学院)

苏 力(哈尔滨市职工医学院)

徐春祥(哈尔滨医科大学)

王宝珍(白求恩医科大学)

刘湘陶(北京医科大学)

伍莉萍(华西医科大学)

李 峰(内蒙古医学院)

蒙 根(内蒙古医学院)

李光植(佳木斯医学院)

李惠芝(重庆医科大学)

魏俊杰(白求恩医科大学)

杨洁茹(哈尔滨市职工医学院)

张双玫(哈尔滨市职工医学院)

刘晓冬(白求恩医科大学)

陈其秀(内蒙古医学院)

李存保(内蒙古医学院)

云学英(内蒙古医学院)

罗素琴(内蒙古医学院)

汤先觉(重庆医科大学)

彭振云(徐州医学院)

钟志成(华西医科大学)

刘秉义(哈尔滨医科大学)

高建萍(内蒙古医学院)

刘利萍(内蒙古医学院)

杨锦竹(白求恩医科大学)

马 育(重庆医科大学)

张振涛(内蒙古医学院)

王建华(内蒙古医学院)

潘丽元(哈尔滨市职工医学院)

张冬冬(哈尔滨市职工医学院)

朱松磊(徐州医学院)

前 言

这是一本供医学专科或专科层次的成人教育使用的化学教科书。本书曾先后于 1994 年和 1996 年两次再版。

这次修订的原则是根据对 20 世纪末的医学专科化学教育所应达到的基本水准的理解和目前各校对专科化学教学实际安排的可能性,保证基本知识的应有份额,突出教材的实用性。本书选材侧重于基本知识的介绍,目的是为学习医学后续课程打下较好的基础,一般情况下不做深入地理论阐述。各校在使用本教材时,可根据教学的实际情况予以删简或补充。

为强化课后训练,有利于所学知识的巩固和应用,新版教材加大了章后的习题量。

书后编有一定数量的化学实验,可供教学选用。

在此向给予我们支持和关怀的各参编院校的领导致以崇高的敬意和衷心的感谢。

我们要特别感谢卫生部陈敏章部长为本书做了“加强教材建设,培养合格人才”的题词。

感谢黑龙江交通高等专科学校苏群副校长对本书提出的宝贵意见和给予的诸多关照。

本书插图由哈尔滨医科大学化学教研室刘秉义同志绘制。

书中不当之处,敬希广大师生批评指教。

编 者

1997 年 10 月

目 录

第一章 溶液	1
第一节 分散系	1
第二节 混合物的常用组成标度	2
一、B 的质量分数	2
二、B 的体积分数	2
三、B 的分子浓度	3
四、B 的质量浓度	3
五、B 的浓度或 B 的物质的量浓度	3
第三节 溶液的渗透压力	4
一、渗透现象和渗透压力	4
二、渗透压力与浓度、温度的关系	5
三、渗透压力在医学上的意义	6
习题	8
第二章 胶体分散系	10
第一节 溶胶	10
一、溶胶的性质	10
二、胶团的结构	12
三、溶胶的聚沉	13
四、溶胶的制备和净化	14
第二节 高分子溶液	15
一、高分子的盐析	15
二、高分子对溶胶的絮凝作用和保护作用	16
三、唐南平衡	16
第三节 凝胶	18
习题	19
第三章 化学热力学基础	20
第一节 热力学第一定律	20
一、热力学基本概念	20
二、热力学第一定律	21
三、焓	21
第二节 热化学	22
一、化学反应的热效应	22
二、热化学方程式	22

三、赫斯定律	22
四、标准生成焓	23
第三节 化学反应的方向	24
一、反应热与反应方向	25
二、熵与反应方向	25
三、吉布斯自由能与反应方向	26
第四节 生物热力学简介	28
一、生物化学中的标准态	28
二、生物体内的偶联反应	28
习题	30
第四章 化学反应速率和化学平衡	33
第一节 化学反应速率	33
一、化学反应速率的表示方法	33
二、化学反应速率理论简介	34
三、影响反应速率的因素	35
第二节 化学平衡	37
一、可逆反应与化学平衡	37
二、标准平衡常数	38
第三节 化学平衡的移动	41
一、浓度对化学平衡的影响	41
二、压力对化学平衡的影响	42
三、温度对化学平衡的影响	42
习题	43
第五章 酸碱平衡	47
第一节 酸碱质子理论	47
一、酸碱的定义	47
二、酸碱反应	48
第二节 水溶液中的酸碱平衡	48
一、水的质子自递反应	48
二、酸碱解离平衡	48
三、共轭酸碱对的 K_a^\ominus 与 K_b^\ominus 的关系	49
第三节 酸碱溶液 pH 值的计算	50
一、氢离子浓度和 pH 值	50
二、强酸、强碱溶液 pH 值的计算	52
三、一元弱酸、弱碱溶液 pH 值的计算	53
第四节 缓冲溶液	55
一、缓冲溶液的组成及作用机理	55
二、缓冲溶液 pH 值的计算	56

三、缓冲容量	57
四、缓冲溶液的选择与配制	59
五、缓冲溶液在医学上的意义	60
习题	61
第六章 原子结构和分子结构	63
第一节 核外电子运动的特殊性	63
一、核外电子运动的量子化特征	63
二、核外电子运动的波粒二象性	64
第二节 核外电子运动状态的描述	65
一、波函数	65
二、波函数和电子云的有关图形	66
第三节 核外电子的排布与元素周期表	69
一、近似能级图	69
二、核外电子的排布规律	70
三、核外电子的分布与元素的分区	70
四、元素性质的周期性变化	73
第四节 生命元素与人体健康	74
一、必需元素和非必需元素	74
二、生命元素的功能和分类	76
三、微量元素的毒性	79
第五节 共价键	82
一、现代价键理论	83
二、杂化轨道理论	85
第六节 分子间作用力和氢键	88
一、分子的极性	88
二、分子间作用力	88
三、氢键	89
习题	90
第七章 配位化合物	93
第一节 配位化合物的基本概念	93
一、配位化合物的定义	93
二、配位化合物的组成	93
三、配合物的命名	94
第二节 配位化合物的价键理论	95
一、配合物的价键理论的基本要点	95
二、内轨配合物和外轨配合物	96
第三节 配位平衡	97
一、配离子的稳定常数和不稳定常数	97
二、稳定常数的应用	98

三、配位平衡的移动	100
第四节 螯合物	100
第五节 配位化合物在医学上的应用	101
习题	102
第八章 氧化-还原反应与电极电势	104
第一节 氧化-还原反应的基本概念	104
一、氧化值	104
二、氧化剂与还原剂	105
三、氧化-还原电对	105
第二节 原电池	106
第三节 电极电势	108
一、电极电势的产生	108
二、标准氢电极和标准电极电势	108
三、影响电极电势的因素	109
第四节 电极电势的应用	112
一、比较氧化剂和还原剂的相对强弱	112
二、判断氧化-还原反应的方向	113
第五节 电势法测定溶液的 pH 值	114
一、参比电极	114
二、指示电极	115
三、电势法测定溶液的 pH 值	115
习题	116
第九章 滴定分析法	118
第一节 滴定分析法概述	118
一、滴定分析的过程和特点	118
二、滴定分析法的分类	118
三、标准溶液的配制	119
四、滴定分析的计算	119
五、误差和偏差	120
六、有效数字及其运算规则	121
第二节 酸碱滴定法	123
一、酸碱指示剂	123
二、酸碱滴定曲线与指示剂的选择	123
三、酸碱标准溶液的配制和标定	128
四、酸碱滴定法的应用	128
第三节 氧化-还原滴定法	129
一、高锰酸钾法简介	130
二、 KMnO_4 标准溶液的配制和标定	130

三、高锰酸钾法的应用	131
第四节 配位滴定法	131
一、EDTA 滴定法概述	132
二、EDTA 标准溶液的配制和标定	132
三、EDTA 滴定法的应用	133
习题	133
第十章 分光光度法	135
第一节 概述	135
第二节 分光光度法的基本原理	135
一、溶液颜色与光吸收的关系	135
二、朗伯-比尔定律	136
三、吸收光谱	137
四、显色反应	138
第三节 可见分光光度法	138
一、分光光度法	138
二、分光光度计的基本部件	139
三、定量分析方法	140
习题	141
第十一章 有机化合物基本知识	142
一、有机化合物的概念	142
二、有机化合物的分子结构	142
三、有机化合物的同分异构现象	144
四、有机化合物结构式的写法	145
五、有机化合物的分类方法	147
习题	149
第十二章 烃	151
第一节 烃的分类和碳原子的杂化	151
一、烃的分类	151
二、通式和同系列	152
三、碳原子的杂化状态	153
第二节 烃的命名法	156
一、俗名	156
二、普通命名法	156
三、系统命名法	156
第三节 烃的同分异构	162
一、构造异构	162
二、顺反异构	162
三、对映异构	164
四、构象异构	169

第四节 烃类化合物的性质	172
一、烃的物理性质	172
二、烃的化学性质	172
第五节 烃的一些代表物	179
习题	180
第十三章 醇 酚 醚	184
第一节 醇	184
一、醇的分类和命名法	184
二、醇的结构和物理性质	186
三、醇的化学性质	187
第二节 酚	189
一、酚的分类和命名法	189
二、酚的物理性质	190
三、酚的化学性质	191
第三节 醚	193
一、醚的分类和命名法	193
二、醚的性质	194
三、冠醚	195
第四节 与医学有关的代表物	195
习题	197
第十四章 醛 酮 醌	200
第一节 醛和酮的结构、分类和命名法	200
一、醛和酮的结构	200
二、醛和酮的分类	201
三、醛和酮的命名法	201
第二节 醛和酮的理化性质	202
一、醛和酮的物理性质	202
二、醛和酮的化学性质	203
第三节 醌	207
一、醌的结构和存在	207
二、醌的命名法	207
第四节 与医学有关的代表物	208
习题	211
第十五章 羧酸及取代羧酸	213
第一节 羧酸	213
一、羧酸的结构、分类和命名法	213
二、羧酸的物理性质	214
三、羧酸的化学性质	215
第二节 取代羧酸	218

一、羧酸	218
二、酮酸	220
三、酮式-烯醇式互变异构现象	221
第三节 与医学有关的代表物	222
习题	225
第十六章 含氮、含硫有机化合物	227
第一节 胺	227
一、胺的分类和命名法	227
二、胺的结构	228
三、胺的性质	228
第二节 酰胺	231
一、酰胺的结构和命名法	231
二、酰胺的化学性质	231
三、尿素	232
四、丙二酰脲	232
五、胍	233
第三节 含氮杂环化合物	234
一、杂环化合物的分类和命名法	234
二、吡咯和吡啶及其衍生物	235
三、噻唑及其衍生物	236
四、嘧啶及其衍生物	236
五、嘌呤及其衍生物	236
第四节 生物碱	237
一、生物碱的概念	237
二、生物碱的一般性质	237
第五节 含硫有机化合物	238
一、硫醇	238
二、硫醚	239
三、对氨基苯磺酰胺	239
第六节 与医学有关的代表物	240
习题	242
第十七章 脂类	244
第一节 油脂	244
一、油脂的组成、结构和命名法	244
二、油脂的物理性质	245
三、油脂的化学性质	245
第二节 磷脂和糖脂	247
一、磷脂	247
二、糖脂	248

第三节 甾族化合物	249
一、甾族化合物的结构	249
二、固醇	250
三、胆固醇	251
四、甾体激素	251
习题	253
第十八章 糖类	254
第一节 单糖	254
一、葡萄糖的结构	254
二、果糖的结构	257
三、单糖的性质	257
四、 <i>D</i> -核糖和 <i>D</i> -2-脱氧核糖	259
五、 <i>D</i> -半乳糖	260
六、氨基糖	260
第二节 二糖	260
一、二糖的分类	260
二、蔗糖	260
三、麦芽糖	261
四、乳糖	261
第三节 多糖	262
一、淀粉	262
二、糖原	264
三、纤维素	264
四、右旋糖酐	265
五、蛋白多糖	265
习题	266
第十九章 氨基酸和蛋白质	268
第一节 氨基酸	268
一、氨基酸的分类及命名法	268
二、氨基酸的结构	268
三、氨基酸的物理性质	270
四、氨基酸的化学性质	270
第二节 蛋白质	272
一、蛋白质的分类	272
二、蛋白质的结构	273
三、蛋白质的理化性质	274
习题	277
第二十章 核酸	279
一、核酸的分类	279

二、核酸的水解及化学组成	279
三、核酸的结构	281
四、核苷酸及其衍生物	284
习题	285
医学化学实验	286
医学化学实验基本操作和仪器使用	280
实验一 缓冲溶液	293
实验二 醋酸解离常数的测定	294
实验三 分析天平称量练习	296
实验四 酸碱标准溶液的配制	297
实验五 天然水中钙、镁离子的测定	299
实验六 常压蒸馏及沸点测定	300
实验七 从茶叶中提取咖啡因	302
实验八 色谱法	304
实验九 辣椒中胡萝卜素及色素的萃取与分离	307
实验十 乙酰水杨酸的制备	308
附录 元素周期表	310

第一章 溶 液

混合物是指含有一种以上物质的气体相、液体相或固体相。而溶液是指含有一种以上物质的液体相和固体相,其中水溶液与人类的关系最为密切。在生命的长期演化过程中,机体的新陈代谢、食物的消化和吸收、营养物质的运输及转化都是在水溶液中进行的。人体内的水溶液简称为体液,体液是由血液、尿液、细胞内液、胃液等组成。

本章介绍分散系一些基本概念、混合物的常用组成标度和稀溶液的渗透压力。

第一节 分 散 系

在进行科学研究时,常把一部分物质从其余的物质之中划分出来作为研究对象,这部分被划分出来作为研究对象的物质称为系统。而系统以外与系统有密切联系的其它物质称为环境。在研究化学反应时,通常选择反应物和生成物作为系统。

系统中物理性质和化学性质完全相同而与其它部分有明显界面的均匀部分称为相。只含有一个相的系统称为均匀系统或单相系统,含有两个或两个以上的相的系统称为不均匀系统或多相系统。通常任何气体均能无限混合,所以系统内无论有多少种气体只有一个气相。液体则按其相互溶解的程度可以有一个相或两个相。对于固体,一般是有一种固体就有一个相;但形成固态溶液时只是一相。

一种或一种以上物质分散在另一种物质之中所形成的系统称为分散系统,简称分散系。分散系中被分散的物质称为分散相;起分散作用的物质,也就是分散相周围的介质称为分散介质。如医学临床上使用的生理盐水($9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{ NaCl}$ 溶液)和 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液都是分散系,其中的氯化钠和葡萄糖是分散相,水是分散介质。

按照分散系中分散相粒子直径大小来分类,可把分散系分为粗分散系、胶体分散系和分子分散系,如表 1-1 所示。

表 1-1 分散系按分散相粒子大小分类

分散相粒子直径	分散系类型	分散相粒子的组成	实 例
$<1\text{ nm}$	分子分散系	低分子或离子	生理盐水、葡萄糖溶液
$1\sim 100\text{ nm}$	胶体分散系	胶粒(分子、离子、原子的聚集体)	氢氧化铁溶胶 硫化砷溶胶
		高分子溶液	蛋白质溶液 核酸溶液
$>100\text{ nm}$	粗分散系	粗粒子	泥浆、牛奶

粗分散系主要包括悬浊液和乳浊液。悬浊液是分散相以固体小颗粒分散在液体中所形成的多相分散系,混浊的河水、泥浆等都是悬浊液。乳浊液是分散相以小液滴分散在另一种液体中所形成的多相分散系,牛奶、某些杀虫剂的乳化液等都是乳浊液。

胶体分散系包括胶体溶液(简称溶胶)和高分子溶液。溶胶的分散相粒子是由许多分子或离子组成的聚集体,分散相与分散介质之间存在相界面。溶胶是高度分散的多相系统,具有很大的表面积和很高的表面能,是不稳定系统。高分子溶液的分散相粒子是单个的大分子或大离子,分散相能自动均匀地分散到分散介质中,分散相与分散介质之间没有界面。高分子溶液是单相稳定系统。

分子分散系又称真溶液或溶液。溶液是分散相以单个小分子或小离子的形式均匀地分散在分散介质中所形成的分散系。溶液是一种高度分散的单相系统,它的稳定性很高。习惯上把溶液中的分散相称为溶质,把溶液中的分散介质称为溶剂。水是一种最常用的溶剂,通常不指明溶剂的溶液就是指水溶液。

第二节 混合物的常用组成标度

混合物的某些性质随其组成的不同而异。医学上常用的混合物的组成标度有以下几种。

一、B 的质量分数

B 的质量分数用符号 w_B 表示,它义为 B 的质量 m_B 除以混合物的质量 m 。

$$w_B = \frac{m_B}{m} \quad (1-1)$$

质量分数的单位是一,符号是 1^①。质量分数也可以用百分数表示。

例 1-1 将 500 g 蔗糖溶于水,加热后配制成 850 g 糖浆,计算此糖浆中蔗糖的质量分数。

解:根据式(1-1),该糖浆中蔗糖的质量分数为:

$$w_{\text{蔗糖}} = \frac{m_{\text{蔗糖}}}{m_{\text{溶液}}} = \frac{500 \text{ g}}{850 \text{ g}} = 0.588$$

答:此糖浆中蔗糖的质量分数为 0.588。

二、B 的体积分数

B 的体积分数用符号 φ_B 表示,定义为 B 的体积 V_B 除以混合物的体积 V 。

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} \quad (1-2)$$

体积分数的单位是 1,也可以用百分数表示。

医学上常用体积分数来表示溶质为液体的溶液的组成。例如,消毒酒精中酒精的体积分数为 0.75(或 75%)。

例 1-2 医疗上常用体积分数为 75% 的酒精溶液做消毒液,试计算配制 500 mL 这种消毒用酒精溶液所需纯酒精的体积。

解:根据式(1-2),所需纯酒精的体积为:

$$V_{\text{酒精}} = V \varphi_{\text{酒精}} = 500 \text{ mL} \times 0.75 = 375 \text{ mL}$$

量取 375 mL 纯酒精,加水稀释至 500 mL,就可配制成 500 mL 消毒用酒精溶液。

答:配制 500 mL 这种消毒用酒精需 375 mL 纯酒精。

^① 在表示量值时,符号 1 一般并不明确写出,如 $w = 0.588 \times 1 = 0.588$ 。