



全国高等医学院校本科规划教材

供临床医学、预防医学、全科医学及相关专业使用

基础化学

JICHU HUAXUE

■ 主 编 / 杨金香



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS



全国高等医学院校本科规划教材

供临床医学、预防医学、全科医学及相关专业使用

基础化学

JICHU HUAXUE

主 编 杨金香
副主编 张万明 王美玲 孙立平
编 者 (以姓氏笔画为序)
王宏丽 成都医学院
王美玲 内蒙古医科大学
孙立平 泰山医学院
李银涛 长治医学院
杨金香 长治医学院
张万明 河北北方学院
张利民 蚌埠医学院
陈结霞 皖南医学院
郝红英 黄河科技学院
高 静 牡丹江医学院
程远征 潍坊医学院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/杨金香主编. —北京:人民军医出版社, 2013.4

全国高等医学院校本科规划教材

ISBN 978-7-5091-6120-3

I. ①基… II. ①杨… III. ①化学—医学院校—教材 IV. ①06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 059781 号

策划 立 文字编辑:卢紫晔 责任审读:吴 然
出版发 人民军医出版社 经销:新华书店
地址: 京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036
反馈电话:(010)51927290;(010)51927283
邮购电话:(010)51927252
策划编辑电话:(010)51927300—8743
网址:www.pmmp.com.cn

印刷:北京天宇星印刷厂 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:14.75·彩页 1 面 字数:352 千字

版、印次:2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—5000

定价:32.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)

编审委员会

主任委员 王庸晋 刘学政 陶仪声

副主任委员 张树峰 王学春 关利新 李朝品 李建华
周立社 姚磊

委 员 (以姓氏笔画为序)

马风杰	王雪	王亚平	王庆宝	王振杰
王福彦	王震寰	井西学	牛春雨	龙霖
史宏灿	冯玉芝	朱大诚	刘丕峰	刘林祥
闫新明	许礼发	孙新	孙宏伟	严华
杜友爱	李龙	李松	李娜	李幼辉
杨金香	杨保胜	杨康娟	肖建英	沙翔垠
宋国杰	张敏	张晓林	张晓杰	张晓薇
陈琳	陈永平	陈志伟	陈思东	陈振文
武英	卓朗	金昱	金哲虎	周增桓
赵中夫	赵玉玲	赵富玺	贵亚琍	咎加禄
姜贵云	袁兆康	徐名颂	翁开源	高允生
黄涛	睦建	崔香淑	麻健丰	章文春
梁勇	董蓓	韩新荣	魏武	

编辑办公室 郝文娜 徐卓立 曾小珍 池静

全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)

书 目

- | | | | |
|-------------|--------|---------------|--------|
| 1. 基础化学 | 杨金香主编 | 23. 医学细胞生物学 | 杨康娟等主编 |
| 2. 有机化学 | 陈琳等主编 | 24. 循证医学 | 赵中夫等主编 |
| 3. 医用物理学 | 王亚平主编 | 25. 医学导论 | 徐名颂主编 |
| 4. 医学心理学 | 孙宏伟等主编 | 26. 诊断学 | 魏武等主编 |
| 5. 医学伦理学 | 张树峰等主编 | 27. 医学影像学 | 刘林祥等主编 |
| 6. 卫生法学 | 冯玉芝主编 | 28. 核医学 | 李龙主编 |
| 7. 医学人际沟通学 | 翁开源主编 | 29. 内科学 | 王庸晋等主编 |
| 8. 系统解剖学 | 王震寰等主编 | 30. 外科学 | 王庆宝等主编 |
| 9. 局部解剖学 | 金昱主编 | 31. 妇产科学 | 张晓薇等主编 |
| 10. 组织学与胚胎学 | 陈志伟等主编 | 32. 儿科学 | 王雪等主编 |
| 11. 生理学 | 朱大诚等主编 | 33. 传染病学 | 陈永平主编 |
| 12. 生物化学 | 周立社等主编 | 34. 耳鼻咽喉头颈外科学 | 李娜等主编 |
| 13. 分子生物学 | 肖建英主编 | 35. 眼科学 | 沙翔垠等主编 |
| 14. 病理学 | 陶仪声等主编 | 36. 神经病学 | 马风杰等主编 |
| 15. 病理生理学 | 牛春雨等主编 | 37. 精神病学 | 李幼辉主编 |
| 16. 医学微生物学 | 严华等主编 | 38. 康复医学 | 姜贵云等主编 |
| 17. 人体寄生虫学 | 孙新等主编 | 39. 中医学 | 章文春等主编 |
| 18. 医学免疫学 | 赵富玺等主编 | 40. 急诊医学 | 王振杰等主编 |
| 19. 药理学 | 高允生等主编 | 41. 全科医学概论 | 刘学政等主编 |
| 20. 预防医学 | 王福彦等主编 | 42. 口腔科学 | 麻健丰主编 |
| 21. 医学统计学 | 袁兆康等主编 | 43. 皮肤性病学 | 金哲虎等主编 |
| 22. 医学遗传学 | 杨保胜主编 | 44. 临床技能学 | 睦建等主编 |

全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)

出版说明

医学教育是医药卫生事业发展的重要组成部分,是人民群众医疗健康保障的基础。当前我国开设临床医学专业教育的高等本科院校已有 160 余所,其中培养基层医疗卫生人才的地方医学本科院校占有较高比例,所培养的大批医学人才已经成为各级基层医疗卫生单位卫生服务及健康保障的主力。然而,我国各高校医学教育所普遍采用的专业教材,在反映不同办学层次、不同培养目标、不同人才定位等方面区分度不足,尚不能很好适应地方医学院校培养基层医疗服务人才的要求。在教育部、卫生部所大力倡导的培养具有不同内涵定位的“卓越医生”的医学教育改革背景下,紧随地方高等医药院校的医学教育改革步伐,广纳现代医学教育改革成果,建设特色鲜明、质量上乘、受众明确的医学专业教材成为当前各医学专业出版社必须完成的重要任务。

根据教育部在“十二五”期间对高校教材建设“高质量、多样化”的要求,针对地方高等医学院校临床医学专业综合改革所涉及教材建设需要,人民军医出版社组织多所本科高等医学院校,在深入调研的基础上,结合当前的教育改革形势和各院校的教学成果,启动了适用于地方医学院校的《全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)》编写的工作。

本套教材由 50 余所本科医学院校领导、教授组成编审委员会,讨论确定编写宗旨和思路,逐层分阶段召开主编、副主编联席会议及各分册教材的编写、定稿会议,保证编写出版工作顺利完成。

本套教材具有以下特色:

1. 以地方高等医学院校为主体,围绕培养具有较高医学职业精神和较强的临床实践能力,具备一定公共卫生知识体系,适合基层需要的医学人才这一目标决定教材构建和内容取舍。

2. 除遵循“三基”“五性”“三特定”的编写原则外,特别突出“三个注重”:注重素质培养,强化专业素质和人文素质的融合教育;注重解决临床实际问题的能力和主动学习能力的培养;注重教材的实用性,内容与教学过程紧密结合,编写体例灵活,易用好学。

3. 针对目前医学本科教育内容多、发展快、知识交融、层次需求多样等特点,秉承人民军医出版社教材“宜教宜学、科学严谨”的特点,遵循“从实践中来”的原则,努力使教材满足教学

实际需要,真正体现各院校鲜活的教学成果,教材内容完整,涵盖执业医师考试要求。

本套教材共 44 分册,涵盖基础、医学基础、临床医学、人文学科等不同领域,包括近阶段刚建立或发展快的学科,如“循证医学”“医学导论”“医学人际沟通学”“分子生物学”“医学细胞生物学”“全科医学概论”等科目。本套教材专门设计了“学习要求”“要点提示”“问题讨论”以及“复习指导”“参考案例”等有助于教学的栏目,同时注意为师生的教与学留下发挥空间。

欢迎相关院校使用本套教材后及时反馈宝贵意见。

人民军医出版社

前 言

PREFACE

《基础化学》是根据 2012 年 6 月在长治召开的全国高等医学院校本科规划教材(临床医学)编审委员会和主编会议精神进行编写的。

医学院校五年制本科教育是培养医师的重要平台,全面提升学生的基本医学素养和动手动脑能力、创新能力、分析并解决问题的能力是新时期医学人才培养模式的发展目标。

基于以上指导思想,《基础化学》在坚持“三基”(基础理论、基本知识、基本技能)、“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性)、“三特定”(特定的对象、特定的要求、特定的限制)的基础上提出了以下编写思路。

1. 结合临床,包括教材内容与临床医学教育紧密结合,突出化学知识的临床应用,选用联系临床的应用实例、习题等。
2. 正文预设“学习要求”,使学生学习有针对性,有利于提高学习效果。
3. 正文中设“问题讨论”,进一步提高学习兴趣,让学生带着问题学习,更好地培养分析问题、解决问题的能力,“要点提示”起画龙点睛的作用。
4. 正文后设“复习指导”,使学习条理化,同时培养学生归纳总结的能力。
5. 更新教学和人才培养模式的观念,注重教材内容的启发性。
6. 优化教材,包括内容适当,难度适中,章节编排合理,论述严谨,名词术语规范,图表直观,有利于学生学习和教师讲授。

本教材采用中华人民共和国标准 GB3100-3102-93 所规定的符号和单位。

全书内容共 12 章,按授课 50 学时编写,各院校可根据具体情况进行增减。有些选读内容以“*”注明,供读者自学和教学时参考。

本教材中的插图由长治医学院贺艳斌绘制;各位编委所在的院校对编写工作给予了热情鼓励和全力支持,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中不妥之处敬请批评指正。

编 者

2012 年 12 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论..... (1)	二、强电解质溶液理论要点..... (20)
第一节 化学研究的对象和目的..... (1)	三、离子的活度和离子强度..... (20)
第二节 化学与医学的关系..... (1)	第二节 酸碱理论..... (21)
第三节 基础化学的内容和学习方法..... (2)	一、酸碱质子理论..... (21)
第 2 章 稀溶液的依数性..... (4)	二、酸碱电子理论..... (23)
第一节 溶液组成标度的表示方法..... (4)	第三节 水溶液中的质子转移平衡..... (23)
一、物质的量浓度和质量浓度..... (4)	一、水的质子自递和溶液的 pH..... (23)
二、质量摩尔浓度和摩尔分数..... (5)	二、弱酸、弱碱的解离平衡及其平衡常数..... (25)
三、质量分数和体积分数..... (6)	三、共轭酸碱解离常数的关系..... (26)
四、溶液组成标度间的换算..... (6)	四、酸碱平衡的移动..... (26)
第二节 溶液的蒸气压下降..... (6)	第四节 酸碱溶液 pH 的计算..... (27)
一、液体的蒸气压..... (7)	一、一元弱酸或弱碱溶液..... (27)
二、溶液的蒸气压下降——Raoult 定律..... (7)	二、多元酸碱溶液..... (28)
第三节 溶液的沸点升高和凝固点降低..... (8)	三、两性物质溶液..... (30)
一、溶液的沸点升高..... (8)	第五节 难溶强电解质的沉淀溶解平衡..... (31)
二、溶液的凝固点降低..... (9)	一、溶度积和溶度积规则..... (31)
第四节 溶液的渗透压力..... (11)	二、沉淀平衡的移动..... (33)
一、渗透现象和渗透压力..... (11)	第 4 章 缓冲溶液..... (37)
二、溶液的渗透压力与浓度及温度的关系..... (13)	第一节 缓冲溶液及缓冲作用机制..... (37)
三、渗透压力在医学上的意义..... (14)	一、缓冲溶液的组成..... (38)
第 3 章 电解质溶液..... (19)	二、缓冲溶液的作用机制..... (38)
第一节 强电解质溶液理论..... (19)	第二节 缓冲溶液的 pH 计算..... (39)
一、强电解质和解离度..... (19)	一、Henderson-Hasselbalch 方程式

..... (39)	五、酸碱滴定法的应用..... (79)
* 二、缓冲溶液 pH 计算公式的校正 (41)	* 第三节 氧化还原滴定法 (80)
第三节 缓冲容量和缓冲范围 (43)	一、概述..... (80)
一、缓冲容量..... (43)	二、高锰酸钾法..... (80)
二、影响缓冲容量的因素..... (43)	第四节 配位滴定法 (82)
三、缓冲范围..... (45)	一、EDTA 配位滴定的基本原理 (82)
第四节 缓冲溶液的配制 (46)	二、EDTA 配位滴定应用实例 (83)
一、缓冲溶液的配制原则及方法 (46)	第 7 章 常用仪器分析方法简介 (86)
二、标准缓冲溶液..... (48)	第一节 紫外-可见分光光度法 (86)
第五节 缓冲溶液在医学上的意义 (48)	一、分光光度法的基本原理..... (86)
一、血液中的缓冲系..... (48)	二、紫外-可见分光光度计 (89)
二、缓冲溶液的应用..... (50)	三、分光光度法的测定方法及条件 选择..... (90)
第 5 章 胶体分散系 (52)	* 第二节 色谱分析法简介 (93)
第一节 分散系 (52)	一、色谱分析的基本概念..... (93)
一、分散系的概念及分类..... (52)	二、色谱分析的基本原理..... (93)
二、胶体分散系的表面特性..... (53)	三、气相色谱法和高效液相色谱法 (95)
三、表面活性剂和乳状液..... (55)	第 8 章 化学反应速率与化学平衡 (97)
第二节 溶胶 (57)	第一节 化学反应速率 (97)
一、溶胶的基本性质..... (57)	一、化学反应速率的含义及表示 方法..... (97)
二、胶团结构及溶胶的稳定性..... (59)	* 二、反应速率理论简介 (98)
三、气溶胶..... (60)	第二节 影响化学反应速率的外界 因素 (99)
第三节 大分子溶液与凝胶 (61)	一、浓度对反应速率的影响..... (99)
一、大分子溶液..... (61)	二、温度对反应速率的影响 (103)
二、凝胶..... (64)	三、催化剂对反应速率的影响 (105)
第 6 章 滴定分析 (67)	第三节 化学平衡..... (108)
第一节 滴定分析概述 (67)	一、可逆反应与化学平衡 (108)
一、滴定分析的基本概念..... (67)	二、平衡常数 (109)
二、滴定分析的基本操作程序..... (68)	三、化学平衡的移动 (110)
三、滴定分析的计算..... (69)	第 9 章 氧化还原反应与电极电势 (114)
四、滴定分析的结果和误差..... (70)	第一节 氧化还原反应..... (114)
五、有效数字及其运算规则..... (72)	一、氧化值 (114)
第二节 酸碱滴定法 (73)	
一、酸碱指示剂..... (73)	
二、强碱滴定强酸..... (74)	
三、强碱滴定弱酸..... (76)	
四、多元酸和多元碱的滴定..... (78)	

二、氧化还原反应	(115)	二、原子轨道和电子云的角度分布 图	(141)
第二节 原电池与电极电势	(116)	三、原轨道的径向分布函数图 ...	(144)
一、原电池	(116)	第三节 多电子原子的核外电子排布	(145)
二、电极电势的产生与测量	(118)	一、多电子原子的能级	(145)
第三节 电极电势的 Nernst 方程式 及影响因素	(120)	二、多电子原子的核外电子排布	(148)
一、电极电势的 Nernst 方程式	(120)	第四节 元素周期表与元素周期律	(149)
二、电极溶液中物质浓度对电极 电势的影响	(121)	一、原子的电子组态与元素周期表	(149)
第四节 电极电势与电池电动势的 应用	(122)	二、元素性质的周期性变化规律	(151)
一、比较氧化剂或还原剂的强弱	(122)	* 第五节 元素与人体健康	(155)
二、判断氧化还原反应进行的方向	(123)	一、生命元素及其生物功能简介	(155)
三、判断氧化还原反应进行的限度	(124)	二、环境污染中对人体有害的元素	(157)
第五节 电势法测定溶液的 pH	(126)	第 11 章 共价键与分子间力	(160)
一、常用参比电极	(126)	第一节 现代价键理论	(160)
二、指示电极	(126)	一、氢分子的形成	(161)
三、电势法测定溶液的 pH	(127)	二、现代价键理论的要点	(161)
四、复合电极	(128)	三、共价键的类型	(162)
* 第六节 电化学和生物传感器	(128)	* 四、键参数	(164)
一、生物传感器概述和工作原理	(128)	第二节 杂化轨道理论	(166)
二、电化学和生物传感器及其应用	(130)	一、杂化轨道理论的要点	(166)
第 10 章 原子结构和元素周期律 ...	(133)	二、轨道杂化类型与分子的空间 构型	(167)
* 第一节 核外电子运动状态及特性	(133)	* 第三节 价层电子对互斥理论	(172)
一、氢原子光谱和 Bohr 理论 ...	(133)	一、价层电子对互斥理论的要点	(172)
二、de Broglie 关系式	(135)	二、价层电子对的计算及分子空间 构型的判断	(172)
三、Heisenberg 测不准原理	(137)	* 第四节 分子轨道理论简介	(174)
四、Schrödinger 方程	(137)	一、分子轨道理论的要点	(174)
第二节 氢原子的原子轨道	(138)	二、分子轨道的类型	(176)
一、量子数与原子轨道	(138)	三、分子轨道理论的应用	(177)

第五节 分子间作用力·····	(181)	第四节 螯合物·····	(206)
一、分子的极性与分子的极化···	(181)	一、螯合物的结构特点·····	(206)
二、van der Waals 力·····	(182)	二、影响螯合物稳定性的因素···	(207)
三、氢键·····	(184)	* 三、配合物与医学的关系·····	(207)
第 12 章 配位化合物·····	(189)	附录·····	(210)
第一节 配位化合物的基本概念		附录 A SI 基本单位·····	(210)
·····	(189)	附录 B 弱电解质的解离常数·····	(210)
一、配合物的定义·····	(189)	附录 C 一些难溶化合物的溶度积	
二、配合物的组成·····	(190)	(25℃)·····	(212)
三、配合物的命名·····	(192)	附录 D 一些还原半反应的标准电	
第二节 配合物的化学键理论·····	(193)	极电势 φ^\ominus (298.15K)···	(213)
一、配合物的价键理论·····	(193)	附录 E 金属配合物的稳定常数	
* 二、配合物的晶体场理论·····	(198)	·····	(214)
第三节 配位平衡·····	(202)	参考文献·····	(217)
一、配位平衡常数·····	(202)	部分习题参考答案·····	(218)
二、配位平衡的移动·····	(204)	彩图 元素周期表·····	(1)

第 1 章 绪 论

chapter 1

学习要求

知晓医学和化学的密切关系以及基础化学包括的主要内容,能够深刻认识医学生学习化学的重要性以及如何学好基础化学。

第一节 化学研究的对象和目的

化学是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的自然科学。化学研究的内容非常丰富,无机化学、有机化学、分析化学和物理化学构成了经典化学的四大分支。

无机化学:研究所有元素的单质及其化合物(碳氢化合物及其衍生物除外)。

有机化学:研究碳氢化合物及其衍生物的结构、性质、制备。

分析化学:研究物质的组成、含量、结构和形态等化学信息的分析方法及理论。

物理化学:从物质的物理现象和化学变化的联系来探讨化学反应的基本规律。

化学与其他学科之间相互渗透,相互融合,化学学科内部各分支学科之间也相互交叉,又不断形成许多新的边缘学科和应用学科,如生物化学、环境化学、食品化学、药物化学、农业化学、量子化学、结构化学、高分子化学、核化学等。

20 世纪以来,化学进入了一个崭新的发展阶段,化学发展的趋势可以归纳为:由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳定态发展,由经验逐渐上升到理论,再用于指导设计和开创新的研究。化学的发展必将对诸如生命科学、环境保护、能源开发、新材料的合成以及怎样设计具有特定功能和动态特征的分子等重大课题的研究起到重要作用,化学已被公认是一门重要的基础科学。

第二节 化学与医学的关系

研究生命现象和生命过程、揭示生命的起源和本质是当代自然科学的重大研究课题。20 世纪生命化学的崛起给古老的生物学注入了新的活力,人们在分子水平上逐渐揭示生命的奥秘。例如,DNA 分子双螺旋结构的发现对于生命科学具有划时代的贡献,它为分子生物学和

生物工程的发展奠定了基础,为整个生命科学带来了一场深刻的革命。又如,从有机物分子的立体结构研究酶和底物的作用以及药物和受体的作用,从分子水平上研究某些疾病的致病因子,从微量元素的研究为疾病的早期诊断提供科学依据等,都说明现代医学的发展需要更多、更深的化学知识。20世纪化学与生命科学相结合产生了一系列在分子层次上研究生命问题的新学科,如生物化学、分子生物学、化学生物学、生物有机化学、生物无机化学、生物分析化学等。这些新学科的形成和发展,对医学乃至整个生命科学都产生了重大影响。在研究生命现象的领域里,化学不仅提供了技术和方法,而且还提供了相关理论。

利用药物治疗疾病是人类文明的重要标志之一。早在16世纪,欧洲化学家就致力于研制医治疾病的化学药物,从而推动了医学和化学的同步发展。1800年,英国化学家Davy发现了一氧化二氮的麻醉作用,后来乙醚、普鲁卡因等更加有效的麻醉药物被发现,使无痛外科手术成为可能。1932年,德国科学家Domagk发现一种偶氮磺胺染料可治愈细菌性败血症。此后,化学家制备了许多新型的磺胺类药物,并开创了今天的抗生素领域。青霉素、链霉素、金霉素、氯霉素、头孢菌素等类型抗生素的发明挽救了无数人的生命。据不完全统计,在20世纪,化学家通过合成、半合成或从动植物、微生物中提取而得到的临床有效的化学药物超过2万种,常用的就有1000余种,而且这个数目还在快速增加。由此可见,医学的发展与化学密切相关。

现代医学与化学关系更加密切。医学是研究人体正常的生理现象和病理现象、寻求防病治病的方法、保障人类健康的科学。体内的生理现象和病理现象与体内代谢作用密切相关,而这些代谢作用又与体内的化学变化相关。因此,必须掌握一定的化学知识,才能更好地研究生命活动的规律,从而深入了解生理、病理现象的实质。

在疾病的诊断、治疗过程中,需要进行化验和使用药物,这也与化学密切相关。例如,临床检验常需要利用化学方法进行一系列的分析,测定血、尿等生物样本中某些成分的含量,以帮助正确诊断疾病。治疗疾病时所用的药物,其化学结构、化学性质以及纯度直接影响药理作用和毒副作用;药物间的配伍也与其化学性质密切相关,要正确合理用药,必须掌握有关的化学知识。

在卫生监督、疾病预防等方面,如环境卫生、营养卫生、劳动卫生等工作,常需进行水质分析、食品检验、环境监测等,这些都离不开化学。

第三节 基础化学的内容和学习方法

由于医学和化学的密切关系,世界各国在医学教育中都把化学作为重要的基础课。我国五年制的医学专业通常将化学分成基础化学和有机化学两门课程来进行教学。基础化学是从无机化学、分析化学以及物理化学中选编的,主要讲授大学化学的基本概念、原理和技术,包括溶液(稀溶液的依数性、电解质溶液、缓冲溶液),物理化学部分内容简介(胶体分散系、化学反应速率与化学平衡、氧化还原与电极电势),三大结构(原子结构、分子结构、配位结构),水溶液中四大化学平衡(质子转移平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原反应和配位平衡),滴定分析与常用仪器分析方法简介等内容。基础化学的任务是使学生获得学习医学和从事生物医学研究所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能,为学习后续课程打下基础,同时培养学生分析和解决实际问题的能力,并使学生逐步树立辩证唯物主义观点和科学的思维方法。

科学的学习方法是提高学习效率的重要保证。学习方法既有通则,又无定则,应不断总结和交流,寻找最适合自己的学习方法。大学的教学方法与中学有较大差别,大学课程的特点是课堂讲授容量大,内容覆盖面广,教学进度快。这就要求学生尽快实现从中学到大学在学习方法和学习习惯上的转变,通过课前预习、课堂听讲、课后复习及时归纳总结和课外阅读等几个重要环节,培养科学高效率的学习方法和较强的自学能力,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

学习新课前要自学一遍,这样就能对本节课教师要讲授的内容有所了解;听课时要集中精力,主动跟踪老师的思维脉络,特别要注意预习时不理解的部分;要学会记课堂笔记,重点记下授课纲目、基本结论、补充材料以及听课中产生的疑难问题;课后必须及时复习,可以先按照笔记梳理一下授课内容,然后边阅读教材、参考书,边整理笔记。

基础化学的特点是理论性强,涉及的概念多,要注意掌握其基本理论和基本知识,处理好理解和记忆的关系,学会善于运用分析对比和联系归纳的方法,善于从例题中体会解题的思路、方法和技巧,搞清概念、原理、公式和方法的涵义、应用条件和使用范围,在理解的基础上记忆一些涉及基本概念和基本原理的重要公式,努力做到熟练掌握、融会贯通,并运用所掌握的理论 and 知识去分析、解决实际问题。

化学是一门以实验为基础的学科,实验课是基础化学课程的重要组成部分。通过实验不仅可以加深理解、巩固所学到的基本理论和知识,而且还可以训练有关的基本实验技能,学习科学的实验方法,培养动手能力。在实验前要预习实验内容,做到原理清楚、步骤明确;实验过程中要认真观察实验现象、正确记录结果;实验完毕要认真处理实验数据、分析实验现象和问题,得出正确结论,做好实验报告。通过实验,养成严谨的科学态度和科学的思维方法,培养独立工作能力和科学研究能力。

(杨金香 张万明)

第 2 章 稀溶液的依数性

chapter 2

学习要求

学习溶液组成标度的表示方法和稀溶液的 4 个依数性。进一步认识稀溶液渗透压力的概念、渗透现象产生的条件和方向,能够准确判断等渗、高渗和低渗溶液以及红细胞在这些溶液中的形态。

第一节 溶液组成标度的表示方法

溶液是由至少两种物质组成的均一的、稳定的混合物,被分散的物质(溶质)以分子或更小的质点分散于另一物质(溶剂)中。溶液可分为固体溶液(如合金)、气体溶液(如空气)和液体溶液。最常见的是液体溶液,其中最重要的溶剂是水,通常未指明溶剂的溶液是水溶液。

溶液在生命活动中起着非常重要的作用。例如,食物的消化和吸收、营养物质的运输和转化、代谢废物的排泄等一般都在溶液中进行;许多药物要配成溶液使用;临床检验中,有关的化学反应也几乎都在溶液中进行。因此,溶液的基本知识对学习医学科学至关重要。

溶液的浓或稀常用其组成标度来表示。溶液组成标度是指一定量的溶剂或溶液中所含溶质的量。它们的表示方法很多,可分为两大类:一类用一定体积溶液中所含溶质的量表示;另一类用溶质与溶液(或溶剂)的相对量(比值)表示。这里的“量”可以是质量(m)、物质的量(n)或体积(V)。

一、物质的量浓度和质量浓度

(一)物质的量浓度

溶液中溶质 B 的物质的量(n_B)除以溶液的体积(V),称为物质 B 的物质的量浓度(amount of substance concentration),简称浓度(concentration),用符号 c_B 或 $c(B)$ 表示,即:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (2-1)$$

物质的量浓度的 SI 单位为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ (mol/m^3),化学和医学上常用的单位为摩尔每升($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, mol/L)、毫摩每升($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)和微摩每升($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)等。

物质的量 n_B 与物质的质量 m_B 、物质的摩尔质量 M_B 之间有以下关系:

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \quad (2-2)$$

在使用物质的量浓度时,必须指明物质 B 的基本单元。基本单元可以是原子、分子,也可以是其他粒子或这些粒子的特定组合,可以实际存在,也可以根据需要指定。例如:

$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 表示每升溶液中含 $0.1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$;

$c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 表示每升溶液中含 $0.2 \text{ mol}(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4)$ 。

例 2-1 正常人 1 000ml 血清中含 100 mg Ca^{2+} , 计算该血清中 Ca^{2+} 的物质的量浓度(用 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示)。

解:根据式(2-1)和(2-2)得

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V} = \frac{m/M(\text{Ca}^{2+})}{V} = \frac{100/40}{1} = 2.5(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

(二)质量浓度

溶液中溶质 B 的质量(m_B)除以溶液的体积(V),称为物质 B 的质量浓度(mass concentration),用符号 ρ_B 或 $\rho(\text{B})$ 表示,即:

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (2-3)$$

质量浓度的 SI 单位为千克每立方米($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$),医学上常用的单位为克每升($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)、毫克每升($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)和微克每升($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)。

物质的量浓度在医学上广泛使用。世界卫生组织提议,在表示体液的组分含量时,凡是相对分子质量 M_r 已知的物质,应同时写明质量浓度和物质的量浓度,如生理盐水

$\rho(\text{NaCl}) = 9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{NaCl}) = 0.154 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对于相对分子质量未知的物质,则可用质量浓度表示。

要点提示

注意质量浓度 ρ_B 和密度 ρ 的区别。

二、质量摩尔浓度和摩尔分数

(一)质量摩尔浓度

溶液中溶质 B 的物质的量(n_B)除以溶剂的质量(m_A),称为物质 B 的质量摩尔浓度(molality),用符号 b_B 或 $b(\text{B})$ 表示,单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。即:

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} \quad (2-4)$$

例 2-2 将 0.69 g 甘油溶于 50 ml 水中,已知 $M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 92.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 计算该溶液的质量摩尔浓度。

解:根据式(2-4)得

$$b(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \frac{n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)}{m_A} = \frac{0.69}{92.0 \times 0.0500} = 0.150(\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

(二)摩尔分数

摩尔分数(mole fraction)又称为物质的量分数,用符号 x_B 表示,定义为物质 B 的物质的