



21世纪高职高专教材

供药学、药剂学、中药学、制药工程、制剂工程、医药市场营销等专业使用

化学原理与化学分析

汤启昭 主编



科学出版社
www.sciencep.com

21世纪高职高专教材

(供药学、药剂学、中药学、制药工程、制剂工程、
医药市场营销等专业使用)

化学原理与化学分析

汤启昭 主编

内 容 简 介

本教材突破原无机化学、分析化学、物理化学等化学课程的界限,根据药学专业特殊需要对内容进行了重组,并将化学原理与化学分析紧密结合。全书包含六个部分:溶液中的化学平衡原理与四类化学滴定方法;物质结构与物质性质和光谱分析;物质的化学性质与化学鉴定和检出;多相体系平衡原理与混合物的分离、分析法;表面吸附与胶体溶液;化学热力学与化学动力学基础。本教材在叙述时注意深入浅出,联系实际。各章都有学习方法指导,便于自学。本书可作为高职高专药学、药剂学、中药学、制药工程、制剂工程、医药市场营销等专业使用,也可作为相关专业的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

化学原理与化学分析/汤启昭主编. —北京:科学出版社,2004.8
21世纪高职高专教材
ISBN 7-03-014247-0

I. 化… II. 汤… III. ①化学-理论-高等学校:技术学校-教材②化学分析-高等学校:技术学校-教材 IV. 06

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第087123号

责任编辑:吴茵杰 / 责任校对:包志虹

责任印制:刘士平 / 封面设计:卢秋红

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

西禄印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第一版 开本:850×1168 1/16

2004年8月第一次印刷 印张:26 3/4

印数:1—4 000 字数:650 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

21 世纪高职高专教材编写委员会

供药学、药剂学、中药学、制药工程、制剂工程、
医药市场营销等专业使用

主任委员 王广基

副主任委员 杨静化 周俭慰 徐文强

委 员 (按姓氏笔画为序)

王 泽 王小平 毛金银 朱连喜

邬瑞斌 汤启昭 阮田保 苏 斌

邵 芸 陆振达 明广奇 季常新

於 平 段国峰 钱春华 高祖新

黄 纯 黄达芳 黄家利 曹观坤

蔡 凤 翟松涛 樊一桥

编委会秘书 王 莉

总 序

近十几年来,中国高等职业技术教育的发展,为中国的高教事业撑起了一片新的蓝天绿地。高等职业技术教育越来越为社会和广大学生认同、看重。

高等职业技术教育对于学生承担着科学与技术的双重教育任务,既要讲授科学文化知识,又要培训实践技能。因此,它必须具有新的教育理念和新的培养模式。教材建设是办好高等职业技术教育的重要环节之一。

中国药科大学高等职业技术学院十分重视教材建设。经过两年多的运作,组织了一批有丰富知识、教学经验、实践经验的教师和一批有现代教育理念、熟悉科技发展进程和方向的青年骨干教师,围绕药学各专业高等职业教育培养的目标和方向,第一批编写了《工业药剂学》、《药物化学》、《化学原理与化学分析》、《药物分析》、《制药化工过程及设备》、《计算机组装与维护》、《医药市场营销》、《医学基础》、《医药工作应用文》、《制药机械学》、《生物化学》、《微生物学》、《中医学基础》、《药理学》、《生理学》、《医药应用统计》、《药用物理》、《中药炮制学》、《中药药剂学》、《中药方剂学基础》、《医药数学建模教程》、《高等数学》、《有机化学》、《实用中药鉴定学》计 24 门课程的高职教材。

一本好的教材,会给学习者以巨大的、深刻的启迪,学习者不但能从中循序渐进地学到科学文化知识,从中还能够较快地接触到这门课程的本质;能够打开视窗,拓展视野,发现和思考新问题;能够接受到相应的人文教育,提高学习者的品味;能够洞知科学技术的发展方向 and 前沿阵地。我们的教材编写人员尽力按这个方向编写教材,它们将受到广大读者的检验。

本套教材主要特色:紧扣职业技术教育,淡化理论推导,加强理论与实际的结合,面向药品生产、质量检验和销售一线的技术要求,特别是药剂专业与药学专业(质量保证),以工艺为主线进行了串联,充分体现了我院在进行示范性高职建设过程中的成果。因此,本套教材特别适合于药学类高职教育。

囿于水平、人力、时间,教材中会有不尽恰当的地方,甚至会有谬误,欢迎广大读者、教师、专家赐教,批评,以便再版时修订。

今后,我们还将计划编写出版药学类专业其他课程的教材。

本套教材主要面向高职专科生,考虑到专转本的需要,《药学高等数学》增加了部分带 * 内容。另外,根据教学计划的差异,有的课程的教材可供高职本科使用。

承蒙科学出版社的大力支持和关注,这套教材得以较快的速度编纂和付梓,在此,我们谨向科学出版社表示诚挚的谢意。

杨静化

2004 年 5 月

编写说明

《化学原理与化学分析》是高等职业技术学院“药学、药剂学、中药学、制药工程、制剂工程和药品营销”等专业开设的前期化学基础课,根据高职教育课程改革需要,本课程突破原无机化学、分析化学、物理化学三门课程的界限,按照药学高级实用型人才的培养目标,本着“必须”、“够用”的原则,对内容进行整体优化组合。新课程体系的构架是“以化学原理为基础,化学分析方法为手段,讨论物质的质量控制及理化参数的应用为目的”。要求减少低水平同层次的重复,加强近年来化学领域的新内容,加强与其他课程间的联系和渗透。新教材体系具有以下特点:

1. 精减内容,授课时数控制在110学时,书中打*的内容可根据不同专业的需要选择使用。

2. 内容安排上采取:

(1) 将四类化学平衡原理与四类化学滴定方法结合、将“电化学分析法”与“氧化还原平衡与氧化还原滴定”这两章紧连、将“分子结构与可见光谱分析”合成一章,使理论与应用结合得更紧。

(2) 将元素化学融入“化学鉴定与检出”一章中讨论,以便在中学化学基础上加强对物质反应的认识和化学性质在药物鉴定与检出中的应用。

(3) 将“化学热力学基础”和“化学反应速率”这两章放在书的后半部分,主要考虑与学生的数、理、化基础相适应,有利于教学的实施。

(4) 将“原子结构”、“分子结构”这两章安排在前半部分讨论,主要考虑与“有机化学”课程衔接,同时也可分散本课程难点。

(5) 增加“混合物的分离与提纯”这一章,把多组分、多相体系的平衡原理与化学分析中的沉淀、结晶、萃取、色层分离、离子交换等方法结合起来,使分离、分析过程系统化,有利于本课程和专业课程的应用。

3. 教材编写时,注意文字叙述的易读性,注意采用从实验数据归纳获得方程式的方法,以便于初学者自学。为加强自学指导,各章开始增加引言(包含每章学习要求、学习方法或预习思考题),每章结束增加小结,另配有习题集和学习指导书。

4. 为使课堂教学与实验课教学紧密配合,另编有与本教材配套的实验教材和模拟实验光盘。教材与实验内容同步进行,注意进度匹配,尽量做到使学生在理解原理的基础上进行实验,在做实验的基础上加深对教材内容的理解。

本教材是在近五年高职教学实践基础上编写的,由汤启昭主编。其中第1、13章由陈文编写,第2、3章由孙荣梅编写,第4、10、14章由李桂凤编写,第5、6章由毛金银编写,第7、8、9章由翟松涛编写,第11、12章由汤启昭编写。在实践中,一直得到兄弟学院许多老师、领导的支持和协助,使教材得以及时完成,对此深表谢意。教材中有些内容吸取了其他优秀教材的精华,这些内容都是经过很多教师修订过的。因此,对所有同行表示谢意。

高等职业技术教育在我国是新生事物,教学改革又是一项长期而复杂的系统工程,必须积极而慎重地进行。我们根据高职的特点做了一些变革的尝试,肯定有不成熟之处,还有待于在实践中进一步完善,欢迎各位同行批评指正。

中国药科大学 汤启昭

2004年7月

目 录

绪论	1
第 1 节 化学的研究对象	1
第 2 节 化学在医药科学中的作用	2
第 3 节 化学的研究方法	4
第 1 章 溶液	7
第 1 节 溶液	8
第 2 节 溶液的浓度	11
第 3 节 浓度的有关计算	13
第 4 节 电解质在水溶液中的存在状态	14
第 5 节 稀溶液的依数性	18
第 2 章 化学平衡	28
第 1 节 化学反应的限度	28
第 2 节 化学反应的平衡常数	29
第 3 节 影响化学平衡的因素	36
第 3 章 酸碱质子平衡与酸碱滴定	43
第 1 节 酸碱质子理论	44
第 2 节 水溶液中的质子转移平衡	46
第 3 节 缓冲溶液	58
第 4 节 滴定分析概论	63
第 5 节 酸碱指示剂	76
第 6 节 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	80
第 7 节 非水溶液中的质子转移平衡	90
第 4 章 沉淀平衡与沉淀滴定	101
第 1 节 沉淀溶解平衡	102
第 2 节 沉淀滴定法	112
第 5 章 原子结构与原子光谱	120
第 1 节 原子核外电子运动状态	121
第 2 节 原子核外电子排布与能级图	130
第 3 节 原子的电子层结构与元素周期律	137
第 4 节 焰色反应和原子光谱	147

第 6 章 分子结构与分光光度法	153
第 1 节 共价键理论	154
第 2 节 分子间作用力和氢键	169
第 3 节 离子极化	175
第 4 节 分光光度法	178
第 7 章 配位平衡与配位滴定	190
第 1 节 配位化合物的基本概念	191
第 2 节 水溶液中的配位平衡	196
第 3 节 配位化合物的应用	202
第 4 节 配位滴定法	204
第 8 章 氧化还原平衡与氧化还原滴定	213
第 1 节 氧化还原反应的基本概念	214
第 2 节 电极电势	218
第 3 节 影响电极电势的因素——Nernst 方程	223
第 4 节 电极电势的应用	227
第 5 节 氧化还原滴定法	230
第 9 章 电位分析法	240
第 1 节 电位分析法的基本原理	240
第 2 节 直接电位法	242
第 3 节 电位滴定法	245
第 10 章 离子的化学鉴定与检出	249
第 1 节 概述	249
第 2 节 常见阳离子的一般性质	253
第 3 节 常见阴离子的一般特性	257
第 4 节 阳离子的一般化学检出	258
第 5 节 阴离子的一般化学检出	264
第 6 节 药典中常见离子的鉴定	269
第 11 章 化学反应速率	273
第 1 节 反应速率与反应机理的概念	273
第 2 节 浓度对反应速率的影响	277
第 3 节 简单级数反应的速率方程	279
第 4 节 温度对反应速率的影响	284
第 5 节 催化剂对反应速率的影响	288
第 12 章 化学热力学基础	292
第 1 节 化学热力学的研究对象和基本术语	293
第 2 节 热力学第一定律	296
第 3 节 焓	300

第 4 节 化学反应的热效应·····	303
第 5 节 化学反应的方向和限度·····	308
* 第 6 节 熵的微观统计意义(参考)·····	318
第 13 章 表面现象与胶体 ·····	325
第 1 节 表面现象·····	326
第 2 节 分散系·····	337
第 3 节 胶体·····	338
第 4 节 大分子溶液·····	343
第 14 章 混合物的分离与提纯 ·····	345
* 第 1 节 沉淀分离法(参考)·····	345
第 2 节 挥发、蒸馏与分馏分离法·····	349
第 3 节 溶剂萃取分离法·····	355
第 4 节 层析分离法·····	360
第 5 节 离子交换法·····	366
附录 本书有关化学家简介 ·····	373
附表 ·····	378
元素周期表	

绪 论

第 1 节 化学的研究对象

通过中学化学课程的学习,我们已经知道,化学是研究物质的组成、结构、性质及其化学变化规律的学科。随着生产的发展和科学技术的进步,给化学学科提出越来越多的新课题,促进了化学的不断发展。从 20 世纪 70 年代末到现在,以计算机应用为主要标志的信息时代的来临,尤其是生命科学、材料科学和环境科学的发展,促使化学研究的对象和任务不断扩大和深入;从宏观到微观、从静态到动态、从体外到体内。现代化学已经突破了纯化学领域,它将化学与数学、物理学、计算机学及生物学紧密结合在一起,有关化学的课程在原来的无机化学、分析化学、物理化学、有机化学之外又衍生了许多交叉学科,如生物无机化学、配位化学、量子化学、结构化学、计算化学、固体化学等等。所以,化学研究的内容和范围已渗透到各相关专业和学科之中。

在药学工作中总要涉及形形色色的化学物质和化学反应(有体外的和体内的),必须用化学的理论和方法去做具体的研究。作为药学各类专业前期的化学课程,其讨论的内容具体涉及以下几方面的问题:

1. 化学反应的方向和限度 在一定条件下,当一种或几种物质聚集在一起时,它们是否可能按预定的反应方向进行反应?如果能够进行,那么反应进行到什么程度,也就是说反应达到平衡的位置在哪里?这就是反应的方向和限度问题。为解决这一问题,除要研究外界条件对反应方向和平衡位置的影响外,还需要研究反应过程中能量的变化等。这个问题属于化学热力学的范畴。它是化学的一个重要组成部分。

2. 化学反应的速率问题 在化学热力学中没有考虑时间的因素和反应所经历的具体步骤(即反应历程),所以不能解决反应的速率问题。一个由热力学判断为可能进行的反应,如何实现热力学对反应所预言的平衡状态,即反应是以什么样的速率进行的,这是必须关心的问题。为了增产,人们希望药物合成反应能以较快的速率进行;为了防止药物的变质,人们希望药物的分解(降解)速率越慢越好;为了发挥药物的疗效,人们企求药物在体内的反应以适当的速率进行。所以,研究外界条件对反应速率的影响以及进一步了解反应机理等,也是化学的另一个重要组成部分,称为化学动力学。

3. 物质结构与物质的性质之间的关系 结构是指一种化合物是由哪些分子用什么方式形成的;每种分子是由那些原子用什么方式形成的。

性质包括物理性质和化学性质;生物活性是指来自体外的某种物质与生物体相互作用时,生物体的局部或整体的应答。

一切化学物质的生物活性都是由性质决定,而一切性质则由结构决定。通过物质结构的讨论,可以比较深刻地从微观角度了解物质的性质,并可加深认识化学热力学和化学动力学中的许多基本问题。这些问题的研究,构成了化学的又一重要组成部分,称物质结构。

4. 表面现象与胶体的特殊性质 当物质高度分散成多相体系时,体系中相界面大大增大,表面性质的作用就变得非常突出,如忽略表面现象就无法认识体系的本性。

当物质高度分散成 $100\text{nm}\sim 1\text{nm}$ 的粒子时,显示出一系列特殊性质。它既不同于一般的宏观粒子,也不同于分子或离子。这类分散体系被称为胶体。物质分散成胶体粒子时,具有巨大的表面和表面能,溶胶的许多性质都与以上特性密切相关。表面现象和胶体与医药的关系相当密切;因为人体本身就是胶体分散系,无论血液、皮肤、肌肉、软骨、毛发等都属于胶体,人体内的许多生化过程都与胶体性质有关。在药物生产和研究中,无论是混悬剂、乳剂、气雾剂的生产,药物的合成、提取、精制,还是微囊剂、薄膜剂、缓释剂等新剂型的研制中都存在着许多涉及表面现象和胶体的问题。因此,它们是药学工作者必备的知识。

5. 无机物质的化学鉴定与含量测定 在实际工作中,当合成或提取获得某物质后,首先需要确定物质的定性组成,鉴定物质由哪些元素、离子、基团或化合物组成,然后选择适当的定量分析方法对样品进行含量分析。分析方法如按分析原理分类,可分为化学分析和仪器分析。化学分析是以物质的化学反应为基础的分析方法;根据试样与试剂进行化学反应的现象和特征鉴定物质的化学组成或利用试样中被测组分与试剂定量进行化学反应来测定该组分的相对含量。化学分析所用仪器简单、结果准确,应用范围广。缺点是对极微量成分的检出往往不够灵敏,而且测定时要破坏样品的化学组成,不能作连续测定。

仪器分析是根据物质的某种物理性质(如电学,光学等)与组分的关系,不经化学反应直接进行定性或定量测定或根据被测物质在化学变化中的某种物理性质与组分之间的关系进行定性或定量分析。仪器分析的优点是灵敏、快速、准确,且可对体系进行连续监测。本课程主要讨论化学分析法原理,对仪器分析仅作简要介绍;如电位分析法,可见分光光度分析法等。

综上所述,化学是讨论物质性质与化学变化的具有普遍性的一般规律。它为进一步学习有机化学、药物化学、药物分析、药剂学、生物化学等课程提供了有用的必不可少的理论基础和实验基础。

第2节 化学在医药科学中的作用

医药科学是生命科学的一部分,药物是一种特殊的物质,它是作用于人体以治病、防病为目的。在一种新药诞生之前,一般要从几个层次进行研究;从分子层次研究药物是通过哪些化

学反应发挥治疗作用,哪些结构特征决定某药物的生物效应;从细胞层次研究药物分子作用于什么部位,什么生物分子以及细胞做出哪些反应;从整体实验动物层次研究这种化学物质的疗效和毒性等。

化学是从分子层次研究药物作用的重要手段,在医药科学中有许多方面的应用。例如:

1. 利用各种化学反应的理论和方法合成有特定生物效应的化合物,研究其结构-性质-生物效应的关系,从中筛选出高效低毒的药物来。许多新药就是这样创造出来的。

2. 用化学分离和提取的方法从动植物组织、体液中分离、提取出有生物活性的物质或有疗效的成分,用分析方法确定其分子结构,进一步研究它们在体内的代谢过程,了解其性质与活性的关系,有的还需利用化学反应做出进一步结构改造,称为半合成。

3. 用化学分析或仪器分析的方法测定药物的组成和结构或测定某种植物药材里含有什么有效成分。按药典规定对药物进行定性、定量测定,对药物进行严格的质量控制。

4. 用化学热力学、化学动力学的方法研究上述各种反应发生的机理、条件以及在体内的调节和控制,最终用化学的理论、知识和概念解释药物作用和药理过程。

下面再举数例以具体说明化学在医药科学中的应用:

1. 柠檬酸铋(商业名“得乐”)是很重要的治疗胃溃疡药物,患者经常因胃蠕动和胃酸刺激溃疡表面而疼痛,经测定发现溃疡面的 pH 稍高于正常胃黏膜的 pH。在体外对胃液中铋离子—柠檬酸—氯离子体系的化学分析得知 pH 2.5~3.5 范围内, Bi^{3+} 水解形成氯化氧铋沉淀最显著。这样柠檬酸铋可以在 pH 较高的溃疡表面水解生成沉淀覆盖溃疡表面,起保护作用。而在 pH 较低的正常胃壁上不产生沉淀,因此不影响食欲。这一特性就是“得乐”型抗酸药的作用原理。为了提高该药稳定性和疗效,通常制成 pH 为 10 的柠檬酸铋胶体颗粒保存。

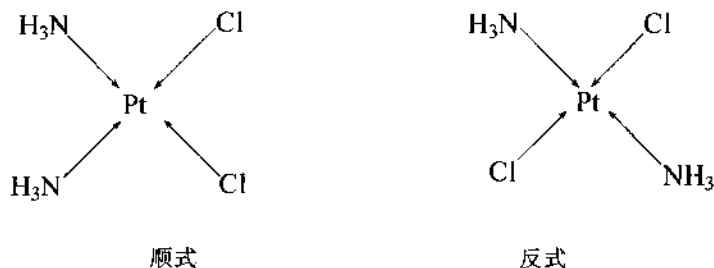
2. 为什么补铁药物常采用葡萄糖酸亚铁(II)、乳酸亚铁(II)、柠檬酸亚铁(II)等?

铁是人体必需的元素,一般正常的人约含 4.2~6.1 克铁。经结构分析证明,Fe 在体内主要是与血红蛋白和肌红蛋白相结合。Fe(II)的配位数是 6,即可与 6 个其他原子形成化学键,其中五个配位位置被蛋白质分子中的 N 占有,剩下一个位置可以可逆地结合 O_2 。因蛋白质排列在铁原子周围,造成一种特殊的化学环境,允许 O_2 与 Fe(II)结合但不氧化 Fe(II)。就这样,随着血液的流动,血红蛋白载着 O_2 从肺部输送到全身组织中去,在那里,因氧的分压下降,氧合血红蛋白又释放 O_2 ,恢复成无氧血红蛋白。

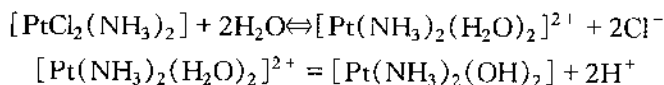
当口服二价铁盐药物治疗缺铁性贫血症时,药物要经过口腔(pH=7.4),胃(pH=1.6),最后部分地在十二指肠(pH=6~6.5)与空肠(pH=6.5~7)中被吸收,在这样的生理条件下,铁离子的水解、聚合、沉淀是不可避免的。为了防止铁盐的水解、聚合与沉淀,含铁药物常以稳定的金属配合物形式给药,同时为了提高铁的吸收,配合物的稳定性要适中(配合物稳定常数在 $10^3 \sim 10^5$ 范围),而且所选用的配体能与铁在小肠酸度下生成电中性配合物为好,这样有利于透过肠壁被吸收。另外,考虑药物的溶解性和代谢产物的无毒性等因素,所以常采用葡萄糖酸亚铁、乳酸亚铁、柠檬酸亚铁等作为补铁药物。

3. 为什么顺式二氯二氨合铂(II)有抗癌作用,而反式则没有?

经偶极矩测定及其他化学实验证明配合物二氯二氨合铂具有两种异构体:顺式和反式。



当这种不带电荷的顺二氯二氨合铂(简称顺铂)穿过细胞膜,进入细胞后,由于胞浆中 Cl^- 较低,故顺铂发生水取代配体 Cl 的反应,并进一步解离生成羟基配合物:



进入细胞的顺铂及其水取代物进攻蛋白质和核内的 DNA。 $\text{Pt}(\text{II})$ 较易与癌细胞蛋白质分子上的巯基配位结合,这样它结合在膜蛋白上和骨架蛋白上,改变了它们的结构与功能。在核内进入 DNA 时, $\text{Pt}(\text{II})$ 与 DNA 上的碱基相结合,这种结合抑制了 DNA 的复制。由于顺铂有两个顺位的 Cl^- 被水分子取代,这两个部位都能与 DNA 上的碱基结合,所以它实际上起了交联剂的作用,将 DNA 双螺旋结构的两链间或一个链内引起交联。造成 DNA 的重要损伤,抑制癌细胞的繁殖。而反式由于两个 Cl^- 在反位,距离较远,不能起上述交联作用,故无抗癌活性。

进一步研究表明,凡具有顺式结构 $[\text{Pt}(\text{II})\text{A}_2\text{X}_2]$ (A 为胺类, X 为酸根) 的中性配合物均具有抗癌活性。寻找水溶解性大,对肾脏无毒性的第二代顺铂抗癌新药(如“卡铂”)仍在继续进行中。

4. 近十年来,我国无机化学家忻新泉教授,系统地研究了室温、近室温条件下的固相化学反应及其机理,突破了固相反应必须在高温进行的禁区,做出了许多开创性的工作。低温固相反应具有工艺流程简单,节约能源,缩短反应时间,减少污染等优点。他利用低温固相反应已合成了 200 多个新的原子簇化合物、几十种纳米金属单体和纳米氧化物。这一突破为纳米药物的生产和应用提供了广阔前景。纳米药物(如膏药)可以通过皮肤直接吸收,省去注射的麻烦;纳米药物可自由地在血管内移动,如掺入磁性颗粒,并加以导向,可大大提高疗效。

从以上列举的几个例子可以看出,化学在生命科学的研究中有着十分重要的作用。当然这类例子还有很多,读者可在学习过程中自己寻找。

第 3 节 化学的研究方法

一、实验方法

化学是实验科学。在研究某类药物时,首先要用实验方法合成或分离、提取它们,当获得

产品以后要用实验方法确定它们的组成、结构和含量,测定它们的物理性质和化学性质,确定它们的疗效和毒性,有时还需进一步用实验方法探索它们为什么有这种疗效和毒性,以启发人们利用药物构效关系来创造理想的药物。

实验工作包括合成与提取、组成与结构的测定、纯度与含量的测定,各种反应性质与理化参数的测定、反应条件的研究、反应速率及稳定性的研究、反应机理的研究等。由于药物在临床应用之前不能用人体作为实验对象的特殊性,故有许多情况必须依赖在实验室里做实验来解决。例如:

1. 模拟实验 如要研究某药物在胃液中的存在状态与胃液中各因素的关系时,不可能把药吞入胃,再抽出胃液来分析。可以按胃液的组成,配成模拟胃液,并改变要研究的某一因素(如改变 pH),把待测的药物放置其中,研究它的变化和存在状态。

2. 加速实验 要测定药品的保存期或有效期,不需要放置几个月甚至几年,可以在较高温度下做加速实验,测定它们的变化速率,然后再推算到室温下的有效期。

3. 组成和结构测定 对在实验室里制备出来的化学物质要进行组成和结构测定;对生产用的原料、生产过程中的中间产物以及最后产品都要做必要的分析,对自然界以及人体内存在的各种各样化学物质和材料也都需要做组成分析和结构分析。还有许多药理或毒理实验结果也是通过组成分析(如降糖药用血液中和尿液中还原糖浓度为评价指标)得到的。

在实验工作中,正确的实验设计、合理的选择仪器、准确的操作和仔细观察现象、取得数据、采用适当的数学处理方法,加上合理地运用已有的概念和理论,才能得出符合实际的结论。

二、理论方法

虽然化学研究都是以实验为基础,但实验结果是表面现象,还需通过理论处理,才能说明变化规律和变化发生的原因。

理论处理可以有不同的途径:

1. 对实验数据进行数学处理,得到经验方程。例如蒸气压下降与浓度的关系,反应速率与温度的关系等方程都是由早期化学家总结出来的。

2. 对实验结果进行理论分析,以探索事物的本质。例如以物质的光谱、磁性、衍射等实验为依据,提出原子、分子构造的假设,来说明现象产生的原因。根据假设作逻辑推理,可进一步预测新的现象和规律。一个成功的假设能使许多看起来互不相关的事实联系起来,则这种假设就成为理论。

3. 对实际反应体系做理论模拟。例如配合计算机可以模拟一种金属盐进入血液后,它以什么形式存在,它对血液中原有的各种必需金属有什么影响。

4. 对实际体系做理想化研究。例如现实的气体中,分子都有相互作用,情况复杂,不好处理,如把它看成是理想气体,忽略分子间的作用力,就导出了理想气体状态方程式($PV = nRT$)。故这个关系只对理想气体或无限稀薄的气体有效。

在化学研究中,除了上述一般理论处理方法之外,还有一些特殊的研究方法。它们是热力学方法、统计力学、量子理论和化学动力学的方法。热力学方法是宏观的方法,只需知道研究

体系的初始和终了状态,不必详细了解体系的微观结构,它是通过外部状态的变化推知体系内部性质的改变,从而得到化学变化的普遍规律。热力学方法对研究一切宏观过程都能适用,是科学研究的普遍方法之一。但热力学方法不能解释现象的本质、变化的速率和反应机理,也无法说明物质的宏观性质与微观性质之间的关系。统计力学和量子理论的方法是微观的方法。统计力学的研究对象也是大量粒子的集合体,用统计方法求出宏观性质和微观性质的联系,对物质的宏观性质给以更深刻的说明。这些方法各有区别及优缺点,它们在解决问题时可相互补充。化学动力学方法主要是研究化学反应的速率和反应机理,跟踪分子反应的细节。

第

1

章

溶 液

引 言

溶液在工农业生产、科学试验及人类的生活中都具有十分重要的意义。例如在药物生产中,有许多合成和分离过程是在溶液中进行的;药物的纯度及含量测定大多是利用溶液中的化学反应实现的;药物的吸收和体内代谢过程,大多也是在溶液状态下完成的。因此,学习溶液的有关知识,掌握溶液的浓度及其计算是非常必要的。本章在中学化学基础上,对溶液的一般概念、溶液的浓度等内容做必要的复习提高。顺便提及的是,水是最重要、最常用的溶剂,一般不指明溶剂的溶液都是指水溶液。

溶液可分为电解质溶液和非电解质溶液,非电解质溶液相对比较简单,它的稀溶液具有某些共同性质,称为“依数性”。电解质溶液常偏离依数性定律,这些问题本章将适当予以介绍。

学习要求

1. 熟悉溶液浓度的表示方法;掌握物质的量浓度、质量分数浓度、质量摩尔浓度、摩尔分数浓度的计算和相互换算。掌握溶液的稀释原则。
2. 熟悉稀溶液的依数性;掌握溶液的沸点升高、溶液的凝固点下降、溶液的渗透压在医药上的应用,了解其实际意义。
3. 了解强电解质溶液的特点。

学习方法

本章内容是学习以后章节的预备知识,其中有些内容是对中学已有知识必要的重复与扩展,因此易于掌握。对稀溶液的依数性,要弄清楚溶液蒸汽压下降的原因,懂得溶液的沸点上升和凝固点下降的根本原因是溶液的蒸气压下降。在此基础上,了解溶液这些性质的实际意义。对强电解质溶液的特点可作一般了解。

预习思考题

1. 几种浓度的含义、表示式及单位各是什么?
2. 两类浓度表示法之间的换算需要什么条件?
3. 强电解质溶液有哪些基本特点?
4. 何谓稀溶液的依数性?为什么溶液的沸点上升和凝固点下降的根本原因是溶液的蒸

气压下降?

5. 下列符号各代表什么意义: p^* 、 ΔT_b 、 K_b 、 ΔT_f 、 K_f 。

6. 依数性在医药上有哪些应用?

第 1 节 溶 液

一、溶液的形成

溶液是由两种或两种以上的物质所形成的混合物(mixture),这些物质在分子层次上是均匀的,即分散程度达到分子水平。溶液是各部分的化学组成和物理性质皆相同的一个均相系统。

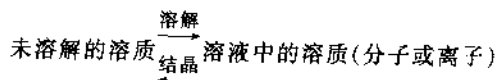
按状态来分,溶液有气态溶液、液态溶液(通常简称溶液 solution)和固态溶液(又称固溶体 solid solution)。溶液一词习惯上是指液态溶液而言的。

液态溶液形成的方式有:气体溶于液体、固体溶于液体和液体溶于液体。在溶液中常把液体组分称为溶剂(solvent),把溶解在液体中的气体或固体称为溶质(solute)。当液体溶于液体时,通常把含量较多的一种称为溶剂,含量较少的一种称为溶质,当两个液体组分的含量差不多时,溶剂和溶质就没有明显的区别。

二、溶 解 度

1. 溶解过程 当把固体物质放在水中或其他溶剂中时,固体表面一部分分子或离子,由于本身的振动及溶剂分子的冲击和吸引,就逐渐脱离固体表面而扩散进入溶剂中去,这个过程叫做溶解。

在固体溶解的同时,还存在着另一相反的过程,即随着溶解的进行,溶液中溶质的分子或离子数目逐渐增加,它们在溶液中不停地运动着,当它们与未溶的固体表面相碰撞时,也可重新回到固体表面上,这种过程叫做结晶。当溶解刚开始时,溶解速度很大。结晶速度很小,随着溶质的不断溶解,溶液的浓度增大,已溶解的微粒与固体碰撞接触的几率增加,从而结晶速度增大,最后可达到这样一种状态,即在同一时间内进入溶液中的溶质质点数与从溶液中回到固体表面的质点数相等。



这时溶液中多余的溶质就好像不再溶解,溶液的浓度也不再改变了。这种与未溶解的溶质互成平衡状态的溶液称为饱和溶液。这种平衡是一种物理的动态平衡。

固体在水中溶解时,往往有热效应发生,也就是说常有放热或吸热的现象。这表示物质的溶解过程不同于单纯的机械混合。多数固体在溶解时吸热,例如 NH_4NO_3 、 KNO_3 等的溶解就