



高职高专“十二五”规划教材

基础化学

方俊天 刘嘉 韩漠 主编

JICHU HUAXUE



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

基础化学

方俊天 刘 嘉 韩 漠 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材是经过长期的教学摸索,并与相关企业合作,共同制定教学模式和人才培养模式,将传统的无机化学、有机化学、分析化学及生物化学内容进行了改革和整合编写而成的。在内容的编写上,力求做到简明扼要,重点鲜明,强调理论联系实际。本书内容包括实验室基本操作、溶液理论、酸碱平衡理论、重量分析法、滴定分析法、酸碱滴定法、非水滴定法、配位滴定法、沉淀滴定法、氧化还原滴定、比色分析及分光光度法、物质结构基础、烷烃与环烷烃、烯烃与炔烃、芳香烃与卤代烃、醇、酚、醚、醛和酮、羧酸及其衍生物、含氮有机化合物、杂环化合物。

本教材通俗易懂、简明精练、强化化学基础知识,具有实用性、针对性和现代性。

本教材可应用于高职高专环境工程、化学分析、应用化工、煤化工等专业,也可应用于资源环境、生物工程、制药等专业以及在职职工的培训。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/方俊天,刘嘉,韩漠主编. —北京:化学工业出版社, 2012.6

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-14130-9

I. 基… II. ①方…②刘…③韩… III. 化学-高等职业教育-教材 IV. 06

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第078679号

责任编辑:张双进

文字编辑:糜家铃

责任校对:宋 玮

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张15¼ 彩插1 字数405千字 2012年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00元

版权所有 违者必究

编审人员名单

主 编 方俊天 刘 嘉 韩 漠

副主编 张燕青 胡长峰 李 霞

编 者 (按照姓名汉语拼音排列)

戴莹莹 内蒙古化工职业学院

方俊天 内蒙古化工职业学院

胡长峰 呼和浩特职业学院

韩 漠 呼和浩特职业学院

李 霞 呼和浩特职业学院

刘 嘉 内蒙古大学化学化工学院

刘迎贵 内蒙古兽药监察所

萨仁图娅 呼和浩特职业学院

张立坤 内蒙古化工职业学院

张燕青 呼和浩特职业学院

前 言

我国开展高等职业教育已有十几年的时间，经过这些年的教学和探索，高职高专教材日趋完善，种类齐全，教师依据自身的教学情况、可选择范围越来越广，给教育教学提供了极大的帮助。由于各地经济状况、自然优势、产业特点的不同，所需高级技术操作工的知识、技能侧重点也有一些不同。内蒙古自治区部分生物工程专业与化学工程专业的教师，依据本区的经济发展特点、自然优势和产业特点，经过长期的教学摸索，并与相关企业合作，共同制定教学模式和人才培养模式，共同设置课程，共同参与教学与实践。针对生物工程及化学工程高职高专的学生学习基础化学的特点，本着“够用”的原则，编写了基础化学教材。

本教材溶液理论与氧化还原滴定部分由戴莹莹、张立坤执笔；酸碱平衡、分子结构理论由张燕青、张立坤执笔；滴定分析概述、酸碱滴定法与配位滴定法由李霞、刘迎贵执笔；实验室基本操作、重量分析法由刘嘉、张燕青执笔；非水滴定法、沉淀滴定法由刘嘉、李霞执笔；比色及分光光度法、羧酸及其衍生物由方俊天、刘迎贵执笔；烷烃与环烷烃、烯烃与炔烃由胡长峰、方俊天执笔；芳香烃与卤代烃、醇、酚、醚由韩漠执笔；醛和酮由萨仁图娅、胡长峰执笔；含氮有机化合物由韩漠、张立坤执笔；杂环化合物由刘嘉、刘迎贵执笔；教材的统稿由刘迎贵、韩漠完成。教材在编写过程中，得到了内蒙古大学、内蒙古师范大学化学专业、化学工程专业、环境工程专业的专家学者的帮助，内蒙古化工职业学院的周长俞、呼和浩特卫生学校马翼寅在编写过程中也给予了帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥与遗漏之处，恳请广大读者不吝赐教。

编者
2012年2月

目 录

第1章 实验室的基本操作	1
1.1 简单玻璃工	1
1.1.1 玻璃管(棒)的清洁与切割	1
1.1.2 玻璃管的弯曲	1
1.1.3 滴管、毛细管与玻璃钉的制作	1
1.2 常用玻璃仪器及使用	2
1.2.1 精密玻璃量器的使用	2
1.2.2 一般玻璃仪器的使用	3
1.3 常用试液、缓冲液和指示液的配制	4
1.3.1 常用酸碱溶液的配制	4
1.3.2 常用缓冲溶液的配制	5
1.3.3 指示剂与指示液的配制	5
1.4 纯水的制备及其制备原理	6
1.5 回流与蒸馏操作	6
1.5.1 回流与回流装置	6
1.5.2 蒸馏与蒸馏装置	7
1.5.3 绝对无水苯与绝对甲醇的制备	8
1.6 萃取	9
1.6.1 液-液萃取原理	9
1.6.2 液-液萃取操作	9
1.6.3 固-液萃取操作	10
1.7 过滤、加热与干燥	10
1.7.1 过滤的分类与基本操作	10
1.7.2 常压过滤及其基本操作	10
1.7.3 减压过滤及其基本操作	11
1.7.4 加热的种类与适用范围	12
思考与练习	13
第2章 溶液理论	14
2.1 水——一种重要的化学物质	14
2.1.1 水的性质	14
2.1.2 水在生命体及食品中的作用	14
2.2 溶液	15
2.2.1 关于溶液的一般概念	15
2.2.2 溶解过程	15
2.2.3 溶液浓度的表示方法	16
2.2.4 非电解质稀溶液的依数性	17
2.3 胶体溶液	19
2.3.1 分散体系	19
2.3.2 溶胶	20
2.3.3 高分子溶液	26
思考与练习	27
第3章 酸碱平衡理论	28
3.1 酸碱理论	28
3.1.1 阿伦尼乌斯(Arrhenius)电离理论	28
3.1.2 酸碱质子理论	28
3.1.3 路易斯(Lewis)电子理论	29
3.2 酸、碱的离解平衡	29
3.2.1 离解常数	29
3.2.2 离解度	30
3.2.3 离解常数和离解度的关系	30
3.3 酸碱溶液中pH值的计算	30
3.3.1 强酸、强碱溶液pH值的计算	31
3.3.2 一元弱酸、弱碱的溶液pH值的计算	31
3.3.3 其他酸碱溶液pH值的计算	32
3.3.4 同离子效应	32
3.4 缓冲溶液	33
3.4.1 概念	33
3.4.2 缓冲原理	33
3.4.3 缓冲溶液pH值的计算	34
3.4.4 缓冲溶液的配制	34
思考与练习	35
第4章 重量分析法	37

4.1 重量分析法对沉淀的要求和沉淀剂的选择	37	4.3.2 晶体沉淀的形成过程	43
4.1.1 沉淀法的一般操作步骤	37	4.3.3 形成良好晶体沉淀的条件和方法	44
4.1.2 气化法的一般操作步骤	40	4.3.4 重量分析法对沉淀称量形式的要求	44
4.2 影响沉淀溶解度的因素	41	4.4 重量分析法的结果计算	44
4.2.1 沉淀的溶解度和溶度积	41	4.4.1 换算因数的计算	44
4.2.2 同离子效应	42	4.4.2 沉淀剂用量的计算	45
4.2.3 盐效应	42	4.4.3 取样量的计算	46
4.2.4 酸效应	43	4.5 重量分析法应用实例	46
4.2.5 络合效应	43	思考与练习	46
4.3 沉淀的形成过程	43		
4.3.1 沉淀的分类	43		

第5章 滴定分析法 48

5.1 概述	48	5.2.2 标准溶液的配制、标定与管理	50
5.1.1 滴定分析法的特点	48	5.2.3 滴定分析的主要仪器和操作	52
5.1.2 滴定分析法的分类和滴定分析法对化学反应的要求	48	5.3 滴定分析的基本计算	52
5.1.3 滴定方式简介	48	5.3.1 滴定度的计算	52
5.2 标准溶液与常用的基准物质	50	5.3.2 一般溶液配制时浓度的计算	53
5.2.1 标准溶液浓度的表示方法	50	5.3.3 标定标准溶液的计算	54
		思考与练习	55

第6章 酸碱滴定法 57

6.1 酸碱平衡理论简介	57	选择	60
6.2 溶剂的酸碱性	57	6.4.2 一元弱酸的滴定	62
6.2.1 根据酸碱质子理论可以把溶剂进行分类	57	6.4.3 一元弱碱的滴定	62
6.2.2 水溶液中酸碱的强度	57	6.5 酸碱滴定标准溶液的配制与标定	63
6.3 酸碱指示剂	58	6.5.1 酸标准溶液的配制与标定	63
6.3.1 酸碱指示剂的作用原理与变色范围	58	6.5.2 碱标准溶液的配制与标定	64
6.3.2 酸碱指示剂的配制	59	6.6 酸碱滴定法应用实例	64
6.3.3 常用的酸碱指示剂及其用量	59	6.6.1 小苏打片中碳酸氢钠的含量测定	64
6.4 酸碱滴定曲线及指示剂的选择	59	6.6.2 食醋中总酸度的测定	64
6.4.1 强酸与强碱之间的滴定和指示剂的选择	60	6.6.3 氮元素含量的测定	65
		思考与练习	66

第7章 非水滴定法 67

7.1 非水滴定的原因	67	7.3.1 高氯酸滴定液 (0.1mol/L) 的配制与标定	70
7.1.1 非水滴定的溶剂	67	7.3.2 甲醇钠滴定液 (0.1mol/L) 的配制与标定	72
7.1.2 拉平效应与示差效应	67	7.4 非水滴定法应用实例	73
7.2 非水滴定条件的选择	68	思考与练习	73
7.2.1 溶剂的选择	68		
7.2.2 滴定终点的确定	69		
7.3 非水滴定标准溶液的配制与标定	70		

第8章 配位滴定法 74

8.1 概述	74	pH 值	81
8.1.1 能够用于配位滴定的反应必须具备的条件	74	8.4.4 配位滴定的指示剂	81
8.1.2 配位化合物的分类	74	8.5 提高配位滴定选择性的方法	83
8.2 EDTA 的性质及其配位化合物	75	8.5.1 控制溶液的酸度	83
8.3 配位化合物在水溶液中的离解平衡	77	8.5.2 利用掩蔽和解蔽	83
8.3.1 配位化合物的稳定常数	77	8.6 配位滴定法应用实例	84
8.3.2 影响配位平衡的主要因素	78	8.6.1 EDTA 标准溶液 (0.05mol/L) 的配制与标定	84
8.4 配位滴定原理	79	8.6.2 葡萄糖酸钙注射液等药品的含量测定	84
8.4.1 配位滴定过程中金属离子浓度的变化规律	79	8.7 配位化合物在生物、医药方面的应用	85
8.4.2 配位反应的完全程度	80	思考与练习	85
8.4.3 配位滴定反应进行完全所需要的			

第9章 沉淀滴定法 87

9.1 概述	87	9.4.1 法杨司法的原理	90
9.2 摩尔 (Mohr) 法	87	9.4.2 滴定条件的选择	91
9.2.1 摩尔法的工作原理	87	9.5 沉淀滴定法标准溶液的配制与标定	91
9.2.2 铬酸钾指示液的用量	87	9.6 沉淀滴定法的计算与应用实例	92
9.2.3 滴定条件的选择	88	9.6.1 沉淀溶解度和溶度积的计算	92
9.3 佛尔哈德 (Volhard) 法	89	9.6.2 分级沉淀的计算	92
9.3.1 佛尔哈德法的滴定原理	89	9.6.3 沉淀滴定法的计算	93
9.3.2 滴定条件的选择	90	思考与练习	95
9.4 法杨司 (Fajans) 法	90		

第10章 氧化还原滴定 96

10.1 概述	96	曲线	102
10.1.1 氧化还原滴定法的分类	96	10.3.3 氧化还原指示剂	102
10.1.2 电极电势	96	10.4 氧化还原滴定分析法应用实例	103
10.2 电位滴定	100	10.4.1 高锰酸钾法	103
10.3 氧化还原滴定法	101	10.4.2 重铬酸钾法	105
10.3.1 概述	101	10.4.3 碘量法	106
10.3.2 滴定过程中电势的变化及滴定		思考与练习	109

第11章 比色分析及分光光度法 110

11.1 基本概念与定律	110	11.2.3 砷盐的检测 (略)	111
11.1.1 基本概念	110	11.3 紫外-可见分光光度法	111
11.1.2 朗伯 (Lambert)-比尔 (Beer) 定律	110	11.3.1 紫外-可见吸收光谱的产生原理	111
11.2 目视比色法	110	11.3.2 紫外-可见分光光度法检验操作规程	111
11.2.1 目视比色法简介	110	11.3.3 分光光度法应用实例	112
11.2.2 重金属的检测 (略)	111		

11.4 紫外-可见分光光度法检验操作	11.4.5 结果计算	115
规程	11.5 TU-1901 型紫外-可见分光光度计标准	
11.4.1 定义	操作规程	115
11.4.2 仪器	11.5.1 操作方法	115
11.4.3 样品测定操作方法	11.5.2 注意事项	116
11.4.4 注意事项	思考与练习	116

第12章 物质结构基础 118

12.1 原子结构与元素周期律	12.2.3 杂化轨道理论	126
12.1.1 核外电子的运动特征理论认识	12.2.4 杂化轨道的类型	127
过程	12.2.5 化学键理论总结	129
12.1.2 四个量子数	12.3 分子间作用力	129
12.1.3 核外电子的排布	12.3.1 取向力	129
12.1.4 元素基本性质的周期性	12.3.2 诱导力	129
12.2 化学键与分子结构	12.3.3 色散力	130
12.2.1 离子键理论	12.3.4 氢键	130
12.2.2 共价键理论	思考与练习	132

第13章 烷烃与环烷烃 134

13.1 烷烃的概念	13.5.2 沸点的递变规律	139
13.2 烷烃的结构和异构现象	13.6 烷烃的化学性质	139
13.2.1 烷烃的结构	13.6.1 卤代反应	140
13.2.2 烷烃的同系物和构造异构	13.6.2 氧化反应	140
13.3 烷烃的命名	13.6.3 裂化反应	140
13.3.1 伯、仲、叔、季碳原子和伯、仲、叔氢原子	13.6.4 异构化反应	140
13.3.2 烷基	13.6.5 石油化学工业简介	140
13.3.3 烷烃的命名法	13.7 脂环烃	141
13.4 烷烃的构象	13.7.1 脂环烃的分类和命名	141
13.4.1 乙烷的构象	13.7.2 环烷烃的结构与稳定性	142
13.4.2 正丁烷的构象	13.7.3 环烷烃的性质	143
13.5 烷烃的物理性质	思考与练习	144
13.5.1 熔点的递变规律		

第14章 烯烃与炔烃 146

14.1 烯烃的结构和异构现象	14.4 烯烃的物理性质	150
14.1.1 乙烯分子的结构	14.5 烯烃的化学性质	151
14.1.2 烯烃的异构现象	14.5.1 加成反应	151
14.2 烯烃的命名	14.5.2 氧化反应	152
14.2.1 烯基	14.5.3 聚合反应	153
14.2.2 烯烃的命名	14.5.4 α -氢的反应	153
14.3 顺/反异构体的命名	14.6 二烯烃	154
14.3.1 顺/反异构体的命名方法	14.6.1 二烯烃的分类和命名	154
14.3.2 Z/E 构型标记法	14.6.2 共轭二烯烃的共轭效应	154

14.6.3 共轭二烯烃的化学性质	155	14.7.3 炔烃的物理性质	156
14.7 炔烃	156	14.7.4 炔烃的化学性质	157
14.7.1 乙炔分子的结构	156	思考与练习	158
14.7.2 炔烃的命名	156		

第15章 芳香烃与卤代烃

15.1 芳香烃的概念	160	15.2 卤代烃的概念	165
15.1.1 芳香烃的分类	160	15.2.1 卤代烃的分类	165
15.1.2 苯的组成与结构	160	15.2.2 卤代烃的命名	165
15.1.3 苯同系物的异构现象及其命名	161	15.2.3 卤代烃的性质	166
15.1.4 苯系芳香烃的物理性质	162	15.2.4 一卤代烯烃和一卤代芳烃	167
15.1.5 苯系芳香烃的化学性质	162	15.2.5 一卤代烃的制备	169
15.1.6 苯的亲电取代反应机理	163	15.2.6 重要的卤代烃	170
15.1.7 苯环亲电取代基的定位规律	163	思考与练习	171

第16章 醇、酚、醚

16.1 醇	174	16.2.4 重要的酚	180
16.1.1 醇的分类和命名	174	16.3 醚	180
16.1.2 醇的物理性质	175	16.3.1 醚的命名	180
16.1.3 醇的化学性质	175	16.3.2 醚的物理性质	181
16.1.4 重要的醇	177	16.3.3 醚的化学性质	181
16.2 酚	177	16.3.4 重要的醚	182
16.2.1 酚的分类和命名	177	思考与练习	182
16.2.2 酚的物理性质	178	小知识 请不要酒后驾车	184
16.2.3 酚的化学性质	178		

第17章 醛和酮

17.1 醛和酮的分类及命名	186	17.3.2 重要的酮	193
17.1.1 醛和酮的分类	186	17.4 醛和酮的制取	194
17.1.2 醛和酮的命名	186	17.4.1 醇的氧化	194
17.1.3 同分异构现象	187	17.4.2 以烯烃为原料	195
17.2 醛和酮的性质	188	17.4.3 以炔烃为原料	195
17.2.1 醛和酮的物理性质	188	17.4.4 芳香烃的酰基化	195
17.2.2 醛和酮的化学性质	189	思考与练习	195
17.3 重要的醛和酮	193	小知识 人造香料和香精	196
17.3.1 重要的醛	193		

第18章 羧酸及其衍生物

18.1 羧酸	197	18.2 羧酸的衍生物	207
18.1.1 羧酸的命名	197	18.2.1 羧酸衍生物的分类与命名	207
18.1.2 羧酸的物理性质	198	18.2.2 羧酸衍生物的物理性质	209
18.1.3 羧酸的化学性质	199	18.2.3 羧酸衍生物的结构特性	209
18.1.4 羧酸的制备	206	18.2.4 羧酸衍生物的化学反应	209

18.3 油脂	212	思考与练习	213
---------------	-----	-------------	-----

第19章 含氮有机化合物..... 216

19.1 硝基化合物	216	19.2.4 胺类化合物的制备方法	224
19.1.1 硝基化合物的分类和命名	216	19.2.5 重要的胺	225
19.1.2 硝基的结构	216	19.3 重氮和偶氮化合物概述	226
19.1.3 硝基化合物的物理性质	216	19.3.1 重氮盐的制备——重氮化	
19.1.4 硝基化合物的化学性质	217	反应	226
19.2 胺	218	19.3.2 重氮盐的反应及其在合成中的	
19.2.1 胺的分类和命名	219	应用	227
19.2.2 胺的物理性质	220	思考与练习	228
19.2.3 胺的结构与化学性质	220	小知识 请您远离毒品	229

第20章 杂环化合物..... 230

20.1 分类和命名	230	20.4 重要的杂环化合物	234
20.1.1 杂环化合物的分类	230	20.5 生物碱	237
20.1.2 杂环化合物的命名	230	20.5.1 生物碱的分类、命名和基本	
20.2 杂环化合物的结构	231	结构	237
20.2.1 五元杂环化合物的结构	231	20.5.2 生物碱的分布规律和一般	
20.2.2 六元杂环化合物的结构	232	性质	237
20.3 杂环化合物的性质	232	思考与练习	238
20.3.1 杂环化合物的物理性质	232	小知识 关于三聚氰胺	239
20.3.2 杂环化合物的化学性质	232		

参考文献..... 240

第 1 章 实验室的基本操作

1.1 简单玻璃工

通过学习简单玻璃工的操作，可以学会制作玻璃弯管（棒）、玻璃钉、玻璃滴管和玻璃毛细管等实验中常用的玻璃器械。

1.1.1 玻璃管（棒）的清洁与切割

(1) 玻璃管（棒）的清洁

(2) 玻璃管（棒）的切割

已清洁并自然干燥的玻璃管（棒）在切割时，先将待切割的玻璃管（棒）平放在实验台面上，然后用切割砂轮或三角锉刀在需要切割的地方朝一个方向锉一道深痕，不可来回乱锉，否则，锉痕太多，使得切割后的断口不平整。

用双手握住玻璃管（棒），两个大拇指顶在锉痕背面的两边，两个拇指尖与锉痕的距离相等，伸展手臂，两手的其余手指位于锉痕的一面，其余的手指向两侧外拉，两个大拇指同时向前推，玻璃管（棒）便可以平整地断开了。为了安全起见，操作时，双手可以佩戴线手套或在锉痕的两边包上纱布后再折。

断裂的玻璃管（棒）的端口非常锋利，必须在酒精喷灯的火焰上灼烧片刻使之变得圆滑，具体操作为：将玻璃管（棒）的端口呈 45° 角插入酒精喷灯的氧化焰中，一边灼烧，一边转动，烧至圆滑即可。不可烧得过久，否则，会出现管口变小或管子出现弯曲的现象。

1.1.2 玻璃管的弯曲

将已清洁并自然干燥的玻璃管（棒）在酒精喷灯的鱼尾灯头上加热，没有鱼尾灯头的，也可以将玻璃管（棒）倾斜 45° 角插入酒精喷灯的氧化焰中，使玻璃管（棒）的受热长度达到 $5\sim 8\text{cm}$ ，一边加热，一边慢慢转动使玻璃管（棒）受热均匀。

当玻璃管（棒）软化后（烧成黄色），从火中取下玻璃管（棒），两手水平持管并向中心的软化处轻轻施力，切不可用力过大，否则，会出现玻璃管（棒）的瘪陷或纠结，影响美观和使用，另外，决不可在火焰中弯曲玻璃管（棒）。

若一次弯曲达不到所需要的角度，则可以在刚才的加热中心的左侧或右侧进行加热，重复弯曲操作即可。如果需要弯曲的角度较小，通常需要分几次弯曲，每次弯一定的角度，用积累的方式达到所需要的角度。

加工后的玻璃管（棒）应随即做退火处理，即在弱火焰中将管子均匀加热一会儿，然后将管子慢慢移离火焰，再放到石棉网上冷却至室温。否则，玻璃管（棒）会因急速冷却，内部产生很大的应力，即使不会立即开裂，在今后的使用过程中，也有随时破裂的可能。

1.1.3 滴管、毛细管与玻璃钉的制作

(1) 滴管的制作

将已清洁并自然干燥的合适口径的玻璃管在酒精喷灯的鱼尾灯头上加热，没有鱼尾灯头的，也可以将玻璃管倾斜 45° 角插入酒精喷灯的氧化焰中加热，一边加热，一边慢慢转动使玻璃管受热均匀，当烧至黄色且变软时，从火中取出，此时两手同时握玻璃管并做同方向的转动，并立即水平地向两边拉开，拉出的细管部分长度在 12cm 左右，将其放在石棉网上自

然冷却。

用砂轮轻划细管的中间部位后，再将其折断，即得到两根滴管；再将做好滴管的粗口端放入火焰烧至略软，取下后在石棉网上垂直下压，使滴管的粗口端形成一个小卷边，冷却后，将橡胶头戴到小卷边上即可。

(2) 毛细管的制作

加热方法与滴管制作时的操作完全相同，所不同的是加热到玻璃管呈现红黄色时便可取出，稍微用力向两边水平拉出，然后将其放在石棉网上自然冷却，从中间截断即可得到两根用于减压蒸馏的毛细管，同法也可以拉制用于熔点测定的毛细管，拉好后截成需要的长度，将一端在火焰上熔封即可。

(3) 玻璃钉的制作

将玻璃棒的一端在火焰上烧黄后取下，在石棉网上垂直下压，使之形成一个钉头，将其放在石棉网上自然冷却，即可。若烧软一端后的玻璃棒，用钳子将烧软的部分按 45° 角的方向夹扁，冷却后，就可以做成玻璃铲。

1.2 常用玻璃仪器及使用

1.2.1 精密玻璃量器的使用

(1) 精密玻璃量器的种类

精密玻璃量器包括滴定管、容量瓶、单标线移液管、微量注射器、温度计等等，此类精密玻璃量器通常用于滴定分析中测量标准溶液消耗的体积、溶液体积的定容、溶液的移取或者转移、仪器的进样和温度的测定或控制。

(2) 精密玻璃量器的校验与安装

新购置的精密玻璃量器在洗净并自然晾干后，要经过标准计量部门的校验，合格后方可投入使用；也可以由本单位具有计量资质的检验人员进行自校验，并做好自校记录。凡是配套的精密玻璃量器如滴定管、容量瓶等应采取适当的措施防止活塞或瓶塞的混淆，如利用塑料细绳将活塞或瓶塞拴好、固定。酸式滴定管的活塞在涂抹凡士林时应该避开活塞孔的部位，涂抹量不宜过多，以防堵塞活塞孔；若已经安装好的酸式滴定管的尖嘴处被少许凡士林堵塞，可将温水灌入滴定管内，将活塞处于最大开放位置（直立），用洗耳球在滴定管顶端向下用力吹气，堵塞的凡士林就可以被冲走。碱式滴定管下端乳胶管内的玻璃珠的直径应比乳胶管的内径略大。

(3) 精密玻璃量器的使用

① 酸式滴定管的使用：将滴定液倾入小烧杯中，然后将其少量缓缓倾入已经关闭活塞的洁净的滴定管中，用其将滴定管涮三遍，从活塞口弃去涮洗液；再将滴定液倾入滴定管中，右手持管的中下部，打开活塞，左手自下而上轻拍右手手腕，赶出管口的气泡后，立即将活塞关闭；再次加滴定液超过“0”刻度，右手提握滴定管顶部使滴定管自然下垂（与地面垂直），左手空握住活塞并使活塞的细端对着手心，拇指、无名指和小指在滴定管的前面，中指和食指在后面，由拇指、中指和食指控制着活塞的旋转，缓缓滴放液体，使凹液面最低处、“0”刻度线、视线在同一水平线时，关闭活塞；将盛装好液体的滴定管固定在铁架台上的滴定管架上，通过控制活塞开启缝隙的大小，应该掌握成股的、成串的、成滴的、半滴的滴放滴定液。

② 碱式滴定管的使用：操作基本上与酸式滴定管相同，不同的是，赶出管口的空气时，应将尖嘴管的尖端斜向上，左手用拇指和食指通过对滴定管下端乳胶管内玻璃珠的挤压，而

使滴定液从乳胶管和玻璃珠的缝隙中流出,赶出空气后,再将尖嘴管自然下垂;滴放滴定液体时,手指挤压的位置一定是玻璃珠的中上部,否则,手指松开挤压后,下端尖嘴管口处会倒吸入一小部分空气,影响最终读数的准确度,造成不应有的误差。最终读数时,一定要保持凹液面最低处、读数刻度线、视线在同一水平线上。

无论是何种滴定管,当滴定液对光不稳定或光照会加速其挥发时,如硝酸银、碘标准溶液等,应使用棕色滴定管。

③ 容量瓶的使用:用于配制溶液或做分析实验中稀释对照溶液和待测溶液。先用倾析法加入较多的稀释液,加入最后的稀释液体时,一定要用胶头滴管缓慢滴加至刻度,最终读数时,一定要保持凹液面最低处、读数刻度线、视线在同一水平线上。摇动时,用手抓住瓶颈,拇指按紧瓶塞,反复做倒立、正立的动作,使瓶内的溶液反复做上下流动,约20次左右,就可以摇匀了。当配制或稀释对光不稳定的溶液时,应使用棕色容量瓶。

④ 单标线移液管的使用:左手提握移液管的上端,拇指、无名指、小指在前,中指和食指在后,将其插入待移取的溶液中;右手挤扁洗耳球后,并将其尖嘴对准移液管顶口,不得漏气,缓缓放松右手,利用负压就可以将液体吸入移液管中,移液管的内壁用待移取的少量液体涮洗三遍后,弃去涮洗液;同方法用洗耳球将待移取的溶液吸入移液管,并且使液面超过刻度线一定高度,放下洗耳球,用左手的食指迅速压紧移液管上端的顶口,左手将移液管垂直提高并使刻度线与视线保持在同一水平线上,左手的食指轻轻地松动,将多余的溶液缓缓放出,待凹液面最低处、读数刻度线、视线在同一水平线时,左手的食指继续迅速压紧,此时的移液管中就取好了所需要体积的溶液。放出移液管中所取好的溶液时,应将移液管下端的尖嘴贴靠在接液容器的内壁上,让溶液自行流下,溶液流完后,静置片刻,若移液管中部有“吹”字,则应该将其尖嘴上的最后一滴溶液用洗耳球从其顶端吹入接液容器,若移液管中部无“吹”字,则移液管尖嘴上的最后一滴溶液不计算在所取溶液的总体积之内,此时,不必将其吹入接液容器。

精密玻璃量器一般规定在20℃下使用比较准确,否则,应该对溶液的体积进行必要的温度校正。

1.2.2 一般玻璃仪器的使用

实验室用到的玻璃仪器很多,检测各种不同的兽药用到的玻璃仪器也不尽相同,常用玻璃仪器的名称、主要用途和使用注意事项见表1-1。

表 1-1 常用玻璃仪器的名称、主要用途和使用注意事项

名称	主 要 用 途	使用注意事项
锥形瓶	滴定分析使用的反应容器,用于加热处理样品	在电热套中可直接加热,在电炉上应该垫上石棉网,使其受热均匀,不可烧干
烧杯	配制溶液、溶解样品、溶液周转等	在电热套中可直接加热,在电炉上应该垫上石棉网,使其受热均匀,不可烧干
圆底烧瓶	加热或者蒸馏液体	在电热套中可直接加热,在电炉上应该垫上石棉网,使其受热均匀,不可烧干
凯氏烧瓶	消解有机化合物	在通风橱内用电热套可直接加热,在电炉上应垫上石棉网加热,瓶口对着无人的方向
量筒、量杯	粗略地量取一定体积的液体	不可加热,不可烘烤,不可用于配制溶液
刻度吸量管	非精密地、准确量取一定体积的液体	不可加热,上端和尖端不可磕破
称量瓶	矮型:在烘箱中烘烤基准物质,测定干燥失重 高型:盛放标准缓冲液	烘烤时,磨口塞子不可盖严,磨口塞子要原配

续表

名称	主要用途	使用注意事项
细口瓶	盛放配制好的试液,其中对光不稳定的试液盛放在棕色细口瓶中	不可加热,不可用于配制溶液,磨口塞子要原配
塑料瓶	用于盛装碱性水溶液	不可盛装有机溶剂
漏斗	过滤分离沉淀	不可加热
分液漏斗	分开两种互不混溶的液体;萃取操作,以锥形分液漏斗操作最为方便	磨口塞子要原配,不可加热,漏水的分液漏斗不能使用
试管	离子或官能团的鉴别	可以直火加热,不可骤冷,加热时管口对着无人的方向
比色管	半定量比色分析	磨口塞子要原配,不可加热,保持管壁透明
直形冷凝管	冷却蒸馏出沸点 140℃ 以下的液体	不可骤冷,冷却水从下口进、上口出
空气冷凝管	冷却蒸馏出沸点 140℃ 以上的液体	不可骤冷
球形冷凝管	回流操作	不可骤冷,冷却水从下口进、上口出
吸滤瓶	抽滤时接收滤液	厚壁容器,耐负压,不可加热
研钵	将块状固体试剂或样品研磨成细小颗粒	不可撞击,不可烘烤,不可研磨与玻璃能发生化学反应的物质
干燥器	在冷却过程中保持干燥或灼烧过的物质的干燥;也可以干燥少量制备的样品	底部放变色硅胶或其他干燥剂,盖子的磨口处应涂抹适量的凡士林;不可将红热的样品放入!放入较热的样品后,应时将盖子开启一个小缝隙,以免盖子跳起
砂芯玻璃漏斗	过滤滤纸无法过滤的腐蚀性液体等	必须抽滤,不可骤冷或骤热,不可过滤与玻璃能发生化学反应的物质
砂芯玻璃坩埚	重量分析法中,过滤和烘干需要称量的有机物沉淀	必须抽滤,不可骤冷或骤热,不可过滤与玻璃能发生化学反应的物质
标准磨口组合式玻璃仪器	有机化学合成反应、蒸馏、回流等操作	除减压蒸馏外,安装时磨口处无需涂抹润滑剂,仪器部件之间应按其本身的角度进行安装,不可存在应力

1.3 常用试液、缓冲液和指示液的配制

实验室中一般使用的试液浓度都不是十分精确。在配制时,固体溶质用台秤称量;液体试剂或溶剂用量筒量取;溶液的体积用量筒或量杯来估算。

1.3.1 常用酸碱溶液的配制

(1) 酸溶液的配制

先在烧杯中加入适量的水,然后量取一定体积的浓酸,边搅拌边慢慢地倒入水中,待冷却后转移至贴好标签的细口瓶中。配制硫酸溶液时,一定要将浓硫酸缓缓地倒入水中,绝对不允许将水倒入浓硫酸中!

(2) 碱溶液的配制

用烧杯在台秤上称量出所需要的固体碱,溶解于适量的水中,冷却后再稀释到所需要的体积,然后再转移至贴好标签的细口瓶中。 NaOH 和 KOH 易吸收空气中的水分和 CO_2 ,称量时要迅速; NaOH 和 KOH 在溶解时要发热,待配制完的热溶液自然冷却后,再转移至塑料瓶中。

配制氨水溶液时,用量筒量取所需要的浓氨水,在搅拌下,用水稀释到所需要的体积,然后再转移至贴好标签的塑料瓶中。

(3) 盐溶液的配制

在配制大多数的盐溶液时,通常用台秤称量一定量的固体试剂,然后将其溶解于适量的

水中,再用水稀释到所需要的体积,然后再转移至贴好标签的细口瓶中。配制易水解的盐溶液时,需在所配制的盐溶液中加入少量与盐的酸根离子一样的酸,如配制 FeCl_3 溶液时,应加入少量盐酸;配制 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液时,应加入少量硝酸。易被氧化或还原的、不稳定的盐溶液,通常是在临用前现配。

1.3.2 常用缓冲溶液的配制

缓冲溶液是一种能够对溶液酸碱度起缓冲作用的溶液,即在溶液中加入少量强酸、强碱或稍加稀释时,溶液的 pH 值基本上保持不变或改变很小。在分析检验中也常用缓冲溶液来控制溶液的 pH 值,使得化学反应在一定的 pH 值范围内进行。

(1) 对缓冲溶液的要求

① 缓冲溶液的 pH 值应在化学分析要求的酸度范围内基本稳定,即组成缓冲溶液酸的 pK_a 值应等于或接近所要求的 pH 值;组成缓冲溶液碱的 pK_b 值应等于或接近所要求的 pOH 值。

② 缓冲溶液要有足够大的缓冲容量,通常缓冲溶液的浓度越大缓冲容量也越大;另外缓冲溶液一般是由浓度较大的弱酸及其共轭碱或弱碱及其共轭酸所组成的,当缓冲溶液中缓冲组分的比值是 1:1 时,缓冲容量最大。

③ 缓冲溶液对样品的化学分析过程没有干扰。

(2) 缓冲溶液的种类

① 一般缓冲溶液:大多数是由一定浓度的共轭酸碱对组成,例如 HAc-NaAc 缓冲体系、 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲体系等。如果需要一个缓冲体系能够在较广泛的 pH 值范围内起缓冲作用,可用多元酸或多元碱组成的缓冲体系,如柠檬酸(三级离解的 pK_a 值分别为 $\text{pK}_{a1}=3.15$ 、 $\text{pK}_{a2}=4.77$ 、 $\text{pK}_{a3}=6.39$)和磷酸氢二钠(磷酸三级离解的 pK_a 值分别为 $\text{pK}_{a1}=2.12$ 、 $\text{pK}_{a2}=7.21$ 、 $\text{pK}_{a3}=12.36$)两种溶液按照不同的比例混合就可以得到 pH 值为 2.2、2.4、……8.0 的一系列缓冲溶液。各种缓冲溶液的配制方法请参见 3.4.5 节。

② 标准缓冲溶液:在化学分析中常用酸度计对溶液进行 pH 值的测量,此时,就需要用已知准确 pH 值的缓冲溶液对酸度计进行校正,此类缓冲溶液的 pH 值是准确地经过实验确定的,目前已被国际上规定作为测量溶液 pH 值的标准参考溶液,即标准缓冲溶液,如表 1-2 所示。标准缓冲溶液有袋装的市售成品,购买后,按照规定用蒸馏水准确稀释至一定的体积,摇匀即可,其保存期为 3 个月。在使用中若发现其出现浑浊、发霉、沉淀时,则不可再用。

表 1-2 标准缓冲溶液

pH 值标准缓冲溶液	pH 标准值
0.05mol/L 邻苯二甲酸氢钾	4.01
0.025mol/L 磷酸二氢钾-0.025mol/L 磷酸氢二钠	6.86
0.01mol/L 硼砂	9.18

1.3.3 指示剂与指示液的配制

在滴定分析法中,常用指示剂或指示液来判断滴定终点。按照滴定分析方法的分类,指示剂可以划分为:酸碱指示剂、金属指示剂、氧化还原指示剂和吸附指示剂等。人们习惯上把固体状态的称为指示剂;液体状态的称为指示液。其配制方法如下。

① 化学性质稳定而且易溶解于水的指示液,如甲基橙、中性红等,用蒸馏水作溶剂进行配制即可。

② 化学性质稳定而难溶解于水的指示液,如酚酞百里酚蓝等不溶于水的指示液,可以

用有机溶剂如乙醇进行溶解和配制。

③ 特殊性质的指示剂与指示液，如淀粉指示液极易变质，通常为临用时现配；铬黑 T 在固体状态很稳定，而其水溶液只能稳定数日，通常将铬黑 T 烘干，与研细的氯化钠研磨混合成均匀的固体混合物，就可以进行长时间的保存了。

④ 混合指示液：在酸碱滴定中，有时需要将滴定的终点限制在很小的 pH 值范围内，一种指示液往往无法满足需要，此时多采用混合指示液来解决这个问题。例如：甲基红-溴甲酚绿混合指示液，由于共同作用的结果，使溶液在酸性条件下显橙红色（红+黄），在碱性条件下显绿色（黄+蓝），而在 pH 值为 5.1 时，溴甲酚绿的碱性成分较多，呈绿色，甲基红的酸性成分较多，呈橙红色，这两种颜色互补，产生灰紫色，因而，此时发生的滴定终点颜色的突变会非常敏锐。

在实际检验工作中，指示剂或指示液的用量不宜过多，否则，色调的变化并不明显，而且指示剂或指示液本身也要消耗少量的滴定液，势必带来误差。

瓶签样本（可根据细口瓶的大小进行瓶签大小的调节）如图 1-1 所示。

氨-氯化铵缓冲液	
pH值: 10.0	有效期: _____
配制日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日	
配制人: _____	

盐酸水溶液	
浓度: 1 → 2(1:1)	有效期: _____
配制日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日	
配制人: _____	

图 1-1 瓶签样本

1.4 纯水的制备及其制备原理

在分析检验工作中水是必不可少的溶剂，它用于玻璃仪器的清洗、溶液的配制以及冷却用水等。但是饮用水中通常存在很多的杂质，不适宜用作分析检验工作，因此，必须要把饮用水进行提纯。经过提纯的水叫做纯水。纯水根据其纯度和用途的不同又可以划分为去离子水、蒸馏水和高纯水等，蒸馏水用于配制溶液、滴定分析、玻璃仪器的精洗和制备高纯水，高纯水用于液相色谱分析。

实验室常用纯水器来制备纯水，纯水器一般由三个部分组成，膜过滤部分、离子交换树脂柱部分和多效蒸馏器部分。通过膜过滤包可以对饮用水进行初步净化；初步净化后的饮用水在泵的作用下依次通过强酸性阳离子交换树脂柱、强碱性阴离子交换树脂柱和混合离子交换树脂柱，此时流出来的水已经成为了去离子水；去离子水进入多效蒸馏器进行蒸馏后就可以制备出蒸馏水和高纯水。

1.5 回流与蒸馏操作

1.5.1 回流与回流装置

在化学实验中，有些有机化学反应、有机化合物的重结晶以及一些中草药的提取等，它