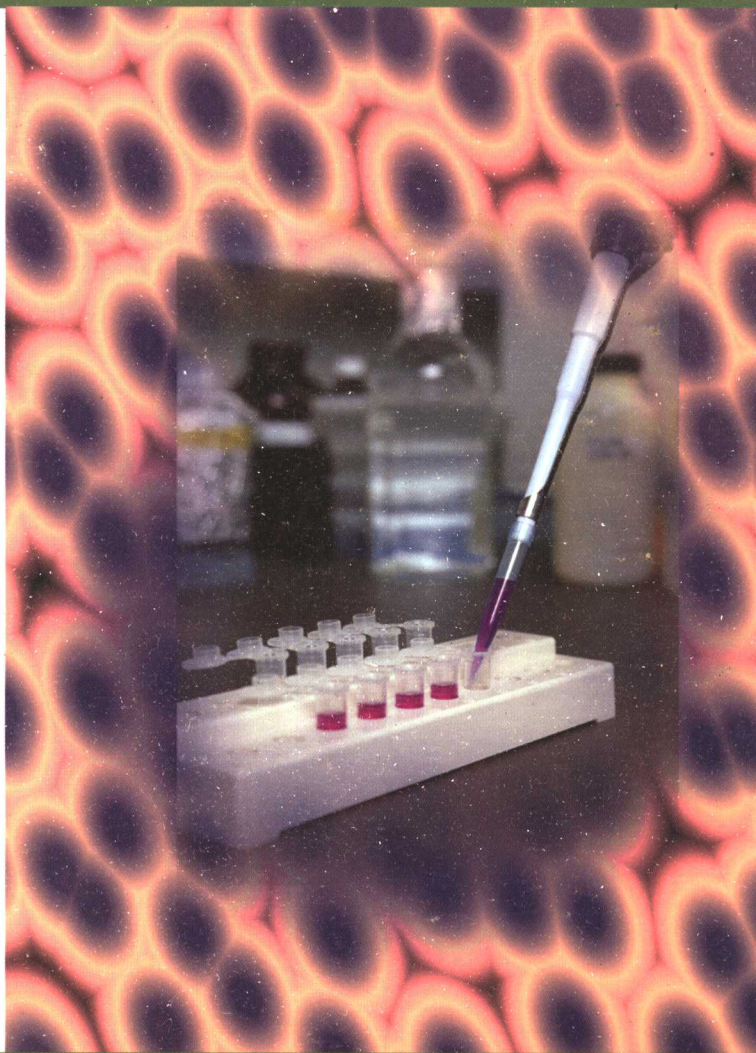


21世纪高等院校教材·医学类

医用化学实验

游文玮 主编
谢 扬



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材·医学类

医用化学实验

游文玮 谢 扬 主 编

周益民 洪 霞 唐中坤 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书将医科院校学生的多本化学实验教材合编为一本,具有鲜明的医科院校教学特征。本书主要包括三个部分:化学实验须知和基本操作;无机化学、有机化学、分析化学实验内容,共有 54 个实验;精密仪器的使用方法、常用试剂的配制和物理化学常量表。

本书有利于多门化学实验课程教学内容的安排与衔接,既方便于教学,也有利于学生学习、记忆,系统掌握实验基本知识与基本技能。

本书可供医科院校临床专业、影像专业、中医专业、中药专业、医工专业本科及专科升本科的学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学实验/游文玮,谢扬主编. —北京:科学出版社,2004

(21 世纪高等院校教材·医学类)

ISBN 7-03-013712-4

I. 医… II. ①游…②谢… III. 医用化学-化学实验-高等学校-教材
IV. R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 059676 号

责任编辑:杨向萍 吴伶伶 王国华 / 责任校对:曾 茹
责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

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>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 9 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2004 年 9 月第一次印刷 印张: 13 3/4

印数: 1—5 500 字数: 265 000

定价: 20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《医用化学实验》编委会

主 编 游文玮 谢 扬

副主编 周益民 洪 霞 唐中坤

编 委 (按姓氏笔画排序)

朱秋华 刘瑞源 严轶琛 杨雪梅

张 勇 陈清元 钟 平 席华松

曾庆冰 戴开金

前 言

本书是在中国人民解放军第一军医大学 20 多年医用化学实验教学实践的基础上,由该校化学教研室具有丰富教学经验的教师集体编写而成。

本书顺应我国医学教育事业的发展,突破了医科院校惯常的三大化学实验分科设置教材的架构,将其重组为独立完整的医用化学实验教材,具有鲜明的医科院校教学特征。本书既便于教学,也有利于学生的学习、记忆。

本书立足于课程的整体性和基础性,扼要地叙述了化学实验的基本原理、基本方法与实验技术。全书由三个部分构成:第一部分为实验基本知识,包括化学实验须知与基本操作。第二部分为实验内容,包括无机化学、有机化学与分析化学方面的 54 个实验。第三部分为附录,包括精密仪器的使用方法、试剂的配制和常见物质的物理化学参数。

本书适用于医科院校临床专业、影像专业、中医专业、中药专业、医工专业本科及专科升本科的学生使用。

由于编者学识水平与经验有限,书中难免有不当甚至谬误之处,恳请有关专家和读者批评指正。

编 者

2004 年 5 月于广州

目 录

前言

第一部分 化学实验基本知识

第 1 章 化学实验须知	3
1.1 实验目的	3
1.2 实验的程序与要求	3
1.3 实验室规则	4
1.4 实验中的安全操作和事故的处理	5
1.5 常规实验器材介绍	8
1.6 标准接口玻璃仪器	9
1.7 实验报告格式示例	11
第 2 章 基本操作	16
2.1 仪器的洗涤和干燥	16
2.2 加热	17
2.3 托盘天平的使用	19
2.4 液体体积的度量	19
2.5 干燥	22
2.6 结晶、重结晶和升华	25
2.7 萃取操作	28
2.8 熔点、沸点的测定	29
2.9 蒸馏	30
2.10 色谱法	35

第二部分 实 验 内 容

第 3 章 无机化学实验	43
实验一 常用仪器的洗涤、干燥及一般溶液的配制	43
实验二 分析天平称量练习	44
实验三 氯化钠的提纯	46
实验四 硫酸亚铁铵的制备	48
实验五 缓冲溶液的配制和性质	50

实验六 中和滴定与乙酸电离常数的测定	54
实验七 离子交换法制备纯水及其电导率的测定	56
实验八 凝固点降低法测相对分子质量	58
实验九 凝固点下降法测定硫的相对分子质量	61
实验十 化学反应速率、反应级数和活化能的测定	64
实验十一 $I_3^- \rightleftharpoons I_2 + I^-$ 体系平衡常数的测定	67
实验十二 电导率法测定乙酸的电离常数和电离度	69
实验十三 分光光度法测定水中铁的含量	71
实验十四 维生素 B ₁₂ 注射液含量的测定	73
实验十五 卤素和硫	74
实验十六 磷砷硼	78
实验十七 碱金属和碱土金属	81
实验十八 铬锰铁	85
实验十九 铜银汞	88
实验二十 常见阳离子的分离和鉴定	91
实验二十一 常见阴离子的分离与鉴定	93
第 4 章 有机化学实验	97
实验二十二 有机化合物的性质实验	97
实验二十三 乙醇的蒸馏及沸点测定	113
实验二十四 液体的折光率及旋光活性化合物的旋光度测定	116
实验二十五 头发蛋白的氨基酸纸色谱	118
实验二十六 止痛药的 TLC 分析法	121
实验二十七 番茄中番茄红素和 β -胡萝卜素的 TLC 分析法	123
实验二十八 溴乙烷的合成	126
实验二十九 乙酸乙酯的制备	128
实验三十 乙酰水杨酸的制备	129
实验三十一 硝基苯的制备	131
实验三十二 苯胺的制备	133
实验三十三 间硝基苯酚的制备	135
实验三十四 甲基橙的制备	137
实验三十五 磺胺的合成	139
实验三十六 油脂的提取和油脂的性质	143
实验三十七 从茶叶中提取咖啡因	145
实验三十八 从槐花米中提取芦丁	149
实验三十九 从黄连中提取黄连素	151

第 5 章 分析化学实验	154
实验四十 草酸中 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 含量的测定	154
实验四十一 混合碱的分析	155
实验四十二 乙酰水杨酸的含量测定	158
实验四十三 乙酸钠含量的测定	159
实验四十四 水的总硬度的测定	161
实验四十五 复方氢氧化铝片(胃舒平)药片中铝含量的测定	163
实验四十六 白矾中铝含量测定	165
实验四十七 过氧化氢含量测定	167
实验四十八 胆矾中铜含量测定	169
实验四十九 硫酸亚铁中 Fe^{2+} 含量的测定	171
实验五十 维生素 C 片含量的测定	172
实验五十一 食盐中氯含量测定	174
实验五十二 盐酸麻黄碱片的含量测定	176
实验五十三 铜、铁、钴、镍的纸上层析分离法	177
实验五十四 钡盐中钡含量测定	179

第三部分 附 录

附录 1 精密仪器的使用方法	183
附 1.1 分析天平	183
附 1.2 贝克曼温度计	186
附 1.3 酸度计	188
附 1.4 分光光度计	191
附 1.5 阿贝折射仪	194
附 1.6 WZZ-2 型自动旋光仪	198
附 1.7 电导仪和电导率仪	200
附录 2 试剂的配制	203
附录 3 常见物质的物理化学参数	207

第一部分

化学实验基本知识

第 1 章 化学实验须知

1.1 实验目的

化学是一门实践性很强的学科,是培养学生动手操作、独立思考、观察记录、分析归纳和撰写报告等能力的重要环节。它的主要目的如下:

① 加深学生对化学基本理论的进一步认识和理解。化学实验不仅使理论知识形象化,并且能说明化学反应发生的条件、范围和所采用的方法,较全面地反映化学世界的复杂性和多样性。

② 通过化学实验的基本操作和实验技能的培养,通过实验仪器的正确使用、准确测量和日常维护,培养学生动手、观测、记忆、思维、想像和表达等综合实验素质,使之具备分析问题、解决问题的能力。

③ 通过化学实验方案的设计、数据采集、记录与处理和实验结果的分析与讨论,培养学生初步的科研能力,为今后的实际工作和科学研究打下良好的基础。

④ 培养学生科学的工作态度和严谨的工作作风。

1.2 实验的程序与要求

化学实验是在教师的指导下由学生独立进行的。要保证实验顺利地完 成,必须充分做到以下三个环节的工作。

1.2.1 预习

预习是必要的实验准备工作,是做好实验的前提。应当搞清楚实验目的、要求、有关原理、内容、操作方法及注意事项,并对实验的预期结果和可能出现的问题进行初步的估计。为了确保实验质量,实验前任课教师要检查每个学生的预习情况,对没有预习或预习不合格者,任课教师有权不 让其参加本次实验。

预习一般应达到下列要求:

① 认真阅读实验教材及相关参考资料,达到明确实验目的、理解实验原理、熟悉实验内容、掌握实验方法、切记实验中有 关的注意事项,并简明扼要地写出预习笔记。

② 预习笔记应包括实验方案的设计、实验步骤与操作方法、实验现象与数据记录的表格、定量实验的计算公式等;列出预习中遇到的重点和疑难问题。

③ 在指定时间和地点观看相关实验的多媒体课件,不可缺席。

- ④ 按时到达实验室，专心听讲，迟到 15min 以上者禁止进行此次实验。

1.2.2 操 作

实验是培养学生独立工作和思维能力的重要环节，必须认真、独立地完成。

① 在充分预习的基础上规范操作，认真仔细地观察实验现象，及时地将实验现象、原始数据记录在预习笔记中。按要求处理好废液，自觉进行所用仪器的管理和维护，并在记录本上登记。

② 对于设计性实验，审题要确切，方案要合理，现象要清晰；在实验中发现设计方案存在问题时，应找出原因，及时修改，直至达到满意的结果。

③ 实验中遇到疑难问题或者“反常现象”，应认真分析操作过程，思考其原因；如果要进一步深入实验，需在教师同意或指导下重做或补充部分实验。

④ 实验中自觉养成良好的习惯，遵守实验室工作规则。实验过程中应始终保持实验台面的合理布局、工作区间的整齐整洁。

⑤ 实验结束，必须经教师检查和登记有关实验记录后才能离开实验室。

1.2.3 实验报告

实验报告是对每次实验的概括和总结，必须严肃认真地完成。合格的报告应包括以下五个部分内容：

① 目的与原理。简述实验目的和实验原理（包括实验目的、方案、合成路线、化学反应式及计算公式等）。

② 实验内容。简述自身的实验操作过程，尽量用表格、框图、符号等形式表达实验内容。

③ 结果与讨论。实验现象表达要正确，数据记录要完整。对实验现象进行合理的解释，写出相关反应式。数据计算要表达清晰。

④ 结论。根据实验结果及其分析，归纳出本次实验的几点结论。

⑤ 问题与建议。针对实验中遇到的疑难问题提出意见或建议，并对实验设计和实验室有关布局等提出建设性的意见。

按时递交实验报告。

1.3 实验室规则

① 实验前认真预习，明确实验目的，了解实验原理，熟悉实验内容、方法和步骤。实验前要清点仪器，如果发现有破损或缺少，应立即报告教师，按规定手续到实验预备室补领。实验时仪器若有损坏，也应按规定手续到实验室换取新仪器。未经教师同意，不得挪用其他仪器。

② 严格遵守实验室的规章制度，听从教师的指导。实验中要规范操作，仔细观察，认真思考，如实记录。

③ 实验中要保持安静，保持实验室和桌面清洁整齐。废纸、火柴梗、碎玻璃和各种废液倒入废物桶或其他规定的回收容器中，严禁倒入水槽内。凡涉及有毒气体的实验都应在通风橱中进行。

④ 实验时要爱护财物和有关仪器，节约水、电、煤气和试剂药品。使用精密仪器时，应严格按照操作规程进行，如果发现仪器有故障，应立即停止使用，及时报告指导教师；使用后要在登记本上记录使用情况，并经教师检查认可。

⑤ 实验时要求按正确操作方法进行，注意安全。发生意外事故应保持镇静，立即报告教师，及时处理。

⑥ 实验完毕，整理好仪器、药品和台面，清扫实验室，关好煤气、水、电的开关和门窗。实验室内的一切物品不得擅自带离实验室。

⑦ 根据原始记录，独立完成实验报告。

1.4 实验中的安全操作和事故的处理

化学实验室是化学课程学习和实践的重要场所。实验中，经常接触到各种化学药品和各种仪器。实验室常常潜藏着诸如爆炸、着火、中毒、灼伤、割伤、触电等事故的危险性。因此，实验者必须特别重视实验安全。

1.4.1 基本安全守则

有些化学药品易燃、易爆、有腐蚀性或有毒。所以在实验前应充分了解安全注意事项。在实验过程中，应在思想上十分重视安全问题，集中注意力，遵守操作规程，以避免事故的发生。

① 加热试管时，不要将试管口指向自己或别人，不要俯视正在加热的液体，以免液体溅出，使眼睛或面部受到伤害。

② 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，扇向自己后再嗅。

③ 使用酒精灯时，应随用随点燃，不用时盖上灯罩。不要用燃着的酒精灯去点燃别的酒精灯，以免酒精溢出而失火。

④ 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在衣服、皮肤上，尤其勿溅到眼睛上。稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢倒入水中，而不能将水向浓硫酸中倒，以免迸溅。

⑤ 能产生有刺激性或有毒气体的实验，加热盐酸、硝酸或硫酸时，均应在通风橱内（或通风处）进行。

⑥ 药品的使用应严格按照《试剂使用规则和危险品的安全使用》进行，绝不允许任意混合各种化学药品，以免发生意外事故。

⑦ 实验室内严禁饮食和吸烟。实验完毕，洗净双手后，才可离开实验室。

1.4.2 试剂使用规则和危险品的安全使用

化学试剂按照杂质含量的多少，分为实验室试剂（L.R.）、化学纯（C.P.）、分析纯（A.R.）和优级纯（G.R.）四种规格。根据实验要求，可选用不同规格的试剂。

为了得到准确的实验结果，保证安全和试剂不受污染，取用时应遵守以下规则：

① 试剂不能与手接触，固体试剂用洁净的药勺取用；液体试剂用滴管吸取。注意不要把药勺或滴管伸入到其他试剂中，或与接受器壁接触。

② 取用试剂不要过量，已取出的试剂不能倒回原瓶中。取完试剂后应随即盖好，瓶塞和滴管切勿乱放，以免在盖瓶塞和放回滴管时张冠李戴。

③ 用量不需特别准确时可估计添加。少许固体取豌豆大小，少许液体为3~5滴。平常20滴约为1mL，如果液滴较大时，按16滴为1mL计算。

④ 钾、钠暴露在空气中易氧化，白磷在空气中易自燃，所以钾、钠应保存在煤油中，避免和水接触；白磷则可以存于水中，但白磷有剧毒。取用钾、钠、白磷都需用镊子，切勿与人体接触，以免灼伤皮肤。多余的钾、钠、白磷应归回原瓶中，绝不允许随意弃于水槽和废液缸中。

⑤ 乙醚、乙醇、丙酮、苯等有机易燃物质，放置和使用时必须远离明火，取用完毕后立即盖紧瓶塞和瓶盖，存放于阴凉的地方。

⑥ 有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、砷、汞的化合物等），特别是氰化物不得进入口内或接触伤口；也不能将有毒药品随便倒入下水管道。

⑦ 金属汞（水银）易挥发，它通过呼吸而进入体内，逐渐积累会引起慢性中毒，所以应尽量避免汞洒落在桌上或地上。一旦洒落，必须尽可能收集起来，并用硫磺粉盖在洒落的地方，使汞转变成不能挥发的硫化汞。

⑧ 强氧化剂（如高氯酸、氯酸钾等）及其混合物（氯酸钾与红磷、碳、硫等的混合物），不能研磨或撞击，否则易发生爆炸。

⑨ 银氨溶液放久后会变成氮化银而引起爆炸，因此用剩的溶液应及时处理。

⑩ 氢气与空气的混合物遇火要发生爆炸，因此产生氢气的装置要远离明火。进行产生大量氢气的实验时，应把废气通至室外，并注意室内的通风。

1.4.3 意外事故的预防与处理

1. 化学中毒与化学灼伤事故的预防

① 保护好眼睛。防止眼睛受刺激性气体的熏染，防止任何化学药品特别是强酸、强碱、玻璃屑等异物进入眼内。

② 禁止用手取用任何化学药品,使用有毒药品时,除用药匙、量器外,必须配用橡皮手套,实验后马上清洗仪器用具,立即用肥皂洗手。

③ 尽量避免吸入任何药品或溶剂的蒸气。处理具有刺激性、恶臭和有毒的化学药品(如 H_2S 、 NO_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 CO 、 SO_2 、 HCl 、 HF 、浓硝酸、发烟硫酸、浓盐酸、乙酰氯等)时,必须在通风橱中进行。

④ 严禁在酸性介质中使用氰化物。

⑤ 用移液管移取浓酸、浓碱、有毒液体时,应用洗耳球吸取,禁止用口吸取。严禁冒险品尝药品、试剂,不得用鼻子直接嗅气体。

⑥ 实验室禁止吸烟与进食,禁止穿拖鞋。

2. 意外事故的处理

如果遇事故应立即采取适当措施,并报告教师。

1) 着火

一旦着火,应立即停止加热,熄灭附近的火源(关闭煤气或切断电源),停止通风,移开附近的易燃物质。一般的小火可用湿抹布、石棉布或沙土覆盖在着火的物体上。大火则应用灭火器,常见的灭火器有泡沫、四氯化碳、二氧化碳和干粉灭火器。如果是油或有机溶剂着火,则不能用水浇,只能用石棉布、沙子盖熄或使用泡沫灭火器扑灭。

若衣服着火,切勿奔跑,以免使火势加剧;应立即卧地滚转压住着火处,或迅速浇以大量水扑灭。

2) 玻璃割伤

如果为一般轻伤,应及时挤出污血,用消毒过的镊子取出玻璃碎片,用蒸馏水洗净伤口,涂上碘酒或红汞水,用绷带包扎;如果为大伤口,应立即用绷带扎紧伤口上部,使伤口停止出血,送医院治疗。

3) 烫伤

如为轻伤,在伤处涂以苦味酸溶液、烫伤膏、玉树油或硼酸油膏等;如为重伤,立即送医院治疗。

4) 试剂灼伤

皮肤被药品灼伤时,除金属钠外,均应立即用大量水冲洗,然后根据不同情况,采取不同的处理方法。

(1) 酸 用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗,然后用水洗,再涂上药用凡士林。如果溅入眼内,只用1%的碳酸氢钠溶液,禁止用氨水。

(2) 碱 用2%乙酸溶液洗,然后水洗。如果溅入眼内,可用硼酸溶液洗,再用水洗。

(3) 溴 溴的灼伤是很危险的。被溴灼伤的伤口一般不易愈合,必须严加防范。用石油醚冲洗或用酒精擦至无溴液存在,然后涂上甘油或烫伤油膏。严重的

立即用 20% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液冲洗, 再用大量的水冲洗干净, 包上消毒纱布后就医。

(4) 钠 可见的小块用镊子移去, 其余与碱灼伤处理相同。

(5) 白磷 用 1% 的硝酸银溶液、1% 硫酸铜溶液或高锰酸钾溶液洗后进行包扎。试剂灼伤严重的, 均应立即送医院治疗。

5) 中毒

溅入口中尚未咽下的有毒试剂(药物)应立即吐出, 用大量水冲洗口腔。如已吞下, 应根据毒物性质给以解毒剂, 并立即送医院治疗。

(1) 腐蚀性毒物 对于强酸, 先饮大量水, 然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白; 对于强碱, 也应先饮大量的水, 然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。最后, 不论酸或碱中毒, 皆再给以牛奶灌注, 不要吃催吐剂。

(2) 刺激剂或神经性毒物 先服牛奶或鸡蛋白使之立即冲淡和缓和, 再用一杯硫酸镁溶液(MgSO_4 的含量约为 30%) 进行催吐, 有时也可用手指伸入喉部促使呕吐。

(3) 吸入气体中毒 立即将中毒者移至室外, 解开衣领及纽扣, 呼吸新鲜空气。吸入少量氯气或溴者, 可用碳酸氢钠溶液漱口。

1.5 常规实验器材介绍

图 1-1 是常规的化学实验器材。

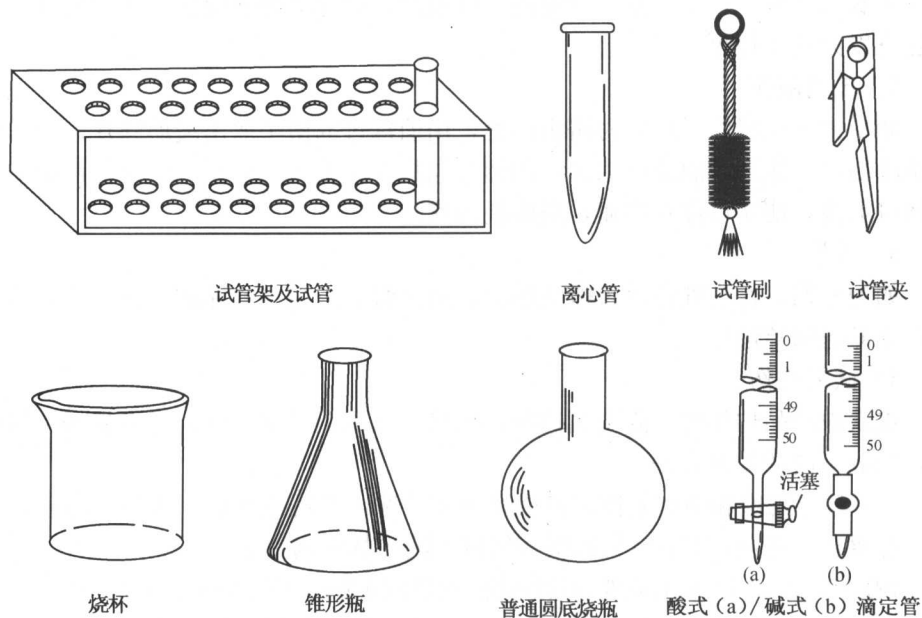


图 1-1 常规的化学实验器材



图 1-1 常规的化学实验器材 (续)

1.6 标准接口玻璃仪器

标准接口玻璃仪器是具有标准磨口或磨塞的玻璃仪器。由于口塞尺寸的标准