

高等学校“十二五”规划教材

基础化学实验

主 编 甄 攀
副主编 梁惠花 汤彦丰



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校“十二五”规划教材

基础化学实验

主 编 甄 攀

副主编 梁惠花 汤彦丰

编 者(以姓氏笔画为序)

王 春 刘晓河

汤彦丰 侯占忠

梁惠花 甄 攀

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书结合医学专业本科生的培养目标和特点,按照高等医学院校“基础化学”课程的教学大纲的要求编写。目的是加强对学生的基本操作训练,提高学生分析问题、解决问题的能力,培养学生严谨的科学态度和作风。全书分三部分,包括化学实验规则及一般要求、常用仪器及基本操作以及十六个实验。

本书可供高等学校医学专业本科生使用,也可供相关专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/甄攀主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2013.8

高等学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3144-8

I. ① 基… II. ① 甄… III. ① 化学实验—高等学校—教材 IV. ① O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 174075 号



策 划 罗建锋

责任编辑 马武装 罗建锋

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

开 本 787毫米×960毫米 1/16 印 张 7

字 数 136千字

印 数 1~3000册

定 价 16.00元

ISBN 978-7-5606-3144-8/O

XDUP 3436001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书结合现阶段高等医药院校本科基础化学的教学实际情况，遵循基础理论、基本知识、基本技能和特定的对象、特定的要求、特定的限制等原则，根据高等医学院校“基础化学”教学大纲的要求编写而成。

按照国家的相关规定，本书全部采用以国际单位制(SI)为基础的《中华人民共和国法定计量单位》和国家标准(GB3100~3102—93)中所规定的符号和单位。

本书在编写时注意了与医学和生物学知识的结合，以使学生在加强基本操作训练的同时提高实验兴趣。为使化学实验技术不断更新以适应科技发展的需要，书中加入了部分仪器分析的实验内容。本书包含十六个实验，各校可根据实际情况选做。

参加本书编写的人员有：甄攀(分析天平简介，实验三、实验十一、实验十二，附录)，梁惠花(实验二、实验四、实验九、实验十)，刘晓河(实验一、实验五、实验六)，汤彦丰(化学实验的一般要求，仪器认领、洗涤和干燥，滴定分析所需的主要仪器及基本操作，实验七、实验八、实验十三、实验十五)，王春(实验十四、实验十六)，侯占忠(化学实验规则，常用仪器)。

本书虽经集体讨论和多次校阅，但因编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月

目 录

第一部分 化学实验规则及一般要求	1
一、化学实验规则	1
二、化学实验的一般要求	3
第二部分 常用仪器及基本操作	5
一、仪器认领、洗涤和干燥	5
二、常用仪器	7
三、分析天平简介	13
四、滴定分析所需的主要仪器及基本操作	18
第三部分 实验内容	31
实验一 硫酸铜的精制	31
实验二 凝固点降低法测分子量	34
实验三 电离平衡、盐类水解和沉淀平衡	40
实验四 缓冲溶液 pH 值的测定	45
实验五 醋酸解离常数的测定	51
实验六 溶胶与大分子溶液	54
实验七 酸碱滴定练习	58
实验八 食醋中总酸度的测定	61
实验九 氧化还原反应与电极电势	65
实验十 化学反应速率	68
实验十一 高锰酸钾法测定双氧水中过氧化氢的含量	73
实验十二 水的硬度测定	77

实验十三	配合物的性质实验	82
实验十四	分光光度法测定铁的含量	86
实验十五	维生素 B ₁₂ 注射液的含量测定	91
实验十六	原子吸收分光光度法测定头发中锌的含量	95
附录		98

第一部分 化学实验规则及一般要求

一、化学实验规则

(一) 一般实验规则

(1) 实验前应认真预习实验指导、相关的教材内容，并查阅有关资料，明确实验目的和要求，熟悉实验的基本原理、方法和步骤，写出实验计划。

(2) 实验开始时，应先检查仪器、药品及用具是否齐全。实验过程中要正规操作、仔细观察、认真作好记录。

(3) 严格遵守实验室各项制度。室内不准大声喧哗；不准将饮料、食品带入室内；不得在室内随意走动；严禁将火柴杆、废纸、废液、碎玻璃及其他废物丢入水槽内或扔到地上，所有废弃物品必须放到指定的容器内。

(4) 严格遵守实验操作规程，注意安全；要爱护仪器，节约药品，认真执行赔偿制度；实验完毕要清扫、整理实验室，保持实验室的整洁。

(5) 根据原始记录，综合分析并写出实验报告。报告内容包括实验的目的和要求、简单原理、扼要的实验步骤、实验现象和对现象的解释；对于定量实验，实验报告中还应包括数据记录和结果处理。

(二) 仪器的保管和使用规则

(1) 自己使用的仪器应有秩序地存放在实验仪器柜中，公用的仪器放在实验台的仪器架上，不得放入个人实验仪器柜中。

(2) 每次实验前，根据实际需要取用必要的仪器。仪器损坏时应及时报告指导教师，并填写报损赔偿单。学生可凭指导教师签字的报损赔偿单到实验准备室补领相应仪器。

(3) 贵重、精密的仪器不允许搬动，使用时应严格按照操作规程进行。未弄清用法前

不许动手。如有故障必须及时报告。

(4) 任何仪器在使用前须检查是否符合实验要求, 用后须整理好, 并经指导教师检查验收。

(三) 取用药品的一般规则

(1) 取用药品时应按照实验资料中规定的规格、浓度、分量取用。如没有指明分量, 仅写“少许”时, 固体用豌豆大小, 液体用 3~5 滴。

(2) 使用洁净的药勺取用固体试剂; 用滴管取用液体试剂时, 不能将滴管倒立, 不应把滴管伸入到其他液体中或与接受容器的器壁接触, 不得将滴管放在桌上。

(3) 取用不要过量, 已取出的药剂不得再倒回原瓶里, 以免污染。

(4) 对于定性实验, 当用量不需准确时, 可以大约估计, 一般 20 滴约为 1 mL, 如液滴较大时, 16 滴约为 1 mL; 当要求用量比较准确时, 可用普通天平及量筒。

(四) 安全规则

(1) 熟悉实验室的环境, 熟悉消防器材的存放地点和使用方法。

(2) 使用易燃、易爆、有毒和有腐蚀性的药品时, 必须严格按照实验规定的方法、步骤和注意事项进行操作。

(3) 使用电学仪器时, 须在装配完毕经指导教师检查合格后方能接上电源。用后即切断电源, 再拆除装配。

(4) 将药品加到容器中时, 切勿在容器上俯视; 不要俯视加热的液体; 加热试管时, 不要将试管口对着自己或他人。

(5) 在实验中会产生刺激性、恶臭和有害气体的反应必须在通风橱内进行。

(6) 如遇意外事故, 应立即告知指导教师或实验室工作同志, 及时采取相应措施。

(五) 注意事项

(1) 实验药品不能拿出实验室, 个人食品不能拿进实验室。

(2) 实验室严禁吸烟, 严禁嬉戏玩闹。

(3) 熟悉实验室水、电、煤气管道和开关, 掌握事故的一般处理方法。

(4) 做规定以外的实验或改变实验方法必须经实验老师同意。

(5) 熟悉实验室安全守则, 掌握实验室意外事故处理的方法。

(6) 发生意外事故时必须及时向实验指导老师汇报。

二、化学实验的一般要求

(一) 实验须知

- (1) 进实验室之前必须了解实验内容，带好预习报告、记录用笔等。
- (2) 必须准时到达实验室，在指导教师还没讲解之前不允许摆弄仪器和药品。
- (3) 认真听指导教师讲解，按要求做实验。
- (4) 实验中要认真观察，当场记录实验现象和实验数据，不得事后更改。
- (5) 实验中的公用仪器必须在规定的地方使用，不要拿到自己的桌面上使用。
- (6) 正确处理实验中产生的废物，固体不要倒入下水道，有毒、有害的物质要集中回收，妥善处理。
- (7) 实验结束后要把实验仪器复原，对于玻璃仪器要洗净放好，每个人必须把自己的桌面擦干净。
- (8) 实验全部完毕后，请实验老师圈阅实验报告，老师同意后方能离开实验室。

(二) 实验预习报告、实验报告

- (1) 实验预习报告：写出实验目的及原理、实验步骤。要求只看实验预习报告能做实验，在预习报告中要空出记录现象的地方，以便记录实验现象或实验数据。
- (2) 实验报告：写出实验目的及原理、实验方法、实验的数据和现象，科学地处理实验数据，写出数据处理结果和实验结论。如遇实验失败或实验数据误差较大，可在实验讨论中分析原因，论述自己的看法。

(三) 值日生制度

每次实验由课代表安排 4 位(特殊情况可增加)值日生，值日生职责如下：

- (1) 监督学生个人桌面的卫生情况，打扫实验室。
- (2) 关闭水、电、煤气开关和门窗，待指导教师检查后才能离开实验室。

(四) 实验评分方法

- (1) 每次实验采用五级计分制：优、良、中、及格、不及格。
- (2) 评分依据：预习报告、实验操作(包括实验结束工作、值日生工作)、实验结果、实验报告等。

- (3) 篡改实验数据作为作弊处理，作弊为零分。
- (4) 最终的分数由平时分数平均，然后化为百分数给出。
- (5) 无故缺席实验，该实验记为零分。
- (6) 不管任何理由，做实验次数少于或等于 $1/3$ 者需重修。

(五) 其他

- (1) 做实验时必须穿工作服，穿拖鞋者不得进入实验室。
- (2) 安排座位，每次实验座位固定。
- (3) 爱护公共财产，损坏的仪器应酌情赔偿。
- (4) 挑选课代表。课代表职责：安排值日生，收发实验报告，代表班级与老师联系。

第二部分 常用仪器及基本操作

一、仪器认领、洗涤和干燥

(一) 无机化学常用仪器

无机化学实验常用仪器有容器类、量器类、其他类等。其中：

- (1) 容器类：用于盛放药品和试液，如试管、烧杯等。
- (2) 量器类：用于度量液体体积，如量筒、移液管等。
- (3) 其他类：如打孔器、坩埚钳等。

常用仪器介绍见表 2-2。

(二) 仪器的洗涤

1. 水洗

洗涤方法：用毛刷轻轻洗刷，再用自来水荡洗几次。

2. 用去污粉、合成洗涤剂洗

洗涤方法：先用水湿润仪器，用毛刷蘸取去污粉或洗涤剂洗刷，再用自来水冲洗，最后用蒸馏水荡洗 2~3 次。该方法可以洗去油污和有机物。

3. 铬酸洗液清洗

仪器严重沾污或所用仪器内径很小，不宜用刷子刷洗时，可用铬酸洗液(浓 H_2SO_4 + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)洗涤。铬酸饱和溶液具有很强的氧化性，对油污和有机物的去污能力很强。

洗涤方法：

- (1) 先刷洗仪器，并将器皿内的水尽可能倒净。

(2) 仪器中加入 1/5 容量的洗液, 将仪器倾斜并慢慢转动, 使仪器内部全部被洗液湿润, 再转动仪器, 使洗液在仪器内部流动, 转动几周后, 将洗液倒回原瓶, 再用水清洗。

(3) 洗液可重复使用, 多次使用后若变成绿色, 则说明洗液失效, 不能再继续使用。

(4) 铬酸洗液腐蚀性很强, 故洗涤时不能用毛刷蘸取洗液; Cr(VI) 有毒, 不能倒入下水道, 可加 FeSO_4 使 Cr(VI) 还原为无毒的 Cr(III) 后再排放。

4. 特殊污物的洗涤

依性质而言, CaCO_3 及 Fe(OH)_3 等可用盐酸洗, MnO_2 可用浓盐酸或草酸溶液洗, 硫黄可用煮沸的石灰水洗。

(三) 仪器的干燥方法

仪器干燥可用自然晾干、吹干、烘干、烤干等方式。

自然晾干: 该方法比较节约能源, 但较耗时。

吹干: 该方法可用电吹风进行。

烘干: 该方法可使用气流烘干机、烘箱、干燥箱等。

烤干: 该方法是将仪器外壁擦干后, 再用小火烤干。

另外, 还可用有机溶剂法干燥。有机溶剂法干燥的方法是: 先用少量丙酮或酒精使内壁均匀湿润一遍倒出, 再用少量乙醚使内壁均匀湿润一遍后晾干或吹干。倒出的丙酮、酒精、乙醚等要妥善回收。

(四) 试剂的取用

1. 化学试剂的五种纯度标准

化学试剂纯度标准见表 2-1。

表 2-1 化学试剂的纯度标准

级 别	色谱纯	分析纯	化学纯	实验试剂	生物试剂
英文缩写	GR	AR	CP	LR	BR
瓶签颜色	绿	红	蓝	棕或黄	黄或其他

2. 试剂瓶的种类

(1) 细口瓶: 用于保存试剂溶液, 有无色和棕色两种。

- (2) 广口瓶：用于盛装少量固体试剂。
- (3) 滴瓶：用于盛放逐滴滴加的试剂，有无色和棕色两种。
- (4) 洗瓶：洗瓶内盛放蒸馏水，一般为塑料瓶。

3. 试剂瓶塞子打开的方法

- (1) 打开固体试剂瓶上的软木塞的方法：手持瓶子，使瓶斜放在实验台上，然后用锥子斜着插入软木塞将其取出。
- (2) 盛盐酸、硫酸、硝酸的试剂多用塑料塞或玻璃塞，可用手拧开或拔出塞子。
- (3) 细口瓶上的玻璃塞若打不开时可轻轻磕敲。

4. 试剂的取用方法

1) 固体试剂的取用

- (1) 粉末状的固体用干燥、洁净的药匙取用，专匙专用，用后擦干净。试剂用药匙直接送入试管或用纸条送入试管。
- (2) 取用固体药品时要用镊子，将试管倾斜，将固体药品放入试管口，然后把试管缓缓地直立起来
- (3) 需称量一定质量的固体时，可把固体放在干燥的纸上称量，具有腐蚀性或易潮解的固体应放在烧杯或表面皿上称量。
- (4) 有毒药品的取用。取用有毒药品时不能用手直接接触药品；不要把鼻孔凑到容器口闻药品的气味，要用手扇少量气体入鼻；不得品尝药品的味道。

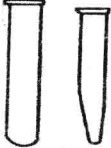
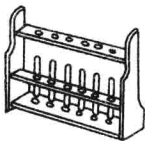
2) 液体试剂的取用

- (1) 从滴瓶中取液体的方法：应将滴管中胶头内的空气排净再将其伸入试剂瓶中，滴管口不能伸入所用的容器中。
- (2) 从细口瓶中取出液体试剂用倾注法。
- (3) 液体试剂量的估计：在没有标明取用量时，液体试剂一般取用 1~2 mL，可用滴管按 1 mL 约 20 滴加入。
- (4) 定量取用液体时，可用量筒或移液管。

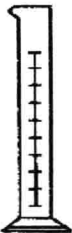
二、常用仪器

化学试验中的器具很多，表 2-2 列出了常用的一些器具的规格、一般用途及使用时的注意事项。

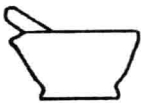
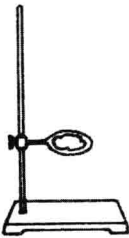
表 2-2 化学实验常用仪器

名称和图示	规格	一般用途	注意事项
试管, 离心管 	容量 5 mL、10 mL、20 mL 等, 分硬质、软质试管	反应仪器, 便于操作、观察。用药量少时使用	硬质玻璃试管可直接在火焰上加热, 但不能骤冷; 软质玻璃试管只能水浴加热
试管架 	有不同的形状和大小, 有木质和铝质	用于放置试管	加热后的试管应用试管夹夹住悬放在试管架上
试管夹 	有木质、竹质及金属丝制品	用于夹持试管	防止烧损和腐蚀
烧杯 	以容积表示, 如 50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1000 mL 等	反应仪器, 反应物较多时用之配制溶液	加热时应置于石棉网上, 使其受热均匀, 一般不可烧干
锥形瓶 	以容积表示, 如 150 mL、250 mL、500 mL	反应仪器, 摇荡比较方便, 适用于滴定操作	加热时应置于石棉网上, 使其受热均匀, 一般不可烧干

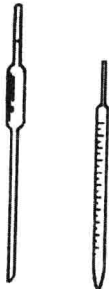
续表一

名称和图示	规格	一般用途	注意事项
量筒 	以所能量度的最大容积表示, 10 mL、50 mL、100 mL、500 mL、1000 mL、2000 mL	用于粗略地量取一定体积的液体	不能加热, 不能作反应容器, 也不能在烘箱中烘烤。操作时要沿壁加入或倒出溶液, 量度体积时以液面弯月形最低点为准
漏斗 	三角漏斗, 分液漏斗、布氏漏斗	三角漏斗用于普通过滤; 分液漏斗常用于液体的萃取、洗涤和分离; 布氏漏斗在减压抽滤时使用	不可直火加热
表面皿 	以直径表示, 如 45 mm、60 mm、90 mm、100 mm、120 mm	盖烧杯及漏斗	不可直火加热, 直径要略大于所盖容器
试剂瓶 	容量分别有 30 mL、60 mL、125 mL、250 mL、500 mL、1000 mL、5000 mL、10 000 mL 无色和棕色	细口瓶用于存放液体试剂; 广口瓶用于盛放固体试剂; 棕色瓶用于存放见光易分解的试剂	不能加热; 不能在瓶内配制在操作过程中会释放大热量的溶液; 磨口塞要保持原配; 装碱液的瓶子应使用皮塞, 以免日久打不开
滴瓶 	容量分别有 30 mL、60 mL、125 mL 无色和棕色	盛放需滴加的试剂	同上
蒸发皿 	以口径或容积大小表示, 一般用陶瓷、石英、铂等制作	用于蒸发液体。随液体性质不同可选用不同质地的蒸发皿	耐高温, 但不宜骤冷, 蒸发溶液时, 一般放在石棉网上加热

续表二

名称和图示	规格	一般用途	注意事项
称量瓶 	以外径(mm)×高(mm)表示,分矮形和高形两种	矮形用作测定水分或在烘箱中烘干标准物;高形用于称量标准物、样品	不能直接加热;不可盖紧磨口塞烘烤,磨口塞要原配
石棉网 	由铁丝编成,中间涂有石棉,有大、小之分	石棉是一种不良导体,它能使受热物体受热均匀,不致造成局部高温	不能与水接触,以免石棉脱落或铁丝生锈
试管刷 	小,中,大,加大	洗涤试管及其他仪器	洗涤试管时,要把前部的毛捏住放入试管内,以免铁丝顶端将试管底戳破
药勺 	一般由牛角、瓷、骨、塑料制成,现在多数是塑料的	用于取固体试剂,取少量固体用小的一端	取用一种药品后,必须洗净并用碎滤纸片擦干后,才能取用另一种药品
研钵 	以口径大小表示,一般用陶瓷、玻璃、玛瑙等制作	用于研磨固体物质,按固体的性质和硬度选用不同的研钵	不能用火直接加热;不能作反应仪器用;只能研磨,不能敲击
铁架台,铁环(圈) 	铁制品	用于固定或放置反应容器,铁环还可以代替漏斗板使用	加热后的铁环不能撞击或摔落在地

续表三

名称和图示	规格	一般用途	注意事项
吸管 	以刻度最大标度表示,分刻度管形和单刻度胖肚形两种,有 1 mL、2 mL、5 mL、10 mL、25 mL、50 mL 等	用于精确移取一定体积的液体	使用时先用少量所移取的液体淋洗三次,一般移液管残留最后一滴液体不吹出
容量瓶 	以刻度以下的容积表示,有 10 mL、25 mL、50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1000 mL 等	用于配制准确浓度的溶液	不能加热,不能代替试剂瓶存放液体
泥三角 	铁丝弯成,套有瓷管。有大小之分	用于架放坩埚	灼烧后小心取下,不要摔落
坩埚 	以容积表示,一般用陶瓷、石英、镍或铂等制成	用于灼烧固体	灼烧后的坩埚不要直接放在桌子上
坩埚钳 	铜或铁制品	用于夹取坩埚	夹取时应预热坩埚钳