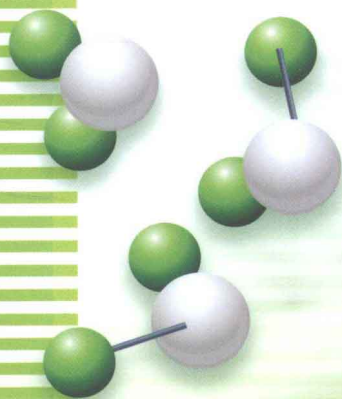


高 等 学 校 教 材

普通化学实验

General Chemistry Experiments

李 绛 梁 渠 王关民 刘光灿 等编



化学工业出版社

高等学校教材

General Chemistry Experiments

普通化学实验

李 绛 梁 渠 王关民 刘光灿 等编

本书精选了 18 个实验项目, 内容选取以够用为度, 并综合考虑基本操作训练、性质或理论验证实验、数据测定实验、与实际应用结合的实验等, 以练就学生扎实的基本功、培养学生科学的思维方法和创新意识、加深学生对理论联系实际的理解和应用。

本书可作为理工科各专业大一学生的教材, 也可供相关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

普通化学实验/李绛等编. —北京: 化学工业出版社, 2011.8

高等学校教材

ISBN 978-7-122-11531-7

I. 普… II. 李… III. 普通化学-化学实验-高等学校-教材 IV. 06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 110686 号

责任编辑: 宋林青

文字编辑: 陈 雨

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 史利平

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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 7 3/4 字数 139 千字 2011 年 9 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: 15.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化学 (chemistry) 是在原子和分子水平上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中能量关系的科学。普通化学 (general chemistry) 作为一门介绍化学基本原理和基础知识的课程, 是培养全面发展的现代工程技术人员知识结构和综合素质的重要组成部分。因此, 普通化学是非化学化工类理工科专业必不可少的基础知识结构课程, 对专业课程学习及今后的发展都有着十分重要的作用。

普通化学实验 (general chemistry experiments) 是普通化学的重要组成部分。实验课不仅能巩固、扩大和加深基本理论知识, 更重要的是能培养学生理论联系实际的能力, 培养其分析、解决问题的能力 and 创新能力, 增强工程意识。近年来, 随着构建创新性社会的时代要求及教学改革的深入, 对普通化学及其实验教学提出了新的要求和挑战, 如内容增加而学时减少。因此, 有必要编写一本新的实验教材, 以适应普通化学课程改革的需要。

根据教育部制定的“工科《普通化学》教学基本内容框架”, 对普通化学实验有下列四个方面的要求:

(1) 基本操作训练和仪器的使用

加热方法, 玻璃仪器的使用, 试剂的取用, 沉淀分离, 容量瓶、移液管和滴定管的使用, 分析天平、pH 计、电导仪和分光光度计的使用。

(2) 性质或理论的验证

如化学反应速率、解离平衡与沉淀反应、氧化还原反应与电化学、某些单质及化合物。

(3) 数据的测定

如化学反应热效应、溶液的 pH 值、解离常数、电导率、电极电势或原电池电动势。

(4) 密切结合实际的应用化学实验

可选择开设例如水的净化, 工业废水的处理, 钢铁中锰含量的测定, 电化学抛光, 电镀与塑料镀, 纳米材料的制备, COD 的测定, 蔬菜或水果中维生素 C 含量的测定, 含碘食盐中碘含量的测定等实验。

本书包括基本操作实验、综合实验、设计实验三部分, 共 18 个项目。

本教材的特点是:

实验选取注意满足教育部制定的“工科《普通化学》教学基本内容框架”的

要求；

注意增加了综合型及设计型实验的比例，以培养学生的科学思维方法和创新意识；

注意培养学生的环境保护意识；

精选实验思考题，加深学生对理论知识的理解 and 应用。

参加本书编写的有：李绛、梁渠、王关民、刘光灿、闫书一、李奕霖、马晓艳、王岚、孔祥健、李诚、周志凌，最后由梁渠统稿定稿。

本书是普通化学实验改革的尝试，肯定存在许多不足之处，欢迎读者批评指正。

编者

2011 年 4 月于成都

目 录

第 1 部分 实验基础知识	1
1.1 实验基本要求	1
1.2 实验须知	2
1.3 实验常用仪器	3
1.4 实验中常用玻璃器皿	8
1.5 基本操作	10
1.6 数据测定的准确性和有效数值	19
第 2 部分 实验内容	23
实验一 化学反应摩尔焓变的测定——温度计与秒表的使用	23
实验二 化学反应速率与活化能——数据表达与处理	28
实验三 乙酸电离度和电离平衡常数的测定——pH 计的使用	33
实验四 电离平衡	36
实验五 溶解平衡	39
实验六 氧化还原反应和氧化还原平衡	42
实验七 分子结构和晶体结构模型	47
实验八 去离子水的制备与检测	49
实验九 碘盐的制备与检验	53
实验十 硫酸亚铁铵的制备	56
实验十一 含铬废水的处理	59
实验十二 茶叶中提取咖啡因	63
实验十三 日常食品的质量检测	67
实验十四 常见阴、阳离子的分离和鉴定	72
实验十五 COD 的测量	75
实验十六 氧化铜矿制备硫酸铜（设计型）	78
实验十七 设计从海带中分离和鉴定碘（设计型）	79
实验十八 水热法制备纳米 SnO_2 微粉（设计型）	80
附录	81
附录一 常见离子的颜色	81

附录二	常见化合物的颜色	82
附录三	常见离子的简易鉴定方法	82
附录四	常见平衡常数表	85
附录五	标准电极电势	104

参考文献	115
-------------------	-----

第 1 部分 实验基础知识

1.1 实验基本要求

“普通化学实验”是“普通化学”的重要组成部分。实验课的学习有其特殊性，只有掌握了正确的学习方法，才能保证实验课的学习效果。一般来说，实验课的学习有以下三个步骤：

(1) 预习

预习是保证实验顺利进行、取得良好实验效果的前提。预习的关键是要搞清楚实验目的、原理、步骤以及有关的操作方法和注意事项，做到对实验内容心中有数，并简明扼要地写出预习报告（包括简要的实验操作步骤、有关计算公式，并留出记录实验现象和数据的地方）。

(2) 实验

① 严格按照实验要求，认真操作，细心观察，如实将实验现象和实验数据记录在预习报告中。

② 实验中遇到疑难问题或反常现象，应认真分析操作过程，找出原因，在教师指导下，重做或补做某些环节。

③ 严格遵守实验室规则及有关安全注意事项。实验过程尽量做到安全、有序、卫生。

(3) 实验报告

实验报告是每次实验的总结性报告，应包括以下几部分内容：

① 实验目的。

② 实验原理。

③ 实验内容。尽量采用表格、简图、符号、反应式等形式，简要、清楚地表述实验过程。实验内容中应包括实验现象和数据记录，以及解释、结论和数据处理结果。

④ 按要求完成有关思考题，并对实验结果进行分析讨论，提出自己的见解。定量实验应分析引起误差的原因。

1.2 实验须知

1.2.1 实验室规则

- ① 进入实验室要保持安静，勿大声喧哗。
- ② 实验前要清点仪器，如发现缺损，要报告教师，按规定手续补领。
- ③ 实验过程中要准确操作，认真观察，积极思考，按要求完成各项实验内容，如实记录实验结果。
- ④ 实验时要爱护财物，小心使用仪器和设备，节约使用药品和水电。如将仪器损坏应立即报告教师，按规定给予适当赔偿。
- ⑤ 使用公用试剂和药品一般不要从架上取下。若取下，用后应立即放回原处。取用试剂或药品后，应立即将滴管或瓶塞盖回原瓶，避免搞混、沾污试剂或药品。
- ⑥ 遵守安全守则，注意安全操作。
- ⑦ 实验完毕，应将用过的玻璃仪器洗涤干净，摆放整齐，清理好实验台面和地面。
- ⑧ 离开实验室前，必须检查电源、水龙头是否关闭，实验室内的一切物品不得带离实验室。

1.2.2 实验室安全守则

化学实验室中有许多易燃、易爆、具有腐蚀性或毒性的试剂药品，所以进行化学实验时，必须树立安全第一的思想意识，严格遵守安全守则，避免意外事故的发生。

- ① 加热试管时，不要将试管口指向自己或别人；实验时不要俯视正在加热的液体，以免液体溅出，受到伤害。
- ② 对于易燃物质应尽可能使其远离火源。
- ③ 禁止随意混合各种试剂或药品，以免发生意外事故。
- ④ 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，扇向自己再嗅。
- ⑤ 酒精灯应随用随点，不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯，以免酒精流出而失火。
- ⑥ 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在衣服或皮肤上，尤其注意保护眼睛。稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢倒入水中，不能将水向浓硫酸里倒，以免迸溅。
- ⑦ 能产生有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内进行。
- ⑧ 有毒药品（重铬酸钾、钡盐、砷的化合物、汞的化合物等，特别是氰化

物)不得进入口内或接触伤口。

⑨ 不要在实验室吃任何东西,以免将有毒成分带入口中。

实验过程中,使用和生成有毒和污染环境的药品,都应当回收或经适当处理后再排放到下水管道。

1.2.3 意外事故处理

若遇意外事故,应注意以下几点:

① 若因酒精、苯或乙醚等引起着火,应立即用湿布或沙土(实验室内备有灭火沙箱)等扑灭。若遇电器设备着火,必须先切断电源,再用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火。

② 遇有烫伤事故,可用高锰酸钾苦味酸溶液揩洗伤处,再搽上凡士林或烫伤油膏。

③ 若眼睛或皮肤溅上强酸或强碱,应立即用大量水冲洗(若是浓硫酸,则应先用干布擦去,然后用大量水冲洗),然后相应地用碳酸氢钠溶液或硼酸溶液冲洗(若溅在皮肤上,最后还可涂些凡士林)。

④ 若吸入氯、氯化氢气体,应立即吸入少量酒精或乙醚的混合蒸气以解毒;若吸入硫化氢气体而感到不适或头晕时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

⑤ 实验人员被玻璃割伤时,伤口内若有玻璃碎片,须先挑出,然后抹上红药水并包扎。

⑥ 若有触电事故,首先应切断电源,必要时应对触电者进行人工呼吸。

⑦ 对伤势较重者,应立即送往医院。

1.3 实验常用仪器

1.3.1 分析天平

分析天平(analytical balance)是称量范围与读数能力适合于多种分析用天平的总称。分析天平的种类较多,有:机械式、电子式、手动式、半自动式、全自动式等。现代实验室多用电子式分析天平。

电子分析天平的使用方法如下:

① 检查并调整天平至水平位置。

② 事先检查电源电压是否匹配(必要时配置稳压器),按仪器要求通电预热至所需时间。

③ 预热足够时间后打开天平开关,天平则自动进行灵敏度及零点调节。待稳定标志显示后,可进行正式称量。



④ 称量时将洁净称量瓶或称量纸置于秤盘上，关上侧门，轻按一下去皮键，天平将自动校对零点，然后逐渐加入待称物质，直到所需重量为止。

⑤ 被称物质的重量是显示屏左下角出现“→”标志时，显示屏所显示的实际数值。

⑥ 称量结束应及时除去称量瓶（纸），关上侧门，切断电源，并做好使用情况登记。

1.3.2 pH 计

pH 计（酸度计 pH meter）是测量溶液 pH 值的仪器。以 pH 玻璃电极为测量电极。pHS-3C 型 pH 计的使用方法如下。

它由主机、复合电极组成，主机上有四个旋钮，分别是：选择、温度、斜率和定位旋钮。安装好仪器、电极，打开仪器后部的电源开关，预热半小时。在测量之前，首先对 pH 计进行校准。采用两点定位校准法，具体的步骤如下：

① 调节选择旋钮至 pH 挡，按 pH/mV，进入 pH 测量状态（pH 指示灯亮）。

② 用温度计测量被测溶液的温度，读数，例如 25℃。按“温度”键设定溶液温度（温度指示灯亮），调节温度旋钮至测量值 25℃。按“确认”键回到 pH 测量状态。

③ 调节斜率旋钮至最大值。

④ 打开电极套管，用蒸馏水洗涤电极头部，用吸水纸仔细将电极头部吸干，将复合电极放入混合磷酸盐的标准缓冲溶液，使溶液淹没电极头部的玻璃球，轻轻摇匀，待读数稳定后，调定位旋钮，使显示值为该溶液 25℃时的标准 pH 值 6.86。

⑤ 将电极取出，洗净、吸干，放入邻苯二甲酸氢钾标准缓冲溶液中，摇匀，待读数稳定后，调节斜率旋钮，使显示值为该溶液 25℃时的标准 pH 值 4.00。

⑥ 取出电极，洗净、吸干，再次放入混合磷酸盐的标准缓冲溶液，摇匀，待读数稳定后，调定位旋钮，使显示值为 25℃时的标准 pH 值 6.86。

⑦ 取出电极，洗净、吸干，放入邻苯二甲酸氢钾的缓冲溶液中，摇匀，待读数稳定后，再调节斜率旋钮，使显示值为 25℃时的标准 pH 值 4.00。

⑧ 取出电极，洗净、吸干。重复校正，直到两标准溶液的测量值与标准 pH



值基本相符为止。

⑨ 校正过程结束后,进入测量状态。将复合电极放入盛有待测溶液的烧杯中,轻轻摇匀,待读数稳定后,记录读数。

⑩ 完成测试后,移走溶液,用蒸馏水认真冲洗电极,吸干,套上套管,关闭电源,结束实验。

pH 计标定错误后补救措施如下:

▲ 如果标定过程中操作失败或按键错误而使仪器测量不正常,可关闭电源,然后按住“确认”键再开启电源,使仪器恢复初始状态。然后重新标定。

▲ 标定后,“定位”键及“斜率”键不能再按,如果触动此键,此时仪器 pH 指示灯闪烁,请不要按“确认”键,而是按“pH/mV”键,使仪器重新进入 pH 测量即可,而无需再进行标定。

▲ 标定的缓冲溶液一般第一次用 $\text{pH}=6.86$,第二次用接近溶液 pH 值的缓冲液,如果被测溶液为酸性时,应选 $\text{pH}=4.00$ 的缓冲液;如被测溶液为碱性,则选 $\text{pH}=9.18$ 的缓冲液。

1.3.3 电导率仪

电导率仪 (conductivity meter) 是精密测量各种液体介质电导率值的仪器设备,当配以相应常数的电极时可以精确测量高纯水电导率,广泛应用于各领域的科研和生产。

电导率代表溶液传导电流的能力。水的电导率与其所含无机酸、碱、盐的量有一定的关系,当它们的浓度较低时,电导率随着浓度的增大而增加,因此,该指标常用于推测水中离子的总浓度或含盐量。

电导 (G) 是电阻 (R) 的倒数,其单位是西门子 (S)。因此当两个电极 (通常为铂电极或铂黑电极) 插入溶液中,可以测出两电极间的电阻 R 。根据欧姆定律,温度一定时,这个电阻值与电极间距 L (m) 成正比,与电极的截面积 A (m^2) 成反比,即:

$$R = \rho(L/A)$$

其中, ρ 为电阻率,是长 1m、截面积为 1m^2 导体的电阻,其大小取决于物质的本性,单位为 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

据上式,导体的电导 (G) 可表示成下式:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \times \frac{A}{L} = \kappa \times \frac{1}{J}$$

式中, $\kappa = 1/\rho$ 称为电导率; $J = L/A$ 称为电极常数。

电解质溶液电导率指相距 1m 的两平行电极间充以 1m^3 溶液时所具有的电

导, 单位是 S/m 。由上式可见, 已知电极常数 (J), 测出溶液电阻 (R) 或电导 (G) 时, 即可求出电导率。

电极常数常选用已知电导率的标准氯化钾溶液测定。不同浓度氯化钾溶液的电导率 ($25^{\circ}C$) 在相关书籍或手册中可查。

不同类型的水有不同的电导率。新鲜蒸馏水的电导率为 $0.2 \sim 2 \mu S/cm$, 但放置一段时间后, 因吸收了 CO_2 , 增加到 $2 \sim 4 \mu S/cm$; 超纯水的电导率小于 $0.10 \mu S/cm$; 天然水的电导率多在 $50 \sim 500 \mu S/cm$, 矿化水可达 $500 \sim 1000 \mu S/cm$; 含酸、碱、盐的工业废水电导率往往超过 $10000 \mu S/cm$; 海水的电导率约为 $30000 \mu S/cm$ 。

下面以 DDS-12A 型数字电导率仪为例说明电导率仪的使用方法。

常用电导电极规格常数 (J_0) 有四种: 0.01 、 0.1 、 1 和 10 。其实际电导池常数 ($J_{实}$) 允许误差 $\leq \pm 20\%$ 。四种规格的电导电极, 其适用电导率测量范围参见说明书。仪器设有四挡量程。选用不同规格常数电极时, 其量程显示范围见说明书。

(1) 基本法 (不采用温度补偿)

① 常数校正 同一规格常数的电极, 其实际电导池常数的存在范围 $J_{实} = (0.8 \sim 1.2) J_0$ 。为了消除这实际存在的偏差, 仪器设有常数校正功能。

操作: 打开电源开关, 适时等温, 温度补偿旋钮置 $25^{\circ}C$ 刻度值。将仪器测量开关置“校正”挡, 调节常数校正旋钮, 使仪器显示电导池实际常数 (系数) 值。即当 $J_{实} = J_0$ 时, 仪器显示 1.000 , $J_{实} = 0.95 J_0$ 时, 仪器显示 0.950 , $J_{实} = 1.05 J_0$ 时, 仪器显示 1.050 。

电极是否接上, 仪器量程开关在何位置, 不影响常数校正。新电极出厂时, 其 $J_{实}$ 一般标在电极相应位置上。

② 测量 选择合适规格常数电极, 根据电极实际电导池常数, 仪器进行常数校正。经校正后, 仪器可直接测量液体电导率。

将测量开关置“测量”挡, 选用适当的量程挡, 将清洁的电极插入被测液中, 仪器显示该被测液在溶液温度下的电导率。

(2) 温度补偿法

① 常数校正 调节温度补偿旋钮, 使其指示的温度值与溶液温度相同, 将仪器开关置“校正”挡, 调节常数校正旋钮, 使仪器显示电导池实际常数值, 其要求和方法同基本法一样。

② 测量 操作方法同基本法一样, 这时仪器显示该被测液的电导率为该液体在标准温度 ($25^{\circ}C$) 下的电导率。

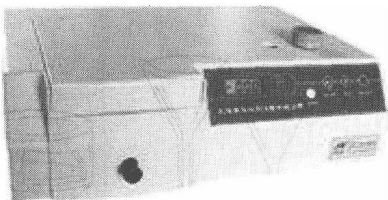
说明: 一般情况下, 所指液体电导率是指该液体介质标准温度 ($25^{\circ}C$) 时的电导率。当介质温度不在 $25^{\circ}C$ 时, 其液体电导率会有一个变量。为等效消除这

个变量，仪器设置了温度补偿功能。仪器不采用温度补偿时，测得液体电导率已换算为该液体在 25℃ 时的电导率值。

仪器温度补偿系数为每摄氏度 2%，所以作高精密度测量时，请尽量不采用温度补偿。而采用测量后查表或将被测液等温在 25℃ 时测量，来求得液体介质 25℃ 时的电导率。

1.3.4 分光光度计

分光光度计 (spectrophotometer) 是带有可调节选择入射光波长单色光器的光度计，可以分析溶液的吸收光谱（对不同波长入射光的吸收情况）而进行定性分析，也可以固定入射光波长去测量吸光度对物质进行定量分析。依使用的波长不同，有可见、紫外、红外分光光度计等。



分光光度计采用一个可以产生多个波长的光源，通过系列分光装置，从而产生特定波长的光。光源透过测试的样品后，部分光被吸收，计算样品的吸光值，从而转化成样品的浓度。样品的吸光值与样品的浓度成正比。

$$A = -\lg(I/I_0) = klc$$

式中， A 为吸光度； I_0 为入射的单色光强度； I 为透射的单色光强度； k 为吸收系数； l 为被分析物质的光程； c 为物质的浓度。

(1) 使用方法

- ① 接通电源，打开仪器开关，掀开样品室暗箱盖，预热 10min。
- ② 将灵敏度开关调至“1”挡（若零点调节器调不到“0”时，需选用较高挡）。
- ③ 根据所需波长转动波长选择钮。
- ④ 将空白液及测定液分别倒入比色皿 3/4 处，用擦镜纸擦清外壁，放入样品室内，使空白管对准光路。
- ⑤ 在暗箱盖开启状态下调节零点调节器，使读数盘指针指向 $t=0$ 处。
- ⑥ 盖上暗箱盖，调节“100”调节器，使空白管的 $t=100$ ，指针稳定后逐步拉出样品滑杆，分别读出测定管的光密度值，并记录。
- ⑦ 比色完毕，关上电源，取出比色皿洗净，样品室用软布或软纸擦净。

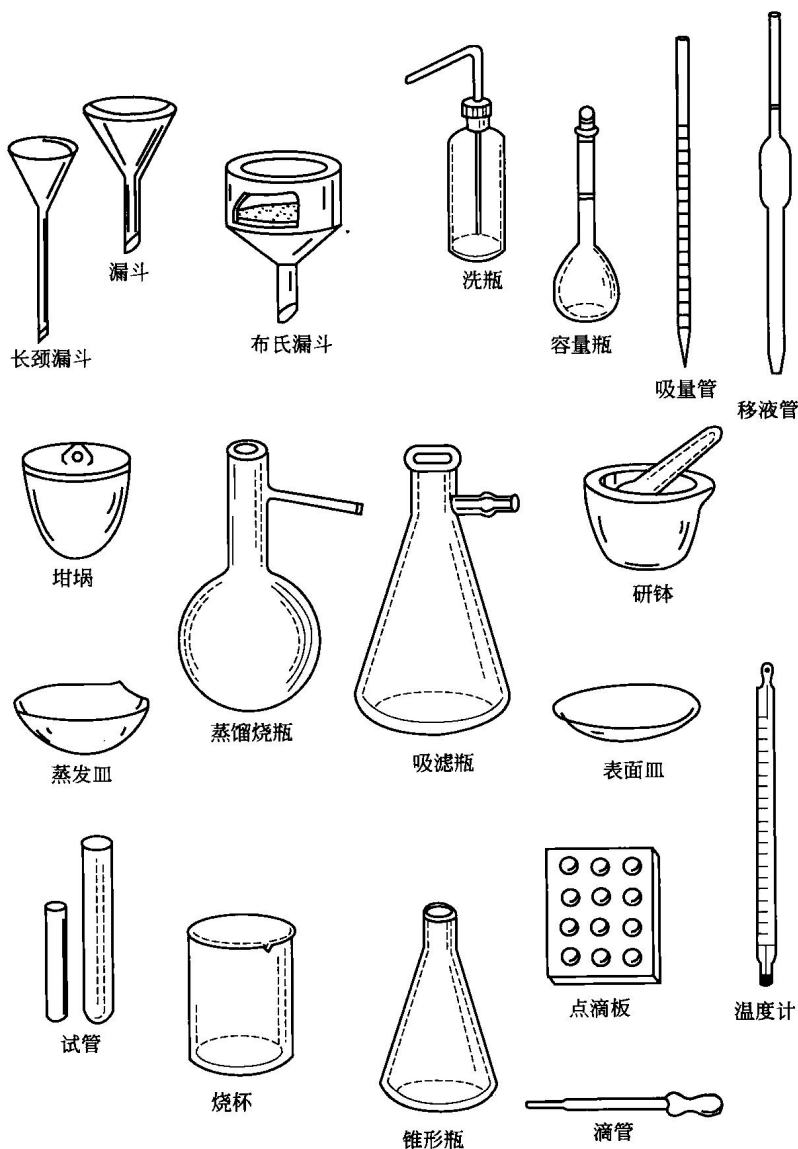
(2) 注意事项

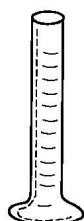
- ① 该仪器应放在干燥的房间内，使用时放置在坚固平稳的工作台上，室内照明不宜太强。天热时不能用电扇直接向仪器吹风，防止灯泡灯丝发光不稳定。
- ② 使用本仪器前，使用者应该首先了解本仪器的结构和工作原理，以及

各个操纵旋钮的功能。在未接通电源之前，应该对仪器的安全性能进行检查，电源接线应牢固，通电也要良好，各个调节旋钮的起始位置应正确，然后再接通电源开关。

③ 在仪器尚未接通电源时，电表指针必须于“0”刻线上，若不是这种情况，则可以用电表上的校正螺丝进行调节。

1.4 实验中常用玻璃器皿

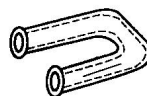




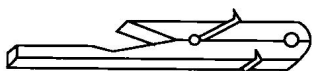
量筒



冷凝管



U形管



试管夹



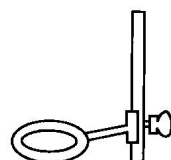
铁夹



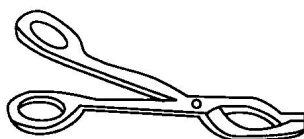
试管刷



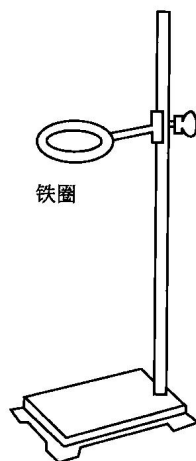
铁夹座



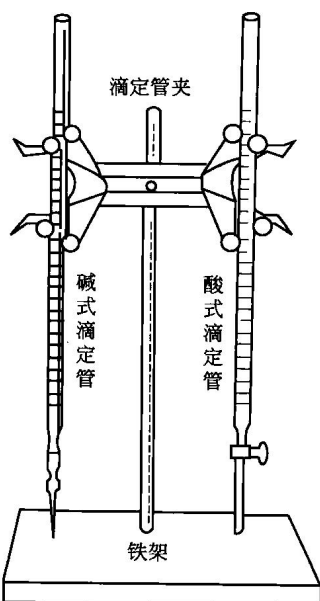
铁圈



坩埚钳



铁夹台

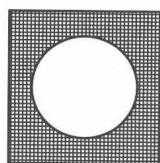


滴定管夹

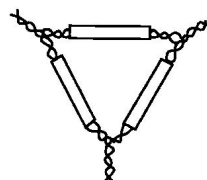
碱式滴定管

酸式滴定管

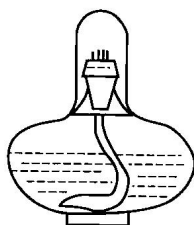
铁架



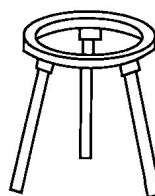
石棉铁丝网



泥三角



酒精灯



三脚架

1.5 基本操作

1.5.1 玻璃仪器的洗涤

化学实验常常是在玻璃仪器中进行的。实验结果准确与否常常与仪器是否干净关系很大,因此实验前应将仪器洗涤干净。

洗涤玻璃仪器可根据实验要求、污物性质,选择不同的洗涤方法。

(1) 水洗

水洗主要是洗去可溶于水的物质和附在仪器上的尘土。可在容器内注入 $1/3$ 体积的自来水,选用大小合适的刷子洗刷,然后用水冲洗,如果将水倾出后,内壁能均匀地被润湿而不沾附水珠,可认为洗涤干净。

(2) 用去污粉刷洗

如果器壁内沾有油污或其他不易冲洗的污迹,可用湿的刷子蘸去污粉刷洗,再用自来水冲洗干净。此法不适用于量筒、容量瓶、滴定管等带刻度的仪器。

注意:用毛刷洗涤试管时,应将试管刷前部的毛捏住放入试管内,并用手指抵住试管末端,避免将底部戳破。

(3) 用洗液清洗

若仪器沾污严重,或进行精确定量实验时,可用洗液洗涤仪器。洗液(由 $K_2Cr_2O_7$ 和浓 H_2SO_4 配制)具有很强的氧化性和去污能力。在玻璃仪器中注入少量洗液,转动仪器使内壁全部被洗液浸润,放置一段时间后,将洗液倒回原瓶,再用自来水冲洗。

注意:洗液有强烈的腐蚀性,使用时必须小心,防止溅在皮肤或衣服上。当洗液变为绿色时,说明已失效,不能再用。

经自来水冲洗过的仪器,需再用少量去离子水淋洗内壁 $2\sim 3$ 次。

1.5.2 基本量器使用方法

(1) 量筒

量筒是化学实验中最常用来量度液体体积的仪器。可根据取用液体的量选用不同容积的量筒。读取量筒的刻度值,一定要使视线与量筒内液面的最低点相平(见图 1-1),以免造成读数误差。

(2) 移液管

移液管是用来精确移取一定体积液体的仪器。移取液体时,将移液管的尖端深插入液体并接近容器的底部(见图 1-2),再用洗耳球在移液管上端慢慢吸取。先吸取 $3\sim 5\text{cm}^3$ 移取液,润洗移液管 $2\sim 3$ 次弃去,然后将液体吸至高于刻度线