

成都工学院图书馆

基本馆藏

353728

高等学校教材

# 普通化学实验

李博达等编



43;1

人民教育出版社

高等学校教材



# 普通化学实验

李博达等编

人民教育出版社



本书系根据 1962 年审訂的高等工业学校本科五年制非化工非冶金类专业用《普通化学教学大纲(参考草案)》中关于普通化学实验的要求,并考虑了学校的实际情况而編写的。参加編写的主要有李博达(主編)、刘湘兰、李明馨、徐志信、周永秋和包蓮芬等。

本书由叶康民、孙震濤两同志审閱。

本书内容包括十五个实验;在实验部分前,闡述了实验目的、程序、注意事項等,并对化学实验的基本操作作了較多的說明;书末附有实验中需用的数据等附录。

本书可作为高等工业学校非化工非冶金类专业“普通化学”课程的实验教材。

## 普通化学实验

李 博 达 等 編

北京市书刊出版业营业許可証出字第2号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

人 民 教 育 印 刷 厂 印 装

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 經 售

统一书号K13010·1121 开本 850×1168  $1/32$  印张 3  $13/16$

字数 88,000 印数 0,001—17,300 定价(5) ¥0.38

1964年6月第1版 1964年6月北京第1次印刷

## 序 言

本书是根据 1962 年审訂的高等工业学校本科五年制非化工非冶金类专业用《普通化学教学大綱(参考草案)》中关于普通化学实验的要求,配合 1962 年出版的普通化学教材(李博达、馮慈珍等选編)而編写的。在編写中注意了以下几点:

1. 注意貫徹“少而精”的原则。实验內容尽量做到密切配合讲课,使讲课中主要内容能系統而完整地反映于实验中。每次实验的份量一般規定得不多,以便学生有充分的时间理解并消化所学的内容,不致产生学习負担过重的现象。但是,为了照顾各校设备条件及学生原有基础的不同,书中也列入了一些选作的实验(用小字排印),供教师根据具体情况灵活选择采用。

2. 注意加强基本操作技能的訓練。书中对于常用仪器、主要操作技术及操作中常发现的錯誤,都应用文字和插图作了說明。不同仪器的使用及不同操作方法的练习尽量分散于不同的实验中,便于学生有步骤有目的地学习。某些需要学生熟练掌握的操作,尽可能在不同的实验中多次运用,以达到复习巩固的要求。

3. 注意理論与实际的联系,培养学生独立思考和独立工作能力。书中对实验所根据的基本原理作了簡要的提示。在每次实验內容之后,选列若干思考題,便于学生在实验預习时联系理論进行思考。此外,在实验安排方面,也尽可能地根据循序漸进的原则,由淺入深,由簡到繁,逐步培养学生独立地观察现象、分析现象并作出結論的能力。在后面几次实验中,还列入了一些分离、檢驗及制备的題目,要求学生独立設計实验步骤,以便进一步培养其运用理論和实验的操作来解决具体问题的能力。

4. 注意与实验室工作的配合。书中对某些试剂的配制方法作了必要的说明;各试验中所用试剂的浓度尽可能统一了规格(酸碱用当量浓度表示,盐类用克分子浓度表示),并减少了试剂的种类,降低了药品的用量;对于必需回收的药品,可以公用的仪器以及可以代用的药品和仪器,也一一加以注释。

本书是在浙江大学教学用的普通化学实验讲义的基础上,参考各兄弟院校的交流讲义而编写的。参加编写的主要有李博达(主编)、刘湘兰、李明馨、徐志信、周永秋和包莲芬等。华中工学院叶康民同志及北京工业学院孙震涛同志对本书的编写,曾给予帮助与指正,谨此致以深切的感谢。

编者

1963. 12. 15.

# 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 序言                    | v  |
| 实验的目的                 | 1  |
| 实验课的程序                | 1  |
| 实验室规则及注意事项            | 2  |
| 实验安全措施及意外事故的处理        | 4  |
| 化学实验的基本仪器             | 6  |
| 化学实验的基本操作             | 9  |
| 一、天平的使用方法             | 9  |
| 二、灯的使用和加热方法           | 10 |
| 三、洗瓶的使用方法             | 13 |
| 四、玻璃仪器的洗涤方法           | 14 |
| 五、药品的取用方法             | 15 |
| 六、容量瓶、滴定管和移液管的洗涤和使用方法 | 16 |
| 七、液体和固体的分离方法          | 21 |
| 八、干燥器的使用方法            | 25 |
| 九、比重计的使用方法            | 26 |
| 十、基普发生器的使用方法          | 27 |
| 十一、蒸馏的方法              | 28 |
| 实验及计算中的有效数字           | 29 |
| 实验一 基本操作 物质的提纯(3学时)   | 32 |
| 实验二 金属当量的测定(2学时)      | 35 |
| 实验三 化学反应速度和化学平衡(3学时)  | 40 |
| 实验四 分析天平的使用(3学时)      | 44 |
| 实验五 溶液的配制和酸碱滴定(3学时)   | 51 |
| 实验六 溶液和胶体(3学时)        | 55 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 实验七 电解质溶液(3学时) .....             | 60  |
| 实验八 电化学(3学时) .....               | 66  |
| 实验九 周期系主族元素及其化合物(一)(2学时) .....   | 72  |
| 实验十 周期系主族元素及其化合物(二)(3学时) .....   | 77  |
| 实验十一 周期系副族、第Ⅷ类元素及其化合物(3学时) ..... | 84  |
| 实验十二 络合物(2学时) .....              | 91  |
| 实验十三 水的硬度的测定和硬水的软化(3学时) .....    | 95  |
| 实验十四 有机高分子化合物(3学时) .....         | 99  |
| 实验十五 硫酸亚铁铵的制备(2学时) .....         | 105 |
| 附录                               |     |
| 一、化学试剂的规格 .....                  | 108 |
| 二、常用酸碱的浓度 .....                  | 108 |
| 三、不同温度时水的饱和蒸汽压 .....             | 109 |
| 四、常用指示剂的变色范围 .....               | 109 |
| 五、弱电解质的电离常数 .....                | 109 |
| 六、难溶物质的溶度积 .....                 | 110 |
| 七、络离子的不稳定常数 .....                | 111 |
| 八、标准电极电位 .....                   | 111 |
| 九、硫酸溶液的比重 .....                  | 113 |
| 十、对数表 .....                      | 114 |
| 十一、国际原子量表 .....                  | 116 |

## 实验的目的

普通化学是一门实验科学。实验是普通化学课程不可缺少的一个重要环节,它起着下列作用:

**1. 使课堂中讲授的重要理论及概念得到充实和巩固** 化学实验不仅能使理论知识形象化,并且能细致地说明这些理论和规律在应用时的条件、范围和方法,全面地反映化学现象的复杂性和多样性。

**2. 培养学生正确地掌握实验操作的技能** 由正确的操作才能得出准确的数据和结果,而后者又是正确的结论的主要依据。因此,化学实验中的基本操作的训练具有极重要的意义。

**3. 培养学生的独立思考和独立工作的能力** 学生需要联系课堂教学的知识,独立地准备实验、进行实验,细致地观察和分析实验现象,并作出应有的结论;从而逐步培养学生独立地将所学知识应用到实际问题中去的能力。

**4. 培养学生的正确的科学工作态度和习惯** 正确的科学工作态度是指实事求是的作风,忠实于观察到的客观现象。正确的科学工作习惯是指准确、细致、整洁等,这些都是作好实验的必要条件。同时,通过观察,使学生认识在不同条件下产生不同的现象,明确条件与反应的紧密依赖关系。

## 实验课的程序

**1. 预习** 学生在实验前需经过充分的预习。预习时要搞清楚实

实验的目的、内容、有关原理及注意事项等；并初步估计每一反应的预期结果。如果实验中有特殊的仪器或装置，应了解其使用方法或装置原理以及操作注意事项。在预习的同时，可将实验的操作步骤简要地记下，尽量用化学式、符号等表示，并注明试剂的用量、浓度以及其他必要的反应条件。实验内容后面所附的“实验前准备的思考题”，预习时应作深入了解。

**2. 提问和检查** 学生在做实验前，需经教师进行集体的或个别的查问，主要检查学生对实验是否作了应有的准备，即对实验的目的、主要内容、基本原理以及有关的基本操作是否清楚。如果发现个别学生准备不够，教师有权停止他进行本次实验，在指定的日期另行补做。

**3. 进行实验** 学生应遵守实验室规则，严格地根据实验教材上所指定的方法、步骤及药品用量来进行实验。细致地观察现象，如实地记录于实验报告中。在进行实验的同时，应深入思考，分析产生现象的原因。如有疑难，可讯问教师。

**4. 实验报告** 实验完毕后，应把完整的报告当堂（或在指定的日期内）交给教师。实验报告应力求记载清楚、结论明确、文字简练、书写整洁。不合格者，教师得退回学生重作。教师在接受报告时可以提出实验中的问题，对学生进行再次查问。

未交报告者（因故请假未参加实验者除外），不准参加下一次的实验。批改后的实验报告，学生应改正其中业经指出的错误，并妥为保存，以备教师统计成绩时查考。

## 实验室规则及注意事项

1. 必须在指定的位置进行实验，未经教师同意，不得擅自更换

位置。

2. 在實驗前应先清点實驗所用儀器。如有缺少或破損，應填寫儀器補領單，經教師簽名后，向儀器室補領。

3. 儀器如被損壞，應立即填寫儀器報損單，注明原因，經教師簽名后，向儀器室換取新儀器，并按照賠償制度處理。

4. 必須按照正確的操作方法進行實驗，并注意安全。不得擅自動用不熟悉的儀器。

5. 未經教師同意，不准作規定以外的實驗。

6. 必須按規定用量取用藥品，沒有規定用量的藥品以尽量少用為原則。如果取用的藥品有多余，不要放回原瓶中，以免沾污瓶中藥品，而應請示教師后再作處理。

7. 除初步洗滌儀器用普通水外，實驗中一般均用蒸餾水。

8. 不得取用別人(或別組)的儀器或藥品。

9. 在實驗室中不得大聲交談，不得扰乱他人實驗，应保持肅靜。

10. 不准在實驗室中飲食或吸煙。

11. 進行實驗時，必須保持桌面及實驗室的清潔。火柴梗、廢紙、金屬屑、廢液等不可丟進水槽，應投入或倒入廢紙簍或廢液鉢中，以防下水道及水槽堵塞或腐蝕。

12. 實驗完畢，應將儀器洗刷干淨，放回原處。把藥品按原来的次序排列整齊，把實驗桌面、水槽和地面打掃干淨。最后，洗淨雙手。

13. 實驗完畢，必須檢查電插头或閘刀是否拉开，煤氣閘門和水龙头等是否關閉。

14. 實驗室內一切物品(儀器、藥品或產物)不得携离實驗室。如有違犯，按校規處理。

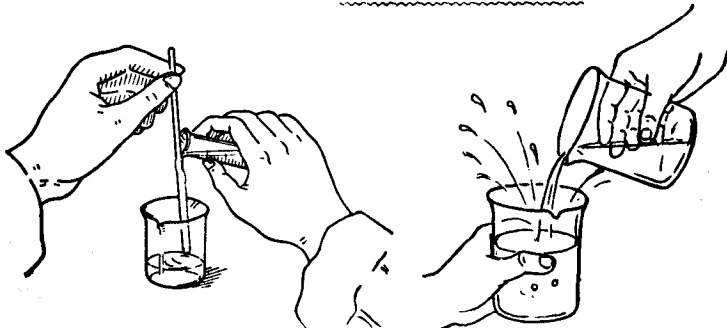
## 实验安全措施及意外事故的处理

1. 易燃药品不得靠近火焰。
2. 一切有毒或有恶臭气体的实验, 应在通风橱内或室外进行。
3. 不要直接俯嗅所产生的气体, 必要时可用手轻拂气体, 扇向自己后再嗅(图 1)。



图 1. 嗅气体的方法

4. 稀释浓酸(尤其是硫酸)时, 应将浓酸慢慢地注入水(盛在耐热容器如烧杯内)中(图 2, a), 切勿将水注入浓酸中(图 2, b)。



(a) 应将浓硫酸慢慢地注入水中

(b) 切勿将水注入浓硫酸中

图 2. 硫酸的稀释

5. 加热或傾倒液体时, 不可俯視該液体, 以防濺出时受到伤害(图 3); 同样原因, 加热試管时, 管口不可对着自己或別人(图 4)。

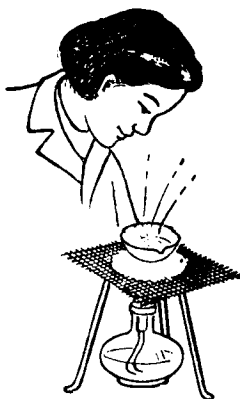


图 3. 不可俯視正在加热的液体



图 4. 加热时試管口不可对着人

6. 如有酸液或碱液潑濺在皮肤上, 必須立即用水冲洗。对于酸灼伤, 需再用 3%  $\text{NaHCO}_3$  溶液(或稀氨水、肥皂水)洗滌; 对于碱灼伤, 需再用 1%  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液洗滌。最后可塗一些凡士林或燙伤药膏。

当酸溅入眼内或被吸入口内时,除立即用水冲洗或漱口外,再用 3%  $\text{NaHCO}_3$  溶液洗涤或漱口;当碱溅入眼内或被吸入口内时,可再用  $\text{H}_3\text{BO}_3$  饱和溶液洗涤眼睛或漱口,并往眼中滴入一滴蓖麻油。

7. 如遇烫伤,不要用水洗涤伤处。如皮肤未破,可用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液或用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  粉末加水调成的糊状物塗搽烫伤处。如皮肤已破,应塗一些 10%  $\text{KMnO}_4$  溶液或紫药水或烫伤药膏。

8. 如遇创伤(玻璃或铁器刺伤等),伤处不能用手按摸,也不能用水洗涤。先将玻璃碎片等从伤处挑出,用紫药水、碘酒或红汞水塗搽伤处,必要时再撒上一些消炎粉,然后用绷带包扎。如伤势较重,撒上消炎粉后,用纱布按压伤口,立即就医缝合。

9. 如有溴液泼溅在皮肤上,应立即用酒精或苯或汽油洗涤,再塗搽甘油或烫伤药膏。

10. 如遇  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  或  $\text{CO}$  等有毒气体中毒时,应立即将中毒者移至有新鲜空气处,解松衣服,但要使之保持身体温暖;特别注意让中毒者安静休息。

11. 如遇触电事故,应立即拉开电门,截断电流;或尽快地用绝缘物(如木棒、竹杆等)使触电者与电流脱离接触。

12. 如遇严重的烫伤、创伤、中毒或触电等类事故时,除施以急救外,应立即就医治疗。

13. 如因酒精、苯或醚等引起着火时,应立即用湿布或砂土等扑灭;如火势较大,可使用  $\text{CCl}_4$  或  $\text{CO}_2$  泡沫灭火器,但不可用水扑灭。如遇电气设备着火,必须使用  $\text{CCl}_4$  灭火器,绝对不可用水或  $\text{CO}_2$  泡沫灭火器。

# 化学实验的基本仪器

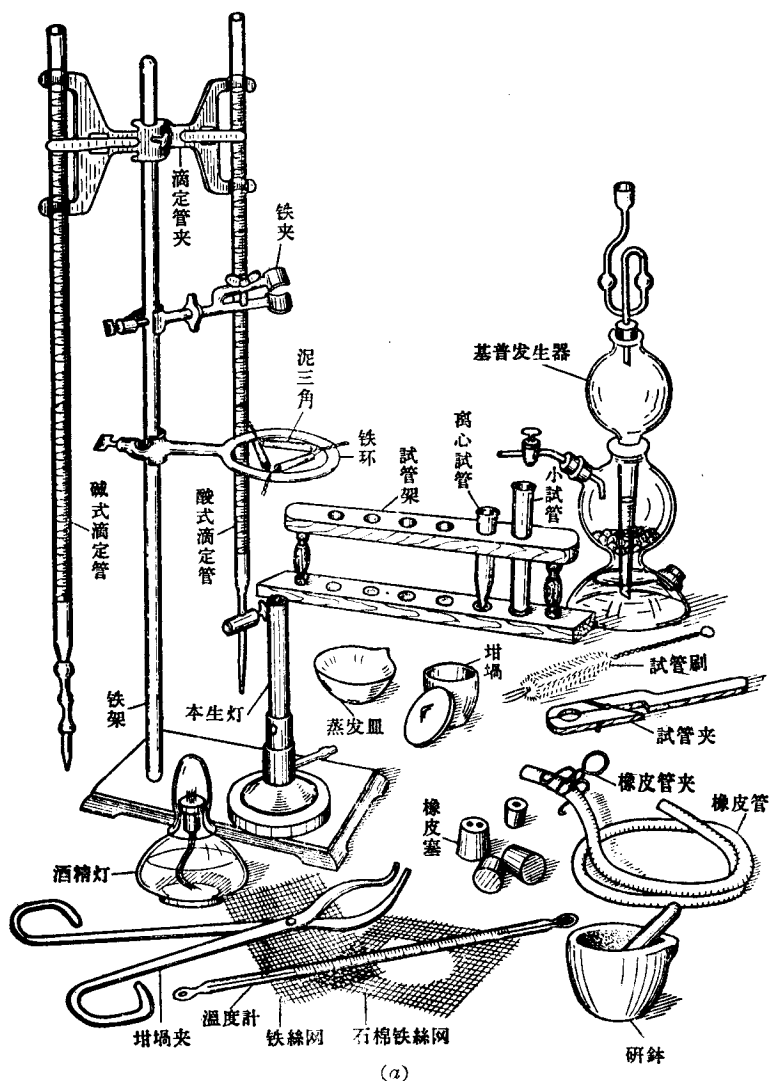


图 5. 化学实验的基本仪器

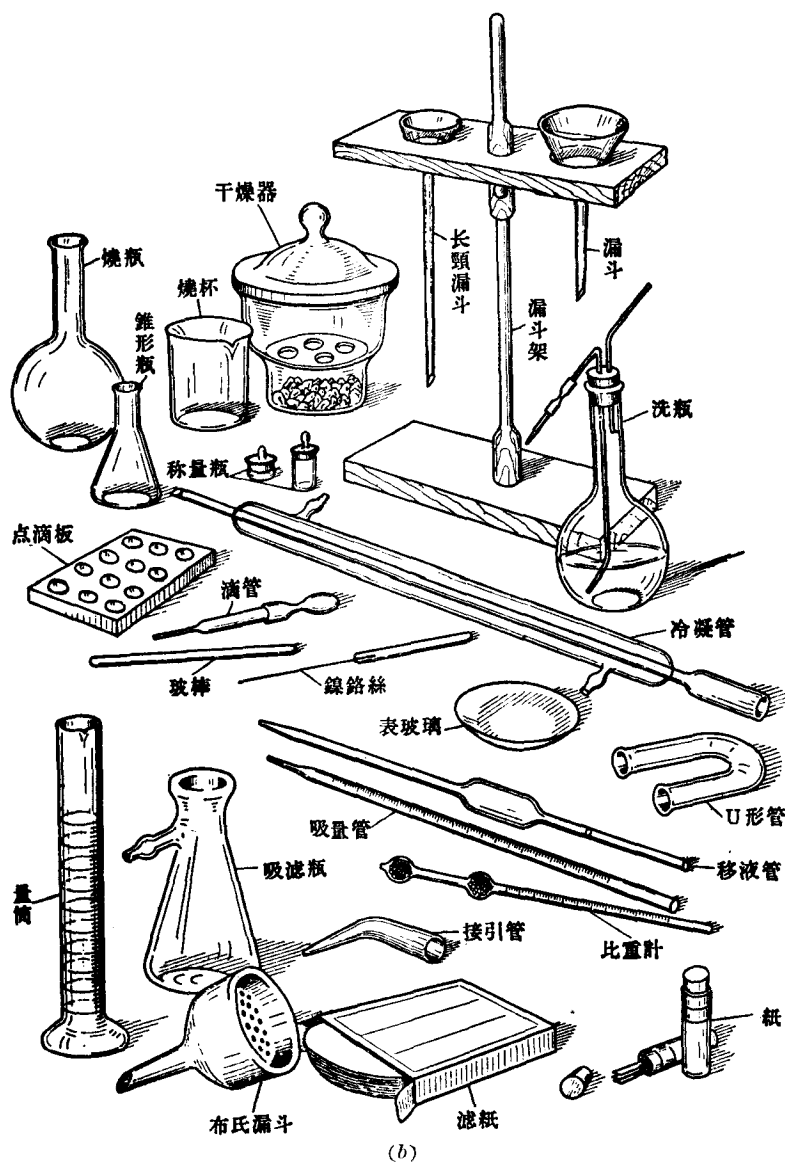


图 5. 化学实验的基本仪器

# 化学实验的基本操作

## 一、天平的使用方法

实验中由于对重量准确度的要求不同，需使用不同类型的天平进行称量。常用的天平有台天平(也叫台秤)、化学天平和分析天平等。一般说来，台天平可称量至 0.1 克，化学天平可称量至 0.01 克，而分析天平则可称量至 0.0001 克。

**台天平** 使用台天平前需先把游码放在刻度尺的零处，检查天平的摆动是否平衡。如果平衡，则指针摆动时所指标尺上的左右格数应相等，当指针静止时应指在标尺的中线。如果不平衡，可以调节螺旋，使之平衡。

称量时，将要称的物品放在左台上(或左盘内)，然后在右台上(或右盘内)添加砝码。砝码要从大的加起，如果太重，就顺序换放小的砝码，10 克以下的砝码用游码代替，直到天平平衡为止。台天平的砝码和游码是可以用手直接拿取和移动的。

称固体药品时，应在两台上(或两盘内)各放重量相仿的纸一张，然后用药匙将药品放在左台(或左盘)的纸上。(称  $\text{NaOH}$ 、 $\text{KOH}$  等固体时，应衬以表面玻

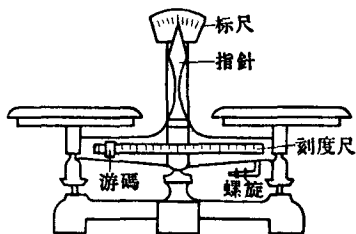


图 6. 台天平

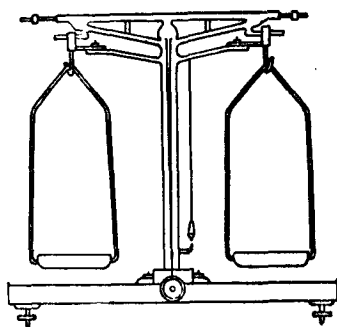


图 7. 化学天平

璃。)称液体药品时,要用已称过重量的容器盛放药品,称法同前。

**化学天平** 化学天平的构造如图7所示。它的使用方法可参看分析天平的使用方法。

**分析天平** 分析天平的构造和使用方法在实验四“分析天平的使用”中说明。

## 二、灯的使用和加热方法

### 灯的使用方法

实验室的加热操作中,常使用酒精灯、酒精喷灯、煤气灯或电炉等。酒精灯的温度通常可达 $400-500^{\circ}\text{C}$ ,酒精喷灯或煤气灯的温度通常可达 $1000^{\circ}\text{C}$ 左右,高温电炉则可达更高的温度。一般灯的火焰温度的分布如图8所示。

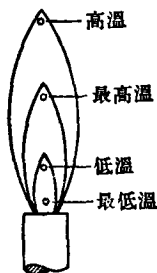


图8. 灯的火焰温度的分布

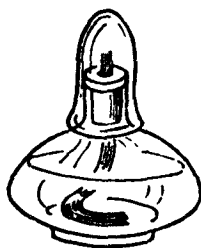


图9. 酒精灯

**酒精灯** 点燃酒精灯(图9)需用火柴,不可用已点燃的酒精灯直接去点燃别的酒精灯。熄灭灯焰时,只要将灯罩盖上,切勿用口去吹。长时间加热时最好预先用湿布将灯身包围,以免因灯内酒精大量挥发而发生危险。不用时,必须将灯罩盖好,以免酒精挥发。

**酒精喷灯** 常用的酒精喷灯有挂式(图10)及座式两种。挂式喷灯的酒精贮存在悬挂于高处的贮罐内,而座式喷灯的酒精则贮存在灯座内。