



普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材


# 无机及 分析化学实验

WUJI JI FENXI HUAXUE SHIYAN

刘建祥 刘守庆 主编

非外借



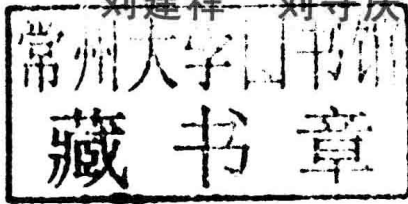
 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

普通高等教育农业部“十二五”规划教材  
全国高等农林院校“十二五”规划教材

# 无机及分析化学实验

刘建祥 刘守庆 主编



中国农业出版社

（北京）

（北京）

## 图书在版编目 (CIP) 数据

无机及分析化学实验 / 刘建祥, 刘守庆主编. —北京: 中国农业出版社, 2016. 7

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-21741-6

I. ①无… II. ①刘… ②刘… III. ①无机化学-化学实验-高等学校-教材②分析化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O61-33②O652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 123051 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 曾丹霞

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 8.75

字数: 152 千字

定价: 19.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 刘建祥 刘守庆

参 编 周世萍 梁 坤 杨发忠

李慧娟 王 瑛 李向红

郑荣波 周凡蕊 邓丽华

# 前言

2011年本书编者编写了《无机及分析化学》教材(中国农业出版社出版),该教材现已被部分农林院校和师范院校选用,为了进一步完善教材配套,西南林业大学化学系结合多年无机及分析化学的课程教学和实验教学经验编写了此教材。

本教材以“注重基本操作和基础实验,加强设计实验和综合实验,注重培养学生的创新思维与能力”为原则,把无机化学实验和分析化学实验有机结合,紧扣专业知识结构、实验技能两个主题,精选内容,全书包括绪论、化学实验基本操作和技能、基础实验、设计及综合实验4章35个实验。经过筛选,本教材所涉及的实验基本为无毒或低毒实验,在兼顾教学目的的同时避免对师生健康的损害,降低对环境的污染,符合安全和环保的理念,是一本以化学实验为载体、全面培养学生科学思维方法与绿色环保意识的教材。

本教材可作为《无机及分析化学》的配套教材,也可作为独立的无机及分析化学实验课程教材,适合于农林院校林学、农学、食品、环境、材料、生物技术类等专业的学生使用,也可作为其他相关专业学生学习和教师教学的参考教材。

本书在编写过程中参考了部分兄弟院校的教材,并吸收了部分内容,中国农业出版社也给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!虽然本教材的内容是成熟和可靠的,但限于编者水平,书中难免存在不妥之处,敬请使用者提出宝贵意见和建议,以便不断改进和完善。(联系邮箱:liujx\_swfc@126.com)

编者

2016年2月

# 目录

## 前言

第一章 绪论 .....	1
1.1 实验目的 .....	1
1.2 实验学习方法 .....	1
1.3 实验室规则 .....	2
1.4 化学实验室安全守则 .....	3
1.5 实验室事故的预防和处理 .....	3
1.6 实验室“三废”处理 .....	5
第二章 化学实验基本操作和技能 .....	7
2.1 容量器皿的洗涤和干燥 .....	7
2.2 实验室常用加热装置及加热方法 .....	8
2.3 固液分离与纯化 .....	10
2.4 滴定管的使用方法 .....	13
2.5 容量瓶的使用方法 .....	16
2.6 移液管和吸量管的使用方法 .....	17
2.7 天平的使用方法 .....	18
2.8 实验数据的记录及处理 .....	23
第三章 基础实验 .....	25
实验 1 玻工练习 .....	25
实验 2 食盐的精制 .....	27
实验 3 硫酸亚铁铵的制备及纯度检验 .....	30
实验 4 醋酸解离度和解离平衡常数的测定(pH法) .....	34

实验 5	碘酸铜溶度积的测定	36
实验 6	氯、溴、碘单质及化合物性质实验	38
实验 7	常见阳离子鉴定	41
实验 8	常见阴离子鉴定	44
实验 9	常用量器的校准练习	48
实验 10	分析天平的称量练习	50
实验 11	酸碱标准溶液的配制和比较滴定	52
实验 12	酸碱溶液的标定	55
实验 13	氨水中氨含量的测定	57
实验 14	混合碱分析(双指示剂法)	58
实验 15	EDTA 溶液的配制与标定	61
实验 16	自来水的总硬度及钙、镁含量测定	63
实验 17	胃舒平药片中铝含量测定	66
实验 18	氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	68
实验 19	样品(可溶性铅盐)中 Pb 含量的重量分析法测定	70
实验 20	含铁样品中 Fe 含量的重铬酸钾法测定	73
实验 21	过氧化氢含量的测定(高锰酸钾法)	76
实验 22	胆矾样品中 Cu 含量的碘量法测定	78
实验 23	土壤、自来水及橙汁的 pH 测定	81
实验 24	样品溶液中 $F^-$ 含量测定	83
实验 25	自动电位滴定法测定水中的 $Cl^-$	85
实验 26	氯化物和碘化物混合物中氯、碘离子的测定 ——连续电位滴定法	87
实验 27	磷钼蓝分光光度法测定微量磷的条件实验	89
实验 28	铁的吸光光度法测定	92
第四章	设计及综合实验	95
实验 29	食醋中醋酸含量的测定(设计实验)	95
实验 30	甲醛法测定样品中 N 含量(设计实验)	95
实验 31	阿司匹林含量的测定(设计实验)	96
实验 32	蛋壳中钙、镁含量的测定(设计实验)	97
实验 33	分光光度法测定水中 As(设计实验)	98
实验 34	食品中维生素 C 含量测定(综合实验)	99
实验 35	生活污水的水质分析(综合实验)	102

实验 35-1	pH 及氟含量的测定 .....	103
实验 35-2	硬度测定 .....	105
实验 35-3	水中盐类总量的测定 .....	108
实验 35-4	水中化学需氧量(COD)的测定 .....	111
实验 35-5	水中溶解氧的碘量法测定 .....	113
实验 35-6	水中 Cr(VI)的测定 .....	116
附录	.....	119
主要参考文献	.....	130



# 第一章 绪 论

## 1.1 实验目的

无机及分析化学是一门以实验为基础的自然学科，实验的目的在于通过理论课程知识为指导，进一步培养学生动手能力和创新能力，同时通过实践进一步学习、巩固、验证理论课程知识，达到理论与实践的紧密结合。

(1)通过掌握物质变化的感性知识，掌握重要化合物的制备、分离、分析的方法，加深对基本原理和基本知识的理解，培养用实验方法获取新知识的能力。

(2)通过实验操作的严格训练，能够正确使用各类相关仪器，熟练规范地掌握实验操作的基本技能，能独立地完成实验的基本要求和任务。

(3)通过实验现象的观察、结果分析和数据处理，培养细致观察、严肃认真、实事求是的科学态度，提高实验现象和实验结果分析研判的能力。

(4)通过了解实验室工作的相关要求，掌握实验室试剂药品和仪器的管理，实验可能发生的一般事故及其处理，实验室废液的处理方法，养成良好的实验室工作习惯。

## 1.2 实验学习方法

**1. 预习** 预习是做好实验的前提，实验前任课教师需对预习报告进行检查，不合格者不允许进行实验。预习时应注意以下几方面的内容：

(1)查阅实验教材、理论教材及参考资料中的相关内容。

(2)明确本次实验的目的和原理。

(3)了解实验的内容、操作步骤、注意事项和数据处理方法。

(4)实验课前按实验报告要求写好报告。

**2. 实验** 实验课上，指导教师对实验内容和注意事项进行讲解，必要的操作进行示范，学生须认真听讲和领会，做到能够独立、规范地开展实验，完成实验内容。

(1)规范操作，细心观察，如实记录。

(2)保持肃静,遵守规则,注意安全,整洁节约。

(3)在实验过程中,要勤于思考,注意培养严谨的科学态度和实事求是的科学作风。

**3. 实验报告** 实验报告是每次实验完成情况的最终体现,实验结束必须根据实验现象、实验数据,通过计算得出实验结果,实验结束后必须及时完成实验报告并交给指导老师审阅,未达到要求的要重做。

实验报告主要包括以下内容:

(1)实验名称、实验日期、学生信息。

(2)实验目的和实验原理。

(3)主要仪器和试剂。

(4)操作步骤。

(5)数据记录及结果处理。

### 1.3 实验室规则

为了保证实验的正常进行和培养良好的实验室作风,学生必须遵守下列实验室规则。

(1)实验前做好一切准备工作,认真预习实验教材有关部分,做好预习报告,明确实验目的,了解实验内容,熟悉操作步骤,做到心中有数,预习报告必须通过老师的检查,不合格者不准进入实验室进行实验。

(2)进入实验室应该熟悉实验室环境,了解水、电总阀所在位置,熟悉消防器材放置地点和使用方法。严格遵守实验室的安全守则,发生意外事故应及时处理并报告老师。

(3)实验过程应保持安静和遵守秩序,思想要集中,操作要认真,观察要细致,思考要积极,记录要翔实,要保证原始数据的真实性和可信度,不得涂改原始数据。

(4)遵从教师的指导,严格按照操作规程和实验步骤进行实验。学生若有新的见解和建议,要改变实验步骤或试剂规格及用量时,须征求教师同意后,方可改变。

(5)保持实验室整洁。做到桌面、地面、水槽、仪器等干净,污水、污物、残渣、废纸等放入指定的废料桶、废料缸中,不要乱抛乱丢,更不得扔入水槽中,以免堵塞下水道。废酸碱液应倒入指定的废液缸中,不得倒入水槽,以免损坏下水道。

(6)实验过程中暂时不用的器材,要整理清洁,不要随意堆放在桌面上。

爱护公物，公用仪器及药品用后归还原处，仪器损坏，按照赔偿制度处理。节约水、电和消耗性药品的用量。

(7) 实验过程中使用精密贵重仪器，应先了解其性能和操作方法，经老师认可后方可使用。出现问题应及时报告老师，不能自己随意处理。

(8) 实验完毕后，清洗用过的玻璃仪器，对自己的实验台进行整理，值日生负责对整个实验室打扫，倒洗废物缸，检查水电，关好门窗，填写值日日志，经老师同意后方可离开。

## 1.4 化学实验室安全守则

化学实验室中很多试剂属于易燃、易爆、有毒及腐蚀的危险品，存在着较大的安全隐患。所以进行化学实验时，必须重视安全问题，绝不可麻痹大意。初次进行化学实验的学生，应接受必要的安全教育，且每次实验前都要仔细阅读实验室中的安全注意事项。在实验过程中，要遵守以下安全守则：

(1) 学生进入实验室，必须遵守实验室的各项规章制度，服从指导教师的管理。

(2) 实验开始前应检查仪器是否完好无损，装置是否正确稳妥。

(3) 实验室内严禁吸烟、饮食、大声喧哗、打闹。

(4) 洗液、强酸、强碱等具有强烈的腐蚀性，使用时应特别注意，不要溅在皮肤、衣服或鞋袜上。

(5) 有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内进行，嗅闻气体时，应用手轻拂气体，把少量气体扇向自己再闻，不能将鼻孔直接对着瓶口。

(6) 挥发和易燃物质的实验，必须远离火源。有毒试剂(如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸盐等)要严防进入口内或接触伤口，也不能随便倒入水槽，应倒入回收瓶回收处理。

(7) 禁止随意混合各种试剂药品，以免发生意外事故。

(8) 实验结束后应将材料、工具等整理好放回原处，借用物品要及时归还，离开实验室前要及时关闭水、电、气、窗，清洁实验环境，经指导教师同意方可离开实验室。

## 1.5 实验室事故的预防和处理

1. 火灾的预防和处理 实验室中使用的有机溶剂大多数都是易燃的，预防火灾极其重要，使用中要注意以下事项：易燃溶剂不能放在敞口容器中，加

热时应根据实验要求及易燃物的特点选择热源，并远离火源。回流和蒸馏有机物时应放沸石，加热速度应缓慢并严禁直接加热。加热过程中应检查装置的气密性。处理大量的可燃性液体时，应在通风橱或指定的位置进行，室内应无火源。

实验室如发生失火事故，室内全体人员应积极而有秩序地参加灭火，火势较大时应立即撤离人员。一般采取如下措施：熄灭附近火源，切断电源，移开附近的易燃物质。有机化学实验室灭火常采用使燃着的物质与空气隔绝的方法，通常不能用水。小火可用湿布或黄沙盖熄，如果电器着火，必须先切断电源，然后才能用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火(注意：用四氯化碳灭火，应打开门窗，否则有光气中毒的危险!)。绝不能用水和泡沫灭火器灭火，因为它们能导电，会使人触电甚至死亡。如果衣服着火，切勿奔跑，用厚的外衣包裹使其熄灭，较严重的应躺在地上，用防火毯紧紧包住直至火熄灭。

总之，应根据起火原因和火场周围情况，采用不同的方法扑灭火焰。无论使用哪一种灭火器材，都应从火焰的四周向中心扑灭。

**2. 灼伤的预防和处理** 皮肤接触高温、强酸、强碱或腐蚀性物质后都会被灼伤，因此实验过程中要避免与上述能引起灼伤的物质接触。取用腐蚀性化学药品时，应佩戴橡胶手套和防护眼罩，一旦发生灼伤应立即处理。

#### (1) 酸灼伤。

皮肤：立即用大量水冲洗(不要用手搓洗)，然后用5%碳酸氢钠溶液洗涤，再涂上油膏，并将伤口扎好。

眼睛：抹去溅在眼睛外面的酸，立即用水冲洗(将橡皮管套在水龙头上用小水对准眼睛冲洗，再用稀碳酸氢钠溶液洗涤，最后滴入少许蓖麻油。

衣服：先用水冲洗，再用稀氨水洗，最后用水冲洗。

地板：先撒石灰粉，再用水冲洗。

#### (2) 碱灼伤。

皮肤：先用水冲洗，然后用饱和硼酸溶液或1%醋酸溶液洗涤，再涂上油膏，并包扎好。

眼睛：眼睛受到溴蒸气刺激，暂时无法睁开时，可对着盛有卤仿或酒精的瓶内注视片刻。

上述各种急救法，仅为暂时减轻疼痛的措施。若伤势较重，在急救之后，应急速送医院诊治。

(3) 烫伤。轻伤者涂以玉树油或鞣酸油膏，重伤者涂以烫伤油膏后即送医院诊治。

**3. 中毒的预防和处理** 为防止中毒，应注意以下事项：不能用嘴吸量

管，抽气过滤时也不能用嘴吸气，以免误服有毒药品；实验中所用到的剧毒物质应有专人负责收发，并向使用者提出操作规程，实验后的有毒残渣必须进行妥善有效的处理，不准随意丢弃；操作有毒药品必须佩戴橡胶手套；反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验应在通风橱中进行。

若毒物已溅入口中而尚未咽下的应立即吐出来，用大量水冲洗口腔，如已吞下，应根据毒物的性质给以解毒剂，并立即送医院急救。

**腐蚀性毒物中毒：**对于强酸，先饮大量的水，再服氢氧化铝膏、鸡蛋白；对于强碱，也要先饮大量的水，然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒都需灌注牛奶，不要吃呕吐剂。

**刺激性及神经性中毒：**先服牛奶或鸡蛋白使之缓解，再服用硫酸镁溶液（约 30 g 溶于一杯水中）催吐，并立即送医院。

**吸入气体中毒：**将中毒者搬到室外，解开衣领及纽扣。吸入少量氯气和溴气者，可用碳酸氢钠溶液漱口。

为了处理事故，实验室应备有急救箱，其内放置下述物品：

- (1) 绷带、纱布、棉花、橡皮筋、医用镊子、剪刀等。
- (2) 凡士林、玉树油或鞣酸油膏、烫伤油膏及消毒剂等。
- (3) 醋酸溶液(2%)、硼酸溶液(1%)、碳酸氢钠溶液(1%及饱和)、酒精、甘油、红汞、龙胆紫等。

## 1.6 实验室“三废”处理

化学实验中经常会产生种类繁多的废气、废水、废渣，这“三废”直接排放到空气、下水道或丢弃，将对环境造成污染，甚至威胁人们的健康。

### 1. 常用的废气处理方法

(1) 通风柜排放。当做产生少量有害气体的实验时，可以在通风柜中进行，通过排风设备把有害气体排放到室外，利用室外的大量空气来稀释减少危害。

(2) 溶液吸收法。溶液吸收法即用适当的液体吸收剂处理气体混合物，除去其中有害气体的方法。常用的液体吸收剂有水、碱性溶液、酸性溶液、氧化剂溶液和有机溶剂，它们可用于净化含有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、汞蒸气、酸雾、沥青烟和有机物蒸气的废气。

(3) 固体吸收法。固体吸收法是使废气与固体吸收剂接触，废气中的污染物吸附在固体表面从而被分离出来。此法主要用于净化废气中低浓度的污染物质。

### 2. 常用的废水处理方法

(1) 中和法。对于酸含量小于 5% 的酸性废水或碱含量小于 3% 的碱性废

水，常采用中和处理方法。无硫化物的酸性废水，可用浓度相当的碱性废水中和；含重金属离子较多的酸性废水，可通过加入碱性试剂（如  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）进行中和。

(2) 萃取法。采用与水互不相溶但能良好溶解污染物的萃取剂，使其与废水充分混合，提取污染物，达到净化废水的目的。例如含酚废水就可以二甲苯作萃取剂。

(3) 化学沉淀法。在废水中加入某种化学试剂，使之与其中的污染物发生化学反应，生成沉淀，然后进行分离。此法适用于除去废水中的重金属离子（如汞、镉、铜、铅、锌、镍、镉等）、碱金属离子（钙、镁）及某些非金属（砷、氟、硫、硼等）。如氢氧化物沉淀法可用  $\text{NaOH}$  作沉淀剂处理含重金属离子的废水；硫化物沉淀法是用  $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{CaS}_x$  或  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  等作沉淀剂除汞、砷。

(4) 氧化还原法。水中溶解的有害无机物或有机物，可通过化学反应将其氧化或还原，转化成无害的新物质或易从水中分离除去的形态。常用的氧化剂主要是漂白粉，用于含氮废水、含硫废水、含酚废水及含氨氮废水的处理。常用的还原剂有  $\text{FeSO}_4$  或  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，用于还原 6 价铬；还有利用活泼金属如铁屑、铜屑、锌粒等，用金属还原法除去废水中的汞。

此外，还有活性炭吸附法、离子交换法、电化学净化法等。

**3. 常用的废渣处理方法** 废渣主要采用掩埋法。有毒的废渣必须先进行化学处理，然后深埋在远离居民区的指定地点，以免毒物溶于地下水而混入饮用水中；无毒废渣可直接掩埋，掩埋地点应有记录。

## 第二章 化学实验基本操作和技能

### 2.1 容量器皿的洗涤和干燥

化学实验开始前,必须保质保量地完成仪器的洗涤。通常来说,仪器上的污物包括尘土及其他不溶性物质、可溶性物质、有机物(包括油垢)等。根据具体情况可选择水刷洗、去污粉或洗涤剂洗、洗液洗、特殊试剂洗涤。

1. 一般洗涤 一般玻璃器皿可用毛刷蘸取去污粉或皂液刷洗,然后用自来水冲洗,最后用蒸馏水冲洗即可。

2. 洗液洗涤 对于无法用毛刷洗涤的容量器皿可用洗涤液清洗。实验室常用的洗涤液主要有以下几种:

(1)肥皂液、碱液及合成洗涤剂。这些洗液适合洗涤被油脂或其他某些有机物(如有机酸)污染的容器。

(2)NaOH -  $\text{KMnO}_4$  水溶液。称取 4 g  $\text{KMnO}_4$  于 250 mL 烧杯中,加入少量水使之溶解,再向烧杯中加入 100 mL 10% NaOH 溶液,混匀后贮存在带橡胶塞的棕色试剂瓶中备用。此洗液适合于洗涤油污及其他有机物污染的器皿。

(3)酸性草酸和盐酸羟胺溶液。称取 10 g 草酸或 1 g 盐酸羟胺溶于 100 mL 20% 的盐酸溶液中即可。此溶液适于洗涤氧化性物质(如  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等)污染的容器。

(4)有机溶剂洗涤液。洗涤聚合体、油脂及其他有机物时,可直接取丙酮、乙醚、苯,或 NaOH 的饱和乙醇溶液洗涤。

(5)铬酸洗液。称取 10 g 重铬酸钾置于 500 mL 烧杯中,加 20 mL 水溶解后,缓慢加入 200 mL 浓硫酸溶液,边加边搅拌,配好的洗液呈红棕色。冷却后转入玻璃瓶中备用,塞子应严密,以防浓硫酸吸水。这种洗液在使用时要注意不能溅到身上,以防损坏衣服和烫伤皮肤。使用前必须先将器皿用自来水和毛刷洗涤,倾尽水珠后将洗液倒入器皿中浸泡数分钟,而后将洗液倒回原瓶,以便反复使用。当洗液用久后变为黑绿色时,说明洗液无氧化洗涤力,但不能将洗液倒入水池和下水道里,要另行处理,以免造成污染。经洗液洗涤后的器皿,用自来水冲洗干净后再用蒸馏水冲洗 2~3 次。

3. 判断仪器洗干净的方法 仪器洗涤后应该完全被水润湿,倒转之后水

沿器壁均匀流出，最终内壁上形成一薄层均匀的水膜，而不形成水珠。

**4. 干燥** 仪器洗涤之后如果需要干燥，可根据情况采用自然晾干、烘干、烤干、吹干、用有机溶剂干燥等方法。注意：有刻度的容器(烧杯及锥形瓶等除外)不能采用加热的方法进行干燥，一般可采用晾干、用有机溶剂干燥或冷风吹干的方法。

## 2.2 实验室常用加热装置及加热方法

**1. 常用加热装置** 化学实验室中，常用的加热装置主要有酒精灯、酒精喷灯或煤气灯、电炉或电加热套、马弗炉、烘箱等。

(1)酒精灯。酒精灯是以酒精为燃料的加热装置，其主要由灯芯、灯芯管、灯体、灯帽构成。酒精灯的火焰一般分为三层，由外到内分别称为外焰、内焰及焰心(图 2-1)，外焰温度较高，可达  $400\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，可作为一般加热的热源。

使用酒精灯时，需要注意以下问题：

① 使用前应检查并修整灯芯：正常情况下，酒精灯灯芯应平整，无烧焦现象，灯芯长度及松紧适度，伸出灯芯管的高度适中。若灯芯不理想，应及时更换或处置。

② 检查酒精量：酒精灯中酒精量以灯体容积的  $1/2\sim 2/3$  为宜，过多或过少都易造成事故。若使用过程中酒精不足需添加酒精时，一定要先熄灭火焰，然后再添加，严禁燃着时添加。

③ 点燃：检查完毕后，取下灯帽并直立放置在实验台上，用火柴从灯芯侧面将其点燃，绝不允许用另一盏燃着的酒精灯点燃，以免发生事故。

④ 熄灭：加热完毕或中途需添加酒精时，需用灯帽将火焰盖灭，绝不允许用嘴吹灭。

⑤ 保养与维护：酒精灯短期不用时，应盖好灯帽，以免酒精大量挥发，若长期不用，应将酒精倒出，并盖好灯帽，在灯帽与灯颈间夹入一小纸片，避免灯帽与灯颈发生粘连。

(2)酒精喷灯或煤气灯。酒精喷灯以酒精为燃料，煤气灯以煤气为燃料，二者均可获得较高的加热温度，可用作玻工制作的热源。由于煤气灯需要有煤气管道，实验室中不易获得，因此本教材仅对酒精喷灯进行介绍。

酒精喷灯主要由灯管、空气调节器、预热盘、铜帽、酒精壶等几部分构成，使用时，需先在预热盘中加入适量酒精，点燃后预热灯管，并让酒精大量

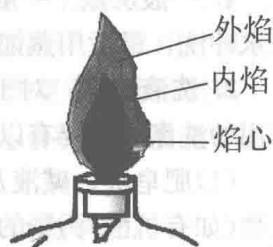


图 2-1 酒精灯火焰



挥发，当达到足够温度后，产生足够温度的火焰。正常情况下，酒精喷灯的火焰同样分为外焰、内焰及焰心三层，加热时，多以外焰为热源。

使用酒精喷灯时应注意以下几点：

- ① 使用酒精喷灯时，首先用捅针疏通酒精蒸气出口，以保证出气口畅通。
- ② 借助小漏斗向酒精壶内添加酒精，酒精壶内的酒精不能装得太满，以不超过酒精壶容积的  $2/3$  为宜。
- ③ 往预热盘里注入一些酒精，点燃酒精使灯管受热，待酒精接近燃完且在灯管口有火焰时，上下移动空气调节器调节火焰为正常火焰。
- ④ 座式喷灯连续使用不能超过半小时，如果超过半小时，必须暂时熄灭喷灯，待冷却后，添加酒精再继续使用。
- ⑤ 用完后，用石棉网或硬质板盖灭火焰，也可以将调节器上移来熄灭火焰。若长期不用，须将酒精壶内剩余的酒精倒出。
- ⑥ 若酒精喷灯的酒精壶底部凸起，不能再使用，以免发生事故。

(3) 电炉或电加热套。这类加热装置以电为能源，可代替酒精等作为一般加热的热源。使用电炉加热时，在电炉与受热装置间应放置石棉网，以使其受热均匀。

(4) 烘箱。烘箱也叫电热鼓风干燥箱，是实验室中最常用的设备之一，可作为加热、干燥仪器使用。一般烘箱由箱体、鼓风装置、加热装置、控温元件、搁板几部分构成，通常其设计温度不超过  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

烘箱在使用时应注意以下事项：

- ① 严禁将易燃、易爆物品放入烘箱加热，以免发生爆炸。
- ② 工作室搁板承重一般不超过  $15\text{ kg}$ ，严禁超载。
- ③ 升温及干燥过程中，要将烘箱门关严。

(5) 马弗炉。马弗炉又称高温电炉，通常以电炉丝、硅碳棒、硅钼棒作为加热元件，以电炉丝加热时，其加热温度一般不超过  $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，以硅碳棒、硅钼棒为加热元件时，加热温度可超过  $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，但一般不会超过  $1\ 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。马弗炉根据需要可做成不同形状，常见有箱式炉、管式炉、坩埚炉等。

使用马弗炉时应注意以下事项：

- ① 使用温度不得超过额定温度，以免烧毁电热元件。
- ② 禁止向炉内灌注各种液体及易溶解的金属。
- ③ 应根据技术要求，定期检查电炉、控制器的各接线的连线是否良好，指示仪指针运动时有无卡住滞留现象。
- ④ 热电偶为测温元件，严禁在高温时骤然拔出，以防外套炸裂。
- ⑤ 保持炉膛清洁，及时清除炉内氧化物之类物质。