



SHIYOU

中等专业学校教学用书

油田基础
化学实验

张学金
编

石油工业出版社

3H17010

中等专业学校教学用书

油田
基础

化学
实验

石油工业出版社

中等专业学校教学用书

油田基础化学实验

张学金 编

石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书包括有机化学、分析化学、物理化学、胶体化学的实验38个。为加强学生的基本操作训练,首先介绍了化学实验基本操作要求和注意事项等。

本书可配合地质、采油、钻井专业学生学习《油田基础化学》时使用。各专业可以根据各自特点选择一些重点实验让学生操练。

本书还包括常用数据及实验报告格式等附录15个,供学生查阅、参考。

中等专业学校教学用书

油田基础化学实验

张学金 编

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京昌平第一排版厂排版

北京怀柔燕文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 8印张 191千字 印 3,001-8,000

1992年5月北京第1版 1992年12月北京第2次印刷

ISBN 7-5021-0709-6/TE·671(课)

定价: 2.00元

前 言

本书是根据教学大纲的要求，配合《油田基础化学》编写的实验教材，可供石油中等专业学校地质专业、钻井专业、采油专业使用。各专业可根据教学大纲的要求选做其中的实验内容。

本书所选的主要实验内容是为了配合讲课，使教材中的重要理论和知识通过实验进一步加深、巩固和扩大，同时也考虑到油田的需要，注意了理论与实际的联系。

考虑到各油田及各学校的情况不同，实验内容应具有广泛的适应性，因此除了必做的实验之外，也编入了一些选做的实验内容，供各校根据实际情况灵活选用。

由于《油田基础化学》属于专业基础课，虽然有关化学实验的基本操作已在化学课中作了介绍，为了加强基本技能训练，对于某些基本操作技能（如称量、加热、洗涤、分离、干燥等）还应在不同的实验中反复练习。除此之外，特别要加强分析天平、酸度计、电位差计、粘度计的使用练习。

在实验课教学中，要十分注意培养学生分析问题和解决问题的能力，通过观察现象得出科学结论，根据所学理论解释实验现象。

本书由辽河石油学校张学金编写，岳福山（高级讲师）审阅。由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，诚恳希望读者批评指正。

编者

1990年12月

目 录

一、实验程序与要求	1
二、实验室规则	2
三、实验室安全守则	3
四、实验室意外事故处理	5
五、化学实验室常用仪器	6
六、化学实验基本操作	9
(一) 天平的使用	9
(二) 加热方式和加热操作	9
(三) 玻璃仪器的洗涤	11
(四) 药品的取用	12
(五) 容量瓶、滴定管和移液管的洗涤和使用	12
(六) 液体和固体的分离	16
(七) 仪器干燥及干燥器的使用	17
(八) 试纸的使用	18
七、实验和计算中的有效数字	19
实验一 乙烯的制备和性质	20
实验二 乙炔的制备和性质	21
实验三 芳烃的性质	22
实验四 醇、酚、醚的性质	23
实验五 羧酸及其衍生物的性质	26
实验六 分析天平的原理及使用	27
实验七 酸、碱标准溶液的配制和滴定终点练习	32
实验八 盐酸标准溶液的标定	34
实验九 氢氧化钠标准溶液的标定	35
实验十 工业硫酸纯度的测定	36
实验十一 烧碱分析	37
实验十二 油田地下水碱度的测定	38
实验十三 油田地下水 CO_2 含量的测定	42
实验十四 EDTA标准溶液的配制与标定	45
实验十五 水硬度的测定	46
实验十六 油田地下水 SO_4^{2-} 离子含量的测定	48
实验十七 水总含盐量的测定	50
实验十八 高锰酸钾溶液的配制与标定	52
实验十九 硫酸亚铁含量的测定	53

实验二十	地下水耗氧量的测定	54
实验二十一	$K_2Cr_2O_7$ 标准溶液的配制及铁矿石中铁的测定	56
实验二十二	碘量法标准溶液的配制与标定	58
实验二十三	胆矾中 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 含量的测定	60
实验二十四	油田地下水硫化氢含量的测定	61
实验二十五	溴标准溶液配制和苯酚的测定	63
实验二十六	硝酸银标准溶液的配制与标定	65
实验二十七	水中 Cl^- 离子含量的测定	66
实验二十八	气体常数的测定	67
实验二十九	化学反应速度和化学平衡	69
实验三十	液体饱和蒸气压的测定	71
实验三十一	液体表面的吸附与最大气泡法测表面张力	74
实验三十二	表面张力仪法测表面张力	77
实验三十三	原电池电动势及溶液pH值的测定	81
实验三十四	溶胶界面电泳	85
实验三十五	溶胶的聚沉	88
实验三十六	乳状液的制备和性质	91
实验三十七	粘度法测高聚物的相对分子质量	94
实验三十八	表面活性剂HLB值的测定	98
附录:	水分析结果的整理及化学分类	100
	(一) 水分析结果的审查	100
	(二) 水的化学分类	102
	(三) 水分析结果的整理	103
附表 1	强酸、强碱、氨溶液百分浓度、密度、摩尔浓度	106
附表 2	常见化合物的摩尔质量	107
附表 3	弱酸、弱碱在水中的离解常数	108
附表 4	缓冲溶液的制备	110
附表 5	普通缓冲溶液的配制	111
附表 6	基准物质及其干燥温度	112
附表 7	常用的掩蔽剂	113
附表 8	标准电极电位 (25℃)	113
附表 9	国际相对原子质量表 (1985)	114
附表 10	水的饱和蒸汽压	115
附表 11	水的密度	116
附表 12	不同温度下几种常用液体的密度	117
附表 13	水的粘度	118
附表 14	水的表面张力	118
附表 15	物理化学 (胶体化学) 实验报告	118

一、实验程序与要求

1. 预习

充分预习实验教材是做好实验的一个重要环节。预习时，应当搞清实验的目的、内容、有关原理、操作方法及注意事项等，并思考、估计每一个反应的预期结果。要根据不同的实验及指导教师的要求做好预习报告。如有需要，也可在教师的指导下到实验室进行预习。对于实验内容后面的思考题，预习时应认真思考。

2. 提问和检查

实验开始前由指导教师进行集体或个别提问和检查，一方面了解学生的预习情况，另一方面具体指导学生的预习方法。检查的内容主要是实验的目的、内容、原理、操作和注意事项等。如发现个别学生准备不够，教师可以停止他们进行本次实验，另外指定日期补做。

3. 实验

学生应遵守实验室规则，接受教师指导，按照实验教材上规定的方法、步骤及药品的用量进行实验。实验过程中要细心观察、如实记录，同时深入思考、分析现象产生的原因。若有可能，可对实验结果进行初步计算或画出草图，以了解实验的进展。

结束实验前应认真核对数据，并对最后结果进行估算，若有必要可以补测有关数据。若有疑问，可相互讨论或询问指导教师。

每位学生必须准备一个实验记录本，所有数据都应完整和如实地记录。应予舍弃的数据，划上一条线即可。

实验室内应保持安静，不得高声说话及任意走动，严格遵守实验室安全规则，以保证实验顺利进行。

实验中应注意爱护仪器、节约药品，实验结束后仔细清洗仪器，打扫清洁卫生。

4. 实验报告

完成实验后，学生应当在指定时间内写好实验报告。撰写实验报告的目的不仅仅是向指导教师报告实验结果和自己对实验结果的分析，更重要的是锻炼学生总结和表达实验结果的能力。实验报告由课代表收齐后交给指导教师。

实验报告一般应包括：实验目的、仪器装置、实验步骤、实验数据、结果处理、作图、问题及讨论等项。

实验目的的阐述应简单明了，说明所用实验方法和研究的对象。

仪器装置用简图表示，并注明各部分的名称。

实验数据应尽可能以表格形式表示。不要遗忘某些实验条件(如温度、大气压等)的记录。

结果处理应写出计算公式，注明公式中所需的已知常数数值，并注意所用的单位。有时可以将实验数据和结果处理合并为一项。

作图必须使用坐标纸。图要端正地粘贴在实验报告上。

讨论的内容应包括实验中观察到的特殊现象，以及原理、操作、仪器设计和实验误差等。

实验报告要描述清楚、结论明确、文字简练、书写整洁。不合格者，教师可退还本人重做。教师对批阅实验报告时发现的问题，可在下次实验前对学生进行再次检查。

二、实验室规则

(1) 实验前清点仪器。如发现有破损或缺少,应立即报告教师,并按规定手续向实验准备室补领。实验时仪器如有损坏,亦应按规定手续向实验准备室换取新仪器。未经教师同意,不得拿用别的位置上的仪器。

(2) 实验时保持肃静,集中思想,认真操作,仔细观察现象,如实记录结果,积极思考问题。

(3) 实验时应保持实验室和桌面清洁整齐。火柴梗、废纸屑、废液、金属屑等应投入指定容器或地点,严禁投入或倒入水槽内,以防水槽和下水道堵塞和腐蚀。

(4) 要爱护国家财物,小心使用仪器和实验设备,注意节约水、电、药品。使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行,要谨慎细致。如发现仪器有故障,应立即停止使用并及时报告指导教师。

药品应按规定量取用。药品自瓶中取出后,不应再倒回瓶中,以免带入杂质;取用药品后应立即盖上瓶塞,并随即将瓶放回原处,以免搞错瓶塞沾污药品。

(5) 实验时必须按正确方法操作,注意安全。

(6) 实验完毕后将玻璃仪器洗涤干净,放回原处。先整理好桌面,打扫干净水槽和地面,最后洗净双手。

(7) 实验完毕后必须检查电插头或闸刀是否拉开,水龙头、煤气龙头是否关闭等。实验室内的一切物品(仪器、药品和产物等)不得带离实验室。

三、实验室安全守则

化学药品中有很多是易燃、易爆、有腐蚀或有毒物品。所以在化学实验时，首先必须在思想上十分重视安全问题，决不能麻痹大意。其次，在实验前应充分了解安全注意事项。在实验过程中要集中注意力，遵守操作规程，避免事故的发生。

(1) 试管加热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，以免液体溅出受到伤害（图1、图2）。

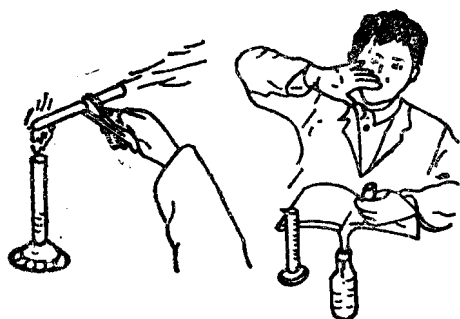


图 1 试管加热时不可对着人



图 2 不可俯视正在加热的液体

(2) 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，扇向自己后再嗅（图3）。

(3) 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其他酒精灯，以免酒精流出引起火灾。

(4) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，注意切勿将酸碱溅在衣服、皮肤，尤其是眼睛上。稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢倒入水中（图4a），不能将水往浓硫酸里倒以免发生迸溅（图4b）。

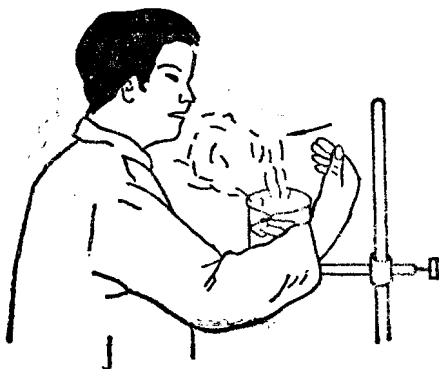


图 3 嗅闻气体的方法

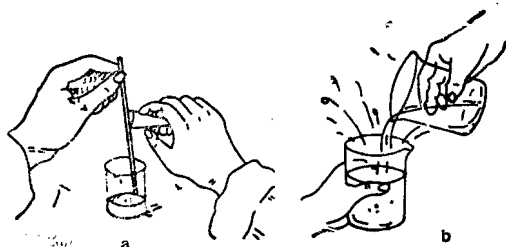


图 4 硫酸的稀释

(5) 凡能产生有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内（或通风处）进行。

(6) 有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物等，特别是氰化

物) 不得入口或接触伤口。也不能将有毒药品随便倒入下水管道。

(7) 易燃物质应尽可能远离火焰。

(8) 实验完毕, 应洗净双手后再离开实验室。实验室内严禁饮食、吸烟。

四、实验室意外事故处理

(1) 若因酒精、苯或乙醚等引起着火，应立即用湿布或砂土（实验室内应备有灭火砂箱）等扑灭。若遇电气设备着火，必须先切断电源，再用二氧化碳灭火器灭火。

(2) 遇有烫伤事故，可用高锰酸钾或苦味酸溶液揩洗灼伤处，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，应立即用清水冲洗，然后再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) 若不慎吸入氯、氯化氢气体，可随即吸入少量酒精或乙醚的混和蒸气解毒，如因吸入硫化氢气体而感到不适或头晕时，应立即走到室外呼吸新鲜空气。

(5) 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) 遇有触电事故发生，应首先切断电源，然后视情况对触电人进行人工呼吸。

(7) 对伤势较重者应立即送医院治疗。

五、化学实验室常用仪器

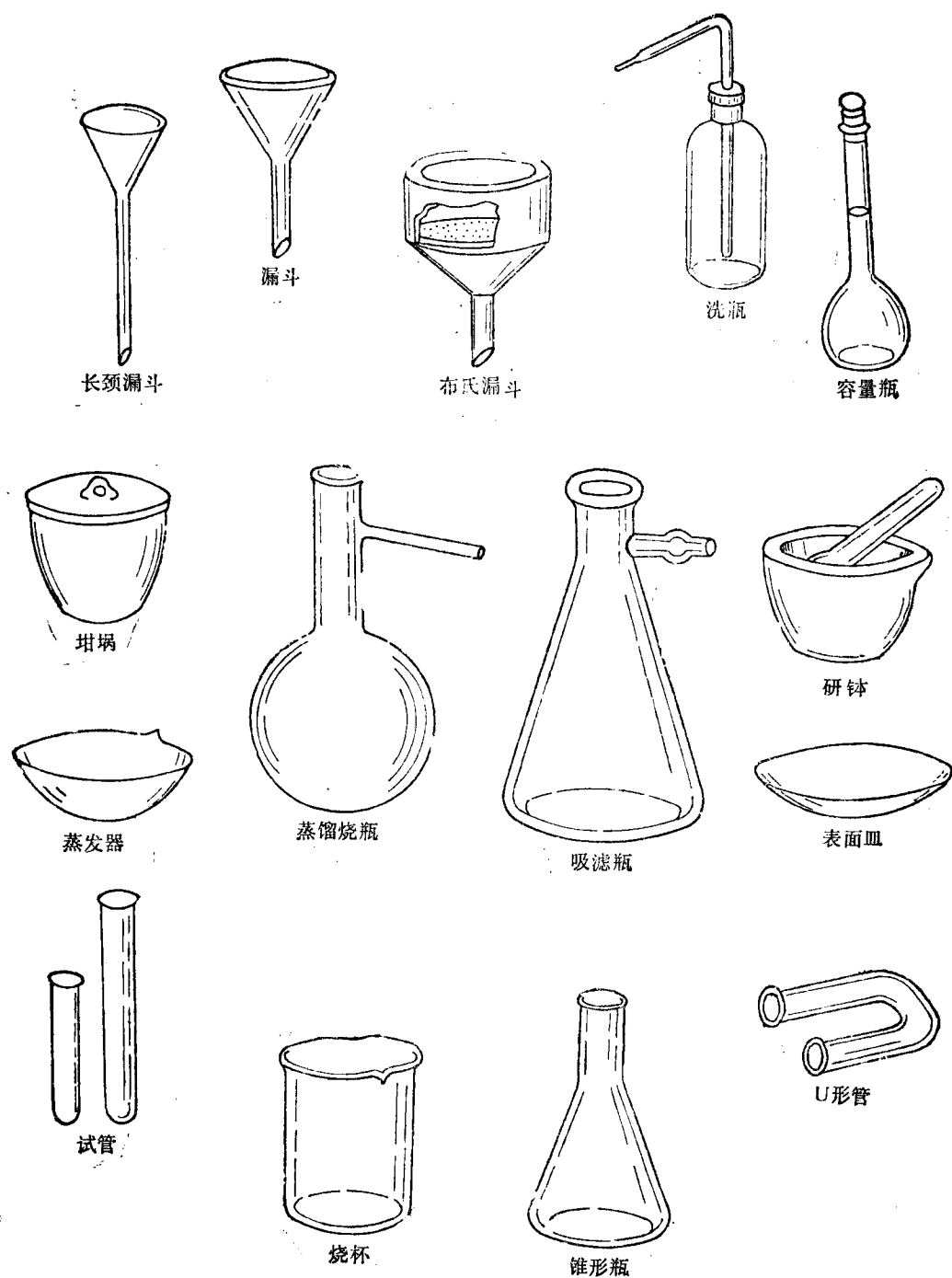


图 5 化学实验室常用仪器 (1)

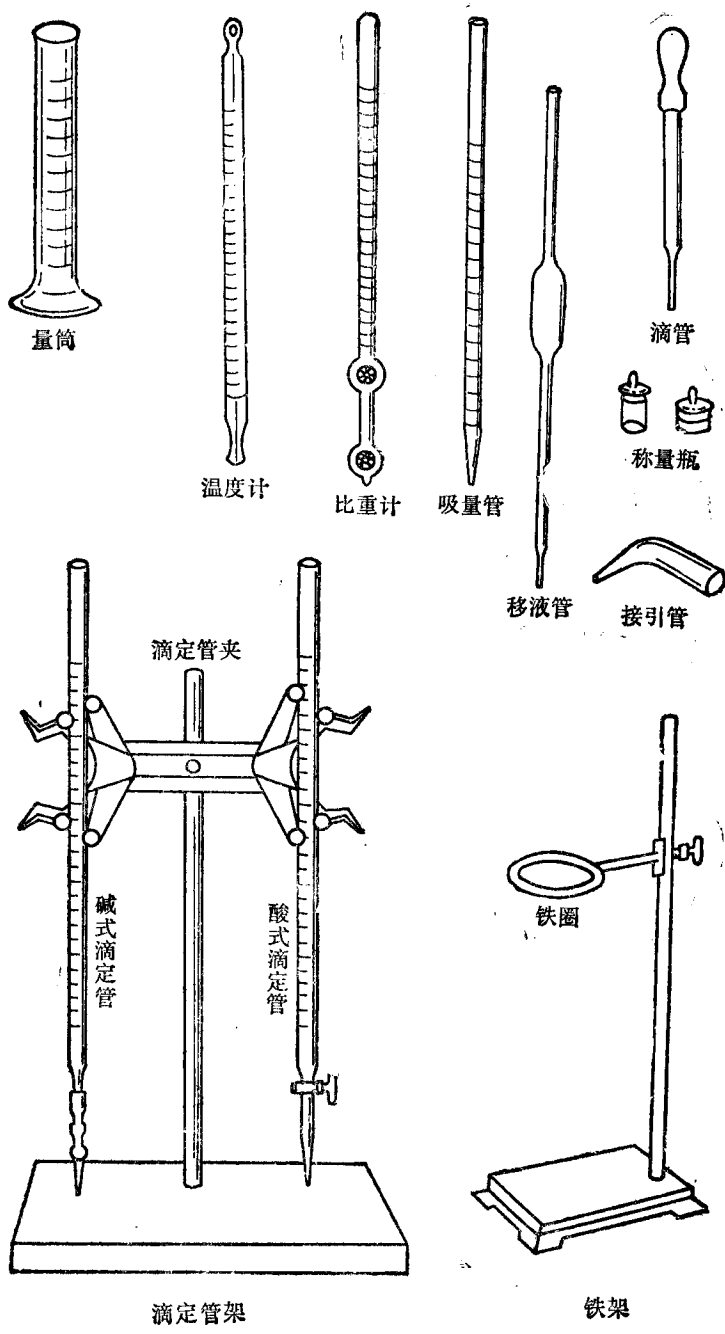
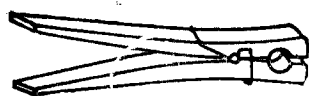


图 6 化学实验室常用仪器 (2)



试管夹



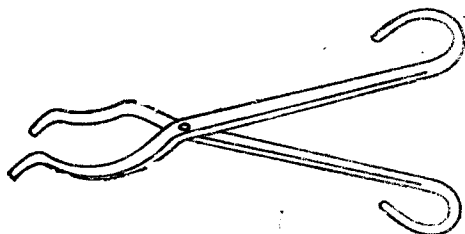
铁夹



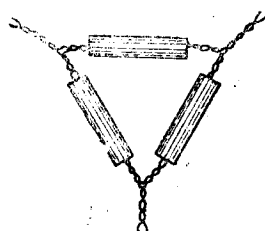
试管刷



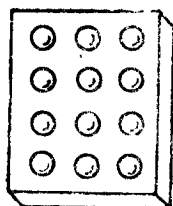
铁夹座



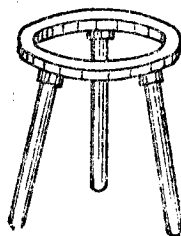
坩埚夹



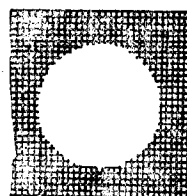
泥三角



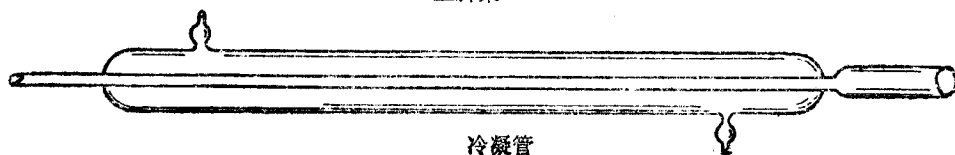
点滴板



三脚架



石棉铁丝网



冷凝管

图 7 化学实验室常用仪器 (3)

六、化学实验基本操作

(一) 天平的使用

实验室中由于对质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(也叫台平)、化学天平和分析天平等。一般来说,台天平的感量(称量的精确程度)是0.1克,化学天平的感量是0.01克,分析天平的感量则为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,检查天平摆动是否平衡。如果平衡,则指针摆动时所指示的标尺格数左右应当相等,指针静止时应对准标尺的中线。如果不平衡,可以调节螺旋使之平衡。

称量时,先将要称的物品放在台平的左盘内,然后在右盘内添加砝码。砝码通常从大的加起,如果偏重就调换小的砝码。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可以用干净的手指直接拿取和移动。

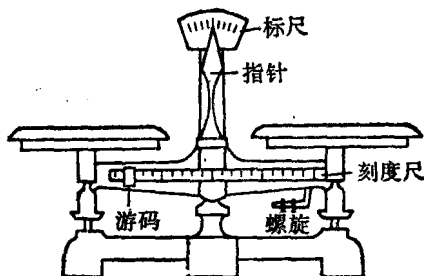


图 8 台天平

称固体药品时,应在台平的两盘内各放一张质量相仿的蜡光纸,然后用药匙将药品放在左盘内的纸上(称NaOH、KOH等易潮解或腐蚀性的固体时,应衬以表面皿)。称液体药品时,要用已称过质量的容器盛放药品。

化学天平 化学天平的构造和使用方法可参看分析天平。

分析天平 分析天平的构造和使用方法参看实验六中的说明。

(二) 加热方式和加热操作

1. 用灯加热

在实验室中,常使用酒精灯、酒精喷灯、煤气灯或电炉等进行加热操作。酒精灯的温度通常可达400~500℃,酒精喷灯或煤气灯的最高温度通常可达1000℃左右。

酒精灯 点燃酒精灯需用火柴,切勿用已点燃的酒精灯直接去点燃别的酒精灯。熄灭灯焰切勿用口去吹。将灯罩盖上,酒精灯火焰即自行熄灭,然后再提起灯罩,待灯口稍冷重新盖上灯罩,这样可以防止灯口破裂。长时间加热时最好预先用湿布将灯身包住,以免灯内酒精受热大量挥发以致发生危险。酒精灯不用时,必须将灯罩盖好,以免酒精挥发。

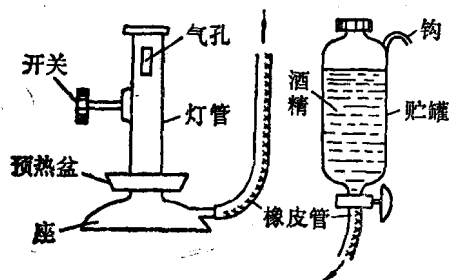


图 9 挂式酒精喷灯的结构

酒精喷灯 常用的酒精喷灯有挂式(图9)及座式两种。挂式喷灯的酒精贮存在悬挂于高处的贮罐内,座式喷灯的酒精贮存在灯座内。

使用酒精喷灯前,先在预热盆中注入酒精,然后点燃盆中的酒精加热铜质灯管。待盆中酒精将近燃完时开启开关(逆时针转),由于这时酒精已在灯管内气化并与来自气孔的空气

混合，用火点燃管口气体即可形成高温的火焰。调节酒精喷灯的开关阀门可以控制火焰的大小，旋紧开关即可使灯焰熄灭。

应当指出，在开启开关、点燃管口气体以前必须充分灼热灯管，否则由于酒精不能全部气化，会有液态酒精由管口喷出形成“火雨”（尤其是挂式喷灯），引起火灾。

挂式喷灯不使用时，必须将贮罐的开关关好，以免酒精漏失发生事故。

煤气灯 煤气灯的式样不一，常用的一种构造如图10所示。使用时把管向下旋转以关

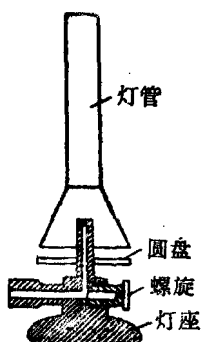


图 10 煤气灯

闭空气入口，再把螺旋向外旋转以开放煤气入口。慢慢打开煤气管阀门，用火柴在灯管口点燃煤气，然后把灯管向上旋转以导入空气，煤气燃烧完全时形成蓝色火焰。煤气燃烧时，若空气量不足则火焰发黄色光，这时应加大空气入口增加空气量。若空气过多则会产生“侵入”火焰，这时火燃缩入管内，煤气在管内空气入口处燃烧，而灯管口处的火燃消失或者变为一条细长的绿色火焰。与此同时，煤气灯管发出嘶嘶的声音，可闻到煤气臭味，灯管被烧

得很热。这时应立即关闭煤气管阀门，待灯管冷却后关闭空气入口，重新点燃使用。

煤气是易燃有毒气体。煤气灯用毕，必须随手关闭煤气管阀门，避免发生意外事故。

2. 电炉加热

电炉可代替酒精灯或煤气灯加热。加热时在玻璃器皿和电炉之间要放一层石棉网，使加热均匀。

3. 加热操作

常用的受热仪器有烧杯、烧瓶、锥形瓶、蒸发皿、坩埚、试管等。这些仪器一般不能骤热，受热后也不能立即与潮湿或过冷的物体接触，以免由于骤热骤冷而破裂。加热液体时，液体体积一般不应超过容器容积的一半。在加热前，必须将容器外壁擦干。

烧杯、烧瓶和锥形瓶加热时必须放在石棉铁丝网（或铁丝网）上，否则容易因受热不均而破裂。蒸发皿、坩埚应放在泥三角上灼热（图11），移动时必须用坩埚夹夹取。

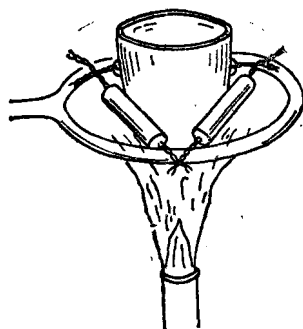


图 11 坩埚的灼烧

在火焰上加热试管时，应使用试管夹夹住试管的中上部（微热时也可用拇指和食指持试管），试管与桌面成约 60° 的倾斜（图12a）。如果加热液体，应先加热液体的中上部，慢慢移动试管热及下部，然后不时上下移动或摇荡试管，务使各部分液体受热均匀，避免管内液体因受热不均而骤然溅出。

如果加热潮湿的或加热后有水产生的固体时，应将试管口稍微向下倾斜，使管口略低于底部（图12b），以免在试管口冷凝的水流向灼热的管底使试管破裂。

如果要在一定范围温度下进行较长时间的加热，则可使用水浴（图13）、蒸气浴（图14）或砂浴等。水浴或蒸气浴是具有可移动的同轴圆盖的铜制水锅（也可用烧杯代替，见图13）。