

● 高等学校教材

医学基础化学实验

吴东兵 编 著

陕西科学技术出版社

内 容 提 要

本书紧密配合基础化学教材,精确选编了 25 个实验,既有基础理论实验,又有分析化学实验。并介绍了基础化学实验常用仪器的使用方法及注意事项。

本书可供临床医学、高等护理学及医学影像学等专业学生使用。也可作为其他相关专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

医学基础化学实验/吴东兵编著 鄠-西安:陕西科学技术出版社,2004

ISBN 7 - 5369 - 3830 - 6

I .医... II 鄠吴... III 鄠医用化学—化学实验—医学院校—教材 IV R313 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 078237 号

出 版 者 陕西科学技术出版社

西安北大街 131 号 邮编 710003

电话(029)87211894 传真(029)87218236

<http://www.snsip.com>

发 行 者 陕西科学技术出版社

电话(029)87212206 87260001

印 刷 西安新丽彩快印有限公司

规 格 787mm × 1092mm 开本 16

印 张 8.5

字 数 180 千字

印 数 1 - 2000

版 次 2004 年 8 月第 1 版

2004 年 8 月第 1 次印刷

定 价 16.00 元

前 言

为了适应 21 世纪我国高等医学教育事业的发展和医学基础化学教育改革的需要,我们在总结多年教学实践经验的基础上,并参照全国高等医学院校化学教学大纲的要求,重新编写了这本教材。本书从医学学生学习和掌握基础化学课程的“三基”知识着眼,注意理论联系实际,加强基本操作技能的训练,注重培养学生独立思考和分析问题、解决问题的能力。

医学基础化学是一门实践性很强的学科。通过医学基础化学实验教学,可以使學生熟练地掌握化学实验的基本操作技能,加深对医学基础化学基本理论的理解,为医学学生学习后续课程及参加科学研究打下坚实的基础。

为了增加学生的实验基础知识,本书重点介绍了医学基础化学实验基本操作和医学基础化学常用精密仪器的性能及使用方法。同时,根据医学基础化学实验的特点,选编了一部分与医学关系密切的相关实验。全书共编写了 25 个实验,在教学中可自行取舍。

全书采用了以国际单位制 SI 为基础的中华人民共和国法定计量单位。

由于编者水平有限,书中不妥与错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 7 月

目 录

第一章 实验室规则及仪器介绍	(1)
实验室规则	(1)
实验室安全规则	(1)
实验室基本仪器简介	(2)
第二章 化学实验基本操作	(10)
一、仪器的洗涤和干燥	(10)
二、加热	(11)
三、化学试剂及其取用	(13)
四、溶解和结晶	(14)
五、沉淀的分离和过滤	(14)
六、比重计的使用	(16)
七、干燥器的使用	(17)
八、台秤的使用	(17)
九、玻璃量器及使用	(18)
第三章 实验	(24)
实验一 硫酸铜的精制	(24)
实验二 分析天平的使用	(26)
实验三 葡萄糖和萘摩尔质量的测定	(33)
实验四 溶液的配制	(37)
实验五 缓冲溶液的配制和性质	(41)
实验六 醋酸解离常数和解离度的测定	(43)
实验七 过氧化氢分解反应速度的测定	(46)
实验八 过二硫酸铵与碘化钾反应速度及活化能的测定	(49)
实验九 溶胶与大分子溶液的制备和性质	(55)
实验十 氯化铅溶度积的测定(离子交换法)	(59)

实验十一	酸碱标准溶液配制与标定	(62)
实验十二	食醋中总酸度的测定	(66)
实验十三	草酸纯度的测定(酸碱滴定法)	(68)
实验十四	混合碱中碳酸钠和碳酸氢钠含量的测量	(69)
实验十五	高锰酸钾溶液的配制和标定	(71)
实验十六	双氧水中过氧化氢含量的测定	(73)
实验十七	硫代硫酸钠标准溶液的配制及标定(氧化还原滴定法)	(74)
实验十八	葡萄糖含量的测定	(77)
实验十九	维生素 C 含量的测定	(79)
实验二十	水中总硬度和葡萄糖酸钙含量的测定	(80)
实验二十一	微量铁的测定(可见分光光度法)	(84)
实验二十二	水中氟离子含量的测定	(86)
实验二十三	人体血清中铜、锌含量的测定(原子吸收分光光度法)	(89)
实验二十四	磷酸滴定(电位滴定法) 曲线的测定	(92)
实验二十五	配合物的组成和稳定常数的测定	(95)
第四章	附 录	(99)
一、	一些化合物的相对分子质量化合物	(99)
二、	常用酸、碱的密度、质量百分比、物质的量浓度及配制 (20)	(101)
三、	一些特殊试剂的配制	(101)
四、	常用指示剂	(102)
五、	常用基准物质及其干燥条件	(104)
六、	水在不同温度下的密度和饱和蒸汽压	(105)
七、	常见无机化合物的溶解度	(106)
八、	弱电解质的电离常数(离子强度等于零的稀溶液)	(108)
九、	溶度积	(110)
十、	常见配离子的稳定常数	(112)
十一、	基础化学实验常用精密仪器	(113)

第一章

实验室规则及仪器介绍

实验室规则

1. 实验前必须预习,明确实验目的要求,了解实验的基本原理、操作步骤和方法,并思考实验内容提出的问题。

2. 实验前应先清点仪器,若发现破损或短缺应立即向教师报告补领;实验过程中要注意正规操作、仔细观察、深入思考,认真如实地记录实验现象及数据;对实验的内容和安排不合理的地方,可报告教师提出改进意见,提倡生动、活泼、主动的学习风气。

3. 遵守纪律,重视安全,爱护仪器设备,节约试剂和水、电、煤气等。

4. 保持工作区的整洁。火柴梗、纸屑、废酸应放入废物缸中,切勿丢入水槽;实验完毕应把实验桌、仪器、试剂整理干净归位,由值日生打扫卫生,并关好门、窗、水、电和煤气等。

实验室安全规则

1. 熟悉实验室环境、消防器材的存放地点和使用方法。

④使用易燃、易爆、有毒、强腐蚀的试剂时 ,应严格遵守操作规程和注意事项。

⑤吸取浓酸、浓碱、洗液及有毒溶液应使用洗耳球 ,不能直接用嘴吸 ,避免溅在皮肤或衣服上 ;用浓碱、浓酸、溶解样品及实验中产生刺激性、恶臭等有害气体的实验 (如 H_2S 、 NO_2 、 Cl_2 、 Br 等)时应在通风橱内进行。

⑥用试管加热时 ,管口不可对着人。用其他容器加热或将试剂加入容器中时 ,不能俯视容器口。

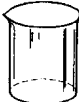
⑦使用电学仪器时 ,须装配完毕并经验查合格后方可接通电源 ,用毕需先切断电源再拆除。

⑧如发生意外 ,应立即报告老师 ,采取相应措施处理。

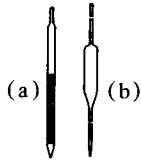
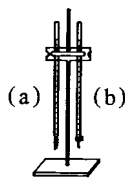
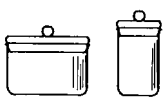
实验室基本仪器简介

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 试 管	以直径 × 长度 (mm)表示。如 15mm × 150mm、10mm × 75mm,分硬质、软质试管	少量试剂的反应容器 ,便于操作和观察	①可直接加热 ,但热后不能骤冷 ②加热时管口不能对人
 离心管	以容积 (mL)表示 ,如 15、10、5、分有刻度和无刻度	分析中少量沉淀的分离	不能加热

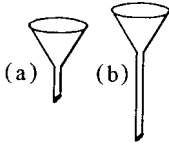
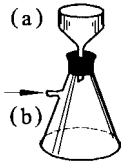
续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 烧 杯	以容积(mL)表示 ,如(100Q 60Q 40Q 250,只表示其容量的 4/ 5)	反应物较多时作反应容器和配制溶液用	①加热时应置于石棉网上 ②使用时勿使温度剧烈变化
 锥形瓶	以容积(mL)表示 ,如 50Q 25Q 15Q	反应容器 ,适合于滴定操作 ,振荡方便	同 上
 碘量瓶	以容积(mL)表示 ,如 50Q 25Q	用于碘量法	滴定时打开塞子 ,用蒸馏水将瓶口及塞子上的碘液洗入瓶中
 量 筒	以所能量度的最大容积(mL)表示 ,如 100Q 50Q 25Q 10Q 5 1Q 5	精确量取一定体积的溶液	①不能加热或烘烤 ②不能作反应容器

续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 容量瓶	以容积(mL)表示,如 100Q 50Q 25Q 10Q 5Q 25 10	配制准确组成 量度的溶液	①不能加热 ②瓶塞与瓶要 保持原配,不要互 换
 (a)吸量管 (b)移液管	以所量的最大容 积(mL)表示,如 25 1Q 5 2 1	准确量取一定 体积的液体	不能直接加热
 滴定管 (a)碱式 (b)酸式	以容积(mL)表 示,如 5Q 25 有无色 和棕色	滴定分析中用 于准确测量放出液 体的体积	碱式滴定管不 可装能与橡皮起反 应的物质如 KMnO_4、 AgNO_3 等。酸式滴 定管不能装碱性物 质。二者不能混用
 称量瓶 (a)矮型(b)高型	以外径 $\times$ 高(mm) 表示,有矮型、高型	准确称取一定 量的固体	①不能直接加 热 ②烘烤时应打 开瓶盖 ③瓶和瓶盖要 保持原配,不能互 换

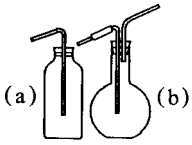
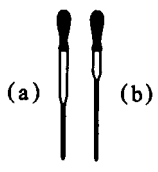
续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 漏 斗 (a)普通 (b)长颈	以口径(mm)表示 ,分普通、长颈漏斗	过滤用。长颈漏斗多用于定量分析	不能直接加热
 (a)布氏漏斗 (b)吸滤瓶	布氏漏斗(a) ,瓷质 ,以直径(mm)表示 吸滤瓶(b) ,玻璃质 ,以容积(mL)表示 ,如 50Q 250	利用水泵或真空泵减低吸滤瓶中压力 ,吸滤较大量的固体以分离沉淀	滤纸要略小于漏斗内径 先开水泵后过滤 ,滤毕先分开水泵与吸滤瓶连接处 ,后关水泵
 表面皿	以直径(mm)表示 ,如 6Q 75 120	盖漏斗、烧杯或蒸发皿	不能直接加热 直径应比所盖容器稍大
 蒸发皿	以容积(mL)表示 ,如 10Q 125。一般为瓷质	蒸发液体用	高温时不能骤冷 蒸发液体时通常需放在石棉网上

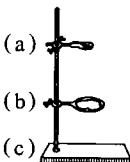
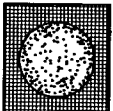
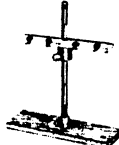
续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 点滴板	瓷质,分 12凹穴、6凹穴等。有白色、黑色	用于点滴反应及不需分离沉淀反应,尤其是显色反应	白色沉淀用黑色板,有色沉淀用白色板
 研钵	以口径(mm)大小表示,分瓷质、玻璃、玛瑙等	研磨固体物质	不能作反应容器 不能敲击,只能研磨
 水浴锅	铜或铝质	用于水浴间接加热或控制反应等	
 普通干燥器	以外径(mm)表示,分普通和真空干燥等	存放物品,避免物体吸收水汽,或将灼烧过的坩埚置于其中冷却	灼热物体应稍冷后再放入 干燥剂应按时更换。 防止盖子滑动打碎

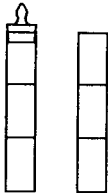
续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 洗 瓶 (a)塑料 (b)玻璃	以容积(mL)表示,如 50Q 25Q 质料有玻璃、塑料等	用蒸馏水淋洗沉淀或容器	塑料洗瓶不能加热
 试剂瓶 (a)广口 (b)细口	以容积(mL)表示,如 100Q 50Q 分无色、棕色。质料为玻璃或塑料	细口瓶装液体试剂,广口瓶装固体试剂	不能加热 装碱时用橡皮塞子 见光易分解的用棕色瓶 磨口瓶塞要保持原配
 点滴瓶	以容积(mL)表示,如 125 6Q 3Q 分无色、棕色	盛需滴加的液体试剂	同 上
 滴 管 (a)普通 (b)毛细	尖嘴玻璃管与橡皮乳头构成	吸取或滴加少量试剂。毛细滴管用于分离沉淀时吸取沉淀上层少量清液	使用或放置时不可倒立 防止尖端污染或折断

续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 (a)铁夹 (b)铁圈 (c)铁台	铁 制	固定或旋转反应容器	
 石棉网	由铁丝编成 ,中间涂有石棉	承放玻璃容器进行加热 ,使物体受热均匀	不能与水接触
 铁三角架	铁 制	放置较重或较大的加热容器	
 漏斗架	木制 ,用螺丝固定于木架上	过滤时承放漏斗用	固定漏斗板时不要倒放

续表

仪 器	规 格	一般用途	使用注意事项
 毛 刷	以大小及用途表示,如试管刷、滴定管刷	洗涤玻璃仪器用	①不能接触铬酸洗液 ②小心刷子顶端铁丝戳破玻璃仪器
 试管夹	以木、竹或铁丝制成	加热时夹试管用	
 比色管	用同质料同直径玻璃管制成,在一定准确体积处有刻度(mL),如 50、25	用于配制一定体积的有色液或直接进行比色	保护管壁,勿使摩擦或污染而影响透光
 药 勺	由牛角、瓷质、塑料等制成	取固体试剂用,取少量固体时用尖端	取用一种试剂后,必须洗净擦干才能取另一种试剂

第二章

化学实验基本操作

一、仪器的洗涤和干燥

化学实验使用的各种玻璃是否干净,常常影响到实验结果的准确性。清洁的玻璃器皿,表面可被水完全湿润,当把仪器倒过来时,器壁上只留有一层薄而均匀的水膜而不挂水珠。

一般玻璃仪器,如烧杯、试管、锥形瓶等,可先用自来水和试管刷刷洗去除尘土、不溶性或可溶性固体物质,然后用刷子蘸取洗衣粉、去污粉、肥皂液等刷洗,清除油污和有机物质。若仍洗不干净,可用热的碱液浸泡后刷洗,然后用自来水冲净。称量瓶、洗瓶或某些精密量器如吸量管、容量瓶、滴定管等,宜用合适的洗涤液淌洗,以免容器内壁受机械磨损而影响其测量的准确度。

常用的洗涤液是用浓硫酸和重铬酸钾配制成的铬酸洗液,它具有很强的氧化性。对油污和有机物质的去污能力很强,但六价铬对人体有害是其缺点。使用时向仪器中加入少量洗液,倾斜并慢慢转动仪器,使洗液湿润容器内壁,转几圈后把洗液倒回原瓶中。淌洗过的仪器,第一次用少量自来水冲洗,并将冲洗液倒入废液缸中,然后再用自来水洗净仪器。要注意防止洗液灼伤皮肤或毁坏衣物。

用自来水洗净的仪器,须再用少量蒸馏水洗 2~3 次,以洗去自来水中含

有的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等离子。

洗净的仪器可倒置在仪器架上自然晾干,也可沥去残水后,仪器口向下放入电烘箱或红外灯干燥箱中烘干;表面皿等仪器还可在石棉网上用小火烤干;试管则可用试管夹夹住直接在灯焰上烤干(管口向下,待底部干燥后再把管口朝上赶尽水汽)。

带刻度的量器不可用加热的方法干燥,以免影响仪器的准确性。可在仪器内加入少量易挥发且能与水混合溶解的有机溶剂(如酒精与丙酮等混合物等),转动仪器使其与器壁上的水相混溶,倾出混合液晾干或用吹风机吹入冷风加速干燥。急用的体积小的仪器也可用此法干燥。

二、加热

实验室中常采用加热方法,以加快化学反应速度、蒸发浓缩、保湿、溶解、蒸馏、消毒杀菌等。应根据实验性质和所用仪器来选择适当的加热工具和加热方法。

(一) 加热工具



图 2-1 酒精灯

酒精灯。酒精灯(图 2-1)用于温度不太高的实验。点燃灯芯时须用火柴,决不能用另一个燃着的酒精灯来点火。熄灭火焰时应将灯罩盖上,切不可用嘴去吹灭。添加酒精时也要用同样方法使火焰熄灭后通过小漏斗添加酒精。

不用时必须将灯罩盖好,以免酒精挥发。

煤气灯。煤气灯(图 2-2)是实验常用的加热器具。包括一个灯座和一个灯管,煤气通过灯座侧面的小喷嘴导入灯内,并由灯座下面的螺旋针控制煤气进入量;灯管下部有圆孔为空气入口,转动灯管可调节空气进入量。点燃煤气灯时,应先关闭空气口,擦着火柴后开启煤气龙头,然后旋转灯管调节空气进入量,

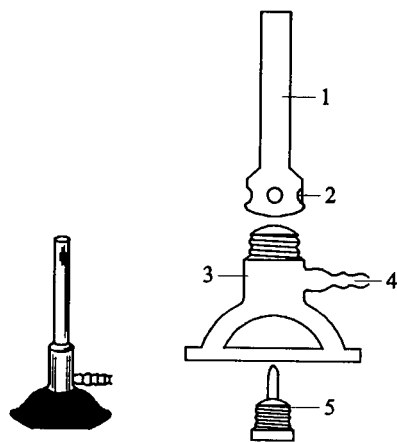


图 2-2 煤气灯

①金属管 ②空气入口 ③灯座
④煤气入口 ⑤控制煤气量的螺旋

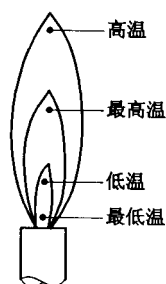


图 26B 灯的火焰
温度分布

使火焰在灯端燃烧,火焰内部呈蓝色圆锥体而火焰外层则几乎是看不见的圆锥体。如火焰发黄光,就应加大空气进入量,如空气进入量过大,则产生“侵入”火焰,即煤气在灯管内空气入口处燃烧而灯管口火焰消失或仅出现一条细长的火焰,灯管被烧得很热,这时须立即把煤气关闭,待灯管冷却后重新进行调节。煤气灯用毕,关闭煤气阀门即可熄灭,不能用嘴吹。灯的火焰温度分布见图 26B。

电炉和电热套电炉(图 26A, a)。用于加热盛于器皿中的液体,低沸点液体宜用密封电炉丝,以防触电;使用时电源电压应与电炉本身定的电压相符;加热容器不要接触炉丝,以防触电;玻璃器皿和电炉之间要有一块石棉网,使受热均匀。

电热套(图 26A, b)是包有电热丝的半球形玻璃纤维织物夹套,用于加热圆底烧瓶等圆底容器,加热温度可通过调节外电阻加以控制。

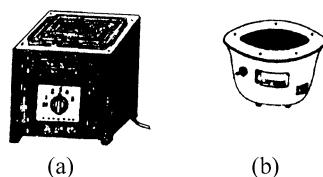


图 26A

红外线和**远红外线**加热。红外线和远红外线加热是利用物质吸收红外辐射能,分子产生振动,使物质自身发热而升高温度,从而达到加热和干燥的目的。该法具有耗电少、效率高、产品质量好等优点,近几年来,在实验室中的应用日益广泛。目前实验室中应用的红外辐射器有红外灯泡、碘钨灯、远红外干燥箱等。

(二) 加热方法

直接加热。实验室常用的受热仪器有试管、烧杯、烧瓶、蒸发皿、坩埚等。这些仪器骤热时易破裂,因此直接加热前应擦干容器外壁,加热液体时体积一般不应超过容器的一半;烧杯、烧瓶、锥形瓶等加热时应放在石棉网上。用试管加热液体时,应用试管夹夹住试管上部,先加热液体的中上部,然后加热下部并不时上下移动使其受热均匀,以免液体爆沸从管口喷出,注意试管口不能对人。高温加热固体时应用坩埚(图 26C),夹取坩埚时要用坩埚钳,灼热的坩埚要放在石棉网上。

间接加热。常用水浴、油浴、砂浴等,可以获得均匀的加热效果。水浴