

医学基础化学实验

中南大学医学化学研究中心

二〇〇三年六月修订

前 言

为了密切配合理论课教学,加强教材的科学性、实用性、先进性,特编写《医学基础化学实验》试用教材。希望运用该教材进行教学,能够在培养学生严谨求实的科学态度、敏锐的观察能力、灵巧的动手能力和分析问题解决问题的能力等方面发挥应有的作用。

编写该教材时,主要考虑到以下几方面:

- 1、力求标准化。书中的计量单位,与理论教材尽可能配套。统一使用SI制单位,与国际标准接轨。
- 2、加强实用性。与统编实验教材比较,增加了实验技术知识和其它许多与实验相关的附录材料,便于学生实验时查阅。
- 3、具有针对性。就目前大多数中学化学实验教学相对薄弱,新生动手能力普遍不太高的实际情况,特将化学实验基本知识专门列为一次实验课。
- 4、体现先进性。本教材选编了少数比较新颖的实验,更新教学内容,介绍新知识、新方法,跟上化学科学发展的步伐。

由于编者水平有限,加之时间仓促,教材中的缺点和错误在所难免,恳请广大使用该教材的师生提出宝贵的意见和建议,以便我们修订时更正。

编 者

2003年6月修订

《医学基础化学实验》编者名单

主 编：何跃武 曾荣今

主 审：王一凡

编 者：(按姓氏笔划为序)

王一凡 邓凯佳 刘绍乾 李 劲

何跃武 周京科 罗 冰 姚银秀

黄兰方 曾荣今 彭爱芝 喻晓峰

黄兰方

李 劲

415

预防

0301

陈艳

喻晓峰
何跃武

实验一 目 录

实验一	化学实验基本知识	01
二	氯化钠的提纯	10
三	测定渗透压并观察红细胞在低渗、等渗和高渗溶液中的不同形态	12
四	凝固点降低法测定相对分子量	13
五	氯化铅标准溶解热($\Delta_r H_m^\ominus$)的测定	15
六	同离子效应和溶度积原理	18
七	缓冲溶液	20
八	醋酸离解常数的测定	21
九	丙酮碘化的反应速率	23
十	分析天平称量练习	27
十一	酸碱标准溶液的配制及标定	28
十二	食醋中总酸度的测定	30
十三	碳酸氢钠、碳酸钠混合碱分析	31
十四	氧化还原与电极电位	33
十五	氟离子选择性电极测定自来水中微量氟	36
十六	维生素C含量的测定	38
十七	漂白粉中有效氯含量的测定	40
十八	EDTA标准溶液的配制及标定	41
十九	水样中总硬度的测定	42
二十	溶胶的制备、净化和性质	44
二十一	邻二氮菲分光光度法测定铁	46
附录一	常用玻璃仪器及基本操作	48
二	FM—5J 简易型冰点渗透压计	57
三	恒温槽	58
四	PHS—9V 型酸度计	59
五	电动离心机及离心分离法	62
六	分析天平的构造及使用	63
七	722 型分光光度计	68
八	弱电解质在水中的离解常数	73
九	微溶电解质的溶度积常数	74
十	常用仪器英文名词表	76
十一	国际原子量表	77

实验— 化学实验基本知识

一、基础化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的科学。因此，实验教学是学习基础化学一个不可缺少的重要环节。通过实验教学可以巩固和扩大课堂中所获得的知识，为理论联系实际提供了具体的条件，使学生正确地掌握实验操作的基本技术和常见仪器的使用方法，以此获得准确的实验数据和结果。通过实验教学，要求学生能自己准备和进行实验，细致地观察和分析实验现象，并能得出正确的结论，从而培养学生独立工作和思考的能力。通过实验教学，还可以培养学生严谨的科学态度，实事求是的工作作风，准确、细致、整洁的良好习惯，使学生逐步掌握科学研究的方法。

二、实验室规则

1、实验前要根据实验进度表认真预习实验教材和理论教材的有关内容，明确实验目的和要求，了解实验的基本原理和操作方法，找出本实验的重点、难点和实验成败的关键。

2、实验前清点仪器和药品。如发现有破损或缺少，应申请补足。实验过程中，若有仪器损坏，应报告指导教师，按损坏原因和学校有关规定作出处理后，到供应室领回新仪器补充，不得隐瞒和挪用别的位置上的仪器。

3、实验室中应保持安静和遵守秩序。遵从教师的指导，严格按照操作规程和实验步骤进行实验。集中思想，正确操作，细致观察，认真记录，周密思考。不得擅自离开。

4、保持实验室整洁。实验时，应注意合理安排实验仪器。做到实验台上有条不紊，高低有序。

5、应备有实验记录纸，附在实验报告上，随时将实验中的现象、数据、计算和结果等记录下来。此外，还把预习中不懂或须重点观察的现象记录下来，以便实验时能抓住关键。原始记录不准用铅笔，不准随意涂改，实事求是记录，否则无效。

6、爱护公物，节约用水、用电，按规定取用药品。公用仪器及药品用后立即归还原处。火柴梗、废纸屑等应投入废纸篓。废液、废金属残渣应倾入废液缸。以上物质都不得倒入水槽，以免下水道堵塞和腐蚀金属管道。

7、实验完毕后，应将仪器洗刷干净放回原处，整理好药品试剂，把实验台用抹布擦净，实验记录交指导教师审查，得到允许后，才能离开实验室。

8、同学轮流做值日。其职责为整理公用仪器、打扫卫生、倒清废物，关好水、电、门、窗。

9、进实验室必须穿好白大褂，离开实验室要洗手。

10、做完实验后，应解释实验现象，并作出结论，或根据实验数据进行计算，完成实验报告，交指导教师审阅。

实验报告应该写得简明扼要，整齐洁净。

实验报告一般应包括下列五个部分：

实验名称、日期、天气、气温、操作者。

1、实验目的

2、简要原理

3、实验步骤 尽量用简图、表格、化学式、符号等表示

4、实验现象或数据记录 把实验中观察到的现象或测得的各种数据记录下来。

5、解释、结论或数据的处理和计算 根据实验的现象进行分析、解释，得出正确的结论，写出反应方程式，或根据记录的数据进行计算，并将计算结果与理论值比较，分析产生误差的原因。

三、实验室安全知识

(一) 安全守则

安全是化学实验工作者要特别注意的大事。安全不仅与个人安危有关，而且关系到国家财产和其他人的生命安危。在化学实验中，经常使用易燃、易爆、易腐蚀性或有毒性的化学试剂，大量使用易损的玻璃仪器和某些精密分析仪器，使用水、电、煤气等等。故在化学实验室工作，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本实验原理、步骤和安全注意事项。仔细检查仪器的质量和安装是否良好，并严格遵守操作规程，才能避免事故发生。为确保实验的正常进行和人身安全，特定以下实验室的安全守则：

1、水、电一经使用完毕应立即关闭。离开实验室时应仔细检查水、电、气、门、窗是否均已关好。

2、实验室内严禁饮食、吸烟。一切化学药品禁止入口。实验完毕，必须洗净双手。

3、绝对不允许任意混合各种化学药品，以免发生意外事故。

4、一切易挥发的和易燃的物质实验，都应在远离火源的地方进行。产生有刺激性或有毒气体的实验，必须在通风橱内进行。需闻气体气味时，试管口应离面部20cm左右，用手轻轻扇向鼻孔，不能对着管口去闻。

5、浓酸、浓碱具有强烈的腐蚀性，切勿溅在皮肤和衣服上，眼睛更应注意。稀释它们时(特别是 H_2SO_4)应将它们慢慢倒入水中，并不断搅动，而不能反向进行，以避免迸溅。

6、有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物，特别是氰化物)不得入口内或接触伤口，剩余的废液也不能随便倒入下水道。

7、加热试管时，不要将试管口指向自己或别人，也不要俯视正在加热的液体，以免溅出的液体把人烫伤。

8、未经教师许可，不得随意做规定以外的实验。实验室所有仪器、药品，不得带出室外。

9、分析天平、分光光度计、酸度计等均为实验中使用的精密仪器。使用时应严格遵守操作规程。用完后，拨去插头，将仪器各部分旋钮恢复到原来位置。

(二) 安全事故的救护措施

1、玻璃割伤：挑出玻璃碎片，轻伤可抹上龙胆紫或红药水包扎。

2、烫伤：切勿用水冲洗，在烫伤处抹上黄色的苦味酸溶液或高锰酸钾溶液，再擦上凡士林，烫伤膏或万花油。受强酸腐伤，立即用大量水冲洗，然后搽上碳酸氢钠油膏或凡士林。受浓碱腐伤，立即用大量水冲洗，然后用柠檬酸或硼酸饱和溶液冲洗，再搽上凡士林。

3、吸入氯气、氯化氢气体时：可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒。吸入硫化氢气体而感到不适时，立即到室外呼吸新鲜空气。

4、酸(或碱)溅入眼内：立刻用大量水冲洗，再用饱和碳酸氢钠(或硼酸)溶液冲洗，最后再用水冲洗，并立即就医。

5、毒物进入口内：把5—10ml稀硫酸铜溶液加入一杯温开水中，内服后，用手指伸入咽喉部，促使呕吐。然后立即送医院。

6、触电：切断电源，然后在必要时进行人工呼吸或送医院。

7、实验室如发生火灾时：应根据起火的原因进行针对性灭火，并防止火势扩展(如切断电源、移走易燃药品等措施)。一般的小火可以用湿布，石棉布或砂子复盖燃烧物，即可灭火。火势大时，可用灭火器。实验人员的衣服着火时，切勿惊慌乱跑，应赶快脱下衣服或就地打滚或用湿衣服在身上抽打灭火。实验室一般不能用水灭火，因水能与某些化学药品发生剧烈反应或将可燃物表面扩大而引起重大的火灾。

四、化学试剂与取用规则

(一) 化学试剂

我国常用试剂等级的划分参阅下表

国家标准	优(质)级纯 保证试剂 G·R	分析纯 A. R	化学纯 C. P	实验试剂 L·R
等级	一级品(I)	二级品(II)	三级品(III)	四级品(IV)
标志	绿色标签	红色标签	兰色标签	棕黄色标签
用途	精密的分析工作和科研工作	一般的分析工作和科研工作	厂矿日常控制分析和教学实验	实验中的辅助试剂及制备原料

除上述四个等级外，还根据特殊需要而定出相应的纯度规格。如供光谱分析用的光谱纯，供核实验及其分析用的核纯等。

对于各种规格不同的试剂，其要求标准不同。但总的来说，优级纯试剂杂质含量最低，实验试剂杂质含量较高。应根据实验工作的需要，选用适当等级的试剂，既满足工作要求，又符合节约原则。

(二) 液体试剂的取用规则

1、从滴瓶中取用液体试剂时，应垂直滴入试管或烧杯中。滴管决不能触及所使用的容器器壁以免沾污。滴管放回原瓶时不要放错，不准用其它滴管或自己的滴管到瓶中吸取试剂。

2、从小口瓶中取用试剂时，先将瓶塞反放在桌面上，不要弄脏，把试剂瓶上贴有标

签的一面握在手心，逐渐倾斜瓶子。倒出试剂，让试剂沿管壁慢慢流入试管或沿着洁净的玻璃棒注入烧杯。取出所需量后，将小口瓶竖起，用干净的滤纸吸干瓶口的试液，注意瓶塞不能盖错。

3、用量筒或移液管定量取用试剂时，取多的试剂不能倒回原瓶，可倒入指定的容器内。

(三) 固体试剂的取用规则

1、要用洁净的药勺取试剂。用过的药勺必须洗净和擦干后才能再使用，以免沾污试剂。

2、称量药品时，注意不要多取，取多的药品，不能倒回原瓶，可放在指定的容器中。

3、取出试剂后，应立即盖紧瓶盖，不要盖错盖子。

4、一般的药品可以称量在干净的纸或表面皿上。具有腐蚀性、强氧化性或易潮解的药品，应使用干净的表面皿或称量瓶称量。

5、有毒药品应在教师指导下取用，不要将药品洒落在实验台和地上。

五、加热的方法

(一) 加热用的仪器

1、煤气灯 煤气灯是化学实验室最常用的加热器具，使用十分方便。它的式样虽多，但构造原理是一致的，它由灯管和灯座所组成(图 1—1)，灯管的下部有螺旋，可与灯座相连，灯管下部还有几个圆孔，为空气的入口。旋转灯管，即可完全关闭或不同程度地开启圆孔，以调节空气的进入量。灯座的侧面有煤气的入口，可接上橡皮管把煤气导入灯内。灯座下面(或侧面)有一螺旋形针阀，用以调节煤气的进入量。

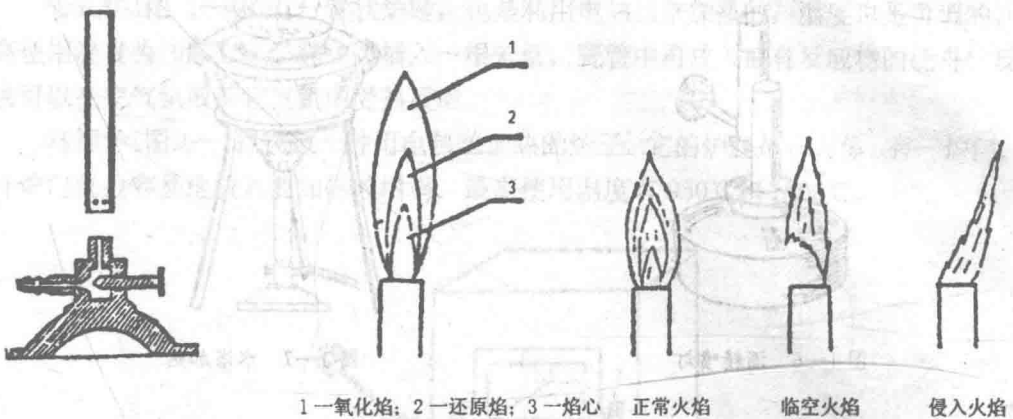
当灯管圆孔完全关闭时，点燃进入煤气灯的煤气，此时的火焰呈黄色(系碳粒发光所产生的颜色)，煤气的燃烧不完全，火焰温度并不高。逐渐加大的空气的进入量，煤气的燃烧就逐渐完全，并且火焰分为三层(图 1—2)。

内层(焰心)一煤气、空气混合物并未燃烧，温度低，约为 300℃左右。

中层(还原焰)一煤气不完全燃烧，并分解为含碳的产物，所以这部分火焰具有还原性，称“还原焰”，温度较高。火焰呈淡兰色。

外层(氧化焰)一煤气完全燃烧，过剩的空气使这部分火焰具有氧化性，称“氧化焰”，温度最高。最高温度处在还原焰顶端上部氧化焰中，约 800—900℃。火焰呈淡紫色。实验时，一般都用氧化焰来加热。

当空气或煤气的进入量调节得不合适时，会产生不正常的火焰(图 1—3)。当煤气和空气的进入量都很大时，火焰就临空燃烧，称“临空火焰”。待引燃用的火柴熄灭时，它也立刻自行熄灭。当煤气进入量很小，而空气进入量很大时，煤气会在灯管内燃烧而不是在灯管口燃烧，这时还能听到特殊的嘶嘶声和看到一根细长的火焰。这种火焰叫做“侵入火焰”。它将烧热灯管，一不小心就会烫伤手指。有时在煤气灯使用过程中，煤气量突然因某种原因而减少，这时就会产生侵入火焰，这种现象称为“回火”。遇到临空火焰或侵入火焰时，应关闭煤气门，重新调节和点燃。



1—氧化焰；2—还原焰；3—焰心 正常火焰 临空火焰 侵入火焰

图 1—1 煤气灯的构造 图 1—2 正常火焰的各部分 图 1—3

2、酒精灯和酒精喷灯 在没有煤气的地方常利用酒精灯和酒精喷灯加热。前者用于温度不需太高的实验，后者则用于温度高的实验。酒精灯为玻璃制品，其盖子带有磨口。点燃灯芯时要用火柴，决不能用另一个燃着的酒精灯来点火(图 1—4)。否则，一旦灯内酒精外洒，就会引起烧伤或火灾。用毕盖上盖子使火焰熄灭，决不能用嘴去吹灭。如需添加酒精时也要用同样办法使火焰熄灭，然后借助于小漏斗添加酒精，以免酒精外洒(图 1—5)。长期未用的酒精灯，在第一次点燃时，先打开盖子，用嘴吹去其中聚集的酒精蒸气，然后点燃，以免发生事故。



图 1—4 点燃酒精灯

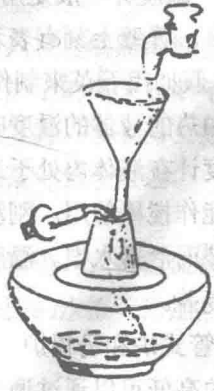


图 1—5 往酒精灯内添加酒精

酒精喷灯的构造类似于煤气灯，只不过多了一个贮存酒精的空心灯座和一个燃烧酒精用的预热盆(图 1—6)。使用前，先往预热盆上注入一些酒精，点燃酒精使灯管受热，待酒精接近烧完时，开启开关使酒精从灯座内进入灯管而受热汽化，并与来自空气进入孔的空气混合。用火柴点燃，可得到与煤气灯一样的高温。实验完毕时只要关闭开关，就可熄火。

酒精 酒精灯 酒精喷灯

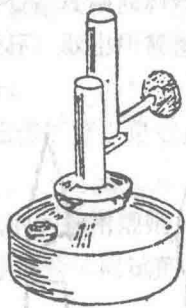


图 1—6 酒精喷灯

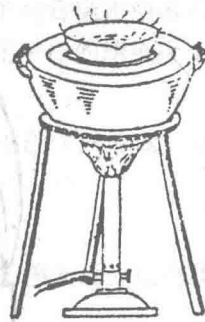


图 1—7 水浴加热

3、水浴和沙浴 当被加热物质要求受热均匀、而温度又不能超过 100°C 时，可利用水浴。用煤气灯把水浴中的水煮沸，通过水蒸气加热放置在水浴的铜圈或铝圈上的器皿(图 1—7)。铜(或铝)圈是一组大小不同的同心圈。根据器皿大小选用，以尽可能增大器皿底部的受热面积而又不掉进水浴为原则。水浴内盛水的量不要超过其容量的 $2/3$ 。根据情况添加水量，切勿烧干。不要把烧杯泡在水浴中加热，因为烧杯底碰到高温的锅底，容易受热不匀而破裂。此外，烧杯也易倾翻。

当被加热物质要求受热均匀、而温度要高于 100°C 时，可使用沙浴。它是一个铺有一层均匀的细沙的铁盘，用煤气灯加热。被加热的器皿则放置在沙上(图 1—8)。若要测量温度，可把温度计插入沙中。

4、温度计 温度计一般是用玻璃制作的，下端是一个水银球，上面是一根内径均匀的毛细管(厚壁)，管壁上刻有表示温度的刻度。这种水银温度计最高允许测到 360°C ，准测到 0.1°C 。假如用石英来制作，那么还可测得高一些，可测到 620°C 。

测量正在加热的液体的温度时，最好把温度计悬挂起来，并使水银球完全浸没在液体中。并使温度计在液体内部处于适中的位置，不要靠在容器的底部或壁上。

温度计不能作搅棒使用。刚测量过高温物体温度的温度计，不能立即用冷水去洗，以免水银球炸裂而洒落水银。温度计也要轻拿轻放，避免打碎。一旦打碎洒出水银，要立即用硫磺粉复盖。

5、电炉、管式炉和马福炉 电炉(图 1—9)可以代替煤气灯，用于加热盛于器皿中的液体。温度的高低可以通过调节电阻来控制。当电阻增大时，输入电流就降低而电热丝也就减少发热量。反之则加大。玻璃器皿和电炉之间要隔一块石棉网，才能加热均匀。

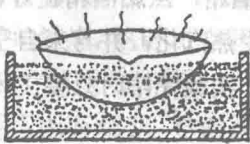


图 1—8 沙浴加热

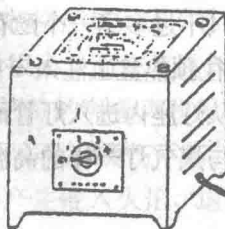


图 1—9 万用电炉

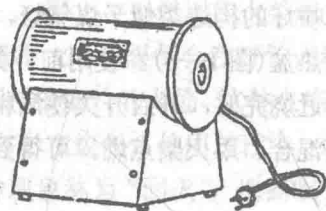


图 1—10 管式炉

管式炉(图 1—10)有一管状炉膛,也是利用电热丝来加热的,温度也是可调的,最高使用温度为 950°C 。炉膛中可插入一根瓷管,瓷管中再放入盛有反应物的瓷舟。反应物可以在空气氛或其它气氛中受热反应。

马福炉(图 1—11)也是一种用电热丝加热的炉子。它的炉膛是长方体。有一炉门,打开炉门就很容易地放入要加热的坩埚。最高使用温度有 950°C 和 1300°C 。

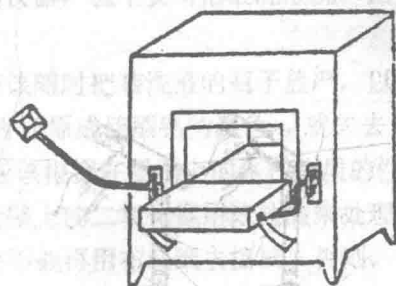


图 1—11 马福炉

管式炉和马福炉的温度测量不能用温度计而用一种高温计,它是由一付热电偶和一只毫伏表所组成。热电偶是由二根不同的金属丝焊接一端制成的(例如一根是镍铬丝,另一根是镍铝丝),把未焊接在一起的那一端连接到毫伏表的(+)、(-)极上。将热电偶的焊接端伸入炉膛中,炉子温度愈高,金属丝发出的热电势也愈大,反映在毫伏表上,指针偏离零点也愈远。这就是高温计指示炉温的原理。

有时需要控制炉温在某一温度,只要把热电偶和一只接入线路的温度控制器连接起来,待炉温升到所需温度时,控制器就把电源跳开,使炉子的电热丝断电停止工作,炉温就停止上升。由于炉子的散热,炉温刚稍低于所需温度时,控制器又把电源连通,使电热丝工作而炉温上升。不断交替,就可把炉温控制在某一温度附近。

(二) 常用的加热操作

实验室中常用的器皿有烧杯、烧瓶、瓷蒸发皿、试管等。这些器皿能承受一定的温度,但不能骤冷或骤热。因此在加热前,必须将器皿外面的水擦干。加热后不能立即与潮湿的物体接触。

当加热液体时,液体一般不宜超过容器总容量的一半。

1、加热烧杯、烧瓶等玻璃仪器中的液体 在烧杯、烧瓶等玻璃仪器中加热液体时,玻璃仪器必须放在石棉网上(图 1—12),否则容易因受热不均而破裂。

2、加热试管中的液体 试管中的液体一般可直接在火焰上加热(图 1—13)。在火焰上加热试管时,应注意以下几点:

- (1) 应该用试管夹夹持试管的中上部(微热时,可用拇指、食指和中指持试管)。
- (2) 试管应稍微倾斜,管口向上,以免烧坏试管夹或烤痛手指。
- (3) 应使液体各部分受热均匀,先加热液体的中上部,再慢慢往下移动,同时不停地上下移动,不要集中加热某一部分,否则将使液体局部受热骤然产生蒸气,液体被冲出管外。

(4) 不要将试管口对着别人或自己，以免溶液溅出时把人烫伤。

3、加热试管中的固体 加热试管中的固体时，必须使试管口稍微向下倾斜，以免凝结在试管上的水珠流到灼热的管底，而使试管炸破。试管可用试管夹夹持起来加热，有时也可用铁夹固定起来加热(图1—14)。

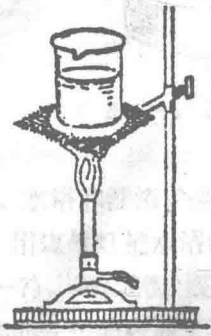


图1—12 烧杯加热

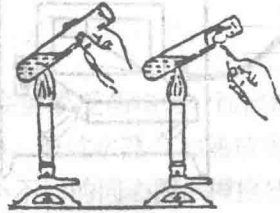


图1—13 加热试管中的液体

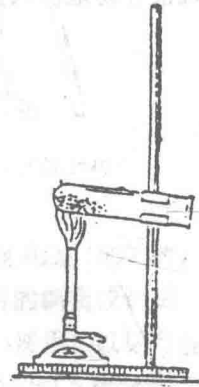


图1—14 加热试管中的固体

六、玻璃仪器的洗涤及干燥

(一) 仪器的洗涤

化学实验室经常使用各种玻璃仪器，而这些仪器是否干净，常常影响到结果的准确性，所以应该保证所使用的仪器是很干净的。“干净”两字的含义决不是我们日常所说的干净，而是具有纯净的意思。

洗涤玻璃仪器的方法很多，应根据实验的要求、污物的性质和沾污的程度来选用。一般说来，附着在仪器上的污物既有可溶性物质，也有尘土和其它不溶性物质，还有油污和有机物质。针对这种情况，可以分别采用下列洗涤方法：

1、用水刷洗 用毛刷就水刷洗，既可以使可溶物溶去，也可以使附着在仪器上的尘土和不溶物质脱落下来。但往往洗不去油污和有机物质。

2、用去污粉、肥皂或合成洗涤剂洗 肥皂和合成洗涤剂的去垢原理已众所周知，不必再重述。去污粉是由碳酸钠、白土、细沙等混合而成的。使用时，首先把要洗的仪器用水湿润(水不能多)，洒入少许去污粉，然后用毛刷擦洗。碳酸钠是一种碱性物质，具有强的去油污能力，而细沙的摩擦作用以及白土的吸附作用则增强了仪器清洗的效果。待仪器的内外器壁都经过仔细的擦洗后，用自来水冲去仪器内外的去污粉，要冲洗到没有微细的白色颗粒状粉末留下为止。最后，用蒸馏水冲洗仪器三次，把由自来水中带来的钙、镁、铁、氯等离子洗去，每次的蒸馏水用量要少一些，注意节约，(采取“少量多次”的原则)。这样洗出来的仪器在器壁就完全干净了，把仪器倒置时就会观察到仪器中的水可以完全流尽而没有水珠附在器壁上。

3、用铬酸洗液洗 这种洗液是由等体积的浓硫酸和饱和的重铬酸钾溶液配制成的，具有很强的氧化性，对有机物和油污的去污能力特别强。在进行精确的定量实验时，往往遇到一些口小、管细的仪器很难用上述的方法洗涤，就可用铬酸洗液来洗。

往仪器内加入少量洗液。使仪器倾斜并慢慢转动，让仪器内壁全部被洗液湿润。转几圈后，把洗液倒回原瓶内。然后用自来水把仪器壁上残留的洗液洗去。最后用蒸馏水洗三次。

如果用洗液把仪器浸泡一段时间，或者用热的洗液洗，则效率更高。但要注意安全，不要让热洗液灼伤皮肤。

能用别的方法洗干净的仪器，就不要用铬酸洗液洗，因为后者成本较高。但实验要求高的仪器除外。

洗液的吸水性很强，应该随时把装洗液的瓶子盖严，以防吸水，降低去污能力。当洗液用到出现绿色（重铬酸钾还原成硫酸铬的颜色），就失去了去污能力，不能继续使用。

4、特殊物质的去除 应该根据在器壁上的这种物质的性质，对症下药，采用适当的药品来处理它。例如沾在器壁上的二氧化锰用浓盐酸来处理时，就很容易除去。

凡是已洗净的仪器，决不能再用布或纸去擦拭。否则，至少布或纸的纤维将会留在器壁上而沾污仪器。

(二) 仪器的干燥

1、加热烘干 洗净的仪器可以放在电烘箱（控制在 105°C 左右）内烘干。应先尽量把水倒干，然后放进去烘（图 1—15）。一些常用的烧杯、蒸发皿可置于石棉网上用小火烤干。试管则可以直接用火烤干，但必须把试管口向下，以免水珠倒流炸裂试管（图 1—16）。不断来回移动试管，烤到不见水珠后，将管口朝上，赶尽水汽。

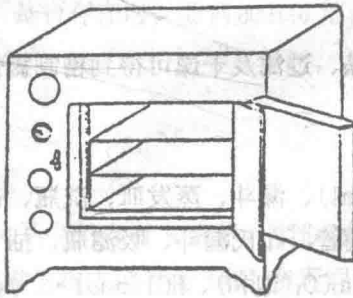


图 1—15 电烘箱

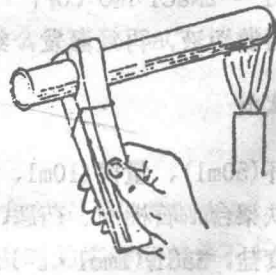


图 1—16 烤干试管

2、晾干和吹干 不急等用的仪器在洗净后就可以放置于干燥处，任其自然晾干，带有刻度的计量仪器，不能用加热的方法进行干燥，因为它会影响仪器的精密度。我们可以加一些易挥发的有机溶剂（最常用的是酒精或酒精与丙酮按体积比 1:1 的混合物）到已洗净的仪器中去，倾斜并转动仪器，使器壁上的水与这些有机溶剂互相溶解混合，然后倾出它们。少量残留在仪器中的混合物，很快就挥发而干燥；假如利用吹风机往仪器中吹风，那就干得更快。

(何跃武)

实验二 氯化钠的提纯

一、目的要求

1、熟悉常用玻璃仪器的洗涤及使用方法。

2、掌握台平的使用，固体的溶解，过滤、蒸发和结晶等基本操作。

3、了解食盐精制的原理及方法。

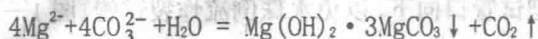
二、实验原理

粗盐中泥沙等不溶性杂质可用过滤方法除去， Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 等离子的可溶性杂质可用适当的试剂使其生成难溶化合物沉淀而除去。利用加入 Ba^{2+} ($BaCl_2$)和 CO_3^{2-} (Na_2CO_3)的方法，可分别使 SO_4^{2-} 和 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 形成沉淀而从溶液中过滤分离。

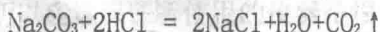
一般是先在食盐溶液中加入 $BaCl_2$ 溶液，以除去 SO_4^{2-} 离子：



然后在溶液中加入 Na_2CO_3 溶液，除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和过量的 Ba^{2+} 离子：



过量的 Na_2CO_3 可用盐酸中和



除去杂质后的溶液，再经蒸发，结晶、过滤及干燥可得到精制氯化钠。

三、仪器试剂

台平、烧杯(50ml)、量筒(10ml、50ml)、漏斗、蒸发皿、洗瓶、试管、玻棒、酒精灯、试管架、铁架台，石棉网、药匙、滴管、布氏漏斗、吸滤瓶、抽气泵。

研细的粗食盐、 $BaCl_2$ ($1mol \cdot L^{-1}$)、 Na_2CO_3 (饱和)、 HCl ($6mol \cdot L^{-1}$)、 HAc ($6mol \cdot L^{-1}$)、 $NaOH$ ($2mol \cdot L^{-1}$)、 $(NH_4)_2C_2O_4$ (饱和)、镁试剂。

四、实验步骤

1、粗盐的精制

(1) 称量和溶解：用台平称取粗盐 5g，放入 50ml 小烧杯中，加入蒸馏水 20ml，加热搅拌使其溶解，此时不溶性杂质沉入底部。

(2) SO_4^{2-} 离子的除去：将盛有溶液的烧杯置于石棉网上加热至近沸，边搅拌边逐滴加入 $1mol \cdot L^{-1}$ 的 $BaCl_2$ 溶液 2ml，继续加热 5min (使 $BaSO_4$ 沉淀颗粒长大较易于沉淀和过滤)。将烧杯取下，待沉淀沉降后，于上清液中沿烧杯壁加入几滴 $6mol \cdot L^{-1} HCl$ 和 2 滴 $1mol \cdot L^{-1} BaCl_2$ 溶液，检查 SO_4^{2-} 离子是否除尽。若无新沉淀生成，过滤，弃去沉淀，

(3) Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 Ba^{2+} 等离子的除去：将上述滤液加热至近沸，边搅拌边滴加饱和

Na_2CO_3 溶液，直至无沉淀生成为止(约 2ml)，静置，过滤，弃去沉淀。

(4) 剩余 CO_3^{2-} 离子的除去：将上述滤液加热，在搅拌下滴加 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HCl}$ 溶液中和滤液至微酸性(pH 试纸检查 pH 值约为 6)。

(5) 蒸发、干燥处理：将上述滤液转入洗净的蒸发皿中，蒸发浓缩至有大量结晶析出时，趁热用布氏漏斗抽滤，用滤纸吸干晶体。

2、NaCl 纯度的检验

取粗盐与精盐(自制)各 1g，分别溶解于 5ml 蒸馏水中。以此两份上清液分别进行纯度的检验。

(1) SO_4^{2-} 离子的检验：取上述清液各 1ml，分别置于两支试管中，各加入 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$ 溶液 2 滴，若有白色沉淀生成，再加入几滴 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HCl}$ 至溶液呈酸性；沉淀若不溶解，表示有 SO_4^{2-} 离子存在。比较两支试管的结果。

(2) Mg^{2+} 离子的检验：取上述清液各 1ml，分别置于两支试管中，并各加入 $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液 5 滴和镁试剂 2 滴。若有天蓝色沉淀生成，表示有 Mg^{2+} 离子存在。比较两支试管的结果。

(3) Ca^{2+} 离子的检验：取上述清液各 1ml，分别置于两支试管中，各加入 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HAc}$ 溶液，使溶液呈酸性。再分别加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 试液数滴，若有白色沉淀生成表示有 Ca^{2+} 离子存在。比较两支试管的结果。

五、思考题

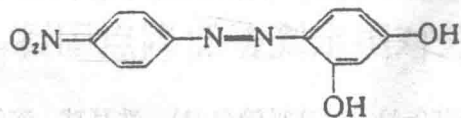
1、检验 Ca^{2+} 是否存在时，为何加 HAc 溶液？

2、在除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等离子时，为什么要先加 BaCl_2 溶液，然后再加 Na_2CO_3 溶液？

附注：

1、所得氯化钠中仍含有 K 离子，要制取不含 K 离子的精制食盐，可以利用 KCl 在不同温度时溶解度有很大差异而 NaCl 在不同温度时的溶解度差异不大而进行分离。

2、镁试剂：学名为对一硝基苯偶氮间二酚，其结构式为：



它是一种有机染料，在碱性环境下呈红色或紫色，被 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 吸附后呈天蓝色沉淀。

3、 Mg^{2+} 离子对此反应有干扰，也能产生草酸盐沉淀。但 MgC_2O_4 能溶于 HAc 溶液，而 CaC_2O_4 则不溶于 HAc 溶液中。故在溶液中加入 HAc 溶液以排除 Mg^{2+} 离子的干扰。

(喻晓峰)

实验三 测定溶液渗透压并观察红细胞在低渗、等渗和高渗溶液中的不同形态

一、目的要求

- 1、配制低渗、等渗和高渗溶液，并用渗透压计测量其渗透压。
- 2、观察红细胞在低渗、等渗和高渗溶液中的形态。
- 3、用渗透压计测量体液(血清、尿液)的渗透压。

二、原理

稀溶液依数性包括溶液的蒸气压下降、溶液的沸点上升、溶液的凝固点降低和溶液的渗透压，其中尤以溶液的渗透压测定在临床上甚为重要，它对纠正体内水、电解质和酸碱平衡失调起到十分重要的作用。

渗透压的测定方法较多，以凝固点降低法的操作最为方便，且精度高、测定迅速，特别适合于人体各种体液(如尿、血清、胃液、脑脊液、唾液等)的测定。

根据 Raoult 凝固点降低原理，任何 1mol 的非挥发性非电解质溶于 1kg 水中引起水的凝固点由 0°C 降低至 -1.857°C。而任何 1mol 的电解质溶于 1kg 水中，其凝固点降低值在理论上应是电解质离解的离子数与 1.857°C 的乘积。但在一定浓度的电解质溶液中存有离子间的互吸作用，故使测得的凝固点降低值往往小于理论值。因此，在计算电解质溶液渗透压时，引进渗透系数(Φ)加以校正。在临床上，血浆中单价离子的 Φ 值在 0.91~0.93 之间。在一定温度下，溶液的渗透压与溶液的渗透浓度成正比关系。因此，可用渗透浓度来衡量溶液的渗透压大小，临床上规定溶液的渗透浓度在 280~320mOsm·L⁻¹ 范围内为等渗溶液，低于或高于此范围的为低渗或高渗溶液。对稀水溶液而言，溶液的渗透压也可用毫渗量、千克⁻¹水(mOsm·Kg⁻¹H₂O)表示，由于溶液渗透压值与凝固点降低值成线性关系，溶液的 mOsm·Kg⁻¹H₂O 可通过凝固点降低而测得。渗透压计已将凝固点换算成 mOsm·Kg⁻¹H₂O 值显示出来。

本实验用渗透压计测定所配制的低渗、等渗、高渗溶液和血清、尿液的 mOsm·Kg⁻¹H₂O 值，并在显微镜下观察红细胞在低渗、等渗和高渗溶液中的形态变化。

三、仪器和试剂

烧杯(50ml)、容量瓶(50ml)、刻度吸管(1ml)、洗耳球、滴管、玻棒、洗瓶、小试管、血色素吸管(20ul)、注射针(6号)、分析天平，光学显微镜、FM-5J 简易型冰点渗透压计。

NaCl(固体, A. R.), 70%(V/V)酒精棉球, 消毒干棉球, 擦镜纸, 尿液(新鲜)、血清(新鲜)。

四、实验步骤

1、溶液配制

(1)低渗溶液:准确称取 NaCl 0.31~0.32g 置于 50ml 烧杯中,加少量蒸馏水,使之溶解,然后转入 50ml 容量瓶中,再用少量蒸馏水淋洗烧杯壁 3 次,每次洗液全部转移入容量瓶中,加水至标线,摇匀,配成低渗溶液备用。

(2)等渗溶液:准确称取 NaCl 0.44~0.46g 于 50ml 烧杯中,按上法配成 50ml 等渗溶液备用。

(3)高渗溶液:准确称取 NaCl 1.25~1.30g 于 50ml 烧杯中,按上法配成 50ml 高渗溶液备用。

2、溶液和体液的渗透压测定

按照附录《FM—5J 简易型冰点渗透压计》操作步骤测定所配制的低渗、等渗和高渗溶液以及血清和尿液的 $mOsm \cdot Kg^{-1}H_2O$ 值。每个样品测定 3 次,取其平均值。

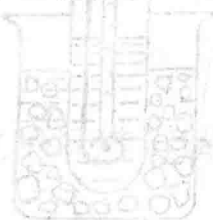
3、红细胞在低渗、等渗和高渗溶液中的形态观察

用 70% (V/V) 酒精浸湿的棉花球消毒手指尖部皮肤,待干后,用消毒注射针(在小火上烧红即可)很快地刺入皮肤深层并即拔出,使血液自然流出,形成血滴(切勿用手挤压手指,以免组织液稀释血液)。并用于棉花球擦去第 1 滴血液,用血色素吸管分别吸取血液 10 μ l,加入各装有 1ml 低渗、等渗和高渗溶液的三支小试管中,摇匀即得红细胞悬液。

从上述三支小试管中各取 1 滴红细胞悬液滴于载玻片上,盖上盖玻片;在显微镜下用高倍镜(40 \times 或 45 \times)观察它们的形态变化。

五、思考题

- 1、渗透浓度的定义是什么?它的单位与 $mOsm \cdot Kg^{-1}H_2O$ 有何区别?
- 2、解释在显微镜下观察到的红细胞在等渗、低渗和高渗溶液中的形态为何不同?



(何跃武)

实验四 凝固点降低法测定相对分子质量

一、目的要求

- 1、掌握用溶液的凝固点降低法测定溶质的相对分子质量
- 2、掌握 0.1 $^{\circ}C$ 分度温度计的使用
- 3、学会分析天平和容量吸管的使用

二、原理

稀溶液具有依数性,凝固点降低是依数性的一种表现。对理想溶液,凝固点的降低