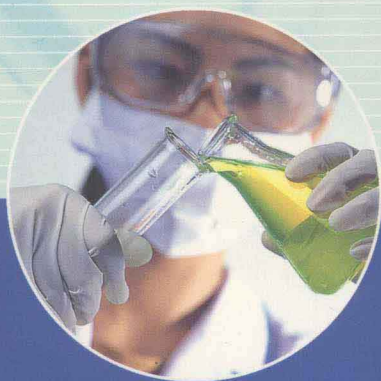


高等医学院校（供临床医学、预防、口腔、麻醉、影像、护理等专业使用）

基础医学课程 实验指导 (上册)



主编 杜 颀

JICHU YIXUE KECHENG
SHIYAN ZHIDAO



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

高等医学院校
(供临床医学、预防、口腔、麻醉、影像、护理等专业使用)

基础医学课程实验指导

JICHU YIXUE KECHENG SHIYAN ZHIDAO

(上册)

主 编 杜 颀
副主编 韩丽莎 潘桂兰 崔成立
主 审 杜茂林



人 民 军 医 出 版 社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

基础医学课程实验指导. 上册/杜颀主编. —北京:人民军医出版社,2003.9
ISBN 7-80157-974-7

I. 基… II. 杜… III. 基础医学-实验-医学院校-教材 IV. R3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059400 号

主 编:杜 颀

出 版 人:齐学进

策划编辑:王 峰

加工编辑:杨 婷

责任审读:余满松

版式设计:赫英华

封面设计:吴朝洪

出 版 者:人民军医出版社

地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号,邮编:100842,电话:(010)66882586、66882585、51927258,

传真:68222916,网址:www.pmmp.com.cn

印 刷 者:潮河印刷厂

装 订 者:春园装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所发行

版 次:2003 年 9 月第 1 版,2003 年 9 月第 1 次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19.5

字 数:473 千字

印 数:0001~4000

定 价:40.00 元

内 容 提 要

本书以高等医学院校基础医学课程教学大纲和教学计划为依据,遵循临床医学专业本科生的培养目标,由教学经验丰富的专家与教授撰写。全书包括第1~2学期的5门课程(医学化学、医学物理学、医学生物学、系统解剖学和组织胚胎学)。在医学物理学中还增设了选修课医学电子学内容。各门课程除设置经典实验项目外,还安排了代表学科新进展的实验项目,特别是增加了一些综合性实验或由学生自行设计的实验,并对部分新仪器、新设备的原理和使用方法进行了介绍。实验课作为基础医学课程重要组成部分,在每门课程的授课时数中占有较大比例,对于培养医学生的实践能力、科学作风和创新精神具有重要意义。

本教材不仅适用于临床医学专业的实验课教学,也可供预防、口腔、麻醉、影像、护理等医学专业使用,可根据其专业特点和培养目标选择相关实验项目进行教学。

责任编辑 王 峰 杨 婷

前 言

实验课是基础医学课程的重要组成部分,在每门课程的授课时数中占有较大比例,是医学生验证基础理论、巩固基本知识、培养基本技能的主要途径,对于培养医学生的实践能力、科学作风和创新精神具有重要意义。

本教材根据高等医学院校基础医学课程的教学大纲和教学计划,按照临床医学专业本科生的培养目标,组织具有丰富教学经验的专家、教授编写而成。

全书包括 15 门基础医学课程,分为上、下册,以方便学生使用。上册包括第 1~2 学期的课程(医学化学、医学物理学、医学生物学、系统解剖学和组织胚胎学),下册包括第 3~6 学期的课程(生理学、生物化学、病理学、医学微生物学与免疫学、人体寄生虫学、药理学、局部解剖学、病理生理学和断层解剖学)。其中,医学电子学和断层解剖学为增设的选修课内容。各门课程除设置了最基本的经典实验项目外,还安排了代表学科新进展的实验项目,特别是增加了一些综合性实验或由学生自行设计的实验,并对部分新仪器、新设备的原理和使用方法做了相应介绍。本教材不仅适用于临床医学专业的实验课教学,也可供预防、口腔、麻醉、影像、护理等医学专业使用,可根据其专业特点和培养目标选择相关实验项目进行教学。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不当之处在所难免,敬请读者批评指正。在编写过程中,参考了有关教科书,并得到内蒙古科技大学医学部(原包头医学院)领导的关心和支持,特此并致谢。

杜 颀

2003 年 5 月于包头

目 录

第一章 医学化学.....	(1)
绪言.....	(1)
基础化学.....	(7)
实验一 食盐的精制.....	(7)
实验二 溶液的配制.....	(8)
实验三 分析天平的构造和原理	(10)
实验四 分析天平的使用和操作	(13)
实验五 缓冲溶液的配制及 pH 计的运用	(16)
实验六 酸碱滴定法	(20)
实验七 化学反应速度	(22)
实验八 螯合滴定法(水中钙镁含量的测定)	(25)
实验九 高锰酸钾滴定法	(27)
实验十 可见与紫外分光光度法	(29)
无机化学	(35)
实验一 物质的提纯	(35)
实验二 溶液的稀释与配制	(36)
实验三 凝固点降低法测定尿素的分子量	(38)
实验四 醋酸的电离度和电离常数的测定	(39)
实验五 质子转移平衡和沉淀平衡	(41)
实验六 化学反应速率	(43)
实验七 硫酸亚铁铵的制备	(45)
实验八 配位化合物的生成和性质	(47)
实验九 设计实验	(49)
有机化学	(52)
实验一 常压蒸馏及沸点测定	(52)
实验二 熔点的测定	(54)
实验三 萃取	(56)
实验四 咖啡因的提取	(58)
实验五 折光率的测定	(59)
实验六 旋光度的测定	(61)
实验七 水蒸气蒸馏	(64)
实验八 柱层析	(66)
实验九 乙酰水杨酸的制备	(68)
实验十 碳水化合物的性质	(70)

实验十一 设计实验	(71)
分析化学	(72)
实验一 学生设计实验	(72)
实验二 葡萄糖干燥失重的测定	(77)
实验三 中和滴定法	(78)
实验四 配位滴定法	(81)
实验五 氧化还原滴定法	(85)
实验六 非水滴定法	(89)
实验七 沉淀滴定法	(91)
实验八 离子交换法制纯水	(94)
第二章 医学物理学	(98)
绪言	(98)
实验一 物理实验数据与处理	(99)
实验二 长度测量	(108)
实验三 液体黏度的测量	(111)
实验四 用落球法测液体的黏滞系数	(114)
实验五 液体表面张力系数的测量	(116)
实验六 用毛细管法测液体的表面张力系数	(119)
实验七 多用电表的使用	(121)
实验八 惠斯登电桥测电阻	(123)
实验九 用补偿法测电动势	(126)
实验十 微小物体的长度测量	(130)
实验十一 照相技术	(135)
实验十二 照片的放大及显影、定影	(137)
实验十三 显微摄影	(141)
医用电子学	(145)
实验一 三极管粗测	(145)
实验二 单管功率放大器的制作	(146)
实验三 晶体管整流与滤波电器	(150)
实验四 多谐振荡	(152)
实验五 稳压电源	(154)
第三章 医学生物学	(161)
绪言	(161)
实验一 动物界的主要类群	(167)
实验二 蟾蜍的解剖	(168)
实验三 大白鼠的解剖	(175)
实验四 正常人体细胞染色体核型分析	(183)

实验五 遗传病	(186)
实验六 细胞的显微和亚显微结构	(187)
实验七 细胞分裂	(196)
第四章 系统解剖学	(201)
绪言	(201)
实验一 骨、关节总论、躯干骨及其连结	(201)
实验二 上肢骨及其连结	(204)
实验三 下肢骨及其连结	(205)
实验四 颅骨及其连结	(207)
实验五 肌学总论、头、颈、躯干肌	(209)
实验六 上肢肌、下肢肌	(211)
实验七 内脏总论、消化系统(口腔-胃)	(212)
实验八 消化系统(小肠、大肠、肝、胰)	(214)
实验九 呼吸系统	(216)
实验十 泌尿系统、男性生殖系统	(218)
实验十一 女性生殖系统	(220)
实验十二 腹膜、会阴	(221)
实验十三 心脏	(223)
实验十四 肺动脉、主动脉与头、颈、上肢动脉	(225)
实验十五 胸、腹部动脉	(227)
实验十六 盆、下肢动脉	(228)
实验十七 肺循环、体循环的静脉、淋巴系统	(229)
实验十八 视器、前庭蜗器	(231)
实验十九 脊髓、脊神经(一)	(233)
实验二十 脊髓、脊神经(二)	(235)
实验二十一 脑干(一)	(236)
实验二十二 脑干(二)	(237)
实验二十三 脑神经(一)	(238)
实验二十四 脑神经(二)	(239)
实验二十五 小脑、间脑和大脑外形	(241)
实验二十六 大脑内部结构	(243)
实验二十七 脑和脊髓的被膜、血管及脑脊液循环	(244)
实验二十八 神经系统的传导通路	(245)
实验二十九 内脏神经、内分泌系统	(247)
第五章 组织学与胚胎学	(250)
绪言	(250)
实验一 上皮组织	(254)

实验二	结缔组织.....	(258)
实验三	肌组织及神经组织.....	(263)
实验四	循环系统及皮肤.....	(268)
实验五	免疫系统及内分泌系统.....	(272)
实验六	消化系统.....	(277)
实验七	呼吸系统及泌尿系统.....	(283)
实验八	男、女性生殖系统	(287)
实验九	眼与耳.....	(292)
实验十	胚胎学总论.....	(295)
实验十一	胚胎学各论(一).....	(298)
实验十二	胚胎学各论(二).....	(300)

第一章 医学化学

绪 言

一、目 的

1. 验证和巩固课堂讲授的基本理论和基本知识。
2. 了解并掌握化学基本操作的原理、方法和技能。
3. 培养正确观察、积极思考、分析和解决实际问题的能力,诚实记录的科学态度和良好的实验工作习惯。

二、试剂使用规则

1. 取用药品时首先要看清瓶签上的名称、规格、浓度等,瓶塞或瓶盖取下后应倒放在桌上,取完药品后应立即把瓶塞或瓶盖盖好,将试剂瓶放回原处。如取出的量超过需要的量,绝不允许将多出的部分放回原试剂瓶中,可给别人或弃去。
2. 固体试剂应用清洁干净的角匙取用,用过的角匙须洗净擦干后放回原处。
3. 取用液体试剂时应将贴有瓶签的一面握向手心,以免试剂流出瓶外时毁损标签。然后逐渐倾斜瓶子,慢慢将试剂注入容器中。
4. 从滴瓶中取用试剂时,不能将滴管倒立或放在桌上,以免试剂流入橡皮帽而使试剂污染。滴管应保持垂直,滴液体时不能接触容器壁或伸进容器口内。使用带橡皮帽的滴管,大约每 20 滴的体积相当于 1ml。

三、化学实验的基本知识和基本操作

(一)普通化学实验的基本知识和基本操作

1. 玻璃仪器的洗涤 化学实验中如果使用的玻璃仪器不干净,就会影响实验结果的准确性,因此在进行化学实验前,必须把玻璃仪器洗涤干净。一般来说,附着在玻璃仪器上的污物有尘土、其他不溶性物质、有机物质和油垢。此外,自来水中也含有很多杂质,影响化学实验的结果,因此洗涤可分为下列步骤:

(1)用水和试管刷刷洗,除去玻璃仪器上的尘土,不溶性物质。用去污粉或肥皂、合成洗涤剂刷洗,可洗去油垢和有机物。若油污等仍洗不干净,可用热碱液洗涤或用洗液浸泡。称量瓶、移液管、滴定管宜用洗液浸泡、洗涤。洗液具有很强腐蚀性,使用时必须小心。

(2)用上法洗过的玻璃仪器应用大量自来水冲洗干净。已洗净的玻璃仪器壁上,不应附着不溶物、油污。这样的玻璃仪器可以被水完全湿润,把玻璃仪器倒过来,如果水即顺着玻璃仪

器流下,器壁上只留下一层既薄而又均匀的水膜,不挂水珠,表示玻璃仪器已经洗净。

(3)已洗净的玻璃仪器要用蒸馏水少量多次润洗。一般润洗 2~3 次。最好用洗瓶装蒸馏水润洗。

润洗后的玻璃仪器不能再布或纸揩抹,可把它们倒置于干净的仪器架上或直接使用。

2. 台秤及其使用方法 台秤用于精确度不高的称量。最大载荷为 200g 的台秤,能称准至 0.1g(即感量 0.1g),最大载荷为 500g 的台秤,能称准至 0.5g(即感量为 0.5g)。

使用前先将游码拨至刻度尺左端“0”处,观察指针摆动情况。如果指针在刻度尺的中央左右摆动几乎相等,即表示台秤可以使用;如果指针在刻度尺的中央左右摆动距离相差很大或完全偏到一边去了,则应将调节零点螺丝(有的螺丝在中间,有的在两侧)加以调节后方可使用。

称量物重时,左盘放称量物,右盘放砝码,先加大砝码,后加小砝码,10g 以下砝码可移动标尺上游码,直至最后停点(即左右盘上分别放上称量物和砝码后,直到平衡时,指针在刻度盘上指示的位置)与零点相符时(可以偏差 1 小格),砝码的重量就是称量物的重量。

称量时必须注意下列 4 点:

(1)称量物要放在称量用纸或表面皿上,不能直接放在托盘上;潮湿或有腐蚀性物品,则要放到玻璃容器内。

(2)不能称量热的东西。

(3)经常保持台秤整洁,托盘上如撒有药品应立即清除。

(4)称量完毕后,放回砝码,标尺上游码移回“0”处,使台秤各部分恢复原状。

3. 过滤 过滤分为常压过滤和减压过滤。常压过滤是常用的过滤方法,减压过滤可加速过滤,可把沉淀抽吸得比较干燥。现分述如下:

(1)常压过滤:取大小合适滤纸,对折 2 次,然后张开滤纸使成圆锥形,一边 3 层,另一边 1 层,放入普通漏斗,使滤纸边缘比漏斗口稍低(图 1-1)。然后用少量蒸馏水润湿滤纸,使它与漏斗壁紧贴在一起,中间不要留有气泡,液体倾入滤器时要沿着玻璃棒倾注,玻璃棒应指在 3 层滤纸的一边,倾入液体的量应使液面低于滤纸边缘 2~3mm,以避免滤液溅出,应使漏斗颈的尖端靠着接受滤液的容器壁(图 1-2)。

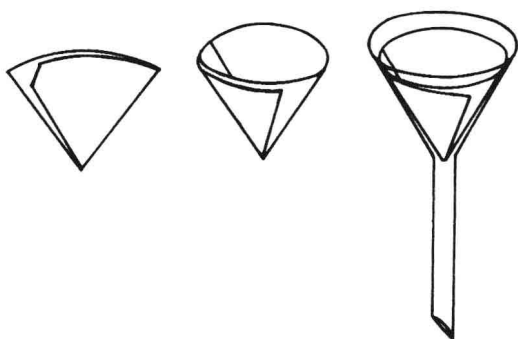


图 1-1 滤纸的折叠方法与安装

(2)减压过滤:减压过滤装置包括水泵(或真空泵),布氏漏斗,吸滤瓶,安全瓶,其连接方式如图 1-3(注意布氏漏斗下端斜口的朝向)。操作方法如下:

①将滤纸剪成比布氏漏斗内径略小,但又能把全部瓷孔都盖住那样大小,滤纸放入漏斗

后,用少量溶剂湿润,微开水龙头或真空泵,使滤纸吸在漏斗上。

②过滤时将溶液沿玻璃棒流入漏斗,注入溶液量不应超过漏斗总容量的 $\frac{2}{3}$ 。然后开动水龙头或真空泵将滤液滤下,并用玻璃棒搅拌使沉淀平铺在漏斗中,并用少量溶剂洗涤沉淀 2~3 次。抽滤至沉淀比较干燥为止。在抽滤过程中,吸滤瓶中滤液高度要低于吸气嘴。

③过滤完毕,先拔掉吸气嘴上橡皮管,再关闭水龙头或真空泵,以防止倒吸。

(二)容量分析基本仪器及其基本操作

1. 滴定管 滴定管是滴定时用来准确测量标准溶液体积的量器,具有精密的刻度。常量分析最常用的滴定管的容量为 25ml⁽¹⁾,在滴定管上部离管口不远的地方有一表示零的标线,自零向下将玻璃管分成 25 等份(单位为 ml),每 1ml 间又分成 10 等份(单位为 0.1ml),最小刻度间可估计读出 0.01ml,因此,读数可读到小数点后两位,如 0.06ml,19.89ml 等,一般读数误差为 $\pm 0.2\text{ml}$ 。滴定时所用标准溶液的体积可由滴定前后管内二液面的差值来计算。

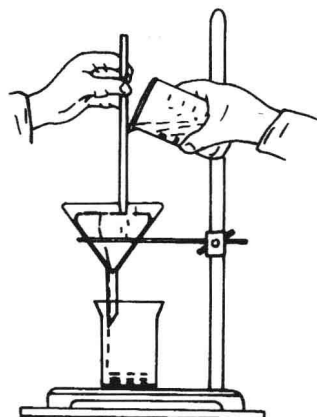


图 1-2 过滤

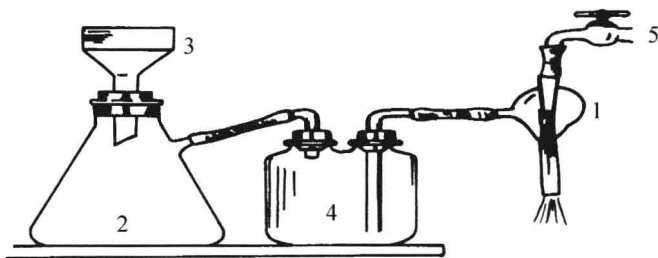


图 1-3 减压过滤装置

1. 水泵或油泵 2. 吸滤瓶 3. 布氏漏斗 4. 缓冲瓶 5. 水龙头

滴定管一般分为两种:一种是具塞滴定管,常称酸式滴定管;另一种是无塞滴定管,常称碱式滴定管。酸式滴定管的下端有玻璃活塞,可用以装酸性及氧化性溶液,但不适于装碱性溶液,因为碱性溶液要腐蚀玻璃,使活塞难以转动。碱式滴定管的下端连接一乳胶管,管内装有玻璃珠以控制溶液的流出⁽²⁾,乳胶管下面再接一尖嘴玻璃管,用来装碱性及无氧化性溶液,如高锰酸钾、碘等溶液,都不能装入碱式滴定管。滴定管分无色、棕色两种,棕色的用来装见光易分解的溶液。

滴定管的使用方法如下:

(1)洗涤:滴定管在使用前必须洗净。当没有明显污物时,可直接用自来水冲洗。如果其内壁沾有油脂性污物,则可用肥皂液、合成洗涤液或 Na_2CO_3 溶液润洗⁽³⁾,必要时把洗涤液先加热并浸泡一段时间。若仍洗不干净,可用铬酸等洗液浸泡洗涤(铬酸洗液用于洗涤后,应倒回原盛装瓶中)。铬酸洗液因其具有很强的氧化能力而对玻璃的腐蚀作用又极小,但考虑到六价铬对人体有害,在可能的情况下不要多用。无论用肥皂液、洗液等洗涤后都需要用自来水充分洗涤,最后用蒸馏水少量洗涤 2~3 次,每次用 5~10ml 蒸馏水。洗净的滴定管,内壁应当均

匀的被水湿润,即滴定管内的溶液放出后,管壁不应黏附液珠。

(2)检查:应事先检查滴定管是否漏水,玻璃活塞旋转是否灵活。检查酸式滴定管时,把活塞关闭,用水充满至零刻度以上,直立约 2min,仔细观察有无水从活塞缝隙中渗出,然后将活塞旋转 180°,再观察 2min,如无水滴滴下,缝隙中也无水渗出,表示滴定管不漏水,即可以使用,检查碱式滴定管,只需装水直立 2min 即可。

酸式滴定管漏水,可按下法处理。倒出滴定管中的水,把滴定管平放在桌面上,先取下活塞上的小橡皮圈,再取下活塞,用滤纸或吸水纸擦干活塞和活塞槽,用食指蘸少许凡士林在活塞的两头⁽⁴⁾涂上薄薄的一层,不要涂到中间有孔处,也不要涂得太厚,把活塞插入塞槽内,转动活塞,外面观察活塞槽接触的地方应该是透明状态,而且活塞转动灵活。将滴定管放在桌上,一手顶住活塞大头,一手套好橡皮圈,再检查是否漏水,如不合要求则需重新涂凡士林。若碱式滴定管漏水可将乳胶管中的玻璃珠转动一下或者略微向上推或向下移动一点。这样处理后,仍漏水,则需要更换玻璃珠或乳胶管。

(3)标准溶液的装入:为了使装入滴定管内的标准溶液不被滴定管内壁的水稀释,要先用所装溶液润洗滴定管。加入标准溶液约 5~10ml,然后两手平端滴定管,慢慢转动使溶液流遍全管,再把滴定管竖起,打开滴定管活塞或捏挤玻璃珠附近的乳胶管,使溶液从出口管下端流出。如此润洗 3 次。特别注意一定要使标准溶液洗遍全管,而且使溶液接触管壁 1~2min,以便与原来余溶液混合均匀,然后再放出。

装入标准溶液之前先将瓶中溶液摇匀,装时,先把活塞完全关好。然后左手中指拿住滴定管上部无刻度处,滴定管可以稍微倾斜以便接受溶液;右手拿住试剂瓶⁽⁵⁾往滴定管中倒溶液,小瓶可以手握瓶肚(瓶签向手心)拿起来慢慢倒入,大瓶可以放在桌上,只是手拿瓶颈,使溶液慢慢顺内壁流下,直到溶液充满到零刻度以上为止。

(4)排去滴定管下端的气泡:将标准溶液加入滴定管后,应检查活塞下端或乳胶管中是否有气泡。如有气泡,对于酸式滴定管可以迅速转动活塞,使溶液急速流出,以排出空气泡。对于碱式滴定管,先将它倾斜,将乳胶管向上弯曲,并使管嘴向上,然后捏挤玻璃珠上部,让溶液从尖嘴处喷出,使气泡随之排出,乳胶管中气泡是否排出,可把乳胶管对光照着检查。

(5)滴定管的读数:装满标准溶液至零刻度处或零稍下,将滴定管垂直地夹在滴定管夹上,并将下端悬挂的液滴除去,进行读数。

读数方法:对无色或液体较浅溶液,读取弯月下沿最低处;对颜色太深溶液,不能观察下沿时,应从液面最上沿读数,视线和刻度应在同一水平面上(图 1-4)。最好面对光源,滴定管的读数是自上而下的,应该读到小数点后第 2 位(即要求估计到 0.01ml),在装好标准溶液中放出标准溶液后,都必须等 1~2min,使溶液完全从壁上流下后再读数。为了便于读数,可采用读数卡。读数卡是用涂有黑色的长方形(约 3cm×1.5cm)的白纸制成,读数卡放在滴定管背后,使黑色部分在弯月面下约 1mm 处,即可看到弯月面的反射层成为黑色(图 1-5),然后读此黑色弯月面下沿的最低点。溶液颜色深而读上沿时,就可以用白纸作为读数卡。有的滴定管带有白底蓝线,对无色溶液有两个弯月面相交二蓝线的某一点,读数时视线应与此点在同一水平面上,对有色滴定管方法与普通滴定管相同。不论采用哪种方法读数,最初读数和最终读数应采用同一标准,读数后,应立即记录,记录后再读一次,以资核对。

(6)滴定:将装有被滴定液的锥形瓶⁽⁶⁾放在滴定管下面,瓶下面放白瓷板(滴定管下端伸入瓶口约 1cm,瓶底离开白瓷板 2~3cm)。

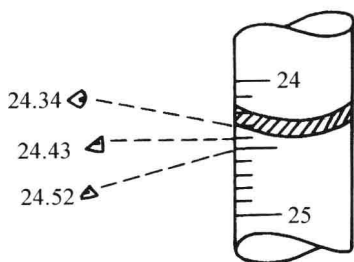


图 1-4 滴定管读数法

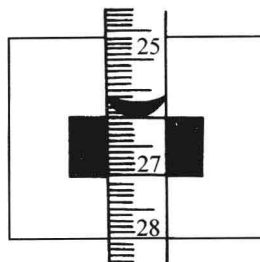


图 1-5 使用读数卡读数

使用酸式滴定管,以左手拇指在前,食指和中指在后一起控制活塞,而无名指、小指抵住活塞下部。在转动活塞时,手指微微弯曲,轻轻向里扣住,手心不要顶住活塞小头一端,以免顶出活塞,使溶液溅漏。右手持锥形瓶颈部使瓶底向同一方向作圆周运动。使用碱式滴定管时,左手拇指和食指捏挤玻璃珠所在部位稍上处,使乳胶管与玻璃珠间形成一条缝隙,溶液即从此缝隙流出。

滴定时(图 1-6),左手控制流量,右手前三指(拇指、食指、中指)拿住瓶颈,滴定和振摇溶液要同时进行,使滴下的溶液能较快地分散,以进行化学反应。但注意不要使瓶内溶液溅出。

滴定是逐滴地把标准溶液滴入被滴定的溶液中去,不应滴入太快,每分钟 10ml 为宜(不超过 4 滴/s),否则易超过终点。快到终点时,每次可加 1 滴或 1/2 滴⁽⁷⁾溶液,并不断摇动,应用洗瓶将溅在内壁上的溶液吹洗下来。继续滴定,直至到达终点。

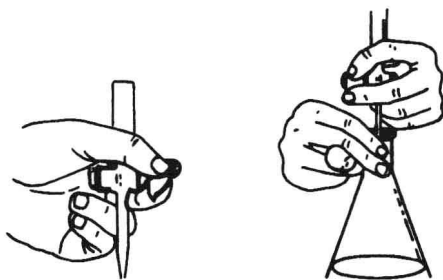


图 1-6 滴定

滴定操作完毕,应将滴定管中溶液放掉,用自来水冲洗滴定管,倒放在滴定管夹上。

注释:

(1)滴定管还有容积为 50ml、10ml、5ml 等。半微量滴定管总容积为 10ml,最小刻度 0.05ml,一般附有自动加液漏斗。微量滴定管总容积 1、2 或 5ml 最小刻度 0.005ml 或 0.01ml,附有自动加液漏斗。

(2)玻璃珠大小要适中,过大了,滴定时溶液流出比较费劲;过小了,溶液要漏出。

(3)为避免容器内壁受机械磨损而影响容积测量的准确性,一般不用刷子刷洗,而用润洗。

(4)除此法外,也可以只在活塞大头涂凡士林,另用纸卷或牙签蘸少量凡士林,涂在槽的小口内部,然后转动。

(5)注意:装标准溶液时要直接从试剂瓶倒入滴定管,不要经过其他容器(如烧杯等),以免在转移过程中浓度发生改变。

(6)最好在锥形瓶中滴定,必要时也可以在烧杯中滴定。

(7)滴加 1/2 滴的方法是使液滴悬挂管尖而不让其自由滴下,再用锥形瓶内壁将液滴擦下,然后用洗瓶吹入少量蒸馏水,将其内壁附着的溶液洗下去。

2. 容量瓶

容量瓶是测量容纳液体体积的一种容量器皿,用于配置一定浓度的溶液。它是细长颈的梨形平底瓶,带有磨口玻璃塞或塑料塞。瓶上标有它的容积和规定该容积时的温度,颈上刻有标线,表示在指定温度(一般为 20°C)时,当液体充满到液面与标线相切时所容纳的液体体积与瓶上所示的容积相符合。容量瓶常用的有 50、100、200、250、1 000ml 等几种规格,颜色有棕色和无色,棕色容量瓶用来配制见光易分解的试剂溶液。

使用前应检查:①容量瓶容积与所要求的是否一致;②容量瓶塞是否已用绳系在瓶颈上;③磨口玻璃塞的容量瓶是否漏水,为检查是否漏水,可在瓶中加入自来水到标线附近,盖好瓶塞,左手食指按住塞子,右手指尖顶住瓶底边缘,倒置 2min,观察瓶塞周围是否有水漏出。如果不漏,把瓶直立后将瓶塞转动 180° ,再倒过来试验这个方向是否漏水,如不漏水,即可使用。

在用固体样品或试剂配制溶液时,应先将溶质在烧杯中溶解,放至室温,再用玻璃棒转移到容量瓶中。烧杯中残留的少许溶液,可用少量溶剂(约 5~10ml)洗涤 3 次,洗涤液均沿玻璃棒转入容量瓶中,然后加溶剂稀释。当瓶内液体体积达容量瓶容积 $2/3$ 时,应将容量瓶沿水平方向旋摇,使溶液初步混匀。再用溶剂稀释至接近标线 1cm 左右,等 1~2min,使黏附在瓶颈内壁的溶剂流下后,用洗瓶或细而长的滴管慢慢滴加溶剂到溶液弯月面下缘最低点与标线相切为止。盖好瓶塞,左手拇指在前,中指、无名指及小指在后拿住瓶颈标线以上部分,而以食指顶住瓶塞上部,用右手指尖顶住瓶底边缘,将容量瓶倒转,使气泡上升到顶,再倒转过来仍使气泡上升到顶,如此反复 10~20 次,使溶液充分混匀。如果浓溶液稀释,可用移液管吸取一定体积的溶液,放入容量瓶后,按上述方法稀释至标线。

不要用容量瓶贮存配好的溶液。配好的溶液需要保存,应该转移到洁净、干燥的试剂瓶中。容量瓶用完后应及时洗净,在瓶塞与瓶口之间衬一纸条后保存起来。容量瓶不得在烘箱中烘烤,也不能在容量瓶中用任何加热的办法加速溶解。

3. 移液管 移液管是用于准确移取一定体积液体的容量器皿。其上部有一环形标线,下端有一拉尖的出口,膨大部分的中央刻有数字,标明它的容积和规定该容积的温度。常用移液管有 5、10、20、50ml 等规格。

使用前,依次用洗液、自来水、蒸馏水洗涤移液管,然后再用被移取的液体润洗 3 次(被移取液体倒入小烧杯中。润洗时,每次用量吸液体至进球部即可),以免残留在移液管内部的蒸馏水稀释被移取液体。

在吸取液体时,用右手拇指和食指拿住移液管上端,将移液管插入待吸液体的液面下约 1~2cm,左手捏瘪洗耳球,排去球中空气,将洗耳球口对准移液管上口,按紧勿使漏气,然后捏洗耳球的左手轻轻松开,使液体从移液管下端徐徐上升。眼睛注意着管中液面上升,移液管则随容器中液体的液面下降而下伸。当液体上升到移液管标线以上时,迅速移动洗耳球,用右手食指紧按管口,将移液管下端提离液面并接触瓶颈内壁,然后稍微放松右手食指或轻轻用拇指与中指旋转移液管,使液面缓慢、平稳地下降,直到液体弯月面与标线相切,立即紧按食指,使液体不再流出,将移液管移入接受器中,容器稍倾斜而移液管直立并使出口尖接触器壁,松开食指,让液体自由地顺壁而下。待液体不再流出时,还要稍等片刻(约 15s)再把移液管取出。留在管口的少量液体不要吹入接受器内,因其为保留体积。

另外还有一种带等分刻度的移液管,其中间没有膨大球部,一般称为吸量管。常用有 10ml、5ml、2ml、1ml 等规格,可用于吸取非整数的小体积的液体。吸量管的用法基本上与移液管操作相同,使用吸量管时,通常是使液面从吸量管最高刻度降到某一刻度,使两刻度之间

的体积恰为所需体积。

移液管、吸量管用完后且短时间内不再用时,应立即用自来水和蒸馏水冲洗,放在管架上,不能在烘箱中烘烤。

基础化学

实验一 食盐的精制

一、目的

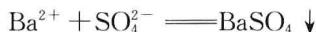
1. 正确使用台秤、酒精灯及滤纸折叠法。
2. 练习过滤、蒸发、结晶、干燥等基本操作。
3. 学会提纯氯化钠的一般方法。

二、原理

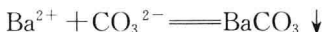
粗食盐中含有不溶性杂质(如泥沙等)和可溶性杂质(主要是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 SO_4^{2-})。

不溶性杂质可用溶解过滤方法除去。

可溶性杂质可用下列方法除去:在粗食盐溶液中加入稍过量的 BaCl_2 溶液时,可将 SO_4^{2-} 转化为难溶解的 BaSO_4 沉淀而除去。



溶液过滤,除去 BaSO_4 沉淀。再加 NaOH 和 Na_2CO_3 溶液,由于发生了下列反应:



食盐中的杂质 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 及沉淀 SO_4^{2-} 时加入的过量 Ba^{2+} 便相应地转化为难溶的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 、 BaCO_3 沉淀而过滤除去。过量的 NaOH 和 Na_2CO_3 可用纯盐酸中和除去。少量可溶性杂质(如 KCl)由于含量很少,在蒸发浓缩和结晶过程中仍留在母液中。

三、材料

1. 仪器 台秤,烧杯,普通漏斗,漏斗架,吸滤瓶,蒸发皿,布氏漏斗,石棉网,pH 试纸,滤纸,酒精灯,玻璃棒,量筒,泵及安全瓶,洗瓶,试管。

2. 药品 粗食盐,2mol/L HCl ,2mol/L NaOH ,1mol/L BaCl_2 ,1mol/L Na_2CO_3 ,0.5mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,镁试剂。

四、方法

(一)粗食盐提纯

1. 用台秤称取 8g 粗食盐,放入小烧杯中,称量方法见基本操作,记录数据。

2. 用量筒量取 30ml 蒸馏水加入盛粗盐的烧杯中,将烧杯放在石棉网上,用酒精灯加热,并用玻璃棒搅拌,促其溶解。至沸后,在搅拌下,逐滴加入 1mol/L BaCl_2 溶液至沉淀完全

(BaCl_2 溶液滴入时不再产生新的浑浊),继续加热,使 BaSO_4 颗粒长大而易于沉淀和过滤。为了试验沉淀是否完全,可将烧杯从石棉网上取下,待沉淀沉降后于上清液中加入 1 滴 BaCl_2 ,至无浑浊产生为止。

3. 在上述液体中加入 1ml 2mol/L NaOH 和 5ml 1mol/L Na_2CO_3 加热至沸,待沉淀沉降后于上清液中滴加 1mol/L Na_2CO_3 溶液,至不再产生沉淀为止,用普通漏斗过滤(见基本操作)。

4. 向滤液中逐滴加入 2mol/L HCl ,并用玻璃棒蘸取滤液在 pH 试纸上试验,直至溶液呈微酸性为止(pH 控制在 2~3)。

5. 将溶液倒入蒸发皿中,用小火加热蒸发,浓缩至稀粥状的稠液为止,但切不可将溶液蒸发至干。

6. 冷却后,用布氏漏斗减压过滤,尽量将结晶抽干并移入表面皿中,放入烘箱在 100~105℃ 下干燥 20min。

7. 干燥氯化钠放冷后,称量计算产率。

(二)纯度检验

取少量(约 1g)提纯前和提纯后的食盐,分别用 5ml 蒸馏水溶解,然后各分盛在 3 支试管中,组成 3 组,对照检验它们的纯度。

1. SO_4^{2-} 的检验 在第 1 组溶液中分别加入 2 滴 1mol/L BaCl_2 (注意: BaCl_2 有毒,切勿入口!),观察是否产生沉淀,在提纯的食盐溶液中应该无沉淀产生。

2. Ca^{2+} 的检验 在第 2 组溶液中各加入 2 滴 0.5mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液,在提纯的食盐中应无白色 CaC_2O_4 沉淀。

3. Mg^{2+} 的检验 在第 3 组溶液中各加入 2~3 滴 1mol/L NaOH 溶液,使溶液呈碱性(用 pH 试纸检验),再加入 2~3 滴镁试剂,在提纯的食盐溶液中应无天蓝色沉淀产生。

思 考 题

1. 怎样除去粗食盐中的可溶性杂质 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 等离子。
2. 本实验为什么用 Na_2CO_3 除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等杂质,而不用其他的可溶性碳酸盐。除去 CO_3^{2-} (过量沉淀剂)为什么用盐酸而不用别的强酸?
3. 为什么用毒性很大的 BaCl_2 除去 SO_4^{2-} 而不用无毒的 CaCl_2 ? 过量 Ba^{2+} 应如何除去?
4. 怎样检验提纯后的食盐的纯度?
5. 如果产率过高,可能的原因是什么?

实验二 溶液的配制

一、目 的

1. 掌握几种常用的配制溶液的方法。
2. 熟悉有关浓度的计算。
3. 练习使用量筒和比重计。