

预防医学模块化实验教学系列教材

WEISHENGXUE
SHIYAN
JIAOCHENG

卫生学实验教程

邵丽华 崔晞 刘娜 编

山东大学出版社

预防医学模块化实验教学系列教材

卫生学实验教程

邵丽华 崔晞 刘娜 主编

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

卫生学实验教程/邵丽华,崔晞,刘娜主编. — 济南:
山东大学出版社, 2009. 6
ISBN 978-7-5607-3866-6

I. 卫...

II. ①邵... ②崔... ③刘...

III. 卫生学—教材

IV. R1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 085745 号

山东大学出版社出版发行
(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)
山东省新华书店经销
山东恒兴实业总公司印刷厂印刷
787×1092 毫米 1/16 12.25 印张 276 千字
2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷
定价: 20.00 元

版权所有,盗印必究
凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

前 言

预防医学专业本科教学的培养目标之一是培养具有较强实践能力和解决实际公共卫生问题能力的专业卫生人才。实现该培养目标的关键在于构建适应公共卫生事业发展的预防医学实验教学新体系。传统的预防医学实验教学体系已远不能满足当前培养创新型、实用型公共卫生人才的需要,将实验教学作为培养学生动手能力,研究能力和实践能力的独立课程体系来建设是预防医学实验教学体系改革的重要内容。山东大学公共卫生学院正在进行的预防医学实验教学体系的改革把预防医学专业原有的十多门实验课有机地融合,分成三个实验教学模块:流行病学实验教学模块、生物学实验教学模块和卫生学实验教学模块。各模块之间既相互独立,又相互协调。实验课程模块化避免了实验内容的重复,便于合理调整学时,提高实验教学质量。

为配合本院的预防医学实验教学体系的改革,编者根据多年来教授实验课程的实践和经验,在原有实验教材的基础上,吸取了国内外同类教材的优点,再结合本专业的科研成果,编写了适应当前预防医学教学体系改革的新型模块化实验教学系列教材之一《卫生学实验教程》,希望此教材能在本院的预防医学实验教学改革中起到重要作用。

《卫生学实验教程》在精选和改进经典的理论验证型实验的基础上,结合公共卫生事业发展的需要,增加了综合应用型实验和自主设计型实验,形成了“理论验证型+综合应用型+自主设计型”多种类型相结合的层次化的实验教学,使学生能在掌握基本实验技能的基础上,锻炼自己的创新能力和实践能力。

本教材内容主要包括基础知识和实验两个篇章,共有三种类型实验 82 个。教材以循序渐进,逐渐展开为特点,将教学与实验有机地融合起来,以利于学生能更好地系统掌握知识。通过加强学生对卫生学实验基础知识和基本实验操作的学习,使他们在理论验证实验的基础上,再进行综合应用型和自主设计型实验,逐渐培养学生查阅资料及对知识灵活应用的能力,为今后做好岗位工作打下坚实的基础。

在实验教材的编写过程中,得到了公共卫生学院领导的大力支持和许多相关人员的大力帮助,在此向他(她)们表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月于山东大学趵突泉校区

目 录

基础知识篇

第一部分 实验基础知识	(3)
一、化学试剂规格	(3)
二、实验用纯水的制备及检定	(4)
三、定量和定性分析滤纸的规格	(6)
四、玻璃仪器的洗涤、干燥方法及常用洗涤剂	(6)
五、实验室常用干燥剂	(8)
六、实验室安全知识	(8)
第二部分 常用仪器及基本操作	(10)
一、一般仪器基本操作	(10)
二、滴定分析仪器及基本操作	(11)
三、重量分析仪器及基本操作	(15)
四、电子天平及使用方法	(19)

实 验 篇

第一部分 理论验证型实验	(23)
实验一 称量练习	(23)
实验二 容量器皿的校准	(25)
实验三 滴定法操作练习	(28)
实验四 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液的配制与标定	(29)
实验五 间接滴定法测定铵盐中氮含量	(31)
实验六 酸碱滴定法测定苯甲酸含量	(32)
实验七 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 标准溶液的配制与标定	(33)
实验八 双指示剂法测定工业碱面中碱性组分的含量	(34)

实验九 凯氏定氮法测定食品中蛋白质	(36)
附 KDY-9820 型凯氏定氮仪使用方法	(38)
实验十 0.02mol · L ⁻¹ EDTA 标准溶液的配制与标定	(40)
实验十一 配位滴定法测定水的硬度	(41)
实验十二 Na ₂ S ₂ O ₃ 标准溶液的配制与标定	(42)
实验十三 0.05mol · L ⁻¹ I ₂ 标准溶液的配制与标定	(44)
实验十四 直接碘量法测定饮料中维生素 C 的含量	(45)
实验十五 碘量法测定水中溶解氧	(47)
实验十六 酸性高锰酸钾法测定水中化学耗氧量	(49)
实验十七 斐林氏滴定法测定水果中还原糖	(51)
实验十八 硝酸银标准溶液的配制与标定	(53)
实验十九 沉淀滴定法测定可溶性氯化物中氯的含量	(55)
实验二十 食品中水分的测定	(56)
实验二十一 液体食品相对密度的测定	(57)
实验二十二 硫酸钠含量的测定	(58)
实验二十三 邻二氮菲分光光度法测定铁	(60)
附 722 型分光光度计的使用方法	(62)
实验二十四 过硫酸盐法测定水中锰的含量	(63)
实验二十五 亚甲蓝分光光度法测定饮用水中硫化物	(64)
实验二十六 盐酸萘乙二胺分光光度法测定食品中亚硝酸盐的含量	(67)
实验二十七 三氯化铁分光光度法测定全血胆碱酯酶活性	(68)
实验二十八 对二甲氨基苯甲醛比色法测定尿中 δ-氨基乙酰丙酸(ALA)	(71)
实验二十九 紫外分光光度法测定废水中苯酚的含量	(73)
附 1 752 型紫外—可见分光光度计使用方法	(74)
附 2 岛津 2450 型紫外可见分光光度计使用方法	(75)
实验三十 火焰原子吸收法测定血清中铜含量	(75)
附 361MC 型原子吸收分光光度计使用方法	(77)
实验三十一 火焰原子吸收法测定头发中锌含量	(79)
实验三十二 石墨炉原子吸收法测定血清中的铬	(81)
附 AA6650G 型原子吸收分光光度计使用方法	(82)
实验三十三 分子荧光法测定维生素 C 的含量	(83)
附 1 960 型荧光仪使用方法	(85)
附 2 4500 型荧光分光光度计使用方法	(87)
实验三十四 分子荧光法测定维生素 B ₂	(88)
实验三十五 原子荧光法测定指甲中汞的含量	(90)
实验三十六 用酸度计测定溶液的 pH 值	(92)
实验三十七 磷酸电位滴定	(94)
实验三十八 用氯离子选择性电极测定氯离子浓度	(95)

实验三十九 电位法测定天然水中微量氟	(96)
实验四十 电导法测定土壤水浸出液的全盐量	(98)
实验四十一 阳极溶出伏安法测血清中的铜、铅、镉	(99)
实验四十二 阳极溶出伏安法测定水中锌	(101)
实验四十三 气相色谱载气流速和柱温变化对分离度的影响	(102)
附 岛津 GC2010 型气相色谱仪使用方法	(104)
实验四十四 气相色谱法测定白酒中甲醇含量	(105)
实验四十五 溶剂解吸—气相色谱法测定工作场所空气中苯、甲苯、二甲苯	(107)
实验四十六 气相色谱法测定空气中的甲醛	(109)
实验四十七 高效液相色谱法测定食品中的糖精钠	(111)
附 1 岛津 LC-10A 型高效液相色谱仪使用方法	(112)
附 2 Waters 515 型高效液相色谱仪使用方法	(115)
实验四十八 高效液相色谱法测定饮料中的维生素 C	(117)
实验四十九 高效液相色谱法测定饮料中的咖啡因	(119)
实验五十 生产环境气象条件的测定	(120)
实验五十一 工作场所噪声的测定	(124)
实验五十二 尘肺阅片	(128)
实验五十三 人体末梢血淋巴细胞微核测定	(131)
第二部分 综合应用型实验	(133)
样品分析的一般步骤	(133)
实验五十四 空气污染指数测定	(135)
实验五十五 空气中颗粒物的测定	(140)
实验五十六 食用油脂的卫生检验	(144)
实验五十七 鲜奶的卫生检验	(148)
实验五十八 面粉中灰分的测定	(153)
实验五十九 海带中碘含量的测定	(154)
实验六十 市售小麦粉中过氧化苯甲酰含量的测定与评价	(157)
实验六十一 食品和保健品中水溶性维生素的高效液相色谱测定	(160)
实验六十二 食品中有机磷农药残留分析	(161)
实验六十三 生活饮用水一般感官性状和物理指标的检测与水质评价	(163)
实验六十四 头发中砷的分析方法评价	(165)
实验六十五 指甲中硒的分析方法评价	(168)
实验六十六 头发中有益元素铜、铁、锌的分析评价	(171)
实验六十七 指甲中有害元素镉、铅、汞的分析评价	(173)
第三部分 自主设计型实验	(179)
附 录	(181)

基础知识篇

第一部分 实验基础知识

第二部分 常用仪器及基本操作

第一部分 实验基础知识

一、化学试剂规格

卫生学实验所用试剂的质量对分析结果准确度的影响很大,因此应根据实验分析方法的灵敏度与选择性、分析试样的含量及对分析结果准确度的要求等,合理选择相应级别的试剂。

1. 一般试剂

一般试剂是实验室最普遍使用的试剂,其规格以其中所含杂质含量的多少来划分,包括通用的一至四级试剂和生化试剂等。我国只对一至三级试剂颁布了具体指标和要求,具体的名称、标志、标签颜色和主要用途见表 1-1。

表 1-1 一般化学试剂的规格和用途

级别	中文名称	符号	瓶签颜色	主要用途
一级品	优级纯	G. R	绿色	用作基准物质,主要用于精密的科学实验和分析实验
二级品	分析纯	A. R	红色	一般科学实验和分析实验
三级品	化学纯	C. P	蓝色	要求较高的无机和有机化学实验或要求不高的分析实验
四级品	实验试剂	L. R	棕黄色	一般的实验和要求不高的科学实验
生化试剂	生化试剂、 生物染色剂	B. R	咖啡色	生物化学实验

2. 专用试剂

专用试剂是指具有专门用途的试剂。如在色谱分析法中用的色谱纯试剂、光学分析法中使用的光谱纯试剂和其他分析法中的专用试剂。专用试剂除了符合高纯试剂的要求外,更重要的是在特定的用途中其杂质成分处于不产生明显干扰的限度之下。如“色谱纯”试剂,表示其在仪器最高灵敏度条件下进样分析时无杂质峰出现;“光谱纯”试剂是以

光谱分析时出现的干扰的谱线强度大小来衡量的,由于有机物在光谱上显示不出,所以主成分不一定都达到 99.9% 以上,因此,光谱纯试剂不一定能作为化学分析的基准试剂;基准试剂纯度要高,主要用作滴定分析的基准物等。纯度远高于优级纯的试剂为高纯试剂 ($\geq 99.99\%$),尤其适用于痕量分析。在实际工作中,应根据具体分析实验要求选用专用试剂。在一般分析工作中,通常要求使用分析纯试剂 (AR 级)。本书中未标注试剂级别均指分析纯。

二、实验用纯水的制备及检定

(一) 实验用水

实验用水应使用纯水,一般是蒸馏水或去离子水。有的实验要求用二次蒸馏水或高纯水,如液相色谱等实验。由于空气中的 CO_2 可溶于水中,故纯水的 pH 值常小于 7。分析实验用水的级别及主要技术指标见表 1-2。

1. 蒸馏水

通过蒸馏方法除去水中非挥发性杂质而得到的纯水称为蒸馏水。同是蒸馏所得纯水,由于使用的蒸馏器材质不同,其所含杂质种类和含量也不相同。玻璃蒸馏器蒸馏制得的水含有 Na^+ 和 SiO_3^{2-} 等;而用铜蒸馏器制得的纯水则可能含有 Cu^{2+} 。

2. 去离子水

利用离子交换剂去除水中的阳离子和阴离子杂质所得的纯水即去离子水。去离子水可能会含有微生物和有机物杂质,用于特殊要求的实验时应进行适当处理。

表 1-2 实验室用水的级别及主要技术指标

指标名称	一级	二级	三级
pH 范围 (25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率 (25℃) / $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$	≤ 0.01	≤ 0.10	≤ 0.50
可氧化物质含量 (以 O 计) / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	—	≤ 0.08	≤ 0.4
吸光度 (254nm, 1cm 光程)	≤ 0.001	≤ 0.01	—
蒸发残渣 (105℃ $\pm$ 2℃) 含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	—	≤ 1.0	≤ 2.0
可溶性硅 (以 SiO_2 计) 含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	≤ 0.01	≤ 0.02	—

① 由于在一级水和二级水的纯度下,难以测定其真实的 pH 值,因此对其 pH 值范围不做规定;

② 由于在一级水的纯度下,难以测定可氧化物质和蒸发残渣,因此对其限量不做规定。可用其他条件和制备方法来保证一级水的质量。

(二) 纯水的制备

制备分析实验用水的原水应当是饮用水或其他适当纯度的水。一级水可用二级水经过石英设备蒸馏或离子交换混合床处理后,再经 $0.2\mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤来制取,其主要用于要求严格的分析实验,包括对微粒有要求的实验,如高效液相色谱分析用水。二级水可

用离子交换或多次蒸馏等方法制取,其主要用于无机痕量分析实验,如原子吸收光谱分析、电化学分析实验等。三级水可用简单一次蒸馏、离子交换及电渗析法等方法制取,常用于一般化学分析实验。

蒸馏法设备成本低、操作简单,但能耗高、产率低,且只能除掉水中非挥发性杂质。离子交换法去离子效果好,但不能除掉水中非离子型杂质,使去离子水中常含有微量的有机物。

(三)纯水的检定

纯水的质量检验指标很多,国家标准 GB/T 6682-2008 中,主要对实验用水的 pH 值范围、电导率、可氧化物质、吸光度、蒸发残渣及可溶性硅等进行检测。如果制备各级纯水所用的原水质量好,则生产出的纯水,可用其电导率值作为主要质量指标,一般的分析实验都可参考这项指标选择适用的纯水。特殊情况下及生物化学、医药化学等方面的某些实验用水通常还需要对其他有关项目进行检验。

1. pH 值

用酸度计测定与大气相平衡的纯水的 pH 值,一般应为 6 左右。采用简易化学方法测定时,取两支试管,在其中各加 10mL 水,于甲试管中滴加 0.2% 甲基红(变色范围 pH4.4~6.2)2 滴,不得显红色,于乙试管中滴加 0.2% 溴百里酚蓝(变色范围 pH6.0~7.6)5 滴,不得显蓝色。

2. 电导率的测定

测量电导率时应选用适于测定高纯水的电导率仪,其最小量程为 0.02。测量一、二级水时,电导池常数为 0.01~0.1,进行在线测量;测量三级水时,电导池常数为 0.1~1,用烧杯接取约 400mL 水样,立即进行测定。

3. 可氧化物质

量取 1000mL 二级水,注入烧杯中,加入 5.0mL 20% 的硫酸溶液,混匀;再量取 200mL 三级水,注入烧杯中,加入 1.0mL 20% 的硫酸溶液,混匀。在上述已酸化的试液中分别加入 1.0mL 高锰酸钾标准滴定溶液 [$c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4) = 0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$],混匀,盖上表面皿,加热至沸腾并保持 5min。溶液的粉红色不得完全消失。

4. 吸光度

将水样分别注入 1cm 和 2cm 的石英吸收池中,于 254nm 处以 1cm 吸收池中的水样为参比,测定 2cm 吸收池中水样的吸光度。需要注意的是如果仪器的灵敏度不够时,可适当增加吸收池的厚度。

5. 蒸发残渣

首先将水样预浓集:量取 1000mL 二级水(三级水取 500mL),将水样分几次加入旋转蒸发器的蒸馏瓶中,于水浴上减压蒸发,待水样最后蒸至约 50mL 时停止加热。将上述预浓集的水样转移至一个已于 $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 衡量的蒸发皿中,用 5~10mL 水样分数次冲洗蒸馏瓶,将洗液与预浓集的水样合并于蒸发皿中,在适当温度的水浴上蒸干,并在 $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的电烘箱中干燥至恒重。

蒸发残渣的质量百分数按下式计算

$$\omega = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

式中： ω ——蒸发残渣的质量百分数，%；

m_2 ——残渣和空皿的质量，g；

m_1 ——空皿的质量，g；

m ——样品的质量，g。

6. 可溶性硅

量取 520mL 一级水(二级水取 270mL)注入铂皿中，在防尘的条件下煮沸蒸发至约 20mL，停止加热冷却至室温，加 1.0mL 钼酸铵溶液($50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)，摇匀，放置 5min 后加 1.0mL 草酸溶液($50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)，摇匀，放置 1min 后加 1.0mL 对氨基酚硫酸盐溶液($2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)摇匀。移入比色管中稀释至 25mL，摇匀，于 60°C 水浴中保温 10min。溶液所呈蓝色不得深于标准比色溶液。标准比色溶液的制备是取 0.50mL 二氧化硅标准溶液($0.01\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)，用水样稀释至 20mL 后，与同体积试液同时同样处理。

三、定量和定性分析滤纸的规格

化学分析中常用的有定量分析滤纸和定性分析滤纸两种。定量滤纸又分为快速、中速和慢速三类。定量滤纸又称“无灰”滤纸，滤纸的纸浆经过盐酸及氢氟酸处理，一般在灼烧后，每张滤纸的灰分不超过 0.1mg(小于天平的称量误差 0.2mg)。各种定量滤纸在滤纸盒上用白带(快速)、蓝带(中速)、红带(慢速)作为分类标志。定性滤纸分为方形和圆形两种，方形滤纸有直径为 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ 、 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 等规格；圆形滤纸有直径为 55mm、70mm、90mm、110mm、125mm、150mm、180mm、230mm、270mm 等规格。定量滤纸为圆形滤纸，其规格与圆形定性滤纸规格相同。

四、玻璃仪器的洗涤、干燥方法及常用洗涤剂

(一) 洗涤方法

在进行分析实验时，必须使用洗涤干净的仪器。仪器洗涤是否符合要求，对检验结果的准确度和精密度均有影响。常用去污粉、各种洗涤剂和有机溶剂清洁器皿。一般的器皿如烧杯、锥形瓶、试剂瓶、表面皿等，可用刷子蘸取去污粉或洗涤剂直接刷洗内外壁或先用适当的洗涤液浸泡后，再用自来水冲洗干净，洗涤干净的仪器应透明、无可见的污物，且内壁不挂水珠，否则应再次用洗涤液浸泡和自来水冲洗，最后用纯水洗内壁三次，以除去残留的自来水。

较精密的玻璃量器，例如滴定管、移液管、容量瓶等，由于它们的形状特殊而且容量准确，不宜用刷子摩擦其内壁，以免受机械磨损而影响容积的准确性，也不宜用强碱性洗涤剂来洗涤。量器内壁如有自来水不能洗去的污物，可选用合适的洗涤剂浸泡，通常可先用铬酸洗液浸泡内壁，再依次用自来水和纯水洗洗干净。光度分析所用的吸收池是用光学玻璃制作的，不能用毛刷刷，可在选用合适的洗液浸泡后，用自来水冲洗净，再用蒸馏水润

洗 2~3 次。

在仪器分析实验中,用于微量、痕量分析的器皿,通常还要用 1+1 或 1+2(V/V)的盐酸或硝酸溶液浸泡,必要时可加热除去微量的杂质。

洗涤过程中,使用纯水应按照少量多次的原则,每次洗涤用水一般为总容量 5%~20%,一般洗涤 3 次即可。

(二)仪器的干燥

器皿的干燥可根据不同的情况,采用下列方法将洗净的器皿干燥:

1. 晾干

将洗净的仪器倒置于仪器晾干架上或专用柜内控水晾干。

2. 烘干

烘干是最常用的快速干燥的方法。将洗净的仪器置于约 105℃ 的干燥箱中烘干,放进干燥箱前要先把水沥干。但量器不可采用烘干的方法。

3. 用有机溶剂润洗后吹干

当所使用的玻璃仪器不宜烘干且急用时,可先用少量乙醇或丙酮润洗已洗净的器皿内壁,然后用气流烘干机烘干或用洗耳球吹干。

(三)常用洗涤剂

1. 铬酸洗液

铬酸洗液是含有饱和 $K_2Cr_2O_7$ 的浓硫酸溶液。称取 25g 工业用或化学纯 $K_2Cr_2O_7$ 置于烧杯中,加 50mL 水,加热并搅拌使之溶解,随即在搅动下缓慢沿壁加入约 450mL 工业用浓 H_2SO_4 (注意:刚开始加 H_2SO_4 要特别缓慢,防止剧烈放热而溅出,配制过程中最好带上橡胶手套),冷却后移入细口瓶中,盖紧。

铬酸洗液具有强氧化性和强酸性,适于洗涤无机物和部分有机物。加热(70℃~80℃)后使用效果最好,但温度不要很高以避免造成玻璃器皿发生破裂。使用铬酸洗液时应注意以下几点:

(1)由于六价铬和三价铬都有毒,大量使用会污染环境。所以,凡是能够用其他洗涤剂进行洗涤的仪器,都不要用铬酸洗液。铬酸洗液不适用于金属和塑料器皿。

(2)加洗液前应尽量去掉仪器内的水,避免将水带入洗液使其稀释而降低其洗涤效力。

(3)洗液要循环使用,用后倒回原瓶并应随时盖严。当洗液由棕红色变为绿色(Cr^{3+} 的颜色)时,说明洗液已无洗涤效力。

(4)铬酸洗液具有强烈腐蚀性,使用时要小心,要避免洒到手上、衣服上、实验台以及地上。洗涤液若沾污衣服和皮肤应立即用水洗,再用苏打水等弱碱性液洗;如果溅在桌椅上,应立即用水洗去或湿布抹去。

(5)有机物质残留较多的器皿应先行擦洗,然后再用洗涤液。这是因为有机质过多,会加快洗涤液失效。

2. 合成洗涤剂

这类洗涤剂主要是洗衣粉、去污粉等。一般的器皿都可以用它们洗涤。洗涤时,在器

皿中加入少量的洗涤剂和水,然后用毛刷反复刷洗,再用自来水和纯水冲洗干净。它们可有效地洗去油污及某些有机物。

3. NaOH-KMnO₄水溶液

称取 10g KMnO₄ 放入 250mL 烧杯中,加入少量水使之溶解,再慢慢加入 100mL 10% NaOH 溶液,混匀即可使用。该混合液适用于洗涤油污及有机物,洗后在器皿中留下的 MnO₂ · 2H₂O 沉淀物可再用浓盐酸或草酸洗液、硫酸亚铁、亚硫酸钠等还原剂去除。

4. NaOH-乙醇溶液

将 120g NaOH 溶于 150mL 水中,再用 95% 的乙醇稀释至 1L,此液主要用于洗去油污及某些有机物。用它洗涤精密玻璃量器时,不可长时间浸泡,以避免腐蚀玻璃,影响量器精度。

5. 盐酸-乙醇溶液

将盐酸和乙醇按 1 : 2 的体积比进行混合,此洗涤液主要用于洗涤被染色的吸收池、比色管、吸量管等。洗涤时最好是将器皿在此液中浸泡一定时间。然后再用水冲洗。

6. HNO₃-乙醇溶液

适合于洗涤油脂或有机物沾污的酸式滴定管。使用时先在滴定管中加入 3mL 乙醇,沿壁加入 4mL 浓 HNO₃,盖住滴定管管口,利用反应所产生的氧化氮洗涤滴定管。

7. 有机溶剂洗涤剂

用于洗涤聚合物、油脂及其他有机物。可直接取丙酮、苯等使用,或配成 NaOH 的饱和乙醇溶液使用。

8. 浓 HNO₃

浓 HNO₃ 是一种强氧化剂,必要时也可以用来洗涤器皿。

9. 草酸洗液

将 5~10g 草酸溶于 100mL 水中,加入少量浓盐酸,它可用于洗涤高锰酸钾洗液洗涤后产生的 MnO₂ · 2H₂O 沉淀,必要时加热使用。

应当注意,所有的洗涤剂用完排入下水道都将会不同程度地污染环境,因此,凡能循环使用的洗涤剂均应反复利用,不能循环使用的则应尽量减少用量。

五、实验室常用干燥剂

干燥剂是一类能吸收大气中水分的物质,实验室中常用的干燥剂主要有硅胶、氧化铝凝胶、分子筛、活性炭、木炭、活性白土等(吸附法)和无水 CaCl₂、CaO、P₂O₅、Al₂O₃、浓 H₂SO₄等(化学吸收法)。

六、实验室安全知识

卫生学实验室经常需要使用具腐蚀性、易燃易爆或具有毒性的化学试剂等,实验过程中容易发生爆炸、着火、中毒、灼伤、割伤、触电等事故。为避免事故的发生,必须重视实验

室安全问题,加强防范工作。在实验过程中,应严格遵守以下规范:

1. 使用电器设备时,不能用湿的手去开启电闸,以防触电。如有人触电,应迅速切断电源,然后进行抢救。

2. 浓酸、浓碱、洗液等具有强烈的腐蚀性,切勿溅在皮肤和衣服上。使用浓 HNO_3 、 HCl 、 H_2SO_4 、 HClO_4 和氨水时,均应在通风橱中操作,绝不允许在实验室加热。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸沿容器壁慢慢注入水中,不能将水倒入浓硫酸中。

3. 使用 CCl_4 、乙醚、苯、丙酮、三氯甲烷等有机溶剂时,要远离火焰和热源。使用后将试剂瓶盖严,放在阴凉处保存。低沸点的有机溶剂不能直接在火焰或热源(电炉等)上加热,而应在水浴上加热。盛放强腐蚀性试剂的容器,应及时清洗干净。

4. 加入试剂或加热液体时,不要俯视容器,以防溅出。

5. 使用剧毒试剂(如氰化物、三氧化二砷,升汞等)时,应做好废液的回收处理,不能随意倒入水槽。

6. 实验室内严禁饮食、吸烟。实验完毕后,应立即关闭水、电开关。离开实验室时,应仔细检查水、电、门、窗是否均已关好。

7. 实验过程中万一发生着火,不要惊慌,应尽快切断电源或燃气源。如因酒精、苯或醚等有机溶剂引起着火时,应立即用沙土、石棉布或湿布盖住火焰;火势较大应用灭火器,但不可用水扑救,以防火势蔓延。电器着火时,不可用水冲,以防触电,应使用干冰或干粉灭火器。着火范围较大时,应尽快用灭火器扑灭并立即报警。

8. 如在实验过程中被化学试剂灼伤,应立即用大量流水冲洗。若为碱灼伤,水洗后再用 20% 硼酸冲洗;若为酸灼伤,水洗后用 3% NaHCO_3 冲洗。

第二部分 常用仪器及基本操作

一、一般仪器基本操作

(一)洗瓶

目前实验室所用洗瓶多是塑料制品,其中装入纯水,主要用于化学实验室内少量多次刷洗用,比如清洗沉淀、清洗玻璃仪器、加少量溶剂等。塑料洗瓶结构简单,使用方便,用水量少而且洗涤效果好,用手握住洗瓶一捏,水便由尖嘴挤出。

(二)蒸发皿

分析实验过程中用于蒸发浓缩溶液或灼烧固体的器皿。口大底浅,有圆底和平底两种,可带柄。最常用的是瓷制蒸发皿,也有玻璃、石英、铂等制成的。规格可用容量来表示,有100~250mL不等,或用直径表示,有60~150mm不等。蒸发皿能耐高温,但不能骤冷,对于稳定的溶液,可以直接在天然气灯上小火加热,对于易分解的溶液,应在水浴上加热,但是液体的量均不能超过其容积的2/3。蒸发皿的内壁应保持洁白光滑,不允许用搅棒在蒸发皿中用力刮动沉淀。

(三)水浴锅

电热恒温水浴锅是常用的加热仪器,其锅盖是大小不同层层重叠的铜圈。使用时,通常将蒸发皿或烧杯等放在水中或放在锅圈上进行加热。锅内装水不能超过其容量的2/3。随着持续加热,锅内水不断蒸发,因此要注意添水,以防水被烧干。一旦烧干,水浴就会变成空气浴,温度会升很高,以致引起蒸发皿或烧杯内溶液的强烈沸腾和溅失,并且锅也会被烧毁。一旦发现锅被烧干,应立即停火或断电,待锅自然冷却后,再加水继续使用。

其他的加热方式还有油浴、砂浴及电热板等。

(四)干燥器

干燥器是存放干燥物品防止吸湿的玻璃仪器,磨口上涂有一层很薄的凡士林,以使其更好地密合。干燥器内部分两层,中间用一带孔瓷板隔开。瓷板的上部放置容器,容器内盛有需干燥保存的物品;瓷板的下部放置适量的干燥剂,通常为变色硅胶或无水氯化钙。开启或关闭干燥器时,需用左手固定住干燥器下部,右手握住盖上的圆顶,向一侧缓慢用力推动器盖,切不可直接向上提器盖。当把热的坩埚放入干燥器中时,为防止器内空气受