



国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

食品理化 检验技术

薛自萍 霍江莲 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

食品理化检验技术

主 编 薛自萍 霍江莲
参 编 刘松南 许雯雯 徐 林
何爱红 杨小华
主 审 郭文萍



机械工业出版社

本书是根据国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划精神,体现以“工作过程为导向”的课程开发理念,依据企业检验岗位实际工作任务,同时参考食品检验工国家职业资格标准,将理论知识与操作技能紧密联系编写而成。

本书共计三个模块:实验基本技能、物理化学分析方法和仪器分析方法,包括溶液的配制、标准溶液的配制及浓度标定、样品的采集及处理方法和分析数据的处理,食品中可溶性固形物、水分、总灰分、脂类物质、总酸、碳水化合物、蛋白质、氨基酸态氮、二氧化硫、亚硝酸盐、重金属铅、苯甲酸、山梨酸和农药残留量的测定共 17 个项目。

本书可作为中等职业学校食品检验、食品生物工程专业教材,也可作为食品企业相关工作人员的参考用书及岗前培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

食品理化检验技术/薛自萍,霍江莲主编. —北京:

机械工业出版社, 2014. 5

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

ISBN 978-7-111-45775-6

I. ①食… II. ①薛… ②霍… III. ①食品检验—中等专业学校—教材 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 025321 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 宋 华 责任编辑: 程足芬

责任印制: 李 洋

北京华正印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.5 印张·231 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-45775-6

定价: 26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划精神，体现以“工作过程为导向”的课程开发理念，依据企业检验岗位实际工作过程，同时参考食品检验工国家职业资格标准，将理论知识与操作技能紧密联系编写而成。学生在学习完本课程后，即可完成食品检验工（中级）的取证。

本书具有如下特点：

- 1) 在编写上力求“实用、够用”的原则，着重学生专业基本技能的培养。
- 2) 编写队伍体现校企合作，由学校的“双师型”专业教师、食品企业质量控制人员、质检机构检测人员共同完成编写，内容贴近实际工作过程，有利于培养学生的检验技能，符合企业实践需要。
- 3) 采用大量的实物或实际操作过程图片，部分图片是在实验教学过程所拍摄，除此之外还有部分图片来自于企业工作过程，使学生能够更直观地观察实验过程与实验现象，便于学生理解与学习。
- 4) 在结构上有任务考核评价部分，主要是针对任务实施环节设定评价内容，考核内容的评分标准及评价主体可以由教师根据实际情况进行设定。力求在评价过程中实现多元化，体现现代职业教育改革发展理念。

全书共三个模块，17个项目，由薛自萍和霍江莲任主编。具体编写分工如下：薛自萍负责编写模块一、模块三的项目二及附录；霍江莲负责编写模块二的项目三；刘松南负责编写模块二的项目四，模块三的项目一、项目三和项目四；许雯雯负责编写模块二的项目六、项目七和项目九；何爱红负责编写模块二的项目五和项目八；徐林负责编写模块二的项目一，并担任全部稿件的校正工作；杨小华负责编写模块二的项目二，并对全书进行统稿；郭文萍任主审。

本书在编写过程中，得到了学校领导及项目建设小组成员的大力帮助，学校2011级食品检测班同学在实验方面也提供了帮助，相关行业、企业专家、主审在本专业课程开发及本书审稿过程中提出了很多宝贵的建议，在此一并表示衷心感谢！

由于示范学校建设工作尚在探索过程中，需要在实施过程中不断完善，书中难免存在不妥之处，恳请同行及读者批评指正。

编者

目 录

前言

模块一 实验基本技能	1
项目一 溶液的配制	1
项目二 标准溶液的配制及浓度标定	10
项目三 样品的采集及处理方法	20
项目四 分析数据的处理	30
模块二 物理化学分析方法	39
项目一 食品中可溶性固形物含量的测定	39
项目二 食品中水分的测定	46
项目三 食品中总灰分的测定	51
项目四 食品中脂肪的测定	59
项目五 食品中总酸度的测定	66
项目六 食品中碳水化合物的测定	73
项目七 食品中蛋白质含量的测定(凯氏定氮法)	84
项目八 食品中氨基酸态氮含量的测定	91
项目九 食品中二氧化硫残留量的测定(蒸馏法)	96

模块三 仪器分析方法	102
项目一 食品中亚硝酸盐含量的测定	102
项目二 食品中铅的测定	110
项目三 食品中苯甲酸、山梨酸含量的测定	119
项目四 食品中农药残留量的测定	127
附 录	136
附录 A 任务实施单	136
附录 B 实验报告单	137
附录 C 考核评价单	138
附录 D 乳稠计读数变为 15℃ 时的读数换算表	139
附录 E 糖液折光锤度温度改正表(标准温度 20℃)	140
附录 F 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖质量表	141
参考文献	147

模块一

实验基本技能

项目一 溶液的配制



学习目标

1. 知识目标

- 1) 掌握玻璃器皿的洗涤方法。
- 2) 掌握溶液配制的流程。
- 3) 掌握电子天平的使用方法。
- 4) 掌握容量瓶的使用方法。

2. 能力目标

- 1) 能熟练使用电子天平，完成称量操作过程。
- 2) 能规范使用容量瓶，准确完成定容操作过程。
- 3) 能独立完成一定浓度溶液的配制。

3. 情感、态度、价值观目标

让学生初步了解食品检验职业人员的基础工作，培养学生细心、认真、负责的职业道德意识。

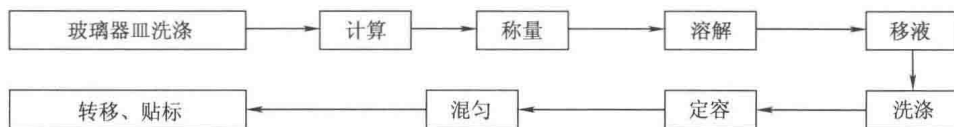


任务描述

小李是一名刚进入实验室工作的食品检验人员，目前面临的任务是配制 0.1mol/L 的 NaOH 溶液 250mL ，要求小李独立完成玻璃器皿的洗涤、固体药品的称量和溶液的配制一系列操作过程，最终对配制好的 NaOH 溶液贴标签。



任务流程





知识储备

一、溶液浓度计算的方法

在分析工作中遇到的溶液可分为两大类：一类是用来控制化学反应条件，在样品处理、分离等操作中使用，其浓度的准确度不高，这类溶液统称为一般溶液；另一类则是用来测定物质含量的有准确浓度的溶液，这类溶液称为标准溶液。

1. 质量分数

溶质 B 的质量 m_B 与溶液的质量 m 之比，称为溶质 B 的质量分数，用符号 w_B 表示。

$$w_B = \frac{m_B}{m} \quad (1-1)$$

式中 w_B ——溶质 B 的质量分数(%)；

m_B ——溶质的质量(g)；

m ——溶液的质量(g)。

2. 体积分数

溶质的体积与混合物溶液体积之比，称为溶质 B 的体积分数，用符号 φ_B 表示。

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V_{\text{总}}} \quad (1-2)$$

2 式中 φ_B ——溶质 B 的体积分数(%)；

V_B ——溶质 B 的体积(L)；

$V_{\text{总}}$ ——溶液的总体积(L)。

3. 物质的量浓度

溶质 B 的物质的量 n_B (mol) 与溶液的体积 V 之比，用符号 c_B 表示。

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{\frac{m_B}{M}}{V} = \frac{m_B}{VM} \quad (1-3)$$

式中 c_B ——物质的量浓度(mol/L)；

n_B ——溶质 B 的物质的量(mol)；

V ——溶液的体积(L)；

m_B ——溶质 B 的质量(g)；

M ——溶质的摩尔质量(g/mol)。

4. 质量浓度

溶质 B 的质量 m_B 与混合物的体积 V 之比，以 ρ_B 表示。

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (1-4)$$

式中 ρ_B ——溶质 B 的质量浓度(g/L)；

m_B ——溶质的质量(g)；

V ——混合物的总体积(L)。

二、实验室分析用水的要求

1. 分析实验室用水的规格

根据中华人民共和国国家标准 GB/T 6682—2008《分析实验室用水规格和试验方法》的规



定,分析实验室用水分为三个级别:一级水、二级水和三级水。

一级水用于有严格要求的分析实验,包括对颗粒有要求的实验,如高效液相色谱分析用水。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,再用 $0.2\mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤来制取。

二级水用于无机痕量分析等实验,如原子吸收光谱分析用水。二级水可用多次蒸馏或离子交换等方法制得。

三级水用于一般的化学分析实验。三级水可用蒸馏或离子交换的方法制取。

2. 实验室用水存放的注意事项

通常,普通蒸馏水保存在玻璃容器中,去离子水保存在聚乙烯塑料容器内,用于痕量分析的高纯水,如二次亚沸石英蒸馏水,则需要保存在石英或聚乙烯塑料容器中。

盛有蒸馏水的瓶器要随时加瓶塞。蒸馏水附近不要放浓 HCl 等易挥发的试剂,以防污染。通常用洗瓶取蒸馏水。

三、分析试剂的认识

1. 分析试剂的分类

常用分析试剂见表 1-1。

表 1-1 常用分析试剂

试剂名称	代码	标签颜色	用 途
光谱纯	SP		在光谱分析中做标准物质
基准试剂	PT	绿色	作为基准物质,标定标准溶液
优级纯	GR	绿色	用于精确分析和研究工作,有的可作为基准物质
分析纯	AR	红色	用于工业分析及化学实验
化学纯	CP	蓝色	用于化学实验和合成制备
实验试剂	LR	黄色	用于一般化学实验和合成制备

2. 化学试剂的使用方法

1) 应熟悉最常用的试剂的性质,如市售酸碱的浓度、试剂在水中的溶解度、有机溶剂的沸点、试剂的毒性及化学性质等。

2) 要注意保护试剂瓶的标签,它表明试剂的名称、规格、质量,万一丢失应照样补写、贴牢。分装或配制试剂后应立即贴上标签。绝不可在瓶中装上不是标签指明的物质。无标签的试剂不能用,要慎重处理,不应乱倒。盛放碱液的试剂瓶要用塑料容器。

3) 不可用鼻子对准试剂瓶口猛吸气。

4) 试剂均应避免阳光直射及靠近暖气等热源。

5) 在分析过程中,必须本着需要和节约的原则,根据不同分析和不同的分析方法选用不同等级的试剂。

四、玻璃器皿的洗涤与使用

1. 常用的洗涤液

(1) 肥皂、各种洗涤剂、洗涤液和有机溶剂 主要用于油脂和有机物的洗涤。

(2) 重铬酸钾-浓硫酸溶液(100g/L) (洗液) 称取 100g 重铬酸钾于烧杯中,加入 100mL 蒸馏水,加热溶解,冷却后缓慢加入浓硫酸,并进行搅拌,最后稀释至 1L 。此洗涤液具有



强氧化性，但氧化作用比较慢，需与器皿接触一段时间后才可发挥作用。

(3) 氢氧化钾-乙醇洗液(100g/L) 称取 100g 氢氧化钾于烧杯中，先用 50mL 蒸馏水溶解后，再用工业乙醇稀释至 1L。该洗涤液主要用于洗涤油垢和树脂。

(4) 酸性草酸洗涤液 称取 10g 草酸溶解于 10mL 盐酸(1+4)中，该洗涤液用于洗涤氧化性物质。

(5) 硝酸洗涤液 常用浓度为(1+9)或(1+4)。此类洗涤液适于金属离子测定容器的浸泡，一般浸泡过夜。

(6) 王水 3 份盐酸与 1 份硝酸混合后所得。

2. 洗涤方法

1) 一般的容量器皿，如烧杯、锥形瓶、量筒、试剂瓶等洗涤方法是：先用自来水冲洗一下，然后用肥皂水、洗衣粉水或者根据不同污染物选用适合的洗涤剂，用毛刷蘸取洗涤溶液，刷洗其内壁，刷洗后用自来水冲洗，再用蒸馏水润洗三次，即可使用。

2) 滴定管、容量瓶、移液管等具有精确刻度的量器，不能用毛刷刷洗。若内壁不干净，可选择合适的洗涤剂清洗。必要时先把洗涤剂加热后加到待洗涤容器中，浸泡一段时间后清洗，或者待量器干燥后，用洗液浸泡内壁一段时间，再用自来水冲洗和蒸馏水润洗。

3) 对特殊的污染应采用相应的洗涤方法。例如，有铁锈的用盐酸(1+3)清洗；有机溶剂沉淀可用碱性溶液或有机溶剂洗涤；高锰酸钾污渍可用质量分数 0.5% 的草酸或盐酸(1+3)清洗。

温馨提示



玻璃器皿洁净标准：洗净的玻璃器皿，其内壁应能被水均匀地润湿而无条纹及水珠。

洗涤原则：蒸馏水应注意节约，宜采用少量多次的方法。

五、电子天平的使用方法

电子天平(见图 1-1)是利用电子装置完成电磁力补偿，使物体在重力场中实现力的平衡，或通过电磁力矩的调节，使物体在重力场中实现力矩的平衡。电子天平具有能够实现自动调零、自动校准、性能稳定、灵敏度高、操作方便等特点。



图 1-1 电子天平示意图



1. 电子天平的使用方法

(1) 调节水平 开机前观察天平水平仪的水泡是否位于圆环的中央。若位于中央则表明天平处于水平状态,否则需要调节水平。调节天平两侧的地脚螺栓,向左旋转可升高,向右旋转可下降,直到水泡位于圆环中央,平衡为止。

(2) 预热 接通电源进行预热,时间为 30min。电子天平在初次接通电源或长时间断电后开机时,至少需要预热 30min。

(3) 开机 按下电子天平的“ON/OFF”键,接通显示器,等待仪器自检。自检过程结束后显示器显示零时,天平才可用于称量。

(4) 称量 打开天平侧门,将器皿或称量纸(呈对角线对折)置于天平托盘上,按显示屏两侧的“Tare”键进行去皮,待显示器重新显示零时,在器皿或称量纸上加入称量物,关闭天平侧门。显示屏上的数字不断变化,待数字稳定后,读取读数并记录称量结果,取出称量好的物质。

(5) 称量完毕 称量完毕后关闭天平侧门,按下“ON/OFF”键,关闭显示器,切断电源。

2. 电子天平使用时的注意事项

1) 天平应放置在牢固的平稳台上,室内要求清洁、干燥及较恒定的温度,同时应避免光线直接照射到天平上。

2) 称量时应从侧门取放物质,读数时应关闭箱门以免空气流动引起天平摆动。前门仅在检修或清除残留物质时使用。

3) 电子天平若长时间不使用,则应定时通电预热,每周一次,每次预热 2h,以确保仪器始终处于良好的使用状态。

4) 天平箱内应放置吸潮剂(如硅胶),当吸潮剂吸水变色时,应立即高温烘烤更换,以确保吸湿性能。

5) 称量具有挥发性、腐蚀性的物质及强酸强碱类物质时,应用带盖称量瓶,防止腐蚀天平。

6) 称盘与外壳须经常用软布和牙膏轻轻擦洗,切不可用腐蚀的溶剂擦洗。

六、样品的称量方法

为保证试剂不受污染,试剂的量取遵循“只出不进”的原则。当试剂为固体时,应当用清洁的试剂勺从试剂瓶中取出试剂。

1. 直接称量法

将称量物直接放在天平托盘上称量物体的质量。例如,称量小烧杯的质量,容量器皿校正中称量某容量瓶的质量,重量分析实验中称量某坩埚的质量等,都使用这种称量法。直接称量法适用于在空气中稳定、不吸湿、无腐蚀性物品的称量。

2. 固定质量称量法

固定质量称量法又称增量法,此法用于称量某一固定质量的试剂(如基准物质)或试样。这种称量操作的速度很慢,适于称量不易吸潮、在空气中能稳定存在的粉末状或小颗粒(最小颗粒应小于 0.1mg,以便调节其质量)样品,不适宜块状物质的称量。

注意:若不慎加入试剂超过指定质量,用试剂匙取出多余试剂。重复上述操作,直至试剂质量符合指定要求为止。对于取出的多余试剂应弃去,不要放回原试剂瓶中。操作时不能



将试剂散落于天平托盘等容器以外的地方。

3. 递减称量法

递减称量法又称减量法,此法用于称量一定质量范围的样品或试剂。这种称量方法适宜称量一般易吸湿、易氧化、易与 CO_2 反应的试样。由于称取试样的质量是由两次称量之差求得,故也称差减法。称量步骤如下:

从干燥器中用纸带(或纸片)夹住称量瓶后取出称量瓶(注意:不要让手指直接接触及称量瓶和瓶盖),用纸片夹住称量瓶盖柄,打开瓶盖,用试剂匙加入适量试样(一般为称一份试样量的整数倍),盖上瓶盖,称出称量瓶加试样后的准确质量。将称量瓶从天平上取出,在接收容器的上方倾斜瓶身,用称量瓶盖轻敲瓶口上部使试样慢慢落入容器中,瓶盖始终不要离开接收容器上方。

当倾出的试样接近所需量(可从体积上估计或试重得知)时,一边继续用瓶盖轻敲瓶口,一边逐渐将瓶身竖直,使粘附在瓶口上的试样落回称量瓶,然后盖好瓶盖,准确称其质量(见图 1-2)。两次质量之差,即为试样的质量。按上述方法连续递减,可称量多份试样。有时一次很难得到合乎质量范围要求的试样,可重复上述称量操作 1~2 次。

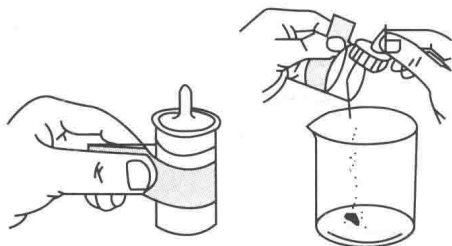


图 1-2 递减称量操作示意图

七、容量瓶的使用

容量瓶是一种细颈梨形平底的能力容器,带有玻璃磨口塞,颈上有环形标线,表示在所指定温度下液体凹液面与容量瓶颈部的标线相切时,溶液体积恰好与瓶上标注的体积相等。常用的容量瓶有 10mL、25mL、50mL、100mL、250mL 等多种规格。

1. 容量瓶的使用方法

(1) 检查瓶塞处是否漏水 具体操作方法是:在容量瓶内装入水至标线附近,塞紧瓶塞,用一只手食指顶住瓶塞,其余手指拿住瓶颈标线以上部分,另一只手五指指尖托住容量瓶底,将瓶倒立(瓶口朝下)不少于 10s,观察容量瓶是否漏水(见图 1-3)。若不漏水,将瓶正立且将瓶塞旋转 180° 后,再次倒立,检查是否漏水。若两次操作,容量瓶瓶塞周围皆无水漏出,即表明容量瓶不漏水,即可使用。如果容量瓶瓶塞漏水则不可使用。

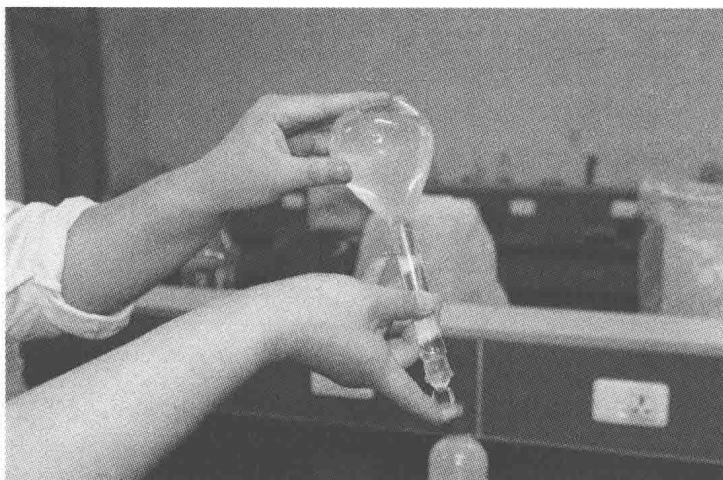


图 1-3 容量瓶试漏

(2) 洗涤 洗涤不漏水的容量瓶时,应在使用前先用自来水洗,然后用蒸馏水润洗 2~3 次,较脏的容量瓶可用洗液进行洗涤。将容量瓶内的水尽量倒出,待水分控干倒入洗液 10~20 mL(根据容量瓶大小倒入适量洗液),盖上瓶塞,边转动边向瓶口倾斜,至洗液分布至瓶内壁。浸泡数分钟,倒出洗液(洗液回收),用自来水冲洗,再用蒸馏水润洗 2~3 次。

(3) 转移溶液 如果是将固体物质配制成准确浓度的溶液,首先用小烧杯称量固体物质,然后用少量蒸馏水或相应溶剂溶解,再用玻璃棒引入容量瓶中,如图 1-4 所示。溶液全部转移后,将烧杯沿玻璃棒向上提,逐渐竖直,将玻璃棒放回烧杯中,用洗瓶冲洗烧杯内壁和玻璃棒,用同样的方法转移至容量瓶中,重复操作 3~4 次。如果是将浓溶液进行稀释,则用移液管吸取一定体积的浓溶液移入容量瓶中便可(切记:如果稀释物是浓盐酸、硝酸或者硫酸,则应先取一定量水,然后移取浓酸,将浓酸慢慢加入水中)。

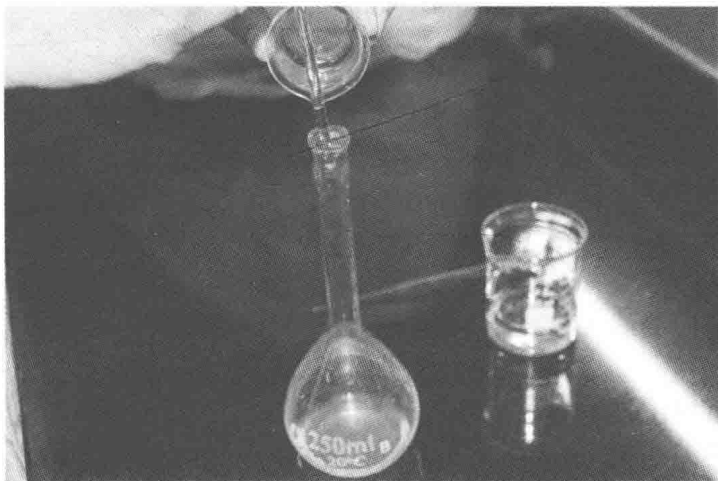


图 1-4 溶液转移操作

溶液转移过程中为了防止液体洒落到瓶外,要用玻璃棒引流,同时,玻璃棒的下端要在刻度线下。

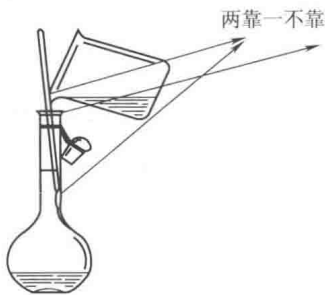
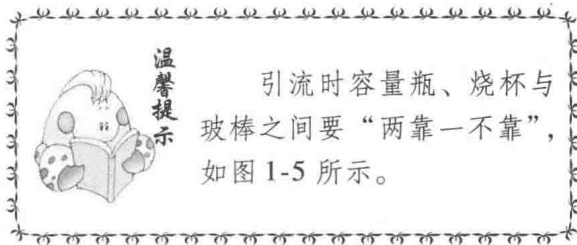


图 1-5 引流操作示意图



(4) 稀释及定容 转移完成后用溶液或溶剂进行稀释,至容量瓶体积 $3/4$ 时,加瓶塞将容量瓶轻摇几次,使溶液初步混合均匀。当溶液液面接近刻度线时,改用胶头滴管逐滴加入,使溶液的凹液面与刻度线齐平,塞紧瓶塞(见图 1-6)。

(5) 混合均匀 用一只手食指顶住瓶塞,其余手指拿住瓶颈标线以上部分,另一只手



指尖拖住容量瓶底，将容量瓶倒转后振荡，使气泡上升到顶部，再倒转，重复同样的操作十多次，使溶液充分混合均匀为止。

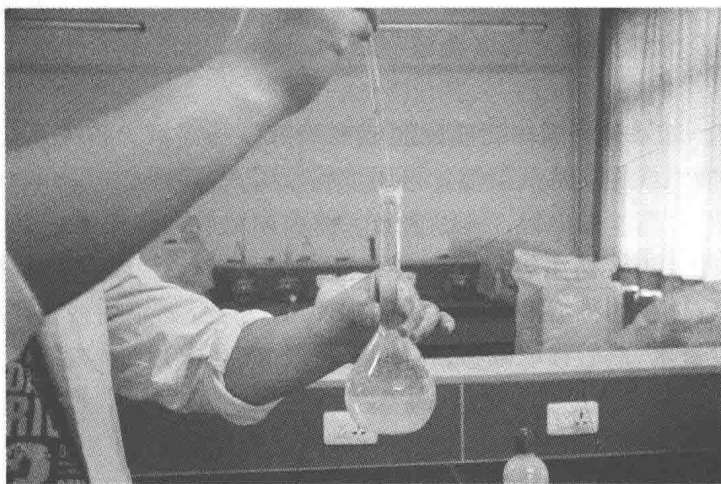


图 1-6 定容操作

2. 容量瓶使用的注意事项

- 1) 容量瓶仅用于配制溶液，而不能用于长期存放溶液。需要长期存放的溶液应转移到干净的磨口试剂瓶中。
- 2) 有放热反应的溶液应在溶液冷却至室温后，再进行定容，否则会造成最终的体积误差。
- 3) 容量瓶不可用任何方式加热或烘干。
- 4) 容量瓶用后需要及时洗净。长期不用时需要在瓶塞与瓶口之间夹入纸条，以防瓶口与瓶塞发生粘连。

八、试剂标签的填写

试剂标签的内容主要包括：试剂名称、试剂浓度、溶剂名称（溶剂为水时可不写）、有效日期、配制时间及配制人，如图 1-7 所示。

试剂名称：	_____
试剂浓度：	_____
配制时间：	_____
有效日期：	_____
配 制 人：	_____

图 1-7 试剂标签填写



任务实施

步骤一 计算配制 0.1mol/L 的 NaOH 溶液 250mL 所需溶质的质量。

依据物质的量浓度计算公式(1-3)得：

溶质 NaOH 的质量 $m_B = c_B \times V \times M_B = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.25 \text{ L} \times 40 \text{ g/mol} = 1 \text{ g}$

步骤二 洗涤所需要的小烧杯、容量瓶、试剂瓶及玻棒等玻璃器具。

将洗衣粉配成质量分数为 0.1% ~ 0.5% 的溶液，用毛刷蘸取此溶液，刷洗烧杯、试剂瓶内壁，刷洗后用自来水冲洗。容量瓶选择用合适的洗涤剂清洗。清洗干净后的玻璃器皿均用蒸馏水润洗 2 ~ 3 次。

步骤三 利用电子天平称量 1.0g NaOH 固体。

将电子天平调节水平后，接通电源。打开电子天平，待显示器显示为零时，取一小烧杯



置于天平托盘上去皮。然后打开天平侧门加入固体 NaOH，关闭侧门待显示器读数稳定为 1.0g 时，记录数据。从天平内取出小烧杯，关闭电子天平显示器，切断电源。

步骤四 溶解已称量好的 NaOH 固体。

向盛有 NaOH 固体的小烧杯中加入约 30mL 蒸馏水进行搅拌。由于此溶解过程属于放热反应，溶液的温度会上升。待 NaOH 固体全部溶解并使溶液温度恢复至室温。

步骤五 转移 NaOH 溶液至容量瓶。

将冷却后的溶液沿玻璃棒小心转入 250mL 的容量瓶中(玻璃棒下端应靠在容量瓶刻度线以下)。转移完毕后用蒸馏水冲洗玻璃棒和小烧杯 3~4 次，洗涤液也以同样的操作引流至容量瓶内。

步骤六 NaOH 溶液定容。

向容量瓶中加入蒸馏水，大约为 3/4 体积时轻摇容量瓶，使溶液初步混匀，继续加入蒸馏水至刻度线以下 1~2cm 处时，改用胶头滴管加水，使溶液凹面恰好与刻度线相切时为止。

步骤七 NaOH 溶液混匀。

盖好容量瓶瓶塞，将左手按住瓶塞，右手手指顶住瓶底边缘，将容量瓶倾倒几次，使瓶内气泡上升，再振荡数次，直到溶液混合均匀为止。

步骤八 NaOH 溶液装瓶贴标。

最后将配制好的溶液倒入清洁干燥的并贴有标签的聚乙烯塑料瓶中，用水洗净容量瓶，倒置于仪器架上，此稀溶液在短时间内也可贮存于玻璃试剂瓶中，但必须用橡皮塞塞住瓶口，严禁使用玻璃塞。

温馨提示



对于准确度要求不高的溶液的配制，可用天平称取固体溶质或者刻度管(量筒)吸取液体溶质于烧杯中，再用量筒量取溶剂，倒入同一烧杯中，用玻璃棒轻轻搅动，直到溶质与溶剂完全混合为止。



任务考核

- 1) 玻璃器皿洗涤剂的选择及配制。
- 2) 电子天平的规范使用，包括调零、去皮、使用后的清洁与维护。
- 3) 容量瓶规范使用，包括试漏、洗涤、溶液转移、定容操作。
- 4) 清洁工作包括玻璃器皿的洁净、台面的整理。



思考与练习

1. 溶液配制过程中的定容操作要求视线与刻度线平视，若俯视或仰视会产生误差，请分析错误的操作会对实验结果产生什么影响。

2. 在溶液配制过程中，操作不规范会产生不同的操作失误，对实验的结果产生不同的影响，思考后请填写表 1-2。



表 1-2 实验结果分析表

产生误差的操作	m	V	c
移液时有漏液现象			
未洗涤烧杯			
未经冷却直接定容			
定容摇匀后液面下降补水至刻度线			
定容时超过刻度线			

项目二 标准溶液的配制及浓度标定



学习目标

1. 知识目标

- 1) 掌握分度吸管(刻度管)、移液管的使用方法。
- 2) 掌握标准溶液的配制方法。
- 3) 掌握酸式滴定管、碱式滴定管的使用方法。
- 4) 掌握标准溶液浓度标定的原理、方法。
- 5) 掌握标准溶液浓度标定后结果的计算方法。

2. 能力目标

- 1) 能熟练使用刻度管。
- 2) 能够区别酸式滴定管和碱式滴定管，完成滴定操作过程。
- 3) 能独立完成标准溶液的配制及浓度的标定。
- 4) 会正确计算标准溶液的浓度。

3. 情感、态度、价值观目标

增加学生在学习探索过程中对专业的学习兴趣，提高学生的动手操作能力，同时初步认识与了解食品检验工作岗位的性质与职业道德。

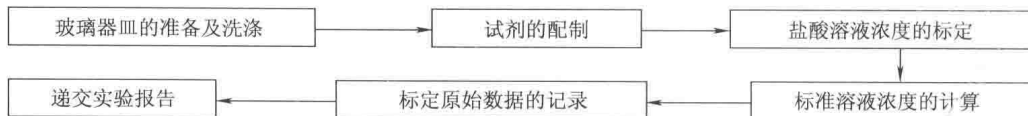


任务描述

目前食品检验人员小李接到一项任务，要求配制 0.1 mol/L 盐酸标准滴定溶液 500mL，并用无水碳酸钠为基准物质，通过滴定对其浓度进行准确标定，并要求准确计算出结果。



任务流程



知识储备

一、标准溶液的配制方法

标准溶液的配制方法分为直接法和间接法两种。



1. 直接法

准确称取基准物质，溶解后准确定容一定体积即成为准确浓度的标准溶液。

用于配制标准溶液的基准物质必须满足以下条件：

- 1) 物质组成与化学式(包括结晶水在内)完全相符。
- 2) 纯度足够高，主成分含量在 99.9% 以上，所含杂质不影响滴定反应的准确度。
- 3) 性质稳定，在配制时不发生变化。例如，在烘干时不分解，称量时不吸潮，不易吸收空气中的水分和 CO_2 以及不易被空气所氧化等。

4) 有较大的摩尔质量，以减少称量时的相对误差。

5) 用于滴定反应时，按反应式定量进行且没有副反应。

常用的基准物质有草酸、氯化钠、无水碳酸钠、重铬酸钾等，基准物质在使用前通常需要进行干燥处理。

2. 间接法(标定法)

不能直接配制成准确浓度的标准溶液，可先配制成近似浓度的溶液，然后选择基准物质或另一标准溶液来测定其准确浓度。利用基准物质或已知准确浓度的溶液确定标准溶液浓度的过程称为标定。在标定溶液的整个过程中，一切操作要求严格、准确。称量基准物质要求使用分析天平，称准至小数点后四位有效数字或者五位有效数字。配制过程中涉及浓度计算的溶液移取、定容过程均要用容量瓶、移液管、滴定管等准确操作。

此外，也可用稀释方法将浓的标准溶液稀释为稀的标准溶液。具体方法是：准确量取(通过移液管或滴定管)一定体积的浓溶液，放入适当的容量瓶中，用溶剂稀释到刻度，即得到所需的标准溶液。

二、酸碱指示剂

酸碱指示剂是一类在其特定的 pH 值范围内，随溶液 pH 值改变而变色的化合物，通常是有机弱酸或有机弱碱。常用酸碱指示剂检验溶液的酸碱性。滴定分析中用来指示滴定终点。常用的酸碱指示剂及变色范围见表 1-3。

表 1-3 常用酸碱指示剂及变色范围

指示剂名称	低 pH 值时颜色	pH 值变色范围	高 pH 值时颜色	指示剂名称	低 pH 值时颜色	pH 值变色范围	高 pH 值时颜色
石蕊	红	4.5 ~ 8.3	蓝	溴甲酚绿	黄	3.8 ~ 5.4	蓝绿
酚酞	无色	8.2 ~ 10.0	粉红	溴甲酚紫	黄	5.2 ~ 6.8	紫
甲基橙	红	3.1 ~ 4.4	黄	溴甲酚蓝	黄	3.0 ~ 4.6	紫
甲基红	红	4.2 ~ 6.3	黄	溴百里酚蓝	黄	6.0 ~ 7.6	蓝
百里酚蓝	黄	8.0 ~ 9.6	蓝	百里酚酞	无色	9.4 ~ 10.6	蓝

三、移液管和分度吸管的使用方法

移液管是准确移取和放出一定体积溶液的量器，是中间有一膨大部分的玻璃管，在其上端有环形标线，如图 1-8 所示，膨大部分标有容积与温度，常用的规格有 5mL、10mL 和 15mL 等。分度吸管是具有分刻度的玻璃管，中间管身直径相同，可以转移不同体积的液体，如图 1-8 所示。

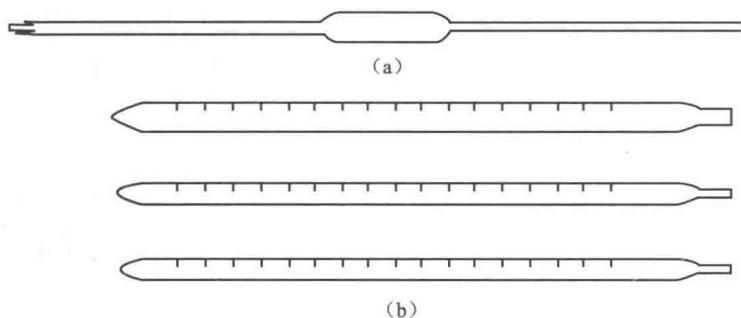


图 1-8 移液管和分度吸管

a) 移液管; b) 分度吸管

1. 移液管与分度吸管的使用方法

(1) 使用前准备 使用移液管前,首先要看一下移液管标记、准确度等级、刻度标线位置等。移液管或分度吸管较脏时,可以用铬酸洗液浸泡。洗净的标准是内壁不挂水珠,干净的移液管和分度吸管应放置在洁净的移液管架上,控干水分待用。

(2) 吸取溶液 为保证溶液移取时不改变原有浓度,应使用干燥洁净的移液管(如为未干燥移液管则应先用滤纸将管口水珠擦去)。先用待转移溶液润洗,润洗操作时用右手的拇指和中指捏住移液管的上端,将管的下口插入欲吸取的溶液中,插入不要太浅或太深,一般为 10~20mm,太浅会产生吸空,把溶液吸到洗耳球内弄脏溶液,太深又会在管外粘附过多的溶液。左手拿洗耳球,接在管的上口把溶液慢慢吸入,先吸入该管容量的 1/3 左右,用右手的食指按住管口,取出,横持,并转动管子使溶液接触到刻度以上部位,以清洗内壁,然后将溶液从管的下口放出并弃去,如此反复洗 3 次后,即可吸取溶液至刻度以上约 5mm,立即用右手的食指按住管口。

(3) 调节液面 将移液管向上提升离开液面,用滤纸将沾在移液管外壁的液体擦掉,管的末端靠在盛溶液器皿的内壁上,管身保持垂直,略微放松食指(有时可微微转动吸管)使管内溶液慢慢从下口流出,直至溶液的弯月面底部与标线相切为止,立即用食指压紧管口。将尖端的液滴靠壁去掉,移出移液管,插入盛接溶液的器皿中。

(4) 放出溶液 盛接溶液的器皿如果是锥形瓶,应使锥形瓶倾斜 30°,移液管保持垂直,管下端紧靠锥形瓶内壁,松开食指,让溶液沿瓶壁自然流下,液体全部流出后停留 15s,再将移液管移去。残留在管末端的少量溶液,不可吹出,因校准时已考虑了末端保留的溶液的体积。

2. 使用注意事项

- 1) 移液管(分度吸管)不应在烘箱中烘干。
- 2) 移液管(分度吸管)不能移取太热或太冷的溶液。
- 3) 同一实验中应尽可能使用同一支移液管。
- 4) 移液管在使用完毕后,应立即用自来水及蒸馏水冲洗干净,置于移液管架上。
- 5) 移液管和容量瓶常配合使用,因此在使用前常作两者的相对体积校准。
- 6) 在使用分度吸管时,为了减少测量误差,每次都应以最上面刻度(0 刻度)处为起始点,往下放出所需体积的溶液,而不是需要多少体积就吸取多少体积。