



全国高职高专生物类课程
“十二五”规划教材

教育部高等学校高职高专生物技术
类专业教学指导委员会推荐教材



工作过程导向

生物产品分析与检验**技术**

SHENGWU CHANPIN FENXI YU
JIANYAN JISHU

◎ 王 芃 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

生物产品分析与检验技术

主 编	王 芃		
副 主 编	岳 鸱	林向群	李 敏
	周 博	梁蕊芳	揣玉多
编 委	李福泉	王俊丽	张雪松
	王宫南	王 旭	赵从凯
	范兆军	侯 婷	侯 玮

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书主要包括生物产品分析与检验的基本知识与技能、饮料酒的分析与检验、发酵调味品的分析与检验、醇酮类发酵产品的分析与检验、有机酸的分析与检验、氨基酸的分析与检验、酶制剂的分析与检验和维生素的分析与检验八个部分。每个项目后附有任务实施和拓展提高,有助于培养学生的实践能力,帮助学生理解、掌握各项目的知识要点。

本书主要用作高等职业院校生物技术及应用、微生物技术及应用、食品生物技术、食品营养与检测、工业分析与检验等相关专业的教材,也可作为生物、食品、化工等相关企业检验、品控等技术人员的参考用书和职业技能鉴定的培训辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

生物产品分析与检验技术/王芃 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.1
ISBN 978-7-5609-7505-4

I. 生… II. 王… III. ①生物制品-分析-高等学校:技术学校-教材 ②生物制品-检验-高等学校:技术学校-教材 IV. TQ464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 232426 号

生物产品分析与检验技术

王 芃 主编

责任编辑:熊 彦

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.5

字 数:426 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:30.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专生物类课程“十二五”规划教材编委会

主任

闫丽霞 天津现代职业技术学院

副主任

王德芝 信阳农业高等专科学校

翁鸿珍 包头轻工职业技术学院

编委

(按姓氏拼音排序)

陈 芬 武汉职业技术学院

陈红霞 济宁职业技术学院

陈丽霞 泉州医学高等专科学校

陈美霞 潍坊职业学院

崔爱萍 山西林业职业技术学院

杜护华 黑龙江生物科技职业学院

高荣华 威海职业学院

高 爽 辽宁经济职业技术学院

公维庶 黑龙江林业职业技术学院

郝涤非 江苏食品职业技术学院

何 敏 广东科贸职业学院

胡斌杰 开封大学

胡莉娟 杨凌职业技术学院

黄彦芳 北京农业职业学院

霍志军 黑龙江农业职业技术学院

金 鹏 天津开发区职业技术学院

黎八保 咸宁职业技术学院

李 慧 江苏联合职业技术学院

淮安生物工程分院

李永文 保定职业技术学院

林向群 云南林业职业技术学院

刘瑞芳 河南城建学院

鲁国荣 许昌职业技术学院

马 辉 宁夏工商职业技术学院

瞿宏杰 襄樊职业技术学院

尚文艳 河北旅游职业学院

宋冶萍 山东畜牧兽医职业学院

苏敬红 山东职业学院

孙勇民 天津现代职业技术学院

涂庆华 抚州职业技术学院

王锋尖 鄱阳师范高等专科学校

王 娟 贵州轻工职业技术学院

王俊平 沈阳医学院

王永芬 郑州牧业工程高等专科学校

王玉亭 广东食品药品职业学院

许立奎 温州科技职业学院

杨 捷 黑龙江农垦科技职业学院

杨清香 新疆轻工职业技术学院

杨玉红 鹤壁职业技术学院

杨玉珍 郑州师范学院

杨月华 烟台工程职业技术学院

俞启平 江苏建康职业学院

袁 仲 商丘职业技术学院

张虎成 北京电子科技职业学院

张税丽 平顶山工业职业技术学院

张新红 阜阳职业技术学院

周光姣 亳州职业技术学院

前言

本书是以教育部有关高职高专教材建设的文件精神为指导,根据高职高专人才培养的特色,结合各高职院校在专业教学和国家职业技能鉴定培训方面所积累的经验,以“适度够用”为宗旨,将基本知识和检验技能有机结合在一起编写的项目化教材。

全书共分8个模块,重点讲解了生物产品分析与检验的基本知识与技能、饮料酒的分析与检验、发酵调味品的分析与检验、醇酮类发酵产品的分析与检验、有机酸的分析与检验、氨基酸的分析与检验、酶制剂的分析与检验和维生素的分析与检验。本书主要用作高等职业院校生物技术及应用、微生物技术及应用、食品生物技术、食品营养与检测、工业分析与检验等相关专业的教材,也可以作为生物、食品、化工等相关企业检验、品控等技术人员的参考用书和职业技能鉴定的培训辅助教材。

全书具有以下特点。

(1) 本书以“职业岗位”为主线,用“工作项目”引导,创设真实“工作任务”。在每个任务中,利用引导模式进行逐步教学,利用实践模式进行实践训练,将知识点进行分解和编排,并融入每个任务中,集通俗性、实用性、技巧性为一体。

(2) 内容覆盖面广,通用性强。本书内容涉及生物产品中常见的7大类别,介绍了相关产品的理化指标检验和卫生指标检验等内容,大多数检验项目都提供了多种检验方法,以便于各院校根据自身实际条件实施。

(3) 本书为技能型人才培养用书。本书是依据《国家职业标准》中级食品检验工、化学检验工的知识要求和技能要求编写的,并在每个项目后附有项目实施和拓展提高,有助于从事或准备从事食品检验、微生物检验和化学检验的人员参加国家职业技能鉴定。

(4) 强调方法的先进性。在编写各项的检验方法时,密切联系实际,结合当前生产实际过程中的国际、国家新标准、新技术、新方法,力求做到技术应用性强、内容新,以适应当前检验技术的发展和更新需要。

本书由天津现代职业技术学院王芃主编并统稿,武汉职业技术学院李敏、杨凌职业技术学院周博、云南林业职业技术学院林向群、天津现代职业技术学院岳鹄和揣玉多、包头轻工职业技术学院梁蕊芳担任副主编,参加编写工作的还有内江职业技术学院李福泉、江苏农林职业技术学院张雪松、开封大学化学工程学院王宫南、潍坊职业学院赵从凯、黑龙江农垦科技职业学院王旭、济南铁道职业技术学院王俊丽和天津现代职业技术学院范兆军、侯婷、侯玮等。

本书所引用文献资料的原著已列入参考文献,在此对各位作者深表谢意。本书在编写的过程中,得到了华中科技大学出版社的大力支持和热情帮助,编者在此深表感谢。由于编者水平有限,书中的疏漏和不妥之处在所难免,热忱欢迎专家和读者批评指正。

编 者

2011年10月

目 录

模块一	生物产品分析与检验的基本知识与技能	/1
项目 1	常用玻璃器皿及仪器的使用	/1
项目 2	培养基的配制	/14
项目 3	无菌操作技术	/19
项目 4	生物产品分析的基本方法	/23
项目 5	分析检验中的误差及数据处理	/37
模块二	饮料酒的分析与检验	/43
项目 1	啤酒的分析与检验	/43
任务 1	啤酒中原麦汁浓度的测定	/44
任务 2	啤酒中双乙酰的测定	/49
任务 3	啤酒中总酸的测定	/52
任务 4	啤酒中苦味物质的测定	/56
任务 5	啤酒中真正(实际)发酵度的测定	/59
任务 6	啤酒中二氧化碳的测定	/61
任务 7	啤酒中细菌总数的测定	/68
项目 2	葡萄酒、果酒的分析与检验	/73
任务 1	果酒、黄酒中氨基酸态氮测定	/73
任务 2	果酒滴定酸、挥发酸的测定	/76
任务 3	果酒、黄酒中二氧化硫的测定	/80
任务 4	果酒中干浸出物的测定	/83
任务 5	黄酒中氧化钙的测定	/88
任务 6	果酒、黄酒中还原糖的测定	/93
任务 7	果酒、黄酒中大肠菌群的测定	/96
任务 8	果酒、黄酒中霉菌的测定	/101
模块三	发酵调味品的分析与检验	/105
项目 1	酱油的分析与检验	/105
任务 1	氨基酸态氮的测定	/105

任务 2 酱油中食盐的测定	/108
任务 3 酱油中亚铁氰化钾的测定	/111
项目 2 食醋的分析与检测	/114
任务 1 食醋中总酸的测定	/114
任务 2 食醋中游离矿酸的测定	/117
任务 3 食醋中可溶性无盐固形物的测定	/120
任务 4 食醋中大肠菌群的测定	/124
模块四 醇酮类发酵产品的分析与检验	/130
项目 1 酒精的分析与检验	/130
任务 1 酒精中酒精度的测定	/130
任务 2 酒精中甲醇含量的测定	/133
任务 3 酒精中醛含量的测定	/137
项目 2 甘油的分析与检验	/140
任务 1 甘油色泽的检验	/140
任务 2 甘油含量的测定	/143
模块五 有机酸的分析与检验	/151
项目 1 柠檬酸的测定	/151
项目 2 乳酸的测定	/156
项目 3 苹果酸的测定	/162
项目 4 葡萄糖酸的测定	/165
项目 5 衣康酸的测定	/168
模块六 氨基酸的分析与检验	/174
项目 1 氨基酸总量的测定	/174
项目 2 谷氨酸的测定	/180
项目 3 赖氨酸的测定	/185
模块七 酶制剂的分析与检验	/190
项目 1 α -淀粉酶活力的测定	/190
项目 2 糖化酶活力的测定	/194
项目 3 蛋白酶活力的测定	/198
项目 4 果胶酶活力的测定	/205
项目 5 纤维素酶活力的测定	/209
模块八 维生素的分析与检验	/221
项目 1 维生素 B ₂ 的测定	/221



项目 2	维生素 B ₁₂ 的测定	/226
项目 3	维生素 C 片含量的测定	/229
项目 4	天然胡萝卜素胶囊中 β -胡萝卜素的含量测定	/232
附录 A	酒精水溶液的相对密度与酒精度对照表	/236
附录 B	糖溶液的相对密度或浸出物的百分含量及 计算麦汁浓度经验公式校正表	/241
附录 C	密度-总浸出物含量对照表	/252
附录 D	大肠菌群最可能数(MPN)检索表	/253
附录 D	酒精计温度、酒精度换算表	/256
附录 F	化验室常用药品的配制和标定方法	/262
参考文献		/272

模块一

生物产品分析与检验的基本知识与技能

项目 1 常用玻璃器皿及仪器的使用

实验器皿及仪器是分析检验的重要前提和根本保障。任何一次成功的实验都是基于实验器皿及仪器的正确使用,因此在生物产品的分析与检验中首先要对玻璃器皿和仪器设备有所了解。

一、常用的玻璃器皿

1. 容量瓶

容量瓶是一种细颈梨形平底玻璃瓶,带有磨口玻璃或橡皮塞,由无色或棕色玻璃制成。颈上有标线,表示在指定温度(一般指 20℃)下,当液体充满标线时,溶液体积恰好与瓶上所标明的体积相等。

容量瓶皆为量入式,其容量精度分为 A 级和 B 级。一般容量瓶上应有下列标志:生产厂名或商标,容量(mL),标准温度(20℃),量入式符号(In),精度级别(A 或 B),可互换性瓶塞的尺寸及号别(对于非互换性瓶塞的产品,其瓶塞及瓶口要有相同的编号)。

容量瓶一般用来配制标准溶液或试样溶液,通常有 5 mL、10 mL、25 mL、50 mL、100 mL、250 mL、500 mL 和 1000 mL 等各种规格。

(1) 容量瓶的检查。

容量瓶在使用前应先检查是否漏水。检查的方法是将自来水注入标线的附近,盖好瓶塞,将瓶外水珠擦干。用左手按住瓶塞,右手手指顶住瓶底边缘,把瓶倒立 2 min,观察瓶口周围是否有水渗出(可用滤纸片检查)。如不漏则将瓶直立,将瓶塞旋转 180°后,倒过来检查一次。使用容量瓶时,用皮筋或细绳将瓶塞和瓶颈上端拴在一起,以防摔碎、沾污或与其他瓶塞弄混。

(2) 容量瓶的洗涤。

用铬酸洗液浸泡内壁,然后依次用自来水和蒸馏水洗涤,以内壁不挂水珠为洗净的标



准。某些仪器分析实验中还需用硝酸、盐酸洗液或其他特殊洗涤剂洗涤。

(3) 配制溶液。

容量瓶洗净后,即可配制溶液。如用固体物质配制溶液,应先将固体物质在烧杯中溶解完全后,再将溶液定量转移至容量瓶中。转移溶液时,要沿玻璃棒加入。烧杯嘴应紧靠玻璃棒,玻璃棒则悬空伸入容量瓶中,下端靠在瓶颈内壁,使溶液沿器壁流下,如图 1-1 所示。

溶液全部流完后,将烧杯沿玻璃棒轻轻向上提,同时直立烧杯,使附着在玻璃棒与烧杯嘴之间的溶液回收到烧杯中。然后用少量蒸馏水洗涤玻璃棒和烧杯 3 次以上,洗涤液按相同的方法定量转入容量瓶中。加水至体积达到容量瓶容量的 $\frac{2}{3} \sim \frac{3}{4}$ 时,摇动容量瓶(水平方向),使溶液初步混匀。再加水至接近标线 $1 \sim 2$ cm 时,用滴管吸取蒸馏水沿内壁慢慢滴加,直到溶液的弯月面下缘与标线相切为止(注意眼睛的视线与标线应处于同一水平上)。

盖好瓶塞,将容量瓶倒转,使瓶内气泡上升至顶部,并将溶液振荡数次。再直立过来,使气泡再直升到顶。如此反复 15 次以上,直到溶液混匀为止。如图 1-2 所示。

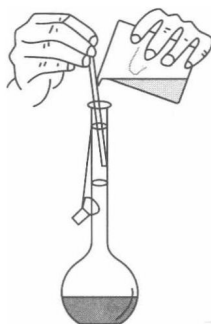


图 1-1 溶液转移至容量瓶的操作

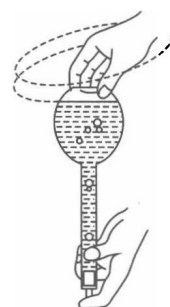


图 1-2 混匀操作

(4) 稀释。

如用容量瓶稀释溶液,则用移液管移取一定体积的溶液于容量瓶中,加水至标线。按上述方法混匀溶液。

(5) 使用注意事项。

① 容量瓶不能久储溶液,尤其是碱溶液,它会侵蚀瓶壁并使瓶塞黏住,无法打开。所以,配好的溶液如需保存,应将溶液转入清洁干燥的试剂瓶中储存(如不干燥,用少量配制溶液荡洗 3 次)。

② 容量瓶不能用火加热或烘烤。热溶液应冷至室温后,才能注入容量瓶,否则会造成体积误差。

③ 容量瓶使用完毕应立即用水冲洗干净。如长期不用,磨口处应洗净擦干,并用纸片将磨口隔开。

2. 密度计

密度计由玻璃外壳制成,头部呈球形或圆锥形,里面灌有铅珠、水银或其他重金属,中部是胖肚空腔,尾部又称“计杆”,呈细长形,里面附有刻度标记。密度计的刻度是根据阿

基米德原理刻制的。利用各种不同相对密度的液体,可制成不同刻度的密度计。

密度计常用的种类有普通密度计、波美计、糖度计和酒精密度计四类。

普通密度计直接以 20℃ 时的密度值为刻度。一套普通密度计通常由几支组成,每支的刻度范围不同,刻度值小于 1 的(0.700~1.000)称为轻表,用于测量比水轻的液体;刻度值大于 1 的(1.000~2.000)称为重表,用来测量比水重的液体。

波美计是以波美度(以°Bé 表示)表示液体浓度的大小。波美计分为轻表和重表两种,分别用于测定相对密度小于 1 的和相对密度大于 1 的液体。按标度方法的不同分为多种类型,常用的波美计的刻度方法是以 20℃ 为标准温度,在蒸馏水中为 0,在 15%氯化钠溶液中为 15°Bé,在纯硫酸(相对密度为 1.8427)中为 66°Bé,其余刻度等分。

糖度计又称锤度计,是专用于测定糖液浓度的密度计。它以蔗糖溶液质量分数为刻度,以符号°Bx(Brixscale)表示。其刻度方法是以 20℃ 为标准温度,在蒸馏水中为 0,在 1%蔗糖溶液中为 1°Bx,以此类推。若测定温度不在标准温度(20℃),应进行温度校正。

酒精密度计是用来测定酒精溶液浓度的一种密度计,它的刻度直接表示溶液内乙醇的体积分数。其规定标准温度为 20℃,读数范围有 0~50%、50%~100%两种。

3. 称量瓶

称量瓶是带有磨口塞的玻璃小瓶,用于在分析天平上精确称量基准物质或样品。称量瓶规格以外径和瓶高来表示,分为扁形和高形两种,具体见表 1-1。扁形称量瓶用于测定水分或在烘箱中烘烤基准物,高形称量瓶用于称量易吸湿的样品。高形称量瓶在称量时应盖紧磨口塞,以防止瓶内试样与空气中的水分接触。

表 1-1 称量瓶规格

形状	容量/mL	瓶高/mm	直径/mm
扁形	10	25	35
	15	25	40
	30	30	50
高形	10	40	25
	20	50	30

4. 移液管和吸量管

移液管和吸量管都可用来准确移取一定体积的溶液,为量出式玻璃量器。移液管中间有一膨大部分,常称为胖肚移液管(正规名称为单标线吸量管),管颈上部刻有标线。常用的有 5 mL、10 mL、20 mL、25 mL 和 50 mL 等几种,如图 1-3 所示。

吸量管是具有分刻度的玻璃管,称为吸量管(全称为分度吸量管)或刻度吸管。常用的有 0.5 mL、1 mL、2 mL、5 mL、10 mL 和 15 mL 等几种,如图 1-4 所示。吸量管量取溶液的准确度不如移液管。



图 1-3 移液管



图 1-4 吸量管

(1) 移液管的洗涤。

使用时,先用铬酸洗液洗涤,继而用自来水洗净,再用蒸馏水润洗 3 次,用吸水纸将洗净的管尖内、外的水除去后,用待移取的溶液润洗 3 次,以除去管内残留的水分,确保所移取的溶液浓度不变。

具体操作为:倒少许溶液于一干净且干燥的小烧杯中(如烧杯不干燥,可用待移取的溶液润洗),用移液管吸取溶液至刚入膨大部分,立即用右手食指按住管口(尽量勿使溶液回流),将管横向下转动,使溶液流过管内标线处所有的内壁,当溶液流至距管口 2~3 cm 时,使管直立,将溶液从尖嘴放出。

(2) 移取溶液。

吸取溶液时,一般用右手的大拇指和中指拿住管颈的上方,把管下部的尖嘴插入待吸取的溶液中,不宜插入太少,以免吸空;也不宜插入太深,以免管外壁带出的溶液过多;一般控制管尖在液面下约 1 cm 处。左手拿洗耳球,先把球内空气压出,然后把球的尖嘴紧按在移液管管口上,慢慢松开左手手指,使溶液吸入管中。当液面升高到标线以上时,迅速移去洗耳球,立即用右手食指按住管口,使移液管离开液面,然后将容器倾斜成 45°,管

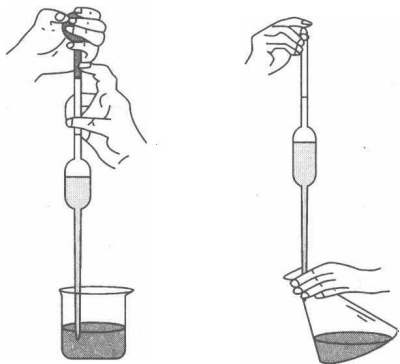


图 1-5 移液管吸取溶液和放出溶液的操作

尖紧靠在容器的内壁上。略微放松右手食指,使溶液缓慢平稳下降,直到溶液的弯月面下缘与标线相切时,立即用食指压紧管口,取出移液管。左手改拿接收溶液的容器,并将接收容器倾斜成 45°左右。将移液管插入接收容器中,管的尖嘴应紧靠在容器的内壁上,移液管应垂直于水平面,如图 1-5 所示。松开食指,让管内溶液自然沿器壁流下,待液面下降至管尖后,等待 15 s 即可将移液管拿出。残留于管端的溶液不能吹入接收容器中,因为校正移液管时,这部分溶液体积没有计算在内。

吸量管的操作与移液管的操作基本相同。但有一种吹出式吸量管,管口刻有“吹”字,使用时,尖端残留的溶液必须吹出,否则不准确。还有一种标有“快”字的吸量管,其容量精度与吹出式吸量管近似。这两种吸量管精度低、流速快,适于在仪器分析实验中加试剂用,一般不用其移取标准溶液。

移液管使用后,应立即洗净并放在移液管架上,以防管下端被污染。

5. 滴定管

滴定管是用来进行滴定,并测量在滴定过程中所耗用溶液体积的一种仪器。滴定管为外观细长,内径大小比较均匀并具有刻度的玻璃管,管的下端有玻璃尖嘴。常用的滴定管容积为 25 mL 和 50 mL,最小刻度为 0.1 mL。此外,还有 10 mL、5 mL、2 mL 和 1 mL 的半微量或微量滴定管,最小刻度为 0.05 mL、0.01 mL 或 0.005 mL。

滴定管一般分为两种,一种是下端带有玻璃活塞的酸式滴定管,另一种是下端连接一软橡皮管,内放一玻璃珠,于橡皮管下端再连接一尖嘴玻璃管的碱式滴定管,如图 1-6 所示。

酸式滴定管可盛放酸溶液及氧化性溶液,不能盛放碱溶液,因为碱溶液会使活塞与活塞套黏结;碱式滴定管用于盛放碱溶液,但不能盛放氧化性溶液,因为氧化性溶液会腐蚀橡皮管。现有一种新型滴定管,由于采用了聚苯乙烯材料来做活塞,既可耐酸,又可耐碱,为酸碱两用滴定管,其结构及滴定操作与酸式滴定管大体相同。

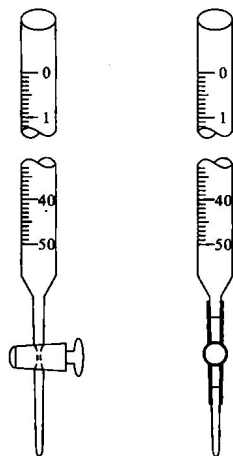


图 1-6 酸式滴定管(左)和碱式滴定管(右)

(1) 滴定管的安装和检漏。

为了防止酸式滴定管漏水,并使活塞能灵活转动,在使用前,必须在活塞与活塞套内壁涂少许凡士林。涂凡士林的方法有以下两种:一种方法是用手指将凡士林涂在活塞的大头上,另用手指或玻璃棒将凡士林涂在活塞套小头内壁上,如图 1-7(a)所示;另一种方法是用手指将凡士林涂在活塞的两头,而活塞套内壁不涂凡士林,如图 1-7(b)所示。(注意:涂凡士林之前应用滤纸将活塞和活塞套擦干。)

涂凡士林时,注意不要涂得太多,也不要涂在活塞孔的两旁涂,以免凡士林将孔堵住,也不要涂得太少,否则达不到转动灵活和防止漏水的目的。涂凡士林后,将活塞插入活塞套内,注意保持活塞孔与滴定管平行,向同一方向转动活塞,直至外观呈透明状为止。一般可在活塞小头部分末端套一橡皮圈,以防止在使用时将活塞顶出或掉下摔坏。最后,将水装入滴定管内,放在滴定管架上直立 2 min,观察有无水滴滴下,缝隙是否有水渗出,将活塞转动 180°,再观察一次,无漏水即可使用。

碱式滴定管应检查橡皮管是否老化,并选择大小合适的玻璃珠,以防操作不便或漏水。如不合要求,应及时更换。

(2) 滴定管的洗涤及溶液的装入。

一般用自来水冲洗,如不干净可用洗液洗净。少量污垢可用润洗的方式,洗完后,将

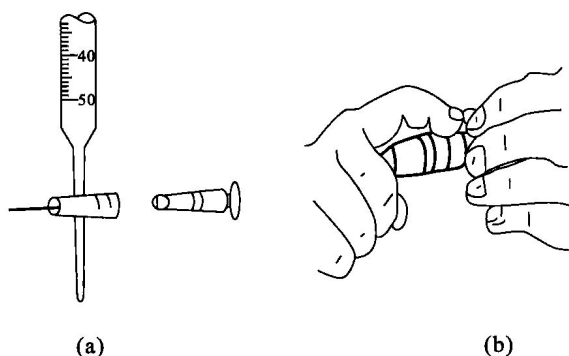


图 1-7 滴定管旋塞涂凡士林

洗液分别由两端放出。如滴定管太脏,可将洗液装满整管并浸泡一段时间,然后用自来水冲洗,再用少量蒸馏水润洗 3 次。为了保证滴定液的浓度不被稀释,还应再用待装溶液润洗滴定管 3 次,每次用量为 10~15 mL。

操作方法为将溶液注入后,双手平托滴定管,慢慢转动,使溶液流遍全管,然后将溶液自尖嘴放出。洗好后即可装入溶液。

将溶液装入滴定管之前,应将试剂瓶中的溶液摇匀,天气较热或室温变化较大时,此项操作更为必要。混匀后的溶液应直接从试剂瓶倒入滴定管中,不得用其他容器(烧杯、漏斗等)转移。

(3) 滴定管排气泡。

将溶液充满滴定管后,应检查滴定管下部近尖嘴处是否有气泡。若有气泡,将酸式滴定管倾斜,迅速打开活塞,使溶液急速下流,从而排除气泡;碱式滴定管可将橡皮管向上弯曲,并用力挤捏玻璃珠所在处的橡皮管,使溶液从尖嘴喷出,即可排除气泡,如图 1-8 所示。排除气泡后,加入溶液使之在零刻度以上,再调节溶液使在零刻度处,备用。

(4) 滴定操作。

使用酸式滴定管时,滴定姿势如图 1-9 所示,左手控制滴定管活塞,大拇指在前,食指和中指在后,手心空握,手指略微弯曲,轻轻向内扣压活塞,以免活塞松动甚至推出,使溶液漏出。

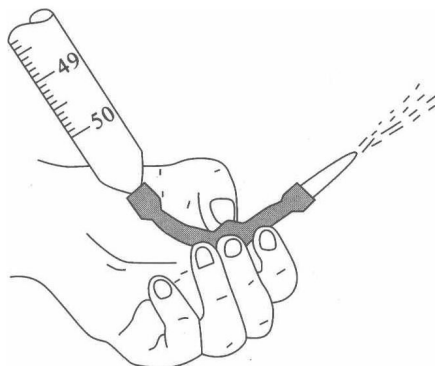


图 1-8 碱式滴定管排气泡

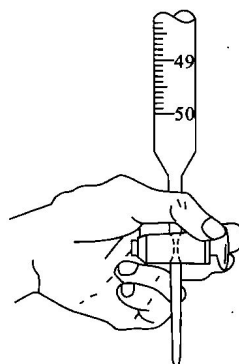


图 1-9 酸式滴定管的操作

使用碱式滴定管时,左手拇指在前,食指在后,捏住橡皮管中的玻璃珠所在部位的稍上处,压挤橡皮管,使其与玻璃珠之间形成一条缝隙,溶液即可流出,如图 1-10 所示。需要注意的是,操作中不能挤压玻璃珠下方的橡皮管,否则空气进入,形成气泡,会引起误差。

滴定可在锥形瓶或烧杯中进行。在锥形瓶中滴定时,右手拇指、食指和中指持锥形瓶,使滴定管下端伸入瓶口内约 1 cm。边滴边向同一方向作旋转摇动,不能前后摇动,否则会使溶液溅出,如图 1-11 所示。

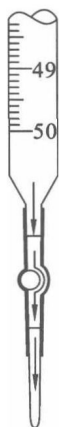


图 1-10 碱式滴定管的操作

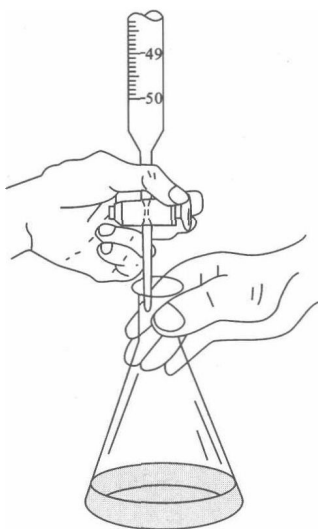


图 1-11 在锥形瓶中进行的滴定操作(酸式滴定管)

在烧杯中滴定时,将烧杯放在滴定台上,调节滴定管的高度,使其下端伸入烧杯内约 1 cm。左手滴加溶液,右手持玻璃棒搅拌溶液,如图 1-12 所示。玻璃棒应作圆周搅动,不要碰到烧杯壁和底部。当滴至近终点只滴加半滴溶液时,用玻璃棒下端承接此悬挂的半滴溶液于烧杯中,但需要注意,玻璃棒只能接触液滴,不能接触管尖,其余操作同前所述。

滴定操作时,还应注意以下几点。

① 由于滴定管刻度不可能非常均匀,所以同一实验的每次滴定最好都从 0.00 mL 开始,或接近 0.00 mL 的任一刻度开始,这样由于刻度不准确所引起的误差可以抵消。

② 滴定时,左手不能离开活塞而任溶液自流。

③ 右手摇动锥形瓶时应微动腕关节,使溶液向同一方向旋转,不能前后振摇,以免溶液溅出。不能让瓶口碰到滴定管口。而且摇动要有一定速度,使溶液出现一漩涡,否则溶液不能充分混匀,影响滴定反应的进行。

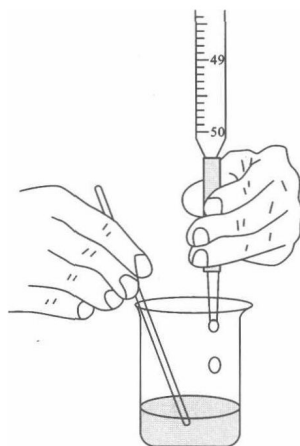


图 1-12 在烧杯中进行的滴定操作
(碱式滴定管)



④ 滴定速度一般为 10 mL/min, 即 3~4 滴/秒。一般开始时滴定速度可稍快, 接近终点时应改为一滴一滴加入或半滴半滴加入, 并用洗瓶吹入少量水洗锥形瓶内壁, 使附着的溶液全部流下, 然后摇动锥形瓶。重复此操作, 直至到达终点。

(5) 滴定管读数。

读数时, 滴定管应垂直于水平面, 并将管下端尖嘴悬挂的液滴除去。滴定管内的液面呈弯月形。无色溶液的弯月面较清晰, 而有色溶液的弯月面清晰程度较差。为了正确读数, 应遵循以下原则。

① 读数时, 为保证滴定管垂直于水平面, 应将滴定管从滴定管架上取下, 用右手拇指和食指拿住滴定管上部无刻度处, 然后再读数。注入溶液或流出溶液后, 需待 1~2 min 后才能读数。

② 读数时, 眼睛视线与溶液弯月面下缘最低点应在同一水平上, 读取弯月面下缘最低点的刻度。眼睛的位置不同会得到不同的读数, 如图 1-13 所示。

有色溶液的弯月面下缘较难看清, 可读取液面的最上缘, 即视线应与液面两侧的最高点相切。如图 1-14 所示。

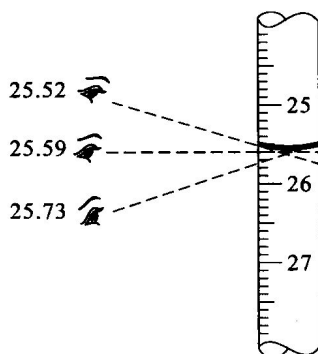


图 1-13 读数时眼睛的位置

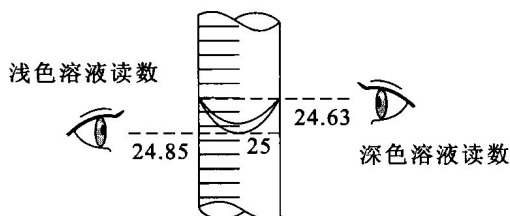


图 1-14 不同溶液的读数

③ 蓝带滴定管读数与上述方法不同。应以溶液的两个弯月面尖端相交点在滴定管蓝线上的刻度为读数的正确位置。深色溶液则应读取蓝线两侧液面最上缘的刻度。如图 1-15 所示。

④ 为便于读数, 可采用黑白板(读数卡), 如图 1-16 所示。将黑白板放在滴定管背后, 使黑色部分在弯月面下约 1 mL 处, 则弯月面的反射层全部成为黑色, 读此黑色弯月面下缘的最低点。如为有色溶液, 须用白色卡片作为背景, 并读取弯月面两侧最高点。

6. 玻璃漏斗

玻璃漏斗分为短颈和长颈两种, 其规格、尺寸见表 1-2。

表 1-2 玻璃漏斗的规格、尺寸

规格	口径/mm	颈长/mm	锥体
长颈	50、60、75	150	60°
短颈	50、60	90、120	60°