



中国出版集团
CHINA PUBLISHING GROUP

“十二五”国家级规划教材

全国医药院校教材

供临床、护理、口腔、药学、影像、检验等专业用

医用化学实验教程

主编 赵桂欣 李玮路



世界图书出版公司

“十二五”国家级规划教材

全国医药院校教材

供临床、护理、口腔、药学、影像、检验等专业用

医用化学实验教程

主 编 赵桂欣 李玮路

副主编 杨黎燕 丁润梅 杨晓萍 王文玉

编 者 (按姓氏笔画排序)

丁润梅 (宁夏医科大学)

王文玉 (商洛职业技术学院)

李玮路 (山东医学高等专科学校)

杨欣雨 (西安医学院)

杨晓萍 (宁夏医科大学高职学院)

杨黎燕 (西安医学院)

贺东霞 (南阳医学高等专科学校)

赵桂欣 (南阳医学高等专科学校)

世界图书出版公司

西安 北京 广州 上海

图书在版编目(CIP)数据

医用化学实验教程/赵桂欣,李玮路主编. —西安:世界图书出版西安公司,2010.9

ISBN 978-7-5100-2765-9

I. ①医… II. ①赵… ②李… III. ①医用化学—化学实验—职业教育—教材 IV. ①R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 183319 号

医用化学实验教程

主 编 赵桂欣 李玮路

责任编辑 刘 湘

出 版 世界图书出版公司

发 行 世界图书出版西安公司

地 址 西安市北大街 85 号

邮 编 710003

电 话 029-87285225,87285507,87285879(医学教材分社)

029-87235105(总编室)

传 真 029-87285817

经 销 全国各地新华书店

印 刷 西安东江印务有限公司

开 本 889×1194 1/16

印 张 7

字 数 200 千字

印 数 1~3000

版 次 2010 年 9 月第 1 版

印 次 2010 年 9 月第 1 次印刷

I S B N 978-7-5100-2765-9

定 价 14.00 元

☆如有印装错误,请寄回本公司更换☆

编审委员会成员名单

- 顾 问:李云庆 第四军医大学
樊小力 西安交通大学
邱曙东 西安交通大学
高亚利 榆林学院 (兼常务主任委员)
赵树仲 厦门大学
- 主任委员:张建中 宁夏医科大学
- 副主任委员:苗乃周 延安大学
罗秀成 西安医学院
高明灿 商丘医学高等专科学校
王明琼 曲靖医学高等专科学校
马晓健 怀化医学高等专科学校
邢铁申 商洛职业技术学院
郭争鸣 湖南中医药高等专科学校
马晓飞 宝鸡职业技术学院
- 常 委:(按姓氏笔画排序)
- 邓 瑞 张掖医学高等专科学校
田 仁 邢台医学高等专科学校
任云青 山西医科大学汾阳学院
全建设 湖南环境生物职业技术学院
刘 杰 湖南中医药高等专科学校
刘金田 西安生物医药技术学院
杨云山 宜春职业技术学院
杨丽莎 桂林医学院
杨美玲 宁夏医科大学高职学院
李长富 德宏职业技术学院
李 林 西安医学高等专科学校
李建光 湘潭职业技术学院
张卫民 安康职业技术学院
金鲁鸣 山东中医药高等专科学校
周德华 益阳医学高等专科学校
郭争鸣 湖南中医药高等专科学校
唐陶富 永州职业技术学院
雷巍娥 湖南环境生物职业技术学院

赫光中 咸阳职业技术学院
潘润存 平凉医学高等专科学校

委 员:(按姓氏笔画排序)

丁运良 商丘医学高等专科学校
王坤龙 益阳医学高等专科学校
王化修 邵阳医学高等专科学校
任占川 山西医科大学汾阳学院
华潜棠 天津医学高等专科学校
邬贤斌 怀化医学高等专科学校
许建新 曲靖医学高等专科学校
苏银利 湘潭职业技术学院
李晓莉 平凉医学高等专科学校
何从军 陕西能源职业技术学院
邹玉莲 岳阳职业技术学院
张秋雨 沧州医学高等专科学校
陈雄新 湖南环境生物职业技术学院
罗永富 湖南中医药高等专科学校
胡晓军 永州职业技术学院
唐清辉 宜春职业技术学院
谈永进 安庆医药高等专科学校
曹述铁 怀化医学高等专科学校
谭 进 湘潭职业技术学院

秘 书 长:杨春辉 陕西卫生职业技术学院

副 秘 书 长:杨石照 西安医学院

序

“致天下之治者在人才，成天下之才者在教化，教化之所本者在学校”。而医学人才的基层培养，主要来自高职高专教育。跨入新世纪后，高职高专的教学工作重点，已由文化知识传授型向文化知识加职业教育应用技术型方向转变，重点培养学生的创新精神、适应能力、实践能力，提高学生综合素质。2009 年度公布的最新医改方案，要求逐步实现人人享有基本医疗卫生服务的伟大目标，急需培养数量宏大、质量优秀，能适应社会需求的高技能医务人才。中国出版集团在这样的前提下，审时度势，果断决策，着眼发展，制订了“医学高职高专‘十二五’规划教材”，并由世界图书出版西安公司出版。

整套教材的组织编写，是一项重大的系统工程，有 30 多所院校参加。既要遵循教材基本原则，体现学科专业特色，反映学科最新进展；又要兼顾学科间相互联系，突出实际操作能力，培养学生综合素质。“物情无巨细，自适固其常”，更为重要的是学以致用，以用促学，突出了培养职业技能为根本，显示了高职高专教材的特色，体现了“万物兴歇皆自然”的规律。

我有幸能为此套教材作序，并“借花献佛”，向未曾参编教材的其他高职高专院校推荐，在执行基层服务优异人才培养任务中，共享上佳成果。

中国工程院资深院士
南方医科大学教授

钟世镇

2009 年夏于广州



医用化学实验是医用化学教学中不可缺少的重要组成部分。通过实验,可以加深和巩固学生对所学的医用化学基本知识的理解和记忆;还可以培养和提高学生观察、动脑和动手能力,提高学生分析问题的能力,培养学生实事求是的科学态度和严谨、一丝不苟的工作作风,为以后的学习和工作打下坚实的基础。

本书共有实验 19 个,无机化学实验 10 个(实验 1~10),包括食盐的提纯、电位法测定溶液的 pH 值、醋酸电离常数和电离度的测定、常压蒸馏及沸点的测定、电解质溶液和缓冲溶液、胶体溶液、分析天平的称量练习、滴定分析仪器的洗涤和使用练习、酸碱标准溶液的配制和标定、水的总硬度测定;有机化学实验 9 个(实验 11~19),包括醇和酚的性质、醛和酮的性质、羧酸和取代羧酸的化学性质、乙酰水杨酸的制备、乙酸乙酯的制备、茶叶中咖啡因的提取、旋光度的测定、糖类的性质及氨基酸、蛋白质的性质;附录 10 个,主要介绍了医用化学实验的基本操作、常用仪器的使用及各类试剂的取用等。

本教程简单、直观、实用、可操作性强,可作为各医药院校的实验教材,也可用作自学参考书。

本书在编写过程中得到了南阳医学高等专科学校、山东医学高等专科学校、宁夏医科大学、西安医学院、商洛职业技术学院的大力支持,在此表示衷心的感谢!由于编者水平有限,不当之处恳请广大师生批评指正。

编 者

2010 年 6 月

医用化学实验须知

一、医用化学实验的目的

医用化学是一门医学基础课程，其主要内容是与医学知识密切相关的无机化学基本原理和基本方法，有机化学的基本原理和基本方法，各类化合物的组成、结构、性质等，为学习医学各专业奠定必要的基础。实验课程加深和巩固学生对所学的医用化学基本知识的理解，使其掌握一些常用的化学基本操作技能，培养学生独立操作和分析、解决问题的能力，为后续课程的学习和实际工作打下基础。

二、实验室基本规则

(一) 实验规则

1. 课前预习 为保证实验课能够顺利进行，取得预期效果，实验课前必须认真预习。要了解实验的目的、要求、内容、基本原理、操作步骤及注意事项，写出预习报告、实验计划、必要的计算、实验的预期结果、实验注意事项、数据记录表格等。

2. 实验准备 实验开始前先清点仪器，如发现仪器有短缺或破损，应报告教师要求补领。实验过程中若有仪器损坏，亦应立即报告教师，办理登记换领手续。未经教师同意，不得挪用其他位置上的仪器。

3. 规范操作 实验过程中必须严格遵守仪器设备操作规程，严格按实验教材规定的操作步骤、方法、试剂规格进行实验操作，服从教师的指导。如要变更，事前必须得到教师的许可。实验中要仔细观察，认真记录和思考，随时把观察到的现象以及数据等正确、简明地记录在实验记录本上。未经许可不得动用与本实验无关的仪器设备及物品，严禁将实验室任何物品带出实验室。

4. 严格遵守实验室各项制度 做实验时，必须注意安全，严格遵守实验规程和实验室安全守则。实验进行过程中不得擅自离开操作岗位。应掌握出现险情的应急处理办法，避免发生人身事故，防止损坏仪器设备。

5. 保持整洁 实验过程中保持台面、地面的整齐清洁，废物、废液不得乱丢乱倒。用过的废纸、火柴杆等杂物，不要投入水池，应投入指定的废物篓中；破碎玻璃应放到废玻璃箱中；有毒或腐蚀性废液应倒入指定的废液缸中；严禁将腐蚀物倒进水槽及排水管道。

6. 试剂取用规则 试剂应按规定的量取用；从试剂瓶中取出的试剂，不可再倒回原瓶中，以免带入杂质；取用试剂后应立即盖上瓶塞，并及时将试剂瓶放回原处。

7. 爱护公物 要爱护公物，谨慎使用仪器和实验设备。对所使用的仪器设备，应认真填写使用记录。使用精密仪器时，应严格按照操作规程进行，认真而细致。若发生故障，应立即停止使用并报告教师。注意节约水、电和试剂。

8. 保持安静 实验时应保持安静，不得高声喧哗和打闹；应集中精神，积极思考，规范操作；仔细观察并如实记录实验现象，切忌弄虚作假。

9. 整理实验室 实验结束后,应切断仪器电源,将实验台上的仪器设备和工具整理、复位,将试剂按原样摆放,并把所用玻璃仪器清洗干净,放置整齐,并将实验台面、水槽和实验室地面清理整洁,经教师验收后,方可离开实验室。值日生最后要全面清扫、整理实验室。

10. 书写实验报告 实验结束后,应及时整理实验数据,认真写好实验报告。实验报告要求格式合理,实验记录应清楚、文字简练、结论明确、书写整齐清晰,尊重事实,不得抄袭他人实验结果。

(二) 实验室安全规则

(1) 易燃、易爆试剂不得靠近火源及高温物体,并严格按照操作规程进行操作,以免引起火灾。取用完毕应立即盖紧瓶塞,置阴凉避光处。

(2) 取用有毒、有刺激性的物质时,要在通风橱内操作。对反应产生的有害气体应按规定处理,以免污染环境,影响身体健康。

(3) 有毒试剂(如氰化物、砷、汞化合物、高价铬盐、钡盐、铅盐等)不得进入口内或接触伤口,也不能随便倒入下水道,应倒入指定的容器内。

(4) 装有液体的试管加热时,试管口不得对着人;不要俯视正在加热的液体,以免被溅出的液体伤害。

(5) 需要闻气体的气味时,不得对着容器口闻,面部应与容器有一定距离,后用手轻拂气体,将少许气体扇向自己以闻之。

(6) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,勿溅在衣服、皮肤上,尤其是眼睛。稀释浓硫酸时,应在不断搅拌下将浓硫酸慢慢倒入水中,而不能将水倒入浓硫酸中,以免因迸溅而造成事故。

(7) 取用试剂时应看清楚瓶签,切勿拿错。共用试剂不得挪动原位置,不允许任意混合各种化学试剂。

(8) 用电时手及物件均要干燥。使用完毕实验室的电热设备后,应及时拔掉电源插头。用电器材出现故障时要切断电源进行检查、修复,待故障完全排除后方可继续使用。

(9) 实验室应形成安静、严谨的科学氛围,实验过程中禁止高声喧哗,严禁饮食、喝水、吸烟,不得用口尝味道的方法来鉴定未知物。

(10) 每次实验结束后都应将手洗干净。离开实验室前必须检查水、电、门窗是否关闭。

三、实验报告的书写

医学化学实验报告的书写是在经过动手操作、观察现象、分析思考之后作出的书面报告,完整地记录了化学实验的全过程,包括对实验结果的分析和总结,因此实验报告的书写不仅有助于理解和掌握实验的目的、意义、方法和技能,还能通过对实验现象和结果的分析得出自己的体会和结论,使知识与能力得到升华。

化学实验报告应该如何书写呢?

(一) 实验报告的书写要求

一般情况下医用化学实验报告是根据实验步骤和顺序从七方面展开来写的:

1. 实验日期和实验者 在实验名称下面注明实验时间和实验者名字。这是很重要的实验资料,便于将来查找时进行核对。

2. 实验目的 即本次实验所要达到的目标或目的是什么。使实验在明确的目的下进行,可避免学生

无目的地忙碌，所以教师课前检查实验预习是很必要的。

3. 实验材料 写出主要的仪器和药品，应分类罗列，不能遗漏。此项书写可以促使学生去思考仪器的用法和用途，药品的作用及其所能发生的具体的化学反应，从而有助于理解实验的原理和特点。需要注意的是实验报告中应该有为完成实验所用试剂的浓度和仪器的规格。因为，所用试剂的浓度不同往往会得到不同的实验结果，对于仪器的规格，学生也应了解，不能仅仅停留在“大试管”“小烧杯”的阶段。

4. 实验步骤 根据具体的实验目的和原理来设计实验，写出主要的操作步骤，这是报告中比较重要的部分。此项可以使学生了解实验的全过程，明确每一步的目的，理解实验的设计原理，掌握实验的核心部分，养成科学的思维方法。在此项中还应写出实验的注意事项，以保证实验的顺利进行。

5. 实验结果记录 正确如实地记录实验现象或数据，为表述准确应使用专业术语，尽量避免口语词汇的出现。这是报告的主体部分，在记录中，应要求学生即使得到的结果不理想，也不能修改，可以通过分析和讨论找出原因和解决的办法，养成实事求是和严谨的科学态度。

6. 实验结论和解释 对于所进行的操作和得到的相关现象运用已知的化学知识去分析和解释，得出结论，这是实验联系理论的关键所在，有助于学生将感性认识上升到理性认识，进一步理解和掌握已知的理论知识。

7. 结果分析 以上各项是学生接受、认识和理解知识的过程；而此项则是回顾、反思、总结和拓展知识的过程，是实验的升华，应给予足够的重视。在此项目中，学生可以在教师的引导下自由的发挥，比如“你对本次实验的结果是否满意？为什么？如果不满意，你认为是什么原因造成的？如何改进？”或者“为达到实验目的，实验的设计可以如何改进？这样改进的优点是什么？”或者“你认为本实验的关键是什么？”等问题。这些都是学生感兴趣的地方，既能反映他们掌握知识的情况，又能培养他们分析和解决问题的能力，更重要的是培养他们主动思考，勇于创新的勇气和能力。因此从培养学生思维能力的角度来说，此项内容的书写应是实验报告的重点和难点。

（二）实验报告格式

为了书写报告的方便和统一要求，下面把性质实验和合成实验报告各举一格式：

性质实验的实验报告

专业_____ 班级_____ 组别_____
姓名_____ 学号_____

实验名称_____

实验日期_____

1. 实验目的

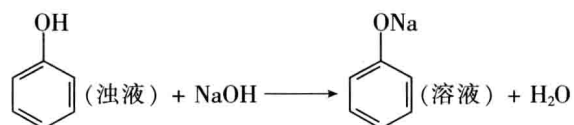
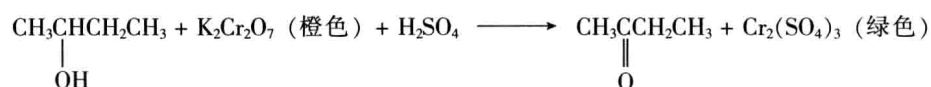
2. 实验原理

3. 实验材料

4. 实验步骤

项目	试剂及实验步骤	实验现象	反应式及现象解释	备注

实验报告中的反应式应能解释实验现象，且须注明有关试剂及产物的颜色、状态等。例如：



5. 结果分析

合成实验的实验报告

专业 _____ 班级 _____ 组别 _____
 姓名 _____ 学号 _____
 实验名称 _____
 实验日期 _____

1. 实验目的

2. 实验原理

3. 实验材料

(必须绘出主要装置图)

4. 实验步骤

实验步骤	实验结果
------	------

5. 产率的计算

6. 结果分析



实验一	食盐的提纯	(1)
实验二	电位法测定溶液的 pH 值	(4)
实验三	醋酸电离常数和电离度的测定	(8)
实验四	常压蒸馏及沸点的测定	(11)
实验五	电解质溶液和缓冲溶液	(14)
实验六	胶体溶液	(17)
实验七	分析天平的称量练习	(20)
实验八	滴定分析仪器的洗涤和使用练习	(23)
实验九	酸碱标准溶液的配制和标定	(26)
实验十	水的总硬度测定	(30)
实验十一	醇和酚的性质	(34)
实验十二	醛和酮的性质	(37)
实验十三	羧酸和取代羧酸的化学性质	(40)
实验十四	乙酰水杨酸的制备	(44)
实验十五	乙酸乙酯的制备	(47)
实验十六	茶叶中咖啡因的提取	(50)
实验十七	旋光度的测定	(54)
实验十八	糖类的性质	(57)
实验十九	氨基酸、蛋白质的性质	(61)
附录一	本书实验所用特殊试剂配制法	(65)
附录二	化学实验常见事故处理	(66)
附录三	化学试剂的储存和保管	(68)
附录四	医用化学实验常用玻璃仪器	(69)
附录五	玻璃仪器的洗涤和干燥	(74)
附录六	称量仪器的使用	(76)
附录七	试剂的取用	(83)
附录八	物质的加热	(85)
附录九	重结晶提纯法	(87)
附录十	滴定分析仪器的基本操作	(90)

粗食盐中的钾离子和上述的沉淀剂都不能起作用，但由于含量较少，且氯化钾的溶解度大于氯化钠的溶解度，因此在蒸发和浓缩过程中，氯化钠先结晶出来，而氯化钾则留在溶液中而得以分离。



实验材料

1 仪器

蒸发皿、量筒、烧杯、表面皿、铁架台、酒精灯、石棉网、托盘天平、称量纸、研钵、药匙、试管、洗瓶、普通漏斗、漏斗架、滤纸、玻璃棒、胶头滴管、抽滤瓶、布氏漏斗。

2 试剂

粗食盐(固体)、2 mol/L HCl 溶液、pH 试纸、2 mol/L NaOH 溶液、2 mol/L BaCl₂ 溶液、饱和 Na₂CO₃ 溶液。



实验步骤

1 粗食盐的称量和溶解

- (1) 研磨：将约 8 g 粗食盐放入研钵中研成细粉状。
- (2) 称量：用托盘天平称出 5.0 g 粗食盐。
- (3) 溶解：将称量的粗食盐放入 100 ml 烧杯中，加入蒸馏水约 25 ml，搅拌并加热，使其溶解。

2 除去硫酸根离子

(1) 加 BaCl₂ 溶液：把粗食盐溶液加热至沸腾，边搅拌边逐滴加入 2 mol/L BaCl₂ 溶液，则产生白色 BaSO₄ 沉淀，继续加 BaCl₂ 溶液至沉淀完全（需 2 mol/L BaCl₂ 溶液约 1 ml）。

(2) 检验硫酸钡沉淀是否完全：移去酒精灯，静置，待沉淀下降后，用胶头滴管吸取少量上层清液于洁净试管中，加 2 mol/L HCl 3~5 滴，再加 2 mol/L BaCl₂ 溶液 3~5 滴，观察有无混浊现象。若无混浊，说明硫酸根离子已沉淀完全；若有混浊，则继续滴加 BaCl₂ 溶液，直至上层清液在加入 1 滴 BaCl₂ 溶液后不再产生混浊为止。再将上述溶液加热 5 min，使 BaSO₄ 颗粒变大而易于沉淀和过滤。

(3) 过滤：用普通漏斗过滤粗食盐溶液，保留滤液，弃去沉淀，除去不溶性杂质和 BaSO₄ 沉淀，可除去硫酸根离子。

3 除去钙离子、镁离子及钡离子

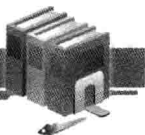
(1) 生成碳酸钙、氢氧化镁及碳酸钡沉淀：在滤液中加入 2 mol/L NaOH 溶液 10 滴和饱和 Na₂CO₃ 溶液 1.5 ml，加热煮沸 5 min。

(2) 检验上述沉淀是否完全：将上述溶液静置，待沉淀下降后，用胶头滴管吸取少量上层清液于洁净试管中，滴加饱和 Na₂CO₃ 溶液，检查有无沉淀生成。若有混浊，则继续滴加饱和 Na₂CO₃ 溶液至沉淀完全；如不再产生沉淀，说明钙离子、镁离子及钡离子已沉淀完全。

(3) 过滤：将上述溶液用普通漏斗过滤，保留滤液，弃去沉淀，除去钙离子、镁离子及钡离子。

4 加盐酸调节溶液的 pH

在滤液中逐滴加入 2 mol/L HCl 溶液，充分搅拌，用玻璃棒蘸取滤液在 pH 试纸上试验，调节 pH 约为 6（溶液呈微酸性），以去除碳酸根离子和上一步加入的过量的氢氧根离子。



5 蒸发、浓缩

把上述食盐溶液倾入干净的蒸发皿中，酒精灯加热蒸发浓缩，当蒸发皿底部出现食盐的结晶时，用玻璃棒不断地搅拌溶液至稀粥状，切不可将溶液蒸干。

6 抽滤、干燥

(1) 将上述食盐稠液冷却后用布氏漏斗抽滤，尽量将结晶抽干。

(2) 将布氏漏斗中抽干的食盐结晶转移到蒸发皿中，把蒸发皿用漏斗罩住，用酒精灯小火加热干燥，直到水分完全蒸发，即得纯白色的精制食盐。

7 计算产率

(1) 称重：将所得精制食盐冷却至室温，用托盘天平称量。

(2) 计算：食盐的产率。

食盐产率 = 精制食盐的质量 (g) / 5.0 (g) × 100%



注意事项

(1) 粗食盐中，含硫酸镁较多，加入沉淀剂时，应稍过量。

(2) 蒸发结晶时宜用小火。



临床意义

临床上用的生理盐水即指 9 g/L 的氯化钠溶液，静脉滴注用于治疗出血过多、严重腹泻等引起的失水病症，也可外用洗涤伤口或灌肠。

思考题



(1) 在除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 时，为什么要先加入 BaCl_2 溶液，然后再加入饱和 Na_2CO_3 溶液？

(2) 溶液中过量的氢氧化钠和碳酸钠怎样除去？

(3) 如何除去过量的钡离子？

(4) 提纯后的食盐溶液浓缩时为什么不能蒸干？

实验二

电位法测定溶液的 pH 值



实验目的

- (1) 掌握用 pH 计测定溶液 pH 值的方法。
- (2) 熟悉用电位法测定溶液 pH 值的原理。
- (3) 了解标准缓冲溶液的作用和配制方法。



实验原理

直接电位法测定溶液 pH 值通常以玻璃电极为指示电极，饱和甘汞电极为参比电极，浸入被测溶液中组成原电池。其中玻璃电极作为负极，饱和甘汞电极作为正极，电池符号表示如下：

(-) Ag, AgCl — 内参比溶液 — 玻璃膜 — 待测溶液 || 氯化钾 (饱和) — Hg₂Cl₂, Hg (+)

该电池电动势为：

$$\begin{aligned} E_x &= E_{\text{SCE}} - E_{\text{GE}} + \frac{2.303RT}{F} \text{pH}_x \\ &= K + 0.0592 \text{pH}_x \quad (25^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

上式中 K 随溶液组成、电极类型和电极使用时间长短等的不同而发生变动，而变动值又不易准确测定，故实际工作中采用两次测量法测定溶液 pH 值以消除 K 。其原理是：

$$\begin{aligned} E_s &= E_{\text{SCE}} - E_{\text{GE}} + \frac{2.303RT}{F} \text{pH}_s \\ E_x &= E_{\text{SCE}} - E_{\text{GE}} + \frac{2.303RT}{F} \text{pH}_x \end{aligned}$$

两式相减，得：

$$E_s - E_x = \frac{2.303RT}{F} (\text{pH}_s - \text{pH}_x)$$

即先用已知 pH 值的标准缓冲液校准 pH 计，然后再测量被测溶液的 pH 值。根据两次测量法的原理可以看出，溶液的 pH 值变化 1 个单位，电池的电动势变化 $\frac{2.303RT}{F}$ V (25 °C 时改变 0.059 V)。由于斜率随温度的改变而改变，因此，pH 计上设有温度调节器来调节温度对 pH 测定的影响。

在实际工作中采用两次测定法，即先用已知 pH_s 的标准缓冲溶液来校准 pH 计，然后再测定待测溶液

的 pH_x 。两次测定法的公式为：

$$\text{pH}_x = \text{pH}_s - \frac{E_s - E_x}{0.059}$$

式中， pH_x 和 pH_s 分别为待测溶液和标准缓冲溶液的 pH 值； E_x 和 E_s 分别为其相应电动势。该式常称为 pH 值的实用定义。



实验材料

1 仪器

pHs-25 型酸度计、复合电极、塑料杯 (50 ml)、温度计。

2 试剂

邻苯二甲酸氢钾标准缓冲液 ($\text{pH} = 4.0$)、磷酸盐标准缓冲液 ($\text{pH} = 6.86$)、磷酸盐标准缓冲液 ($\text{pH} = 7.4$)、硼砂标准缓冲液 ($\text{pH} = 9.18$)、葡萄糖氯化钠注射液、碳酸氢钠注射液、注射用水。



实验步骤

1 开机前准备

- (1) 将电极梗旋入电极梗插座，调节电极夹到适当位置。
- (2) 将复合电极夹在电极夹上，拉下电极前端的电极套。
- (3) 用蒸馏水清洗电极，清洗后用滤纸吸干。

2 开机

- (1) 电源线插入电源插座。
- (2) 按下电源开关，电源接通后，预热 30 min，接着进行校准。

3 校正

仪器使用前，先要校正，一般来说，仪器在连续使用时，每天要校正一次。

- (1) 在测量电极插座处拨去短路插座。
- (2) 在测量电极插座处插上复合电极。
- (3) 把选择开关旋钮调到 pH 档。
- (4) 调节温度补偿旋钮，使旋钮白线对准溶液温度值。
- (5) 把斜率调节旋钮顺时针旋到底 (即调到 100% 位置)。
- (6) 把清洗过的电极插入 $\text{pH} = 6.86$ 的缓冲溶液中。
- (7) 调节定位调节旋，使仪器显示读数与该缓冲溶液当时温度下的 pH 值相一致 (如用混合磷酸定位温度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时， $\text{pH} = 6.92$)。
- (8) 将用蒸馏水清洗过的电极，再插入 $\text{pH} = 4.00$ (或 $\text{pH} = 9.18$) 的标准溶液中，调节斜率旋钮使仪器显示读数与该缓冲溶液中当时温度下的 pH 值一致。
- (9) 重复“(6) ~ (8)”步骤，直至不用再调节定位或斜率两调节旋钮为止。
- (10) 仪器完成校正。

4 测量 pH 值

经校正过的仪器,即可用来测定被测溶液,被测溶液与定位溶液温度不同,测量步骤也有所不同。

(1) 被测溶液与定位溶液温度相同时,测量步骤如下:

1) 用蒸馏水洗电极头部,再用被测溶液清洗一次。

2) 把电极浸入被测溶液中,用玻璃棒搅拌溶液,使溶液均匀,在显示屏上读出溶液的 pH 值。

(2) 被测溶液和定位溶液温度不同时,测量步骤如下:

1) 用蒸馏水洗电极头部,再用被测溶液清洗一次。

2) 用温度计测出被测溶液的温度值。

3) 调节“温度”调节旋钮。

4) 把电极浸入被测溶液中,用玻璃棒搅拌溶液,使溶液均匀,在显示屏上读出溶液的 pH 值。

5 样品溶液 pH 值的测定

(1) 葡萄糖氯化钠注射液 pH 值的测定:①用蒸馏水洗电极头部,再用被测溶液清洗一次;②把电极浸入被测溶液中,用玻璃棒搅拌溶液,使溶液均匀,在显示屏上读出溶液的 pH 值。

(2) 碳酸氢钠注射液 pH 值的测定:以磷酸盐标准缓冲液($\text{pH} = 7.41$)为定位溶液,以硼砂标准缓冲液($\text{pH} = 9.18$)为复核液,以碳酸氢钠注射液为待测液,按照上述的操作程序,测定该注射液的 pH 值。

(3) 注射用水 pH 值的测定:用邻苯二甲酸氢钾标准缓冲液($\text{pH} = 4.00$)校正仪器后测定注射用水,并重取供试液再测,直至 pH 值读数在 1 min 内改变不超过 ± 0.05 为止;然后再用硼砂标准缓冲液($\text{pH} = 9.18$)校正仪器,如上法测定;两次 pH 的读数相差应不超过 0.1,取两次读数的平均值为其 pH 值。

6 测完之后的工作

测定完毕,关上“电源”开关,拔去电源。用蒸馏水冲洗电极,管口套上帽。



1 数据记录

将实验中记录到的数据填入表 2-1。

表 2-1 测定溶液的 pH 值

试液	次数	1	2	3
葡萄糖氯化钠注射液				
碳酸氢钠注射液				
注射用水				

2 计算

葡萄糖氯化钠注射液 pH 值 (规定 pH 为 3.5~5.5)

碳酸氢钠注射液 pH 值 (规定 pH 为 7.5~8.5)

注射用水 pH 值 (规定 pH 为 5.0~7.0)