



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

清华大学化学类教材

现代化学实验基础 (第2版)

尉京志 杨 锦 袁书玉 李兆陇 主编



清华大学出版社

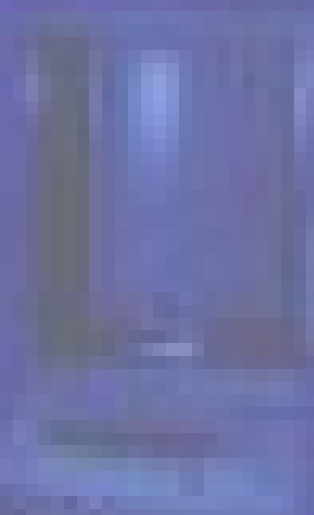
第 2 版

第 1 次印刷

现代化学实验基础

(第 2 版)

张 强 王 强 王 强 王 强 王 强



化学工业出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 清华大学化学类教材

现代化学实验基础

(第2版)

尉京志 杨 锦 袁书玉 李兆陇 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是清华大学非化学化工类专业的基础化学实验课程教材。全书共分4章,包含45个实验。实验内容包括:化学物理量的测量,溶液中的平衡和非平衡态及元素、化合物性质,物质制备、分析、分离及应用,化学实验相关知识、仪器及其操作。

在附录中摘编较新的数据资料,供查阅。

教材配有大学化学实验基本操作光盘,以便于化学实验的学习。

本书可供大专院校非化学化工类专业的师生及实验室人员使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代化学实验基础/尉京志等主编. --2版. --北京:清华大学出版社,2011.11

(清华大学化学类教材)

ISBN 978-7-302-27398-1

I. ①现… II. ①尉… III. ①化学实验—高等学校—教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第239601号

责任编辑:柳萍

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地址:北京清华大学学研大厦A座

邮编:100084

邮购:010-62786544

印装者:北京市清华园胶印厂

经销:全国新华书店

开本:170×230 印张:10.5 插页:1 字数:213千字

附光盘1张

版次:2011年11月第2版

印次:2011年11月第1次印刷

印数:1~3000

定价:29.00元

第 2 版前言

本教材第 1 版于 2006 年出版,经过几年来的使用,受到广大师生的欢迎。教材内容既与理论教学紧密配合,又使理论课上讲述的内容得到了强化和拓展,从而扩大了学生的知识面。学生在使用后反映实验内容巩固了在化学理论课上学到的知识,加深了对许多化学原理的理解。教材中一些和实际生活联系密切的实验增加了学生对化学实验课的兴趣,因而在教学中起到了积极作用,能够达到非化学化工类大学化学实验的要求。本教材已被定为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。虽然第 1 版教材得到肯定,但也有不足之处,如运用现代化教学手段体现不够,文字存在纰漏等。为此,编者对第 1 版教材进行了修订。

第 2 版中基本保留第 1 版的体系和实验内容,增加个别实验并对原有实验进行了审核修正。重点是为配合教材的使用,摄制了《大学化学实验基本操作》配套光盘,与教材同时出版。该光盘的特点是运用文字、声音、图片和视频等多媒体方式全面展现实验操作。光盘视频脚本由资深教师编写,清华大学化学系实验中心青年教师操作演示。视频画面清晰流畅,对化学实验的操作进行了细致入微的描绘,对于“使用注意事项”、“仪器内部原理”等则采用 ppt、flash 等处理后展现。视频真人实物实景的演绎方式使学生能更好地融入实验情境,并辅以柔和女声的讲解,能达到比教师面授更好的效果。

本教材由清华大学化学系实验中心集体编写。尉京志、杨锦、袁书玉、李兆陇主编,崔爱莉、阴金香、牛丽红、麻英、林天舒、袁金颖、张连庆、周云参加编写,张秀荣、常爱玲参加实验研究工作。

限于我们的水平有限,教材中不足之处,希望读者指正。

编 者

2011 年 11 月于清华大学

第1版前言

化学实验不仅是人们了解物质世界构成、揭示化学变化规律、认识物质性质及研究新物质合成的手段,而且是培养学生创新意识和能力的有效途径。学生通过观察实验现象、分析实验数据、总结实验结果以及设计新实验,对已掌握的化学理论知识进一步理解和深化。更重要的是,实验还是一个可发挥主观能动性的再创造过程,有利于培养学生创新意识,提高学生的综合素质。所以,化学实验教学是化学教学过程的重要环节。教材是知识载体,是教师实施课堂教学的重要媒介,是化学实验课程教学完成的重要保证。期望通过使用这本教材,以及基础化学实验课的学习,使学生丰富化学知识、开拓思维、培养能力、提高素质。

本教材为清华大学非化学化工类专业一年级学生的基础化学实验课程教材。全书共分4章、44个实验,其中有些实验可供学生课余选做。实验内容的选择和安排可视具体课程情况而定。

本教材有以下几方面特点:

(1) 教材的编写注意体现重视基础、培养能力和提高素质。从素质教育的高度精选和更新教材内容,重视经典内容和现代前沿内容的连接和结合。力争较好地处理更新和继承、知识传授和能力培养之间的关系。

(2) 介绍化学学科的基本概貌,在实验内容上引入化学在环境科学、生命科学、材料科学等方面的应用实例,不仅使学生对化学实验有初步的了解,而且,可以了解化学在各个领域中的应用,化学学科的整体对人类社会的作用和贡献。

(3) 实验内容涵盖了无机化学、有机化学(包括高分子化学)、分析化学(化学分析和仪器分析)、物理化学的一些基本实验原理和操作,适当增加了综合性实验、设计性实验和计算机在化学实验中应用的内容,并将微型化学实验引入教学。

(4) 本教材引入若干个新实验,实验内容新颖、丰富,其中有的实验来源于工业生产应用成果和科研成果,有的取材于国外教材。

(5) 注意对学生独立实验能力的培养。为培养自学能力,教材中安排过渡元素方面的实验内容,学生课前必须自学有关知识才能完成实验。而对于实验现象和结论教材中一般不给出,由学生独立完成。另外,安排的设计性实验内容,也有利于学生实验能力的提高。

(6) 为突出实验操作的重要性,将基本仪器、基本操作技术编为一章。

在附录中摘编了较新的数据资料,供学生实验时查阅。

在编写教材过程中参考了国内外有关实验教材和专著,从中得到不少有益的启

发。特别要提出,徐功骅、蔡作乾主编的“大学化学实验”给予编者很大帮助,特此感谢!

本教材由清华大学化学系实验中心集体编写。袁书玉、李兆陇、尉京志、崔爱莉主编,阴金香、牛丽红、麻英、林天舒、袁金颖、张连庆、杨锦、周云参加编写,张秀荣、常爱玲参加实验研究工作。

在本书编写过程中宋心琦教授曾给予指导,表示感谢!

编者

2006年5月于清华大学

目 录

绪论	1
第 1 章 化学物理量的测量	4
实验 1 溶液的 pH 值	4
实验 2 电动势的测定	7
实验 3 化学反应热效应的测定	9
实验 4 温度对反应速度的影响与活化能的测定	12
实验 5 阿伏加德罗常数的测定	15
实验 6 溴酚蓝 pK_a 值的测定	18
实验 7 熔点的测定及温度计校正	21
实验 8 凝固点降低法测摩尔质量——步冷曲线法	24
实验 9 磁化率的测量	27
第 2 章 溶液中的平衡和非平衡态及元素、化合物性质	31
实验 10 沉淀反应	31
实验 11 氧化还原反应	34
实验 12 配位化合物	36
实验 13 B-Z 振荡反应	39
实验 14 过渡元素	41
实验 15 第一过渡元素混合离子的鉴定	45
实验 16 有机化合物定性分析	47
实验 17 化学发光	52
实验 18 温致变色	55
第 3 章 物质制备、分析、分离及应用	57
实验 19 硫酸亚铁铵的制备与 Fe^{3+} 限量分析(含微型化学实验)	57
实验 20 离子交换法制备硝酸钾	59
实验 21 硫氰酸根配合物的制备和利用红外光谱测定结构	61
实验 22 废铝回收制备硫酸铝——设计实验	63

实验 23	微波水热合成法制备纳米 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	64
实验 24	金属铝的表面处理——阳极氧化法	64
实验 25	钢铁件上电镀铜	67
实验 26	电位法滴定测定铬酸钾和重铬酸钾含量及废液处理	69
实验 27	钢中锰含量的测定	72
实验 28	氧化还原滴定——水质高锰酸盐指数(I_{Mn})的测定	76
实验 29	牛奶中钙含量的测定	77
实验 30	自来水中钙和镁总量的测定	79
实验 31	分光光度法测定中成药中微量铝含量	81
实验 32	原子吸收分光光度法测量头发中的锌量	82
实验 33	仪器分析法区分 CaCO_3 和 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	84
实验 34	用 ICP-AES 测定苹果中矿物质的含量	87
实验 35	日常生活中的化学	89
实验 36	乙醇氧化制备乙酸	94
实验 37	光化学反应制备四苯基频那醇	95
实验 38	分离牛奶中的蛋白质	97
实验 39	乙酰水杨酸的合成	98
实验 40	制备可生物降解的淀粉薄膜	99
实验 41	酚类荧光染料的合成	101
实验 42	聚氨酯泡沫塑料的制备	104
实验 43	综合实验 1——物理常数的测定	106
实验 44	综合实验 2——阿司匹林系列实验	109
实验 45	综合实验 3——三草酸根合铁(Ⅲ)酸钾系列实验	112
第 4 章	化学实验有关知识、仪器及其操作	116
4.1	去离子水的制备	116
4.2	化学试剂	117
4.3	玻璃仪器的洗涤	117
4.4	误差、偏差及有效数字	118
4.5	作图技术简介	122
4.6	常用仪器及操作	123
附录 A	常见阴、阳离子的鉴定方法	143
附录 B	不同温度下的饱和水蒸气压	146

附录 C 某些酸、碱的解离常数	147
附录 D 标准电极电位	149
附录 E 难溶化合物的溶度积	152
附录 F 金属配合物累积生成常数	155

绪 论

1. 化学实验室安全守则

(1) 实验室内严禁吸烟、饮食、打闹。

(2) 水、电、气使用完毕立即关闭。所有药品、仪器不得带出实验室外。

(3) 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性,应避免溅落在皮肤、衣服、书本上,更应防止溅入眼睛里。

(4) 能产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 SO_2 等)的实验应在通风橱内进行。有机溶剂(如苯、丙酮、乙醚)易燃,使用时要远离火源,最好在通风橱内进行操作。

(5) 加热试管时,不要将试管口对着自己或别人,也不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出。嗅气体时,应用手轻拂气体,把少量气体扇向自己再闻。

(6) 有毒试剂(如氰化钾、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸钾等)不得入口或接触伤口,也不能随便倒入下水道,应回收统一处理。在不了解化学药品性质时,禁止任意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。

(7) 实验完毕,应将实验桌整理干净,检查水、电、气等阀门是否关闭,洗净双手后离开实验室。

(8) 灭火常识。物质燃烧需要空气和一定的温度,所以通过降温或者将燃烧的物质与空气隔绝,能达到灭火的目的。

可采取以下措施灭火:

① 停止加热和切断电源,避免引燃电线,把易燃、易爆的物质移至远处。

② 用湿布、石棉布、砂土灭火。小火用湿布、石棉布覆盖在着火的物体上便可方便地扑灭。钠、钾等金属着火,常用干燥的细砂覆盖。严禁使用某些灭火器,如 CCl_4 灭火器,因 CCl_4 和钠、钾等金属发生剧烈反应,会强烈分解,甚至爆炸。

③ 使用灭火器。不同的灭火器有不同的应用范围,不能随便使用。下表给出常用灭火器种类及其应用范围。

灭火器种类及其应用范围

名称	应用范围
CO ₂ 灭火器	内装液态 CO ₂ , 用于扑灭电器设备失火和小范围油类及忌水的化学品着火
干粉灭火器	这种灭火器内装 NaHCO ₃ 等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂, 用于油类、可燃气体、电器设备、精密仪器、图书文件等不能用水扑灭的火焰
1211 灭火器	内装 CF ₂ ClBr 液化气; 适用于油类、有机溶剂、精密仪器、高压电器设备的着火
CCl ₄ 灭火器	内装液态 CCl ₄ , 用于电器设备和小范围的汽油、丙酮等物质的着火
泡沫灭火器	用于油类着火; 这种灭火器由 NaHCO ₃ 与 Al ₂ (SO ₄) ₃ 溶液作用产生 Al ₂ (OH) ₃ 和 CO ₂ 泡沫, 泡沫把燃烧物质包住, 与空气隔绝而灭火。因泡沫能导电, 因此不能用于电器着火

(9) 实验室中一般伤害的简单救护。

① 割伤: 首先挑出伤口的异物, 然后用红药水、紫药水或消炎粉处理。

② 烫伤: 涂抹烫伤药(如红花油), 不要把烫的水泡挑破。

③ 酸伤: 先用大量水冲洗, 再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗, 最后用水冲洗。

④ 碱伤: 先用大量水冲洗, 再用醋酸溶液(20 g · L⁻¹)冲洗, 最后用水冲洗。

⑤ 吸入溴蒸气、氯气、氯化氢气体后, 可吸入少量酒精和乙醚混合蒸气。

2. 学生实验守则

(1) 实验前必须认真预习, 明确实验目的和要求, 了解实验基本原理、方法、步骤, 写出预习报告。

(2) 实验过程中认真观察, 如实记录, 积极思考, 独立完成各项实验任务。

(3) 遵守实验室的各项制度, 爱护仪器, 节约药品、水、电。

(4) 听从教师的指导。

(5) 实验完毕, 做好实验室的整理工作, 及时完成实验报告。

3. 化学实验的学习方法

实验主要由学生独立完成, 因此实验效果与正确的学习态度和学习方法密切相关。关于化学实验的学习方法, 应抓住下述 3 个环节。

(1) 预习

预习是实验前必须完成的准备工作, 是做好实验的前提。但是, 这个环节往往没有引起学生足够的重视, 甚至不预习就进实验室, 对实验的目的、要求和内容不清楚, 结果浪费时间和药品。为了确保实验质量, 实验前, 任课教师要检查每个学生的预习情况。对没有预习或预习不合格者, 任课教师有权不让他参加本次实验, 学生应听从教师的安排。

实验预习一般应达到下列要求：

- ① 阅读实验教材和有关参考资料,明确本次实验的目的和内容。
- ② 掌握本次实验主要内容,阅读实验中有关实验操作技术及注意事项。
- ③ 写出实验预习报告。预习报告是进行实验的依据,因此预习报告应包括简要的实验步骤与操作、需要记录的实验现象、记录测量数据的表格以及定量实验的计算公式等。

(2) 实验

实验是培养独立工作和思维能力的重要环节,必须认真、独立完成。

- ① 按照教材内容,认真操作,细心观察,一丝不苟,如实将实验现象、数据记录填写在预习报告中,这是养成良好科学学习习惯必需的训练。
- ② 对于设计性实验,审题要确切,方案要合理。在实验中发现设计方案存在问题时,应找出原因,及时修改方案,直至达到满意的结果。
- ③ 在实验中遇到疑难问题或者“反常现象”,应认真分析操作过程,思考其原因。为了正确说明问题,可在教师指导下重做或补充进行某些实验,自觉养成研究问题的习惯。
- ④ 养成良好的科学习惯,遵守实验工作规则。实验过程中应始终保持桌面布局合理、环境整齐和清洁。

(3) 实验报告

实验报告是每次实验的总结,它反映了学生的实验水平,必须严肃认真如实填写。合格报告包括以下 5 部分内容:

- ① 概述。简述实验目的和实验的基本原理。
- ② 实验内容。尽量采用表格、框图、符号等形式来清晰明确地表示实验内容。避免照抄书本。
- ③ 实验现象和数据记录。实验现象要表达正确,数据记录要完整。绝不允许主观臆造,抄袭别人的作业,若经发现,本次实验按不及格处理。
- ④ 解释、结论或数据处理。对现象给予简明的解释,写出主要反应方程式,分标题小结或者最后得出结论。数据处理要表达清晰。
- ⑤ 问题讨论。对实验中遇到的问题提出自己的看法,或对实验方法、实验内容等提出意见。此项内容的评分作为实验附加分的依据。

第 1 章

化学物理量的测量

实验 1 溶液的 pH 值

1. 概述

pH 值为该溶液中氢离子浓度的负对数:

$$\text{pH} = -\lg[c(\text{H}^+)/c^\ominus]$$

其中: $c(\text{H}^+)$ ——氢离子的浓度;

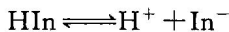
c^\ominus ——标准状态下氢离子的浓度, $c^\ominus = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

许多化学、生物化学反应都要求在一定 pH 范围内,如电镀液只有在一定的 pH 范围内才能获得良好的金属镀层。人的血液自动调节 pH 值范围为 7.3~7.4,严重失调后果严重。pH 值的测定和调节是非常重要的。

1) 溶液 pH 值的测定方法

(1) 酸碱指示剂

酸碱指示剂一般是有机弱酸或有机弱碱,在溶液中存在解离平衡,若 HIn 和 In^- 分别表示指示剂分子和离子,在溶液中达到平衡时:



A 色 B 色

当溶液中氢离子浓度发生变化时,解离平衡移动,相应的离子和分子具有不同颜色,因而指示剂在不同的 pH 值范围内显示不同颜色。

(2) pH 试纸

pH 试纸有两种规格。

① 广泛 pH 试纸:能测量 pH 整数位数值,测定 pH 范围为 1~14。

② 精密 pH 试纸:一般能测量的 pH 范围为 0.2~0.4,按其测量溶液的 pH 范围又可分为若干种,如 3.8~5.4,5.5~9.0 等。

(3) 酸度计(又称 pH 计)

若待测液需连续多次测量或溶液颜色较深,可用酸度计测量 pH 值。酸度计的使用方法参阅第 4 章(酸度计的使用)。

2) 缓冲溶液的配制及性质

往某些溶液中加入少量酸和碱或加水稀释,其溶液 pH 值基本不变的溶液称为缓冲溶液。弱酸及其盐的混合溶液(如 HAc 与 NaAc 溶液),弱碱及其盐的混合溶液(如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 溶液)等都是缓冲溶液。

弱酸及其盐组成的缓冲溶液 pH 值的计算公式:

$$c(\text{H}^+)/c^\ominus = K_a^\ominus \cdot c_a/c_s, \quad \text{pH} = \text{p}K_a^\ominus - \lg(c_a/c_s)$$

弱碱及其盐组成的缓冲溶液 pH 值的计算公式:

$$c(\text{H}^+)/c^\ominus = \frac{1 \times 10^{-14}}{K_b^\ominus} \cdot c_b/c_s, \quad \text{pH} = 14 - \text{p}K_b^\ominus + \lg(c_b/c_s)$$

其中, c_a 、 c_b 、 c_s 分别为溶液中弱酸、弱碱、盐的浓度。

某些盐溶解于水时,盐解离的离子与水发生反应,即水与离子发生质子转移,这种水对盐的作用称为盐的水解。发生水解的盐有强酸与弱碱生成的盐(如 NH_4Cl),弱酸与强碱生成的盐(如 NaAc),弱酸与弱碱生成的盐(如 NH_4Ac)。对于前两种盐,水解后溶液的 $c(\text{H}^+)$ 可按下式进行计算。

弱酸强碱盐:

$$c(\text{H}^+) = \sqrt{\frac{K_w^\ominus K_a^\ominus}{c_s/c^\ominus}} c^\ominus$$

强酸弱碱盐:

$$c(\text{H}^+) = \sqrt{\frac{K_w^\ominus c_s/c^\ominus}{K_b^\ominus}} c^\ominus$$

2. 实验目的

- (1) 掌握测定溶液 pH 值的方法;
- (2) 掌握缓冲溶液的作用原理及其配制方法;
- (3) 了解酸度对化学反应的影响;
- (4) 实验盐的水解作用。

3. 仪器及药品

pH 计,复合电极,塑料烧杯,洗瓶,50 mL 烧杯,10 mL 量筒,50 mL 量筒,离心机,试管,试管架,玻璃棒,滴管,点滴板,酒精灯。

$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc, $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 , $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc, $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH, $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH, $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 , $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaAc, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 , $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4Cl , $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KBr, $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4Cl , $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

KMnO_4 , $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 未知液 A, 未知液 B, 未知液 I, 未知液 II, 定位用标准缓冲溶液, pH 试纸。

4. 实验内容

1) 盐类水溶液 pH 值测定

取少量下列盐溶液放于点滴板上, 用广泛 pH 试纸测定其 pH 值: $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

2) 缓冲溶液性质

(1) 用 50 mL 量筒量取 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 各 20 mL, 放入 50 mL 烧杯中混合均匀, 用酸度计(使用方法参阅第 4 章)测定 HAc-NaAc 缓冲溶液的 pH 值。

(2) 在上述缓冲溶液中加入 1 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液, 用玻璃棒搅匀, 测定其 pH 值。

(3) 在(2)的溶液中再加入 2 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液, 搅匀后测定 pH 值。

(4) 往(3)的溶液中加入 2 mL 去离子水, 搅匀后测其 pH 值。

(5) 往(4)的溶液中加入 3 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$, 搅匀后测其 pH 值, 观察 pH 值的变化。

通过上述实验总结缓冲溶液的性质。

3) 酸度对化学反应的影响

(1) 对氧化还原反应速度的影响

在白色点滴板的两个孔中各加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KBr}$ 溶液 1 滴, 然后在各个孔中分别加入 1 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 1 滴 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$, 再在两个孔中加入 2 滴 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液, 比较两个孔中紫色 KMnO_4 褪色的快慢, 写出反应产物。

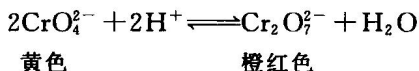
(2) 对生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀反应的影响

在两个试管中各加入 0.5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液, 再在一个试管内加入 0.5 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液, 另一个试管内加入 0.5 mL 去离子水, 然后在两个孔内各加入 0.5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$ 溶液, 放置, 观察并解释现象。

(3) 酸度对铬酸平衡的影响

在白色点滴板两个孔中各加入 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液, 再在一个孔内加入 1 滴 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液, 另一个孔中加入 1 滴去离子水, 对比两孔中溶液的颜色。再加入 2 滴 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液于加过 NaOH 溶液的孔中, 另一孔加入 2 滴去离子水, 观察并解释现象。

提示:

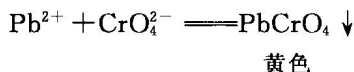


4) pH 值的测定和应用示例

(1) 测定未知液的 pH 值

测定未知液 A、B 的 pH 值(每位学生做一个),设计达到如下测量精度的实验方法:准确到 ± 1 pH 单位的实验方法;准确到 ± 0.1 pH 单位的实验方法。

(2) 离子鉴定



沉淀能溶于浓 NaOH 和浓 HNO₃。在试管中加入 3 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 和 K_2CrO_4 , 生成黄色 PbCrO_4 沉淀,表示有 Pb^{2+} , 离心, 弃去溶液, 在沉淀上滴加 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$, 至沉淀刚好溶解, 再加 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 酸化, 重新析出黄色 PbCrO_4 沉淀, 确证有 Pb^{2+} 离子。所以鉴定铅离子的方法是在未知液中加入 HAc 酸化, 再加入 K_2CrO_4 溶液, 有黄色沉淀生成则表示有铅离子。

鉴定未知液 I 和未知液 II 是否有铅离子(每位学生做一种未知液)。

5. 思考题

(1) 计算等体积 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaAc}$ 混合液的 pH 值。

(2) 将 Na_2CO_3 溶液与 AlCl_3 溶液混合作用, 产物是什么? 写出反应方程式。

(3) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 和 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 等体积混合, 是否有 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀生成?

(4) 如何使用酸度计?

实验 2 电动势的测定

1. 概述

电动势是物理化学中最基本的概念之一,很多常数都可以通过测量电动势来测出。最直观的是,可以利用电极电位比较不同化合物的氧化还原能力,从而判断氧化还原反应进行的方向和程度。但是,电动势不能用伏特计直接测量,因为伏特计接入电池回路,即有电流通过时,由于电极极化,电池的溶液浓度发生变化,无法测量稳定的电池电动势。此外电池本身有内阻,由伏特计测出的电压不是电池的电动势。故一般采用补偿法,使电池在无电流或通过的电流极小时,用电位差计来测出电池两端的电动势。酸度计可看作是具有较高的阻抗的毫伏计,测量时回路中电流极小,所以测出的压降可以近似看作电池的电动势。

电池由正负两个电极组成,电池电动势是两个电极的差值,即 $E = \varphi_+ - \varphi_-$, 由于电极电位的绝对值不能测量,故在电化学中电极电位是将标准氢电极的电极电位定为零,将待测电极与标准氢电极组成电池来测得待测电极的电极电位。由于使用氢电极要求的条件苛刻,因此多用参比电极(如甘汞电极、银-氯化银电极等)