



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

无机及分析化学实验

WUJI JI
FENXI HUAXUE SHIYAN

王和才 孙成 主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

无机及分析化学实验

WUJI JI
FENXI HUAXUE SHIYAN

王和才 孙成 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材是在江苏省无机及分析化学精品课程建设的基础上编写的。教材着重强调无机及分析实验的基本知识、基本操作和基本技能训练,并在此基础上适当安排能解决实际问题的综合性实验内容和拓展学生专业能力的研究性实验内容。共设计了43个实验项目,将无机化学实验基本操作和分析化学实验基本操作进行了有机融合,形成了自身的实践教学课程体系。以项目教学法贯穿整个教学过程,每个实验内容都设计成训练项目形式。精选的实验内容涵盖相关的不同专业,教师可选择适合不同专业特点的实验内容组织实验教学。

该教材可作为《无机及分析化学》的配套教材,也可作为独立的无机及分析化学实验课程教材,适用于农林类职业技术学院园艺技术类、农学类、食品类、生物技术类、环境类等专业的学生使用,也可作为其他相关专业学生学习和教师教学的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/王和才,孙成主编. —北京:
化学工业出版社, 2009.9
高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-06664-0

I. 无… II. ①王…②孙… III. ①无机化学-化学
实验-高等学校:技术学院-教材②分析化学-化学实验-
高等学校:技术学院-教材 IV. 061-33 065-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第171304号

责任编辑:李植峰 杨宇
责任校对:洪雅妹

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张9 1/4 字数221千字 2009年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00元

版权所有 违者必究

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆宇 张晓根
窦铁生 何华西 田应华 吴健 马继权 张震云

委员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈涛	邓灶福	窦铁生	甘勇辉	高婕	耿明杰
官麟丰	谷凤柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡繁荣	胡克伟	胡孔峰
胡天正	黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊洙	荆宇	李纯
李光武	李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘俊林	刘莉	刘蕊	刘淑春
刘万平	刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘政	卢颖	马继权	倪海星	欧阳素贞	潘开宇
潘自舒	彭宏	彭小燕	邱运亮	任平	商世能	史延平	苏允平	陶正平	田应华
王存兴	王宏	王秋梅	王水琦	王晓典	王秀娟	王燕丽	温景文	吴昌标	吴健
吴郁魂	吴云辉	武模戈	肖卫苹	肖文左	解相林	谢利娟	谢拥军	徐苏凌	徐作仁
许开录	闫慎飞	顾世发	燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德炎	张海松	张晓根
张玉廷	张震云	张志轩	赵晨霞	赵华	赵先明	赵勇军	郑继昌	周晓舟	朱学文

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄瑞 杨廷桂 胡虹文 张守润
宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈环	陈盛彬	陈现臣	程冉	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾施	段鹏慧	范洲衡	方希修	付美云	高凯	高梅	高志花
弓建国	顾成柏	顾洪娟	关小变	韩建强	韩强	何海健	何英俊	胡凤新	胡虹文
胡辉	胡石柳	黄瑞	黄修奇	吉梅	纪守学	纪瑛	蒋锦标	鞠志新	李碧全
李刚	李继连	李军	李雷斌	李林春	梁本国	梁称福	梁俊荣	林纬	林仲桂
刘革利	刘广文	刘丽云	刘贤忠	刘晓欣	刘振华	刘振湘	刘宗亮	柳遵新	龙冰雁
罗玲	潘琦	潘一展	邱深本	任国栋	阮国荣	申庆全	石冬梅	史兴山	史雅静
宋连喜	孙克威	孙雄华	孙志浩	唐建勋	唐晓玲	陶令霞	田伟	田政宇	田文儒
汪玉琳	王爱华	王朝霞	王大来	王道国	王德芝	王健	王立军	王孟琢	王双山
王铁岗	王文焕	王新军	王星	王学民	王艳立	王惠	王中华	吴俊平	吴琼峰
吴占福	吴中军	肖尚修	熊运海	徐公义	徐占云	王云惠	薛瑞辰	羊建平	杨宝进
杨平科	杨廷桂	杨卫韵	杨学敏	杨志	杨治国	许美刚	姚志臣	易新军	于承鹤
于显威	袁亚芳	曾饶琼	曾元根	战忠玲	张春华	姚志臣	张桂臣	张怀珠	张庆霞
张慎举	张守润	张响英	张欣	张新明	张艳红	张祖荣	赵希彦	赵秀娟	郑翠芝
周显忠	朱雅安	卓开荣							

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”

建设单位

(按汉语拼音排列)

安阳工学院
保定职业技术学院
北京城市学院
北京林业大学
北京农业职业学院
本钢工学院
滨州职业学院
长治学院
长治职业技术学院
常德职业技术学院
成都农业科技职业学院
成都市农林科学院园艺研究所
重庆三峡职业学院
重庆水利电力职业技术学院
重庆文理学院
德州职业技术学院
福建农业职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
甘肃农业职业技术学院
广东科贸职业学院
广东农工商职业技术学院
广西百色市水产畜牧兽医局
广西大学
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南大学应用科技学院
海南师范大学
海南职业技术学院
杭州万向职业技术学院
河北北方学院
河北工程大学
河北交通职业技术学院
河北科技师范学院
河北省现代农业高等职业技术学院
河南科技大学林业职业学院
河南农业大学
河南农业职业学院

河西学院
黑龙江农业工程职业学院
黑龙江农业经济职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北生物科技职业学院
湖南怀化职业技术学院
湖南环境生物职业技术学院
湖南生物机电职业技术学院
吉林农业科技学院
集宁师范高等专科学校
济宁市高新技术开发区农业局
济宁市教育局
济宁职业技术学院
嘉兴职业技术学院
江苏联合职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏畜牧兽医职业技术学院
金华职业技术学院
晋中职业技术学院
荆楚理工学院
荆州职业技术学院
景德镇高等专科学校
丽水学院
丽水职业技术学院
辽东学院
辽宁科技学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁医学院高等职业技术学院
辽宁职业学院
聊城大学
聊城职业技术学院
眉山职业技术学院
南充职业技术学院
盘锦职业技术学院
濮阳职业技术学院
青岛农业大学

青海畜牧兽医职业技术学院
曲靖职业技术学院
日照职业技术学院
三门峡职业技术学院
山东科技职业学院
山东理工职业学院
山东省贸易职工大学
山东省农业管理干部学院
山西林业职业技术学院
商洛学院
商丘师范学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳农业大学
沈阳农业大学高等职业技术学院
苏州农业职业技术学院
温州科技职业学院
乌兰察布职业学院
厦门海洋职业技术学院
仙桃职业技术学院
咸宁学院
咸宁职业技术学院
信阳农业高等专科学校
延安职业技术学院
杨凌职业技术学院
宜宾职业技术学院
永州职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
岳阳职业技术学院
云南农业职业技术学院
云南热带作物职业学院
云南省曲靖农业学校
云南省思茅农业学校
张家口教育学院
漳州职业技术学院
郑州牧业工程高等专科学校
郑州师范高等专科学校
中国农业大学

《无机及分析化学实验》编写人员

主编 王和才（苏州农业职业技术学院）

孙 成（扬州环境资源职业技术学院）

编者（以姓名笔画为序）

丁敏娟（南通农业职业技术学院）

王和才（苏州农业职业技术学院）

孙 成（扬州环境资源职业技术学院）

杨 巍（苏州农业职业技术学院）

唐 迪（江苏农林职业技术学院）

黄洁琼（苏州农业职业技术学院）

龚向东（南通农业职业技术学院）

蒋云霞（南通农业职业技术学院）

主审 袁荣鑫（常熟理工学院）

序

当今,我国高等职业教育作为高等教育的一个类型,已经进入到以加强内涵建设,全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步,积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨,以就业为导向,在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入,不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上,许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源,积极推动校企合作与工学结合,如邀请行业企业参与制定培养方案,按职业要求设置课程体系;校企合作共同开发课程;根据工作过程设计课程内容和改革教学方式;教学过程突出实践性,加大生产性实训比例等,这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要,是落实科学发展观、努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容,也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”,明确要求要“加强教材建设,重点建设好3000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”目前,在农林牧渔类高职院校中,教材建设还存在一些问题,如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高,组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来,化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展,积极开拓教材的出版工作,2007年底,在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下,化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教师,共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作,并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设,共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作,化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列建设委员会”和“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套适应农林牧渔类相

关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业，于2008~2009年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心，以素质教育、创新教育为基础的教育理念，理论知识“必需”、“够用”和“管用”，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月



为适应高等农林职业技术教育的课程改革和发展需要,在多年课程建设的基础上,由农林类职业技术学院中有多年化学课程教学经历、教学经验丰富的老师共同编写了这本《无机及分析化学实验》教材。该教材是在江苏省无机及分析化学精品课程建设的基础上编写的,可作为《无机及分析化学》的配套教材,也可作为独立的无机及分析化学实验课程教材,适用于农林类职业技术学院园艺技术类、农学类、食品类、生物技术类、环境类等专业的学生,也可作为其他相关专业学生学习和教师教学的参考教材。

本教材的编写特点如下。

1. 教材着重强调无机及分析实验的基本知识、基本操作和基本技能训练,并在此基础上适当安排能培养实际问题能力的综合性实验内容和拓展学生专业能力的研究性实验内容。

2. 以项目教学法贯穿整个教学过程,每个实验内容都设计成训练项目形式,有利于帮助学生了解进行实验内容的意义,明确每次实验需要达到的训练目的,以加强实验的效果。

3. 实验内容安排中将无机化学实验基本操作和分析化学实验基本操作进行了有机融合,形成了自身的实践教学课程体系。

4. 精选的实验内容涵盖相关的不同专业,教师可选择适合不同专业特点的实验内容组织实验教学。

本教材由王和才、孙成担任主编,参加编写的人员包括丁敏娟、王和才、孙成、杨巍、唐迪、黄洁琼、龚向东、蒋云霞等。其中,王和才负责绪论、第一篇、第二篇,唐迪负责第三篇中项目十至项目二十二,龚向东负责第三篇中项目二十三至项目三十六,孙成负责第四篇及附录。袁荣鑫教授审核了全部书稿。

本教材的编写得到了苏州农业职业技术学院、扬州环境资源职业技术学院、江苏农林职业技术学院、南通农业职业技术学院等院校的大力支持,在此谨表感谢。

鉴于编者水平所限,加以时间仓促,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2009 年 7 月



绪论	1
一、无机及分析化学实验的目的	1
二、无机与分析化学实验的学习方法	1
三、实验报告的书写	2
第一篇 无机及分析化学实验基本知识	5
一、无机及分析化学实验室基本常识	5
二、无机及分析化学实验常用仪器	8
三、实验数据的表达与处理	12
第二篇 基本操作和基本技能训练	14
项目一 常用玻璃仪器的洗涤和干燥	14
项目二 无机及分析化学实验常用试剂的取用	16
项目三 加热操作训练	19
项目四 试样的溶解、过滤和结晶操作训练	22
项目五 称量技术训练	25
项目六 溶液配制训练	30
项目七 性质实验基本技能训练	35
项目八 滴定分析基本操作训练	37
项目九 重量分析基本操作训练	41
第三篇 基础实验训练	45
项目十 直接干燥法测定试样中的水分	45
项目十一 粗食盐的提纯	46
项目十二 电解质溶液、胶体	49
项目十三 醋酸解离常数和电离度的测定	54
项目十四 化学反应速率和化学平衡	56
项目十五 氧化还原反应和电化学	59
项目十六 配位化合物	62
项目十七 常见阴离子的定性分析	64
项目十八 常见阳离子的定性分析	70
项目十九 植物中某些元素的分离与鉴定	76
项目二十 酸碱标准溶液的配制及标定	77
项目二十一 食醋中总酸度的测定	80
项目二十二 铵盐中氮含量的测定	82
项目二十三 生理盐水中氯化钠含量的测定	84

项目二十四	高锰酸钾标准溶液的配制和标定	85
项目二十五	水中化学耗氧量 (COD) 的测定 (高锰酸钾法)	87
项目二十六	双氧水中过氧化氢含量的测定	88
项目二十七	草木灰中钾的测定	89
项目二十八	土壤中腐殖质含量的测定 (重铬酸钾法)	91
项目二十九	维生素 C 的测定 (碘量法)	93
项目三十	葡萄糖含量的测定 (碘量法)	94
项目三十一	EDTA 标准溶液的配制和标定	96
项目三十二	钙片中钙含量的测定	98
项目三十三	水的总硬度的测定	99
项目三十四	邻二氮菲分光光度法测定铁	102
项目三十五	磷钼蓝分光光度法测定样品中全磷	105
项目三十六	血样中葡萄糖的酶测定法 (分光光度法)	107
第四篇	综合性、研究性实训项目	109
项目三十七	未知离子的鉴定和未知物的鉴别	109
项目三十八	含铬污水中铬离子的处理与测定	110
项目三十九	茶叶中钙、镁、铝、铁的分离、鉴定和测定	112
项目四十	食品添加剂中硼酸含量的测定	115
项目四十一	混合碱中 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 含量的测定 (双指示剂法)	118
项目四十二	蛋壳中碳酸钙含量的测定	119
项目四十三	腌制食品中亚硝酸盐含量的测定	121
附录		124
附录一	常用酸碱的密度和浓度	124
附录二	常见弱酸、弱碱的离解常数	124
附录三	金属配合物的稳定常数	125
附录四	标准电极电势	127
附录五	难溶化合物的溶度积常数 (18°C)	128
附录六	常用的酸碱指示剂	130
附录七	常用的混合指示剂	130
附录八	常用的氧化还原指示剂	131
附录九	常用的金属离子指示剂	131
附录十	沉淀滴定中的指示剂	131
附录十一	常用的缓冲溶液及其配制	132
附录十二	常用基准物质的干燥条件和应用	132
附录十三	常见化合物的相对分子质量	133
附录十四	国际相对原子质量表	134
参考文献		135

绪 论

一、无机及分析化学实验的目的

无机及分析化学是农林类职业技术学院各有关专业的一门重要的专业基础课,对学生专业知识的学习和专业技能的训练具有重要意义。无机与分析化学实验不仅能巩固无机及分析化学理论知识、基本原理,更能培养学生观察问题、分析问题和解决问题的能力,训练学生的动手实践能力和创新能力,为后续专业课程的学习和实验实训课程的学习打下良好的基础。

无机与分析化学实验的主要目的如下。

① 通过实验教学,可以直接获得大量的无机及分析化学事实,验证、巩固和加深无机及分析化学理论课程上讲授的基本理论和基础知识。

② 实验中通过学生自己动手、实际训练,可使其正确地掌握无机及分析化学实验的基本操作方法和技能技巧。

③ 通过实施无机及分析化学实验教学,可以培养学生独立工作和独立思考的能力。如通过观察实验现象,正确记录实验结果并对实验现象或实验结果进行分析,培养分析归纳、综合处理问题的能力,组织协调能力和运用所学知识研究实际问题的能力。

④ 通过实验教学培养学生求实求真、存疑答疑的科学品质和艰苦创业、勤奋好学的科学精神,乐于协作、善于组织的团队精神。

总之,开展无机及分析化学实验教学是实施锻炼职业技能,训练科学思维和方法,培养实事求是、乐于协作的科学品德和思想的一种非常有效的教学形式。因此,对无机及分析化学实验课程必须给予充分重视。

二、无机与分析化学实验的学习方法

1. 实验前充分预习

预习是做好实验的前提和保证,整个预习过程可以归纳为“看、查、写”。

(1) 看 认真阅读实验教材,复习理论课上学到的相关知识。做到:明确实验目的,掌握实验基本原理;熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法;了解实验中仪器的使用方法,明确实验中的注意事项;组织实验顺序,合理分配时间;回答实验后相关的思考题。

(2) 查 从手册或资料中查出实验中所需的数据或常数。

(3) 写 用自己的语言或示意式写出预习报告,做到简明扼要、清晰,切勿照书抄。

预习报告一般包括以下内容(根据具体情况取舍):项目名称,日期,实验目的,实验原理(用自己的话扼要写出),实验步骤(简明扼要),实验记录(实验现象、实验数据的原始记录必须及时客观,实验结束后完成实验报告),实验中注意事项,实验中所需数据或常数,思考题的回答。

2. 实验过程中做到细心、认真

按实验教材或自行设计的步骤独立完成,既要大胆又要细心。仔细观察实验现象,客观

真实记录测定数据。原始数据不得涂改,如有记错的情况可在原始数据上划一道杠,再在旁边写上正确值。

实验中要勤于思考,仔细分析,力争自己解决问题。碰到疑难问题而自己难以解决时,可请求老师指导。

如发现实验现象与理论不符,应尊重实验事实,并认真分析和检查原因,也可做对照试验、空白试验来核对。必要时应多次重做验证,从中得到有益的科学结论。

在实验过程中应保持肃静,严格遵守实验室工作规则。

3. 正确、及时撰写实验报告

实验做完后,应对实验现象进行解释并作出结论,或根据实验数据进行处理和计算,独立完成实验报告,及时交指导教师审阅。书写实验报告要结论明确,计算正确、字迹端正、绘图规范、简明扼要、整齐清洁。

三、实验报告的书写

以下介绍两种不同类型的实验报告形式,供参考。

1. 定性实验报告格式

专业 班级 姓名 学号 实验日期
项目() 电解质溶液

一、项目训练目标

1. 通过实验加深对电解质离解平衡条件和平衡特点的了解;掌握离解平衡移动规律。
2. 学习缓冲溶液的配制方法,了解缓冲溶液的主要性质。
3. 学习酸碱指示剂和 pH 试纸的使用方法。

二、实训内容与结果记录

训练内容	工作步骤	现象	结论与解释
同离子效应	(1) 5 滴 1mol/L 氨水 + 1 滴酚酞 氨水 + 酚酞 + 少许 NH_4Cl	溶液显红色 溶液红色褪去	由于 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 显碱性, 酚酞遇碱变红, 因 $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$, 增加了溶液中 NH_4^+ 浓度, 使氨水离解平衡向左移动, OH^- 离子浓度减少, 故红色褪去
	(2) 5 滴 1mol/L HAc + 甲基橙 HAc + 甲基橙 + 少许 NaAc	溶液显红色 溶液由红色变黄色	$\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$ 因 $\text{NaAc} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Ac}^-$, 使 Ac^- 增加, 使平衡 $\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$ 向左移动, 故溶液由红色变黄色
	(3) 0.1mol/L MgCl_2 + 2mol/L $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ MgCl_2 + 饱和 NH_4Cl + $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	有白色沉淀生成 无白色沉淀生成	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ 加入 NH_4Cl 后, 由于同离子效应抑制了 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的解离, OH^- 浓度变小, 故无沉淀生成
缓冲溶液	(1) 测定蒸馏水 pH 蒸馏水 + 2 滴 1mol/L HCl 蒸馏水 + 2 滴 1mol/L NaOH	pH=6 pH=3 pH=10	加入 HCl 和 NaOH 后导致溶液 pH 有明显改变, 说明水无缓冲能力
	(2) 等体积混合 0.1mol/L HAc 和 0.1mol/L NaAc, 并测其 pH, 混合液分为两份 一份混合液 + 2 滴 1mol/L HCl 另一份混合液 + 2 滴 1mol/L NaOH	pH=4~5 pH=4~5 pH=4~5	由 HAc 和 NaAc 组成的混合溶液, 在加入少量酸或碱时, 溶液的 pH 几乎不变, 说明该混合液具有缓冲作用, 组成维持 pH 在 4~5 的缓冲溶液

三、训练效果评价 (略)

训练效果评价可针对本实验成败关键、实验中遇到的疑难问题提出自己的见解与体会,完成教材中的测试题或思考题。

2. 定量测定实验报告格式

专业 班级 姓名 学号 实验日期

项目() 盐酸浓度的标定

一、项目训练目标

1. 理解盐酸标准溶液的标定原理,学习并掌握盐酸标准溶液的标定方法。
2. 训练称量、溶解、滴定等基本实验操作技能,学习滴定管的使用方法。
3. 了解基准物质的性质,掌握基准物质无水碳酸钠标定盐酸的相关计算。

二、实训原理

基准物质的物质的量可以通过称取基准物质的质量直接求出,然后根据滴定基准物质达到化学计量点时所消耗待标定溶液的体积,通过基准物质与待标定溶液之间的化学计量关系,即可求出待标定溶液的浓度。计算公式为:

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{2c(\text{HCl})}{V(\text{HCl})}$$

式中, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ 为基准物质 Na_2CO_3 的质量, g; $M(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ 为基准物质 Na_2CO_3 的摩尔质量, g/mol; $c(\text{HCl})$ 为待标定溶液盐酸的浓度, mol/L; $V(\text{HCl})$ 为所消耗待标定溶液盐酸的体积, L。

计算出盐酸的浓度。

三、实训内容

① 称量。在分析天平上,用差减法称取无水碳酸钠三份,每份约 0.15~0.20g。

② 溶解。加水 30mL,搅拌,使无水碳酸钠完全溶解。

③ 滴定。加入 1~2 滴甲基橙,用待测盐酸溶液滴定,当溶液颜色由黄色变淡红色即为终点。记录体积始读数和体积终读数。

④ 重复以上操作,完成三份无水碳酸钠的滴定。

四、数据记录与结果处理

1. 称量记录

称 量	质量/g	称取试样的质量/g
称量瓶 + Na_2CO_3 (试样)		
倒出第一份 Na_2CO_3 (试样)后		
倒出第二份 Na_2CO_3 (试样)后		
倒出第三份 Na_2CO_3 (试样)后		

2. 滴定记录与处理

物 理 量	1	2	3
$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/\text{g}$			
$V(\text{HCl})$ (终) 读数/mL			
$V(\text{HCl})$ (始) 读数/mL			
$\Delta V(\text{HCl})$ 用量/mL			
$c(\text{HCl})/(\text{mol/L})$			
$c(\text{HCl})$ 的平均值/(mol/L)			
相对偏差/%			
相对平均偏差/%			

五、训练效果评价（略）

训练效果评价中，可针对本实验成败情况、实验中遇到的疑难问题提出自己的见解与看法。定量测定实验应分析实验产生误差的大小和原因，也可对测定方法、测定过程、测定完成情况提出自己的意见，回答实验教材中的思考题。

第一篇 无机及分析化学实验基本知识

一、无机及分析化学实验室基本常识

(一) 实验室规则

1. 实验室是进行实验技能训练和科学研究的专门场所,不得在实验室从事与实验无关的任何事情,所有实验人员应积极配合实验室管理人员维护实验室规章制度。

2. 学生进入实验室前,必须认真预习实验内容,明确实验目的和要求,理解实验原理,全面清晰了解整个实验内容和实验步骤,并完成预习报告。

3. 进入实验室后,必须严格遵守实验室规章制度,尽快熟悉实验室环境及各种实验设施的位置。保持实验室安静,不得大声喧哗和互相打闹,不得将无关的物件带进实验室。应虚心接受实验教学老师和实验室管理人员的安排和指导。

4. 开始实验前,要认真进行检查,细心清点本次实验所用仪器,如发现有破损或缺少应立即报告老师,按规定手续向实验准备室补领。

5. 实验过程中,要保持肃静,集中思想,认真操作,仔细观察,如实记录,积极思考,独立完成各项实验任务。注意爱护仪器设备,不得擅自乱动精密仪器。要节约使用实验药品,做到节省能源、材料。整个实验过程始终保持台面整洁,使用的各种仪器合理摆放。

6. 实验结束,应将所有仪器洗净并整齐摆放。擦净实验台和试剂架,并关好水、电闸。不准在未办手续的情况下将实验室仪器、药品及其他用品带出实验室。

7. 应安排专门人员定期负责打扫和整理实验室,以保证实验室的整洁和安全。每次实验结束,实验班级应安排值日生做好实验室卫生工作,并检查水、电、门窗是否关好,确保实验室安全有序。

8. 对违反实验室制度引起事故的,应承担相应的责任事故,并按有关章程予以处理。对违反操作规范导致仪器设备损坏的情况应及时予以登记并酌情进行赔偿。

(二) 实验室安全守则

无机及分析化学实验中会经常接触各种化学药品、玻璃仪器和光学电学仪器。因此,实验室常常潜藏着发生爆炸、火灾、中毒、灼伤、割伤、触电等事故的危险。一旦发生事故,既可能危及个人生命安全,更会损害国家财产和他人人身安全。所以,实验人员必须高度重视,认真阅读并严格遵守实验室安全守则。

实验室安全守则如下。

1. 严禁在实验室内吃东西、吸烟,严禁将餐具带进实验室,严禁在实验室嬉闹。

2. 酒精灯使用完毕应立即熄灭,熄灭酒精灯必须用灯帽盖灭,严禁吹灭。实验结束应及时切断实验室水、电。

3. 稀释浓硫酸时,应严格按照操作规则,将浓硫酸慢慢倒入水中,并不断搅动,切勿将水倒入硫酸中以免迸溅伤人。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. 会产生刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内进行。具有挥发和易燃物质的实验,都应在远离火源的地方进行,最好在通风橱内进行。

5. 不得用手直接取用固体药品。嗅闻气体时,应按照操作规范,面部远离容器,用手轻拂气体,把少量气体扇向自己再闻。有毒试剂不得进入口内或接触伤口。使用结束,剩余试剂不得随便倒入下水道,应回收后作统一处理。

6. 严格按照实验内容和实验要求做实验,禁止随意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。

7. 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,以免溅出受到伤害。

8. 不得用湿手接触电器或带湿操作有电仪器。不得在带电状况下随意碰摸仪器,应首先关闭电源,然后进行操作。

9. 实验完毕离开实验室前,应选择合适洗涤用品,及时清洗双手。

(三) 实验室废弃物的处理

无机及分析化学实验中经常会产生各种废弃物,既所谓的“三废”:废气、废液、废渣。这些废弃物中常包含有毒、有污染成分,如不加以处理,很容易引起周边环境、水源、空气污染,形成公害。因此,必须加以合理处理。

1. 废气处理

有毒废气不得直接排向空气。废气处理主要采用吸收和处理装置予以处理,即将有毒气体通过反应转化为无毒成分。如氯气、二氧化硫、硫化氢、氟化氢等可通入碱液使其吸收;一氧化碳可点燃转化为二氧化碳。

2. 废渣处理

废渣处理分为两类,具有回收价值的废渣应收集后作统一处理,对有用成分进行回收利用;无回收价值的无毒废渣选择合适地点作直接掩埋处理,无回收价值的有毒废渣应先作化学处理,尽量转化为无毒或低毒废渣后在远离水源的指定地点作掩埋处理,并做好专门记录。

3. 废液处理

废液处理的原则是通过物理或化学方法将废液中的有毒、有害成分转化为无毒、无害或难溶化合物,以尽量减小其带来的危害。常用的方法有中和法、萃取法、沉淀法和氧化还原法。如废酸、废碱液的处理常用中和法处理;含有重金属离子的废液采用生成硫化物沉淀、氢氧化物沉淀或其他沉淀法生成难溶性物质加以去除;废水中的氧化性或还原性物质则采用氧化还原法使其转化为无毒无害成分;对于一些废液中的有机成分则可采用萃取的方法加以去除。

废液中的六价铬可以通过加入 FeSO_4 , 使其还原为无毒的三价铬;含 Hg^{2+} 时可通过通入 H_2S 或 Na_2S , 使 Hg^{2+} 转化为 HgS 沉淀并加以过滤;含砷废液一般投入石灰,使其转化为难溶的砷酸盐或亚砷酸盐;少量含氰废液可先加 NaOH 调至 $\text{pH} > 10$, 再加适量高锰酸钾,使 CN^- 氧化分解加以去除,大量含氰废液可在碱性介质下加入足量的次氯酸盐,使 CN^- 氧化分解 N_2 和 CO_3^{2-} 。

(四) 实验室常发事故及处理

无机及分析化学实验室常发事故有灼伤、中毒、割伤、触电、火灾。如遇事故发生,切莫惊慌,应及时选择合适处理办法进行处理。