



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专)

化学

王利明 陈红梅 李双石 主编

HUAXUE



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

化 学

王利明 陈红梅 李双石 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全书包括 27 个项目, 涉及物理化学、无机化学、分析化学、有机化学四大化学中的基本理论、基本方法和基本操作。每个项目都由任务带动知识点的学习, 在详细讲解具体的知识点之前, 列出通过该项目的学习可以或要求完成的“学习任务”以及学生能够达到的“学习目标”。相对于传统的化学教材, 本书在编写上提倡将基本理论、综合能力训练及创新意识培养融为一体的教学模式, 有利于引导学生发散性思维, 学会举一反三, 进而增强职业行动能力。

本书适合作为高职高专院校生物、环境、食品、农林等专业的化学教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

化学/王利明, 陈红梅, 李双石主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 7
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 (高职高专)
ISBN 978-7-122-11603-1

I. 化… II. ①王…②陈…③李… III. 化学-高等职业教育-教材 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 122894 号

责任编辑: 李植峰 李姿娇 梁静丽 郎红旗 装帧设计: 杨 北
责任校对: 陈 静

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: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 25½ 彩插 1 字数 667 千字 2011 年 11 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

《化学》编写人员名单

主 编 王利明 陈红梅 李双石

副 主 编 刘俊英 李晓燕 张晓辉 吴志明

编写人员 (以姓名笔画为序)

马 春 马 越 王利明 兰 蓉 危 晴

刘俊英 李双石 李晓燕 吴志明 张晓辉

陈红梅 杨国伟 苑 函 曹奇光

主 审 钟乳刚

前言

在高等职业教育课程改革中,基础课的改革对专业改革的影响很大,如果基础课从体系到内容过度弱化,就会影响学生全面素质和职业能力的提高,但在实践中,时间(课时)、学生的学习能力、相关理论知识的掌握三个变量的限制因素很多,它们都会影响专业基础课程质量。为了寻找解决专业基础课程质量问题的措施和路径,多年来,我们一直致力于高职教育的人才培养模式、课程模式、教学模式、学习模式的相互关联和系列建构的研究。

经过多年的理论研究和实践探索,形成了“基于行动导向整合式基础化学项目课程新模式”,这是为化学近缘类专业培养具有专业基本知识和实践技能,能在生产、检验、流通和使用等专业领域中从事相应工作的高素质技能型人才奠定化学基础的项目课程模式。它依据项目课程理念,按照“工作逻辑”的课程思想对课程目标、课程内容、课程结构、课程实施、课程评价进行系统设计,形成了一套“基础化学立体化教育教学方案”,力求为教学实践提供一种可选择的教学行为系统。全套教育教学方案由《基于行动导向整合式基础化学项目课程新模式》(专著)、《“教学做一体化”教学设计》(光盘)、《“学中做 做中学”学习任务书》(光盘)、《化学》(教材)、《化学实验技术》(教材)、化学精品课程网站、PPT 教学课件七部分组成。其中,《基于行动导向整合式基础化学项目课程新模式》获得 2008 年北京市教育教学成果奖二等奖,由北京电子科技职业学院化学课程组完成,成员有王利明、李晓燕、陈红梅、刘俊英、李双石、吴志明、张晓辉、杨国伟、王晓杰、兰蓉、马越、曹奇光、苑函、危晴。

“基础化学立体化教育教学方案”的实施与编写工作由北京电子科技职业学院王利明统筹策划并负责组织实施与指导,李晓燕、刘俊英、陈红梅分别担任三个小组的组长,负责组织并承担编写工作。本书主要内容分为 27 个项目,编写分工为:《化学》课程教学内容与安排、绪论、项目 1 和项目 2 由王利明、马春编写,项目 3 由王利明、刘俊英编写,项目 4 和项目 10 由刘俊英编写,项目 5 和项目 6 由刘俊英、苑函编写,项目 7 由危晴、王利明编写,项目 8 和项目 9 由兰蓉编写,项目 11 由刘俊英、危晴编写,项目 12 和项目 15 由李晓燕编写,项目 13 由李晓燕、马越编写,项目 14 由李晓燕、马越、王利明编写,项目 16 由李晓燕、张晓辉、王利明编写,项目 17 和项目 18 由李晓燕、张晓辉编写,项目 19 至项目 21 由杨国伟编写,项目 22、24、26 和 27 由陈红梅编写,项目 23 和项目 25 由曹奇光编写。全书由王利明、李双石、吴志明统稿,由钟乳刚教授主审。

“基础化学立体化教育教学方案”已经在北京电子科技职业学院系统实施了三轮,同时在北京吉利大学等兄弟院校试用。“基础化学立体化教育教学方案”具有以下特点:

在教学中,针对每个项目,建议教师首先进行教学设计,把工作任务转化为学习任务,设计出任务单,然后按照资讯、计划、决策、实施、检查、评价六个环节组织教学。学生按照获取信息→制订计划→作出决策→实施计划→检查计划→评价成果“六步学习法”进行学习。学生接受任务单后,按照信息单→计划单→决策单→记录单→自查单→评价单的学习流程(即工作流程)学习知识,并应用知识去完成学习任务,体验工作体系,接受工作过程中人的思维过程的完整性训练。

在教学改革实践中,我们试图通过教学设计,使教学的各个要素、各个方面和各个环节,按照其内在规律结合,实现人才培养的系统性;通过教学实施,使教学的各个因素相互

联系、相互作用、相互促进，实现人才培养的互动性；在教师与学生、课内与课外、理论与实践、书本与网络、校园与社会的辐射中实施“做中学”，实现人才培养的开放性。我们渴望通过课程改革，促进学生主动学习，使学生承担起知识的学习与物化的重任。

借本书出版的机会，特别感谢教育部高等学校高职高专轻化类专业教学指导委员会主任委员李奠基础教授、北京化工大学博士生导师励杭泉教授、北京工业大学博士生导师钟乳刚教授多年来给予我校基础化学课程改革的点拨与指导。

北京电子科技职业学院化学课程组组长 王利明

2011年6月

化学课程教学内容和安排

类别	序号	项目名称	建议学时
必选学习项目	0	绪论	4
	1	化学反应热效应的测量与计算	10
	2	化学反应方向的判断	8
	3	化学反应程度的判定和反应速率的控制	10
	4	醋酸电离平衡常数的测定	8
	5	硫酸钡溶度积常数的测定	6
	6	碱金属和碱土金属元素性质的鉴定	10
	7	卤族元素性质的鉴定	5
根据专业或个体不同， 选择相关项目内容	8	氧族主要元素性质的鉴定	5
	9	氮族元素性质的鉴定	5
	10	碳族主要元素性质的鉴定	5
	11	过渡族主要元素性质的鉴定——铬、锰、铁、铜、银、锌、汞	8
必选学习项目	12	化学分析基本技能训练	16
	13	食醋中总酸度的测定——酸碱滴定法	10
	14	工业混合碱的测定——酸碱滴定法	10
	15	水中总硬度的测定——配位滴定法	10
	16	高锰酸盐指数的测定——氧化还原滴定法	10
根据专业或个体不同， 选择相关项目内容	17	果蔬中维生素 C 含量的测定——氧化还原滴定法	10
	18	水中氯离子含量的测定——沉淀滴定法	10
必选学习项目	19	甲烷、乙烯和乙炔的制备及脂肪烃的鉴定	12
	20	对甲苯磺酸钠的制备及芳香烃的鉴定	10
	21	1-溴丁烷的制备及卤代烃的鉴定	8
	22	甲基叔丁基醚的合成及醇、酚、醚的鉴定	10
	23	苯乙酮的制备及醛、酮的鉴定	16
	24	阿司匹林的制备与羧酸及其衍生物的鉴定	10
	25	甲基橙的制备及含氮有机化合物的鉴定	8
根据专业或个体不同， 选择相关项目内容	26	旋光度的测定	8
	27	从茶叶中提取咖啡因及杂环化合物简介	4
合计			246

致 教 师

亲爱的教师，您好！

感谢您选择了高等职业教育化学近缘类专业的基础化学教学工作，我们的核心任务是让学生学会学习，这要通过我们的努力来实现。创新性地建构教学是我们共同的期待，为此，我们愿意把我们的教学感受告诉给您，让我们共同分享教育教学改革的苦痛与快乐。

课程与教学的关系

课程与教学是紧密互动的两个领域。教师在学习教学方法和组织管理方法的同时，要学一些课程理论，至少对其所承担的课程的设计思想应有非常深入的了解，否则就只能是教教材，成为教书匠。许多教师尽管对教案进行了精心设计，但其教学过程的形态并无实质性改变，只在具体方法上努力，而不深入理解课程，是难以大幅度提高教学水平的。

教材与教案的关系

课程与教学是紧密互动的关系，而且二者之间存在交叉与衔接点，这个点就是教材与教案。教材属于课程的要素，教案属于教学的要素。教材是课程理念的物化载体，而教案是教师对教材处理后用于教学的方案。设计教材是为了满足教学需要，教材应该设计到什么程度，即应把这种交叉与衔接点置于课程与教学之间的哪个位置，取决于相应的课程理念。

课程与教师的关系

课程是教师专业发展的重要载体，有什么样的课程体系，就会形成教师什么类型的能力。如果课程体系不改革，教师就缺乏转变能力的动力。因此，我们只能在课程改革的过程中，去重建教师的能力。课程改革不可能一蹴而就，课堂中师生任何一个行为的改变都非常困难，更何况以项目课程为主导思想的根本性改革。只要我们在努力，就一定会离目标越来越近。

课程与实训条件的关系

近年来，各级政府对职业教育实训基地的投入是相当大的。问题在于如此庞大的资金，该如何使用才能最大限度地发挥其人才培养功效？实训基地不仅仅是一些硬件和场地，而应当是在一定理念主导下的物质的综合。只有有了优质的课程体系，然后按照这一课程体系的实施要求来建设实训中心，才能最大限度地达到上述目的。

教师作用与有效教学

课程的实施有两个方面，在教学组织与实施时，需要教师去组建教学团队，构建和改善教学环境，才能实现工作过程系统化的教学；在指导学生的学习时，教师应尽量改善学生的学习环境，为学生提供更多的学习资源，充分调动学生学习的主动性，让学生在小组合作与交流的氛围里，尽可能通过亲自实践来学习，并加强学习过程的质量控制，使学习更为有效。

学习目标与学业评价

学习目标反映学生完成任务后预期达到的能力水平，所以学习目标既包含针对本学习任务的过程和结果的质量要求，也有对今后完成类似工作任务的要求。每个学习目标都要落实到具体的学习活动中，对学生的学业评价要在学习过程中体现。评价与反馈可以通过学生的自评、小组同学的互评及您的检查与评价来实现。

学习内容与活动设计

课程学习内容是一体化的学习任务。在教学时，要建立任务完成与知识学习之间的内在联系，将完成工作任务的整个过程分解为一系列可以让学生独立学习和工作的相对完整的学习活动，这些活动需要依据实际教学情况来设计。在实施时，要充分相信学生并发挥学生的作用，与他们共同进行活动过程的质量控制。

教学方法与组织形式

课程倡导行动导向教学，在学习引导问题的帮助下，学生进行主动的思考和学习。根据学习任务所需的工作要求，组建学生学习小组。学生在合作中共同学习和完成工作任务。分组时注意兼顾学生的学习能力、性格、态度等个体差异，并以自愿为原则。

学习资源与教学环境

为了实现优质教学资源的最大共享，我们建设了《化学》网络课程，发挥助教助学功能，网址为 <http://211.103.139.210:8088/>，这是北京市精品课程网站。同时，建议配备理论实践一体化学习的教学环境，加强对教学环境的管理，如工作规程的要求，工作安全与健康保护相应的预防措施，经济地使用各种实验材料，合理处理废弃物，养成环保意识等。

在此，预祝您的教学更为有效！

致 同 学

亲爱的同学，你好！

欢迎你就读化学近缘类专业。化学基础的薄厚，直接影响你今后在实际工作中的适应能力、职业行动能力、创新能力和发展前途。化学课程是为化学近缘类专业培养具有专业的基本知识和实践技能，能在生产、检验、流通和使用等专业领域中从事相应工作的高素质技能型人才奠定化学基础的课程，是培养学生的职业行动能力和科学素养的重要组成部分。但愿我们构建的化学课程教育教学方案能够为你的职业成长提供帮助，为你的职业生涯打下坚实的基础。践行“以学生为中心”的理念，我们为你提供了《化学》网络课程，在网络课堂中设置了电子教材、电子课件、项目案例、思考习题、实训实习项目、学习指南、学习任务书、学法指导、实训须知、实训资源、在线作业、在线测试、在线答疑、拓展学习、学教互评、授课实况等栏目。《化学》课程网站网址为：<http://211.103.139.210:8088/>。希望你能经常浏览，除了课堂学习外，在那里我们沟通、交流、相互学习。

为了让你的学习更有效，希望你能够做到以下几点。

一、主动学习

要知道，你是学习的主体。工作能力主要是靠你自己亲自实践获得的，而不仅仅是依靠教师在课堂上讲授。教师只能为你的学习提供帮助。例如，教师可以给你解释学习过程中遇到的问题，向你讲授化学原理与技术，教你使用化学实验仪器设备，为你提供各种学习资料，对你进行学习方法的指导。但在学习中，这些都是外因，你的主动学习才是内因，外因只能通过内因起作用。职业成长需要主动学习，需要你自己积极地参与实践。只有在行动中主动和全面地学习，才能很好地获得职业行动能力，因此，你自己才是实现有效学习的关键所在。

二、用好各种学习资料

首先，你要了解学习任务的每一个学习目标，利用这些目标指导自己的学习并评价自己的学习效果；其次，你要明确学习内容的结构，在引导问题的帮助下，尽量独立地去学习并完成包括填写学习任务书内容等的整个学习任务；再次，你可以在教师和同学的帮助下，通过搜索、查阅等多种方式，学习重要的技术知识；最后，你应当积极参与小组讨论，尝试解决复杂和综合性的问题，进行工作质量的自检和小组互检，并注意规范操作和安全要求，在多种技术实践活动中形成自己的技术思维方式。

三、把握好学习过程、学习内容和学习资源

学习过程是由学习准备、计划与实施和评价反馈所组成的完整过程。你要养成理论与实践紧密结合的习惯，要培养自己用学会的知识去主动解决问题的能力。教师引导、同学交流、学习中的观察、动手操作和评价反思都是专业技术学习的重要环节。

本课程的学习内容是以将化学反应过程作为学习的载体，由 27 个典型的学习项目所组成。也就是说，学习任务书中包括 27 个学习项目，每一个学习项目都要按照获取信息→制订计划→作出决策→实施计划→检查计划→评价成果六个步骤来完成，相应地要领取任务单，填写信息单、计划单、决策单、记录单、自查单、评价单。任务单、信息单、计划单、

决策单、记录单、自查单、评价单构成一个完整的学习任务书。你要学会利用化学网络课堂来帮助你学习新知识、新技术、新工艺，拓展你的学习范围，培养你的创新能力。

你在高等职业院校的核心任务是在学习中学会工作，这要通过在工作中学会学习来实现，学会工作是我们对你的期待。同时，也希望把你的学习感受反馈给我们，以便我们能更好地为你服务。

在此，预祝你学习取得成功！

目 录

绪论	1
一、化学学科简介	1
二、化学课程的学习目标	3
三、实现途径	3
四、具体措施	4
项目 1 化学反应热效应的测量与计算	7
必备知识点一 基本概念	8
一、系统与相	8
二、状态与状态函数	8
三、过程与可逆过程	9
四、化学计量数和反应进度	9
必备知识点二 反应热的测量	10
一、反应热的概念	10
二、反应热的实验测量方法	10
三、热化学反应方程式	11
必备知识点三 反应热的理论计算	11
一、反应热与焓	12
二、标准摩尔反应焓变的计算	13
习题	14
项目 2 化学反应方向的判断	16
必备知识点一 影响反应方向的因素	17
一、反应的焓变	17
二、反应的熵变	18
三、反应的吉布斯函数变	19
必备知识点二 化学反应自发性的判断	19
一、化学反应方向的判断标准	19
二、 ΔG 与 $\Delta G^\ominus$ 的关系	21
三、反应的摩尔吉布斯函数变的计算及应用	21
习题	23
项目 3 化学反应程度的判定和反应速率的控制	25
必备知识点一 化学反应程度的判定	26
一、化学平衡	26
二、平衡常数	27
三、化学平衡的有关计算	28
四、化学反应程度的判定	29
五、化学平衡的移动	30
必备知识点二 化学反应速率的控制	32

一、化学反应速率	32
二、反应速率理论简介	33
三、化学反应速率的影响因素	34
习题	36
项目 4 醋酸电离平衡常数的测定	39
必备知识点一 电解质的电离平衡	40
一、电离度	40
二、电离平衡常数	41
三、电离平衡常数与电离度的关系	42
四、电离平衡常数的应用	43
必备知识点二 电离平衡的应用	45
一、同离子效应	45
二、缓冲溶液	45
习题	47
项目 5 硫酸钡溶度积常数的测定	49
必备知识点一 溶度积	50
一、难溶电解质的溶度积常数	50
二、溶度积与溶解度的换算	51
三、溶度积的测定	52
必备知识点二 溶度积规则及其应用	52
一、溶度积规则	52
二、沉淀的生成和完全程度	52
三、分步沉淀	53
四、沉淀的溶解	54
习题	55
项目 6 碱金属和碱土金属元素性质的鉴定	56
必备知识点一 原子核外电子的运动状态	57
一、波函数	57
二、四个量子数	58
三、电子云	59
必备知识点二 原子核外电子排布与元素周期系	61
一、多电子原子轨道的能级	61
二、核外电子排布的原则	61
三、原子与离子的特征电子构型	62
四、能级分组	62
五、元素周期表	62
六、元素性质的周期性	63
必备知识点三 碱金属元素性质的鉴定	65
一、碱金属的氧化物	66
二、碱金属的氢氧化物	66
三、碱金属的氢化物	67
必备知识点四 碱土金属元素性质的鉴定	67
一、碱土金属的氧化物	68
二、碱土金属的氢氧化物	68

必备知识点五 碱金属和碱土金属的盐类	68
一、通性	69
二、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 的鉴定	69
三、主要盐类的生产和应用	70
习题	71
项目7 卤族元素性质的鉴定	73
必备知识点一 化学键与分子间作用力	74
一、化学键	74
二、分子间作用力	79
必备知识点二 卤素单质	83
一、卤素的状态及卤素单质的物理性质	83
二、卤素单质的化学性质	84
三、卤素单质的制备	85
必备知识点三 卤化氢和氢卤酸	86
一、卤化氢的性质	86
二、氢卤酸的性质	86
三、卤化氢和氢卤酸的制备	87
必备知识点四 卤素的含氧化合物	88
一、卤素的氧化物	88
二、卤素的含氧酸及其盐	88
习题	90
项目8 氧族主要元素性质的鉴定	92
必备知识点一 氧及其化合物	94
一、氧气	94
二、臭氧	94
三、过氧化氢	95
必备知识点二 硫及其化合物	97
一、硫的同素异形体	97
二、硫化氢和硫化物	98
三、硫的含氧化合物	99
必备知识点三 硒、碲及其化合物	103
一、单质	103
二、氧化物和含氧酸	104
习题	104
项目9 氮族元素性质的鉴定	106
必备知识点一 氮族元素的通性	107
必备知识点二 氮的化合物	108
一、氨和铵盐	108
二、硝酸和硝酸盐	110
三、亚硝酸和亚硝酸盐	111
必备知识点三 磷及其化合物	112
一、单质	112
二、磷的氧化物	113
三、磷的含氧酸及其盐	114

四、磷的卤化物	115
必备知识点四 砷、锑、铋及其化合物	115
一、单质	115
二、砷、锑、铋的氧化物及其水合物	116
三、砷、锑、铋的硫化物和硫代酸盐	116
习题	117
项目 10 碳族主要元素性质的鉴定	121
必备知识点一 碳族元素	122
必备知识点二 碳的化合物	123
一、氧化物	123
二、碳酸及其盐	124
必备知识点三 硅的化合物	125
一、二氧化硅	125
二、硅酸及其盐	125
三、硅的氢化物	126
四、硅的卤化物	126
必备知识点四 锡、铅的重要化合物	126
一、铅的氧化物	126
二、锡的氯化物	127
三、重要的铅盐	127
习题	127
项目 11 过渡族主要元素性质的鉴定——铬、锰、铁、铜、银、锌、汞	130
必备知识点一 过渡元素的通性	132
必备知识点二 铬、锰、铁	132
一、铬及其化合物	132
二、锰及其化合物	136
三、铁及其化合物	140
必备知识点三 铜和银及其化合物	144
一、铜的重要化合物	144
二、银的重要化合物	145
三、铜和银的配合物	146
必备知识点四 锌和汞及其化合物	146
一、锌的重要化合物	147
二、汞的重要化合物	147
三、锌和汞的配合物	148
四、有害金属元素废水的处理	148
习题	148
项目 12 化学分析基本技能训练	152
必备知识点一 分析天平的基本操作	153
一、电子天平	153
二、称量方法与天平的使用注意事项	154
必备知识点二 滴定分析基本操作	156
一、移液管和吸量管的使用	156
二、滴定管的使用	157

三、容量瓶的使用·····	160
必备知识点三 误差理论及其计算·····	161
一、误差·····	161
二、分析结果的数据处理·····	162
三、分析检验报告单的填写·····	163
必备知识点四 滴定分析法概述·····	164
一、滴定分析法的特点及分类·····	164
二、滴定分析对化学反应的要求和滴定方式·····	165
三、基准物质与标准溶液·····	165
必备知识点五 滴定分析法基本计算·····	168
一、溶液浓度的表示方法·····	168
二、滴定分析基本计算·····	169
习题·····	172
项目 13 食醋中总酸度的测定——酸碱滴定法 ·····	173
必备知识点一 水溶液中的酸碱平衡·····	174
一、酸碱质子理论·····	174
二、酸碱反应的平衡常数·····	175
必备知识点二 酸碱溶液 pH 的计算·····	175
一、质子条件式·····	175
二、溶液的酸碱性和 pH ·····	176
三、酸碱溶液 pH 的计算·····	176
必备知识点三 酸碱滴定的基本原理·····	177
一、缓冲溶液·····	177
二、酸碱指示剂·····	179
必备知识点四 酸度的测定·····	181
一、食品中的酸味物质及其功能·····	181
二、酸度的概念·····	181
三、酸度测定的意义·····	182
四、总酸度测定的方法——酸碱滴定法·····	182
习题·····	182
项目 14 工业混合碱的测定——酸碱滴定法 ·····	184
必备知识点一 酸碱滴定法的基本类型·····	185
一、强碱(酸)滴定强酸(碱)·····	185
二、强碱滴定弱酸·····	187
三、指示剂的选择和酸碱滴定的判据 ·····	189
必备知识点二 酸碱滴定法的应用·····	189
一、食品中酸度的测定·····	189
二、工业纯碱中总碱度的测定·····	189
三、铵盐中含氮量的测定·····	190
习题·····	191
项目 15 水中总硬度的测定——配位滴定法 ·····	192
必备知识点一 配位滴定法概述·····	193
一、配合物的组成·····	193
二、配合物的命名·····	194

三、配离子的离解平衡及其移动·····	194
四、配位滴定法对反应和配位剂的要求·····	195
必备知识点二 EDTA 的性质及其螯合物·····	196
一、EDTA 的性质·····	196
二、EDTA 的螯合物·····	197
必备知识点三 配位离解平衡及影响因素·····	197
一、配合物的稳定常数·····	197
二、配位反应中的主反应和副反应·····	198
三、副反应和副反应系数·····	198
四、配合物的条件稳定常数·····	200
五、金属离子准确滴定的条件·····	200
必备知识点四 金属指示剂·····	202
一、金属指示剂的变色原理·····	202
二、金属指示剂应具备的条件·····	202
三、指示剂的封闭现象·····	203
四、指示剂的僵化现象·····	203
五、常用的金属指示剂·····	203
习题·····	204
项目 16 高锰酸盐指数的测定——氧化还原滴定法·····	206
必备知识点一 氧化还原反应概述·····	207
一、氧化数·····	207
二、氧化还原反应的基本概念·····	207
三、氧化还原反应方程式的配平·····	207
必备知识点二 电极电位及其应用·····	209
一、原电池·····	209
二、标准电极电位·····	210
三、电极电位及能斯特方程·····	210
四、条件电极电位·····	211
五、电极电位的应用·····	212
必备知识点三 氧化还原滴定法概述·····	213
一、用于氧化还原滴定的反应需满足的条件·····	213
二、氧化还原反应速率对滴定的影响·····	213
三、氧化还原滴定终点的判断方法·····	213
四、氧化还原滴定曲线·····	214
必备知识点四 高锰酸钾法·····	214
一、概述·····	214
二、 KMnO_4 溶液的配制与标定·····	214
三、高锰酸钾法的应用·····	215
习题·····	217
项目 17 果蔬中维生素 C 含量的测定——氧化还原滴定法·····	218
必备知识点一 重铬酸钾法·····	219
一、概述·····	219
二、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的配制·····	219
三、重铬酸钾法的应用·····	219