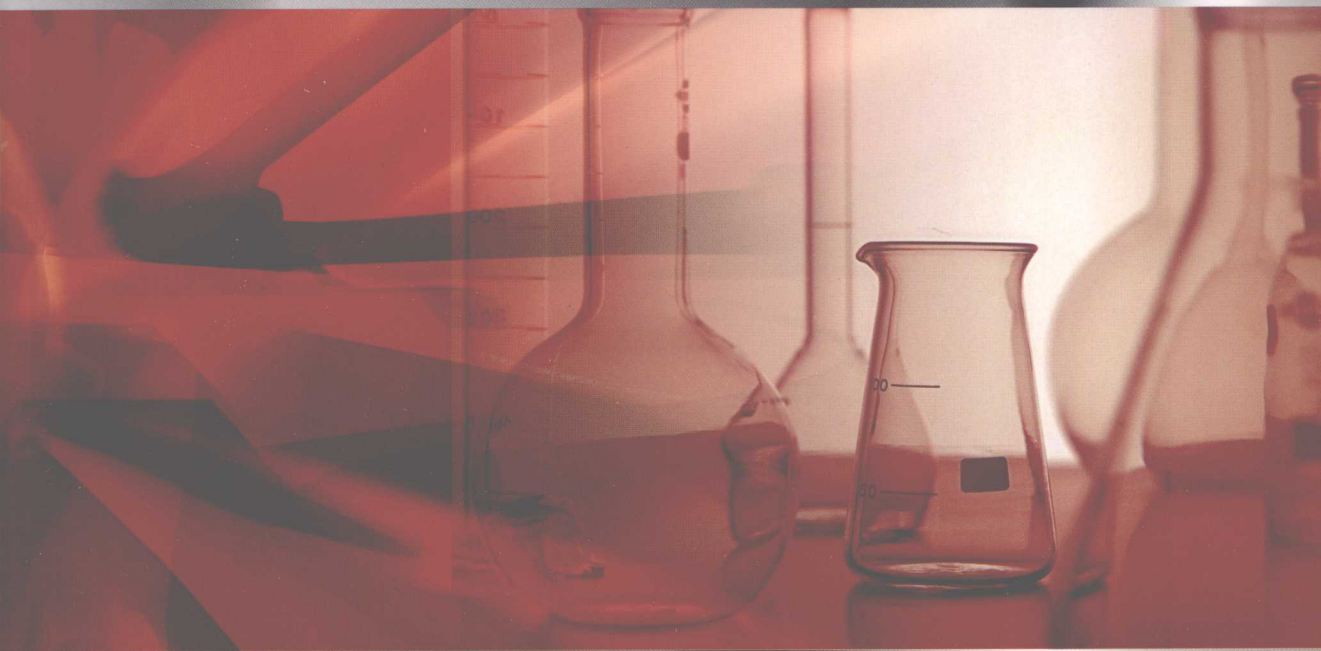


★ 中等职业教育化学工艺专业规划教材 ★

全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

化工分析

胡斌 主编 杨永红 主审



化学工业出版社

★ 中国石化集团公司《中国石化职业技能等级认定题库》★

中国石化职业技能等级认定题库 职业技能等级认定题库

化工分析

第三版 第三版 第三版



中国石化职业技能等级认定题库

中等职业教育化学工艺专业规划教材
全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

化工分析

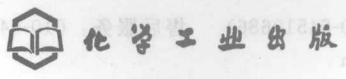
胡斌 主编
杨永红 主审

“十五”期间我国化学工业快速发展，化工产品和产量大幅度增长，随着生产技术的不断进步，劳动效率不断提高，产品结构不断调整，劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。化工操作工的素质发生了较大的变化。随着近年中等职业教育的规模发展，中等职业教育生数也发生了较大的变化。因此，2005年中国化工教育协会组织开发了化学工艺专业新的教学标准。新标准借鉴了国内外职业教育课程开发成功经验，充分依靠全国化工中职教学指导委员会和行业协会有关企业确定教学标准的内容，注重国情、行情与地情和中职学生的认知规律。在全国化工教育协会指导下，经反复研究论证，于2007年8月正式颁布《化学工艺专业教学标准》（教育部备案）和《中等职业教育化学工艺专业教学标准》。在此基础上，为进一步推进全国化工中等职业教育化学工艺专业的教学改革，于2007年11月正式启动教材建设工作。根据化学工艺专业的教学标准以核心加模块的形式，将煤化工、石油炼制、精细化工、基本有机化工、无机化工、化学肥料等作为选用模块的特点，确定选择其中的5门核心和关键课程进行教材编写招标，有关职业院校对此表示了热情关注。

本次教材编写参照化学工艺专业教学标准，内容体现行业发展特征，结构体现任务驱动特点，形式体现工学一体化特色。教材编写过程中，广泛征求了行业企业的需求和意见，并广泛征求了职业院校教师、专家和学者的意见，力求做到内容先进、结构合理、重点突出、特色鲜明。教材编写过程中，得到了许多行业企业、职业院校、专家和学者的支持，特别是许多行业企业、职业院校、专家和学者的无私贡献，使教材编写工作得以顺利完成。在此，我们表示衷心的感谢。同时，我们也希望广大职业院校、专家和学者能一如既往地支持教材编写工作，为教材编写工作做出更大的贡献。

本教材编写过程中，得到了许多行业企业、职业院校、专家和学者的支持，特别是许多行业企业、职业院校、专家和学者的无私贡献，使教材编写工作得以顺利完成。在此，我们表示衷心的感谢。同时，我们也希望广大职业院校、专家和学者能一如既往地支持教材编写工作，为教材编写工作做出更大的贡献。

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）
印刷：北京市顺义区印刷厂
2008年9月第1版
787mm×1092mm 1/16 印张7 字数143千字 2008年9月北京第1次印刷



化学工业出版社
地址：北京市青年湖南街13号
电话：(010)64912888 (传真) 010-64912888
网址：http://www.cip.com.cn
凡购本书，如有缺页、倒页、脱页等质量问题，本社负责调换。

本教材根据中国化工教育协会编制的《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》而编写。主要以九个经典和实用的化工分析项目实验作为引线,将每个项目实验所需的分析化学基本理论作为知识点穿插,采用实验教学和理论教学一体化的模式进行编写;编写结构新颖合理,内容通俗易懂,完整地覆盖化工分析这门课程的知识点与技能。书中每个项目前都设有项目要求和指导,每个项目中都有结果及评价,在每个项目后都有项目活动拓展等。

本教材可供中等职业学校化学工艺专业使用,也可作为相关专业的培训教材以及有关技术人员的参考资料。

主编 王福明 副主编 李耀生 何留生 张维嘉 金长义 魏少贞 贺召平 高学钢 唐继青
副主编 王福明 李耀生 何留生 张维嘉 金长义 魏少贞 贺召平 高学钢 唐继青
参编 王福明 李耀生 何留生 张维嘉 金长义 魏少贞 贺召平 高学钢 唐继青
参编 王福明 李耀生 何留生 张维嘉 金长义 魏少贞 贺召平 高学钢 唐继青

图书在版编目(CIP)数据

化工分析/胡斌主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 7
中等职业教育化学工艺专业规划教材
ISBN 978-7-122-03081-8

I. 化… II. 胡… III. 化学工业-分析方法-专业学校-教材 IV. TQ014

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 099723 号

责任编辑: 旷英姿 窦臻
责任校对: 战河红

装帧设计: 周遥

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 7 字数 148 千字 2008 年 9 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: 14.00 元

版权所有 违者必究

中等职业教育化学工艺专业规划教材编审委员会

主任 邬宪伟

委员 (按姓名笔画排列)

丁志平	王小宝	王建梅	王绍良
王黎明	开俊	毛民海	乔子荣
邬宪伟	庄铭星	刘同卷	苏勇
苏华龙	李文原	李庆宝	杨永红
杨永杰	何迎建	初玉霞	张荣
张毅	张维嘉	陈炳和	陈晓峰
陈瑞珍	金长义	周健	周玉敏
周立雪	赵少贞	侯丽新	律国辉
姚成秀	贺召平	秦建华	袁红兰
贾云甫	栾学钢	唐锡龄	曹克广
程桂花	詹镜青	潘茂椿	薛叙明

序

“十五”期间我国化学工业快速发展，化工产品和产量大幅度增长，随着生产技术的不断进步，劳动效率不断提高，产品结构不断调整，劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。化工行业对操作工的需求发生了较大的变化。随着近年来高等教育的规模发展，中等职业教育生源情况也发生了较大的变化。因此，2006年中国化工教育协会组织开发了化学工艺专业新的教学标准。新标准借鉴了国内外职业教育课程开发成功经验，充分依靠全国化工中职教学指导委员会和行业协会所属企业确定教学标准的内容，注重国情、行情与地情和中职学生的认知规律。在全国各职业院校的努力下，经反复研究论证，于2007年8月正式出版化学工艺专业教学标准——《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》。

在此基础上，为进一步推进全国化工中等职业教育化学工艺专业的教学改革，于2007年8月正式启动教材建设工作。根据化学工艺专业的教学标准以核心加模块的形式，将煤化工、石油炼制、精细化工、基本有机化工、无机化工、化学肥料等作为选用模块的特点，确定选择其中的十九门核心和关键课程进行教材编写招标，有关职业院校对此表示了热情关注。

本次教材编写按照化学工艺专业教学标准，内容体现行业发展特征，结构体现任务引领特点，组织体现做学一体特色。从学生的兴趣和行业的需求出发安排知识和技能点，体现出先感性认识后理性归纳、先简单后复杂、循序渐进、螺旋上升的特点，任务（项目）选题案例化、实战化和模块化，校企结合，充分利用实习、实训基地，通过唤起学生已有的经验，并发展新的经验，善于让教学最大限度地接近实际职业的经验情境或行动情境，追求最佳的教学效果。

新一轮化学工艺专业的教材编写工作得到许多行业专家、高等职业院校的领导和教育专家的指导，特别是一些教材的主审和审定专家均来自职业技术学院，在此对专业改革给予热情帮助的所有人士表示衷心的感谢！我们所做的仅仅是一些探索和创新，但还存在诸多不妥之处，有待商榷，我们期待各界专家提出宝贵意见！

郭宪伟

2008年5月

1.1 前言	14
1.2 教材编写说明	14
1.3 教材编写原则	15
1.4 教材编写过程	15
1.5 教材编写人员	15
1.6 教材编写单位	15
1.7 教材编写日期	15
1.8 教材编写地点	15
1.9 教材编写单位	15
1.10 教材编写日期	15
1.11 教材编写地点	15
1.12 教材编写单位	15
1.13 教材编写日期	15
1.14 教材编写地点	15
1.15 教材编写单位	15
1.16 教材编写日期	15
1.17 教材编写地点	15
1.18 教材编写单位	15
1.19 教材编写日期	15
1.20 教材编写地点	15
1.21 教材编写单位	15
1.22 教材编写日期	15
1.23 教材编写地点	15
1.24 教材编写单位	15
1.25 教材编写日期	15
1.26 教材编写地点	15
1.27 教材编写单位	15
1.28 教材编写日期	15
1.29 教材编写地点	15
1.30 教材编写单位	15
1.31 教材编写日期	15
1.32 教材编写地点	15
1.33 教材编写单位	15
1.34 教材编写日期	15
1.35 教材编写地点	15
1.36 教材编写单位	15
1.37 教材编写日期	15
1.38 教材编写地点	15
1.39 教材编写单位	15
1.40 教材编写日期	15
1.41 教材编写地点	15
1.42 教材编写单位	15
1.43 教材编写日期	15
1.44 教材编写地点	15
1.45 教材编写单位	15
1.46 教材编写日期	15
1.47 教材编写地点	15
1.48 教材编写单位	15
1.49 教材编写日期	15
1.50 教材编写地点	15
1.51 教材编写单位	15
1.52 教材编写日期	15
1.53 教材编写地点	15
1.54 教材编写单位	15
1.55 教材编写日期	15
1.56 教材编写地点	15
1.57 教材编写单位	15
1.58 教材编写日期	15
1.59 教材编写地点	15
1.60 教材编写单位	15
1.61 教材编写日期	15
1.62 教材编写地点	15
1.63 教材编写单位	15
1.64 教材编写日期	15
1.65 教材编写地点	15
1.66 教材编写单位	15
1.67 教材编写日期	15
1.68 教材编写地点	15
1.69 教材编写单位	15
1.70 教材编写日期	15
1.71 教材编写地点	15
1.72 教材编写单位	15
1.73 教材编写日期	15
1.74 教材编写地点	15
1.75 教材编写单位	15
1.76 教材编写日期	15
1.77 教材编写地点	15
1.78 教材编写单位	15
1.79 教材编写日期	15
1.80 教材编写地点	15
1.81 教材编写单位	15
1.82 教材编写日期	15
1.83 教材编写地点	15
1.84 教材编写单位	15
1.85 教材编写日期	15
1.86 教材编写地点	15
1.87 教材编写单位	15
1.88 教材编写日期	15
1.89 教材编写地点	15
1.90 教材编写单位	15
1.91 教材编写日期	15
1.92 教材编写地点	15
1.93 教材编写单位	15
1.94 教材编写日期	15
1.95 教材编写地点	15
1.96 教材编写单位	15
1.97 教材编写日期	15
1.98 教材编写地点	15
1.99 教材编写单位	15
1.100 教材编写日期	15
1.101 教材编写地点	15
1.102 教材编写单位	15
1.103 教材编写日期	15
1.104 教材编写地点	15
1.105 教材编写单位	15
1.106 教材编写日期	15
1.107 教材编写地点	15
1.108 教材编写单位	15
1.109 教材编写日期	15
1.110 教材编写地点	15
1.111 教材编写单位	15
1.112 教材编写日期	15
1.113 教材编写地点	15
1.114 教材编写单位	15
1.115 教材编写日期	15
1.116 教材编写地点	15
1.117 教材编写单位	15
1.118 教材编写日期	15
1.119 教材编写地点	15
1.120 教材编写单位	15
1.121 教材编写日期	15
1.122 教材编写地点	15
1.123 教材编写单位	15
1.124 教材编写日期	15
1.125 教材编写地点	15
1.126 教材编写单位	15
1.127 教材编写日期	15
1.128 教材编写地点	15
1.129 教材编写单位	15
1.130 教材编写日期	15
1.131 教材编写地点	15
1.132 教材编写单位	15
1.133 教材编写日期	15
1.134 教材编写地点	15
1.135 教材编写单位	15
1.136 教材编写日期	15
1.137 教材编写地点	15
1.138 教材编写单位	15
1.139 教材编写日期	15
1.140 教材编写地点	15
1.141 教材编写单位	15
1.142 教材编写日期	15
1.143 教材编写地点	15
1.144 教材编写单位	15
1.145 教材编写日期	15
1.146 教材编写地点	15
1.147 教材编写单位	15
1.148 教材编写日期	15
1.149 教材编写地点	15
1.150 教材编写单位	15
1.151 教材编写日期	15
1.152 教材编写地点	15
1.153 教材编写单位	15
1.154 教材编写日期	15
1.155 教材编写地点	15
1.156 教材编写单位	15
1.157 教材编写日期	15
1.158 教材编写地点	15
1.159 教材编写单位	15
1.160 教材编写日期	15
1.161 教材编写地点	15
1.162 教材编写单位	15
1.163 教材编写日期	15
1.164 教材编写地点	15
1.165 教材编写单位	15
1.166 教材编写日期	15
1.167 教材编写地点	15
1.168 教材编写单位	15
1.169 教材编写日期	15
1.170 教材编写地点	15
1.171 教材编写单位	15
1.172 教材编写日期	15
1.173 教材编写地点	15
1.174 教材编写单位	15
1.175 教材编写日期	15
1.176 教材编写地点	15
1.177 教材编写单位	15
1.178 教材编写日期	15
1.179 教材编写地点	15
1.180 教材编写单位	15
1.181 教材编写日期	15
1.182 教材编写地点	15
1.183 教材编写单位	15
1.184 教材编写日期	15
1.185 教材编写地点	15
1.186 教材编写单位	15
1.187 教材编写日期	15
1.188 教材编写地点	15
1.189 教材编写单位	15
1.190 教材编写日期	15
1.191 教材编写地点	15
1.192 教材编写单位	15
1.193 教材编写日期	15
1.194 教材编写地点	15
1.195 教材编写单位	15
1.196 教材编写日期	15
1.197 教材编写地点	15
1.198 教材编写单位	15
1.199 教材编写日期	15
1.200 教材编写地点	15

前言

本教材是根据中国化工教育协会编制的《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》编写而成的。

为了培养化工企业需要的实用性技术工人，满足现代化工行业的迅速发展需要，化工工艺专业的学生学习化工分析课程适宜采取实验教学和理论教学一体化的模式。这既符合该门课程的特点，又是化工企业的需要。化工分析是一门实验性学科，课程的特点是实验多，技能操作多；同时通过对化工企业调查发现化工工艺专业的学生学习化工分析课程理论知识要求并不多也不深，中等职业院校学生将来作为生产操作工，企业只需要学生掌握操作技能，如使用一般的分析检测仪器、滴定分析操作等，化工工艺专业的学生并没有掌握比较难理解的纯、深理论知识的必要。这就要求打破传统教材编写模式，采用一体化教学模式的方式来编写教材，编写结构新颖合理，内容通俗易懂。

本教材以九个经典和实用的化工分析项目实验作为引线（完整覆盖化工分析课程的知识与技能），将每个项目实验所需的分析化学基本理论作为知识点穿插。这样学生带着实验任务参与理论学习，能发挥学生学习主动性。在每个项目前都设有项目要求和指导，在项目指导中用设问的方式使学生产生学习动机、兴趣，每个项目中都设有结果及评价，让学生自查自己对本项目学习和掌握的情况。在每个项目后还设有项目活动拓展、问题和习题，便于学生拓宽知识面及复习和巩固。总之目的是想让学生学好后续课程和将来从事实际工作打下必要的和良好的基础。本教材可供中等职业学校化学工艺专业使用，也可作为相关专业的培训教材以及有关技术人员的参考资料。

按照《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》中化学工艺专业指导性教学方案规定，化工分析课程学习时间三周，共计90学时。其中第三学期安排学习时间一周，计30学时；第四学期安排学习时间两周，计60学时。

本书由广东省石油化学工业职业技术学校胡斌主编并统稿，新疆化工学校杨永红主审。其中引言、项目一、项目四、项目七由胡斌编写，项目二、项目三、项目六由山西省工贸学校黄翠平编写，项目五、项目八、项目九由河南省焦作市化工高级技校李德有编写。陕西省石油化工学校王新庄副校长对本教材也提出了宝贵意见和建议，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中不足和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2008年5月

版权所有 违者必究

目 录

0	引言	1
0.1	0.1 化工分析的任务	1
0.2	0.2 定量分析的方法	1
0.2.1	0.2.1 化学分析法	1
0.2.2	0.2.2 仪器分析法	2
0.3	0.3 定量分析的一般过程	2
0.4	0.4 化工分析的作用	2
1	1 项目一 锌标准滴定溶液的制备	4
1.1	1.1 知识点一——标准滴定溶液	4
1.1.1	1.1.1 标准滴定溶液组成的表示方法	4
1.1.2	1.1.2 标准滴定溶液的制备	5
1.2	1.2 知识点二——有效数字及其处理规则	6
1.2.1	1.2.1 有效数字的意义	6
1.2.2	1.2.2 有效数字的处理规则	6
1.3	1.3 知识点三——滴定分析的计算	7
1.3.1	1.3.1 基本原则	7
1.3.2	1.3.2 计算示例	8
1.4	1.4 知识点四——电子分析天平	10
1.4.1	1.4.1 电子分析天平的结构和原理	10
1.4.2	1.4.2 电子分析天平的使用	11
1.4.3	1.4.3 试样称量练习	11
1.5	1.5 知识点五——容量瓶	12
1.5.1	1.5.1 容量瓶的准备	12
1.5.2	1.5.2 容量瓶的操作练习	13
1.6	1.6 知识点六——吸管	14
1.6.1	1.6.1 吸管的分类	14
1.6.2	1.6.2 吸管的洗涤	14
1.6.3	1.6.3 吸管的操作练习	14
1.7	1.7 项目内容、结果及评价	15
1.7.1	1.7.1 项目仪器与试剂	15
1.7.2	1.7.2 项目内容	15

1.7.3 结果及评价	15
1.8 项目活动拓展——标准滴定溶液的制备	15
问题和习题	16
2 项目二 盐酸标准滴定溶液的制备和烧碱液中 NaOH 与 Na₂CO₃ 含量的分析	17
2.1 知识点一——酸碱滴定法的原理	17
2.1.1 定义	17
2.1.2 特点	17
2.2 知识点二——酸碱指示剂	17
2.2.1 指示剂变色原理	17
2.2.2 常用酸碱指示剂	18
2.3 知识点三——酸碱滴定方式和应用	19
2.3.1 直接滴定法	19
2.3.2 返滴定法	20
2.4 知识点四——分析结果的准确度与精密度	21
2.4.1 准确度与误差	21
2.4.2 精密度与偏差	21
2.5 知识点五——误差问题	22
2.5.1 误差的来源	22
2.5.2 误差的减免方法	22
2.6 知识点六——滴定管	23
2.6.1 滴定管的分类	23
2.6.2 滴定管的洗涤	23
2.6.3 滴定管的操作练习	23
2.7 项目内容、结果及评价	25
2.7.1 项目仪器与试剂	25
2.7.2 项目内容	26
2.7.3 结果及评价	26
2.8 项目活动拓展——酸碱滴定法	26
问题和习题	27
3 项目三 EDTA 标准滴定溶液的制备和工业用水总硬度的测定	28
3.1 知识点一——样品的采集	28
3.1.1 固体试样的采取、制备及溶解	28
3.1.2 液体试样的采取	29
3.1.3 气体试样的采取	30
3.2 知识点二——EDTA 及其分析特性	30
3.2.1 EDTA 与金属离子的配位反应特点	30
3.2.2 酸度对 EDTA 配位滴定的影响	31
3.3 知识点三——金属指示剂	32

3.3.1	金属指示剂性质和作用原理	32
3.3.2	常用的金属指示剂	33
3.4	知识点四——配位滴定方式和应用	33
3.4.1	单组分含量的测定	33
3.4.2	多组分含量的测定	33
3.5	项目内容、结果及评价	34
3.5.1	项目仪器与试剂	34
3.5.2	项目内容	34
3.5.3	结果及评价	34
3.6	项目活动拓展——配位滴定法	35
	问题和习题	35
4	项目四 高锰酸钾标准滴定溶液的制备和过氧化氢含量的测定	36
4.1	知识点一——氧化还原滴定反应的条件	36
4.1.1	反应的自发方向	36
4.1.2	反应的完全程度	38
4.1.3	反应速率	39
4.2	知识点二——高锰酸钾法	39
4.2.1	滴定反应原理和条件	39
4.2.2	高锰酸钾标准滴定溶液	40
4.2.3	应用实例——过氧化氢含量的测定	41
4.3	项目内容、结果及评价	41
4.3.1	项目仪器与试剂	41
4.3.2	项目内容	41
4.3.3	结果及评价	42
4.4	项目活动拓展——氧化还原滴定法	42
	问题和习题	42
5	项目五 硝酸银标准滴定溶液的制备和水中氯含量的测定	44
5.1	知识点一——沉淀滴定的原理	44
5.1.1	溶度积原理	44
5.1.2	溶度积的应用	45
5.2	知识点二——莫尔法	46
5.2.1	莫尔法的原理	46
5.2.2	莫尔法的滴定条件	47
5.3	项目内容、结果及评价	47
5.3.1	项目仪器与试剂	47
5.3.2	项目内容	48
5.3.3	结果及评价	49
5.4	项目活动拓展——沉淀滴定法	49

问题和习题	49
6 项目六 硫酸钠含量的分析	50
6.1 知识点一——称量分析的基本概念	50
6.1.1 沉淀称量法	50
6.1.2 沉淀称量法对沉淀的要求	50
6.1.3 沉淀的类型	51
6.2 知识点二——沉淀称量分析的基本操作	51
6.2.1 试样的称取与溶解	51
6.2.2 沉淀	51
6.2.3 沉淀的过滤和洗涤	52
6.3 知识点三——分析结果计算	53
6.4 知识点四——固体试样的采取、制备及溶解	54
6.5 项目内容、结果及评价	54
6.5.1 项目仪器与试剂	54
6.5.2 项目内容	54
6.5.3 结果及评价	54
6.6 项目活动拓展——称量分析法	55
问题和习题	55
7 项目七 电位法测定水溶液 pH	56
7.1 知识点一——电位测量用电极	56
7.1.1 工作电极	56
7.1.2 参比电极(甘汞电极)	56
7.1.3 指示电极(玻璃电极)	57
7.1.4 pH复合电极	57
7.2 知识点二——测量仪器(酸度计)	58
7.2.1 酸度计的结构	58
7.2.2 酸度计的使用	59
7.3 项目内容、结果及评价	59
7.3.1 项目仪器与试剂	59
7.3.2 项目内容	59
7.3.3 结果及评价	60
7.4 项目活动拓展——电位分析法	60
问题和习题	61
8 项目八 纯碱中微量铁的测定	62
8.1 知识点一——物质对光的选择性吸收	62
8.1.1 可见光与溶液的颜色	62
8.1.2 光吸收曲线	62
8.1.3 光吸收定律	63

8.2	知识点二——显色反应及其条件	64
8.2.1	显色剂及其类型	64
8.2.2	显色反应条件	65
8.3	知识点三——分光光度计及其操作	66
8.3.1	仪器的组成	66
8.3.2	仪器的使用	67
8.4	知识点四——定量分析方法	70
8.4.1	标准曲线法	70
8.4.2	标准对照法	70
8.5	项目内容、结果及评价	70
8.5.1	项目仪器与试剂	70
8.5.2	项目内容	71
8.5.3	结果及评价	71
8.6	项目活动拓展——分光光度分析法	72
	问题和习题	72
9	项目九 气相色谱法分析白酒主要成分	73
9.1	知识点一——气相色谱分离的基本原理及条件	73
9.1.1	气固色谱法	73
9.1.2	气液色谱法	74
9.1.3	分离操作条件的选择	75
9.2	知识点二——气相色谱仪及其操作	76
9.2.1	仪器的组成	76
9.2.2	GC7900型气相色谱仪	78
9.3	知识点三——定性和定量分析	81
9.3.1	色谱图及有关术语	81
9.3.2	定性分析	83
9.3.3	定量分析	83
9.4	项目内容、结果及评价	85
9.4.1	项目仪器与试剂	85
9.4.2	项目内容	86
9.4.3	结果及评价	87
9.5	项目活动拓展——气相色谱分析法	87
	问题和习题	87
	附录	88
1.	弱电解质的解离常数(298K)	88
2.	常用的缓冲溶液	90
3.	常用配位滴定指示剂	90
4.	氧化还原指示剂	91

5. 标准电极电位表 (298K)	91
6. 难溶电解质的溶度积常数 (298K)	94
7. 常见化合物的摩尔质量	95
8. 相对原子质量 (2005 年)	98

参考文献

1. 沉淀的突跃	15
2. 沉淀重量分析的基本条件	16
3. 试样的称取与溶解	19
4. 沉淀	20
5. 沉淀的过滤和洗涤	25
6. 沉淀重量分析的计算	33
7. 沉淀溶解的平衡常数及溶解度	46
8. 沉淀的组成及溶解度	49
9. 沉淀的组成及溶解度	54
10. 沉淀的组成及溶解度	58
11. 沉淀的组成及溶解度	65
12. 沉淀的组成及溶解度	73
13. 沉淀的组成及溶解度	78
14. 沉淀的组成及溶解度	85
15. 沉淀的组成及溶解度	92
16. 沉淀的组成及溶解度	99
17. 沉淀的组成及溶解度	106
18. 沉淀的组成及溶解度	113
19. 沉淀的组成及溶解度	120
20. 沉淀的组成及溶解度	127
21. 沉淀的组成及溶解度	134
22. 沉淀的组成及溶解度	141
23. 沉淀的组成及溶解度	148
24. 沉淀的组成及溶解度	155
25. 沉淀的组成及溶解度	162
26. 沉淀的组成及溶解度	169
27. 沉淀的组成及溶解度	176
28. 沉淀的组成及溶解度	183
29. 沉淀的组成及溶解度	190
30. 沉淀的组成及溶解度	197
31. 沉淀的组成及溶解度	204
32. 沉淀的组成及溶解度	211
33. 沉淀的组成及溶解度	218
34. 沉淀的组成及溶解度	225
35. 沉淀的组成及溶解度	232
36. 沉淀的组成及溶解度	239
37. 沉淀的组成及溶解度	246
38. 沉淀的组成及溶解度	253
39. 沉淀的组成及溶解度	260
40. 沉淀的组成及溶解度	267
41. 沉淀的组成及溶解度	274
42. 沉淀的组成及溶解度	281
43. 沉淀的组成及溶解度	288
44. 沉淀的组成及溶解度	295
45. 沉淀的组成及溶解度	302
46. 沉淀的组成及溶解度	309
47. 沉淀的组成及溶解度	316
48. 沉淀的组成及溶解度	323
49. 沉淀的组成及溶解度	330
50. 沉淀的组成及溶解度	337
51. 沉淀的组成及溶解度	344
52. 沉淀的组成及溶解度	351
53. 沉淀的组成及溶解度	358
54. 沉淀的组成及溶解度	365
55. 沉淀的组成及溶解度	372
56. 沉淀的组成及溶解度	379
57. 沉淀的组成及溶解度	386
58. 沉淀的组成及溶解度	393
59. 沉淀的组成及溶解度	400
60. 沉淀的组成及溶解度	407
61. 沉淀的组成及溶解度	414
62. 沉淀的组成及溶解度	421
63. 沉淀的组成及溶解度	428
64. 沉淀的组成及溶解度	435
65. 沉淀的组成及溶解度	442
66. 沉淀的组成及溶解度	449
67. 沉淀的组成及溶解度	456
68. 沉淀的组成及溶解度	463
69. 沉淀的组成及溶解度	470
70. 沉淀的组成及溶解度	477
71. 沉淀的组成及溶解度	484
72. 沉淀的组成及溶解度	491
73. 沉淀的组成及溶解度	498
74. 沉淀的组成及溶解度	505
75. 沉淀的组成及溶解度	512
76. 沉淀的组成及溶解度	519
77. 沉淀的组成及溶解度	526
78. 沉淀的组成及溶解度	533
79. 沉淀的组成及溶解度	540
80. 沉淀的组成及溶解度	547
81. 沉淀的组成及溶解度	554
82. 沉淀的组成及溶解度	561
83. 沉淀的组成及溶解度	568
84. 沉淀的组成及溶解度	575
85. 沉淀的组成及溶解度	582
86. 沉淀的组成及溶解度	589
87. 沉淀的组成及溶解度	596
88. 沉淀的组成及溶解度	603
89. 沉淀的组成及溶解度	610
90. 沉淀的组成及溶解度	617
91. 沉淀的组成及溶解度	624
92. 沉淀的组成及溶解度	631
93. 沉淀的组成及溶解度	638
94. 沉淀的组成及溶解度	645
95. 沉淀的组成及溶解度	652
96. 沉淀的组成及溶解度	659
97. 沉淀的组成及溶解度	666
98. 沉淀的组成及溶解度	673
99. 沉淀的组成及溶解度	680
100. 沉淀的组成及溶解度	687

0 引 言

0.1 化工分析的任务

化工分析是以分析化学的基本原理和方法为基础，解决化工生产和产品检验中实际分析任务的学科。

分析化学是研究物质组成、含量、结构及其它多种信息的一门学科，主要包括定性分析和定量分析。定性分析的任务是检测物质中原子、原子团、分子等成分的种类；定量分析的任务是测定物质化学成分的含量。

0.2 定量分析的方法

按照分析原理和操作技术的不同，定量分析可分为化学分析法和仪器分析法两大类。

0.2.1 化学分析法

化学分析法是以物质的化学计量反应为基础的分析方法。

根据采取的具体测定方法不同，化学分析法分为滴定分析法和称量分析法。

(1) 滴定分析法

滴定分析法是将一种已知准确浓度的标准滴定溶液（滴定剂）通过滴定管滴加到待测试样溶液中，与待测组分进行定量化学反应，达到化学计量点时，根据标准滴定溶液的体积和浓度计算待测组分的含量。这种分析方法称为滴定分析法或容量分析方法。

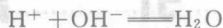
为了确定化学计量点，常在试样溶液中加入少量指示剂，根据指示剂颜色变化作为化学计量点到达的信号。指示剂发生颜色变化时终止滴定，称为滴定终点。

并不是任何化学反应都能用于滴定分析，适用于滴定分析的化学反应应具备如下条件。

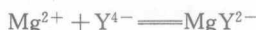
- ① 化学反应应严格按照一定的化学方程式进行，无副反应。
- ② 化学反应必须进行完全，即当滴定达到终点时，被测组分有 99.9% 以上转化为生成物，这样才能保证分析的准确度。
- ③ 反应速率要快。对于反应速率较慢的反应，可通过加热或加催化剂等办法来加速反应，使反应速率与滴定速率基本一致。
- ④ 有适当的指示剂或其它方法，可以简便可靠的确定滴定终点。

按照标准滴定溶液与被测组分之间发生化学反应类型不同, 滴定分析法一般可分为以下四种。

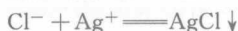
① 酸碱滴定法。这是酸碱中和反应为基础的一种滴定分析法, 可用来测定酸性物质和碱性物质, 其反应实质为:



② 配位滴定法 (络合滴定法)。这是以配位反应为基础的一种滴定分析法, 常用乙二胺四乙酸的钠盐 (简称为 EDTA) 作滴定剂, 可用来测定多数金属离子。例如:



③ 沉淀滴定法。这是以生成沉淀反应为基础的一种滴定分析法, 常用硝酸银溶液作滴定剂来测定 Cl^- 等。例如:



④ 氧化还原滴定法。这是以氧化还原反应为基础的一种滴定分析法, 常用高锰酸钾、重铬酸钾、碘、硫代硫酸钠作滴定剂, 可用来测定具有还原性或氧化性的物质。例如:



滴定分析比较准确, 具有简便、快速、应用范围广等优点, 一般适用于被测组分含量在 1% 以上的情况。

(2) 称量分析法

称量分析法是根据称量反应产物的质量来计算待测组分含量的方法。例如, 测定试样硫酸盐的含量时, 在试液中加入稍过量的 BaCl_2 溶液, 使 SO_4^{2-} 生成难溶的 BaSO_4 沉淀, 经过滤、洗涤、灼烧后, 称量 BaSO_4 质量, 便可求出试样中硫酸盐的含量。

称量分析法准确度高, 但操作繁琐, 目前应用较少。

0.2.2 仪器分析法

仪器分析法是以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法。常用的分析仪器有酸度计、分光光度计、气相色谱仪等。

仪器分析法灵敏度高, 分析速度快, 适宜于低含量组分的测定。

0.3 定量分析的一般过程

定量分析的全过程一般包括以下过程。

① 取样 (从批量的物料中采取少量有代表性的试样, 并将试样处理成可供分析的状态);
② 样品处理 (包括试样的溶解、必要的分离等);
③ 对指定成分进行定量测定;
④ 计算和报告分析结果。

0.4 化工分析的作用

分析检验不仅在化学、化工领域起着重要作用, 而且对国民经济和科学技术的发展都具

有重大的实际意义。

- ① 在农业方面 土壤成分及性质的测定，化肥、农药的分析，作物生长过程的研究。
- ② 在工业方面 有“工业眼睛”之称。从资源的勘探，矿山的开发、原料的选择、流程控制、新产品试制、成品检验、“三废”处理及利用等都必须依赖分析结果作依据。
- ③ 在国防方面 武器装备的生产和研制，犯罪活动的侦破，也需分析化学的配合。
- ④ 在科学技术方面 分析化学的作用已远远超出了化学领域，它在生命科学、材料科学、能源科学、环境科学、生物学等方面起着不可取代的作用，如：病理诊断的化验、药品规格的检测、环境的监控等都需要分析化学的配合。

1.1.2 标准滴定溶液的制备

(1) 直接配制法

准确称取一定量物质，溶解后在容量瓶中定容，配成准确体积的溶液，即为标准溶液。例如准确称取基准物质 0.2g (准确至 0.0001g) 于 100mL 烧杯中，用少量蒸馏水溶解，转移至 100mL 容量瓶中，加水定容至刻度，摇匀，即为 0.02000mol/L 的 NaOH 标准溶液。

用直接法配制标准溶液的物料，必须是基准物质，即组成与化学式完全符合，性质稳定，即见光不分解，不氧化。

符合以上条件的物质，如重铬酸钾、高锰酸钾、碘、草酸钠、草酸、邻苯二甲酸氢钾、邻苯二甲酸钠、邻苯二甲酸二钾、邻苯二甲酸三钾、邻苯二甲酸四钾、邻苯二甲酸五钾、邻苯二甲酸六钾、邻苯二甲酸七钾、邻苯二甲酸八钾、邻苯二甲酸九钾、邻苯二甲酸十钾、邻苯二甲酸十一钾、邻苯二甲酸十二钾、邻苯二甲酸十三钾、邻苯二甲酸十四钾、邻苯二甲酸十五钾、邻苯二甲酸十六钾、邻苯二甲酸十七钾、邻苯二甲酸十八钾、邻苯二甲酸十九钾、邻苯二甲酸二十钾、邻苯二甲酸二十一钾、邻苯二甲酸二十二钾、邻苯二甲酸二十三钾、邻苯二甲酸二十四钾、邻苯二甲酸二十五钾、邻苯二甲酸二十六钾、邻苯二甲酸二十七钾、邻苯二甲酸二十八钾、邻苯二甲酸二十九钾、邻苯二甲酸三十钾、邻苯二甲酸三十一钾、邻苯二甲酸三十二钾、邻苯二甲酸三十三钾、邻苯二甲酸三十四钾、邻苯二甲酸三十五钾、邻苯二甲酸三十六钾、邻苯二甲酸三十七钾、邻苯二甲酸三十八钾、邻苯二甲酸三十九钾、邻苯二甲酸四十钾、邻苯二甲酸四十一钾、邻苯二甲酸四十二钾、邻苯二甲酸四十三钾、邻苯二甲酸四十四钾、邻苯二甲酸四十五钾、邻苯二甲酸四十六钾、邻苯二甲酸四十七钾、邻苯二甲酸四十八钾、邻苯二甲酸四十九钾、邻苯二甲酸五十钾、邻苯二甲酸五十一钾、邻苯二甲酸五十二钾、邻苯二甲酸五十三钾、邻苯二甲酸五十四钾、邻苯二甲酸五十五钾、邻苯二甲酸五十六钾、邻苯二甲酸五十七钾、邻苯二甲酸五十八钾、邻苯二甲酸五十九钾、邻苯二甲酸六十钾、邻苯二甲酸六十一钾、邻苯二甲酸六十二钾、邻苯二甲酸六十三钾、邻苯二甲酸六十四钾、邻苯二甲酸六十五钾、邻苯二甲酸六十六钾、邻苯二甲酸六十七钾、邻苯二甲酸六十八钾、邻苯二甲酸六十九钾、邻苯二甲酸七十钾、邻苯二甲酸七十一钾、邻苯二甲酸七十二钾、邻苯二甲酸七十三钾、邻苯二甲酸七十四钾、邻苯二甲酸七十五钾、邻苯二甲酸七十六钾、邻苯二甲酸七十七钾、邻苯二甲酸七十八钾、邻苯二甲酸七十九钾、邻苯二甲酸八十钾、邻苯二甲酸八十一钾、邻苯二甲酸八十二钾、邻苯二甲酸八十三钾、邻苯二甲酸八十四钾、邻苯二甲酸八十五钾、邻苯二甲酸八十六钾、邻苯二甲酸八十七钾、邻苯二甲酸八十八钾、邻苯二甲酸八十九钾、邻苯二甲酸九十钾、邻苯二甲酸九十一钾、邻苯二甲酸九十二钾、邻苯二甲酸九十三钾、邻苯二甲酸九十四钾、邻苯二甲酸九十五钾、邻苯二甲酸九十六钾、邻苯二甲酸九十七钾、邻苯二甲酸九十八钾、邻苯二甲酸九十九钾、邻苯二甲酸一百钾。

名称	化学式	基准物质	配制方法
重铬酸钾	K ₂ Cr ₂ O ₇	基准物质	直接配制法
高锰酸钾	KMnO ₄	基准物质	直接配制法
碘	I ₂	基准物质	直接配制法
草酸钠	Na ₂ C ₂ O ₄	基准物质	直接配制法
草酸	H ₂ C ₂ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸氢钾	KHC ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸钠	Na ₂ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二钾	K ₂ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三钾	K ₃ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四钾	K ₄ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸五钾	K ₅ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸六钾	K ₆ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸七钾	K ₇ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸八钾	K ₈ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸九钾	K ₉ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十钾	K ₁₀ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十一钾	K ₁₁ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十二钾	K ₁₂ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十三钾	K ₁₃ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十四钾	K ₁₄ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十五钾	K ₁₅ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十六钾	K ₁₆ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十七钾	K ₁₇ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十八钾	K ₁₈ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸十九钾	K ₁₉ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十钾	K ₂₀ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十一钾	K ₂₁ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十二钾	K ₂₂ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十三钾	K ₂₃ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十四钾	K ₂₄ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十五钾	K ₂₅ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十六钾	K ₂₆ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十七钾	K ₂₇ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十八钾	K ₂₈ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸二十九钾	K ₂₉ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十钾	K ₃₀ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十一钾	K ₃₁ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十二钾	K ₃₂ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十三钾	K ₃₃ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十四钾	K ₃₄ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十五钾	K ₃₅ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十六钾	K ₃₆ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十七钾	K ₃₇ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十八钾	K ₃₈ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸三十九钾	K ₃₉ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十钾	K ₄₀ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十一钾	K ₄₁ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十二钾	K ₄₂ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十三钾	K ₄₃ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十四钾	K ₄₄ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十五钾	K ₄₅ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十六钾	K ₄₆ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十七钾	K ₄₇ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十八钾	K ₄₈ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸四十九钾	K ₄₉ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法
邻苯二甲酸五十钾	K ₅₀ C ₈ H ₄ O ₄	基准物质	直接配制法

(2) 间接配制法。某些物质不能直接配制标准溶液，如 NaOH、KMnO₄、I₂、Na₂S₂O₃、Na₂CO₃、Na₂SO₃、Na₂SO₄、Na₂PO₄、Na₂HPO₄、Na₂H₂P₂O₇、Na₂SiO₃、Na₂VO₄、Na₂WO₄、Na₂MoO₄、Na₂Cr₂O₇、K₂Cr₂O₇、K₂MnO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO₄、K₂CoO₄、K₂NiO₄、K₂CuO₄、K₂ZnO₄、K₂AgO₄、K₂HgO₄、K₂PbO₄、K₂BiO₄、K₂SbO₄、K₂AsO₄、K₂VO₄、K₂WO₄、K₂MoO₄、K₂CrO₄、K₂FeO_{4</}

1 项目一 锌标准滴定溶液的制备

项目要求和指导

(1) 项目要求

- ① 掌握电子分析天平的使用方法。
- ② 掌握容量瓶和吸管操作方法。
- ③ 学会用直接法配制标准滴定溶液。

(2) 项目指导

化工企业进行滴定分析常常要使用标准滴定溶液。为了完成直接法进行锌标准滴定溶液的制备项目活动，需学习标准滴定溶液、有效数字及其处理规则、滴定分析的计算、电子分析天平的使用、容量瓶的操作和吸管的操作。

1.1 知识点一 ——标准滴定溶液

标准滴定溶液也称滴定剂，是用于化学分析的基本试剂。

滴定分析要通过标准滴定溶液的用量和浓度，计算出试液中被测组分的含量。正确配制标准滴定溶液，准确标定其浓度，对提高滴定分析的准确度具有重要意义。

1.1.1 标准滴定溶液组成的表示方法

(1) 物质的量浓度

标准滴定溶液组成通常用物质的量浓度来表示。物质 B 作为溶质时，其物质的量浓度 $c(\text{B})$ 定义为物质的量 $n(\text{A})$ 与溶液的体积 V 之比，单位是 mol/L。公式表示为：

$$c(\text{B}) = \frac{n(\text{B})}{V} \quad (1-1)$$

按照我国法定单位制，物质的量单位是摩尔 (mol)，使用摩尔时基本单元应指明。因此在表示物质的量、物质的量浓度和摩尔质量时，必须指明基本单元。

在滴定分析中，为了便于计算分析结果，对标准滴定溶液和待测物质选取基本单元做如下规定：酸碱反应以给出或接受一个 H^+ 的特定组合作为基本单元；氧化还原反应以给出或接受一个电子的特定组合作为基本单元；EDTA 配位反应和卤化银沉淀反应通常以参与反应物质的分子或离子作为基本单元。例如：

$c(\text{NaOH}) = 0.5 \text{ mol/L}$ ，基本单元是氢氧化钠分子；