



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

» 中等职业教育工业分析与检验专业系列教材

化学分析技术

HUAXUE FENXI JISHU

冯淑琴 甘中东 主编
侯波 主审



化学工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

» 中等职业教育工业分析与检验专业系列教材

化学分析技术

冯淑琴 甘中东 主编
侯波 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照当前职业教育“以工作过程为导向”的课程改革理念进行编写，包括十三个项目，每个项目设有“过程评价、目标检测”；并设置了四个拓展项目，一个综合实训，通过思考、查阅国家标准、讨论、交流、评价等形式促使学生自行设计实验方案；并使学生在学习过程中，做到操作过程、实验结果、知识掌握程度的全方位评价模式，促进每个学生的发展。本书在编写中使用了大量的插图，形式多样、内容丰富，形象生动的图片与教学内容情景交融、相得益彰，有助于学生更好地领悟相应的技能、知识。

本书可作为中等职业院校工业分析与检验专业及相关专业的教材，也可作为从事分析与检验工作人员的培训教材和参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

化学分析技术/冯淑琴, 甘中东主编. —北京:
化学工业出版社, 2016. 2

“十二五”职业教育国家规划教材 中等职业教育
工业分析与检验专业系列教材

ISBN 978-7-122-25942-4

I. ①化… II. ①冯…②甘… III. ①化学分析-
中等专业学校-教材 IV. ①O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 315986 号

责任编辑: 张双进 窦 臻

责任校对: 王素芹

文字编辑: 孙凤英

装帧设计: 王晓宇

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: 高教社 (天津) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 317 千字 2016 年 3 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

化学分析技术是中等职业学校工业分析与检验专业的一门专业核心课程。本课程以《中等职业学校工业分析与检验专业教学标准》为依据,从职业需求出发,以企业真实工作任务为导向设计教学过程。

本教材较为显著的特点是引入了当前职业教育“以工作过程为导向”的课程改革理念,具体表现如下。

(1) 全书以真实工作任务为主线来整合相应的知识、技能,着力培养学生的实践操作能力;

(2) 在设置的每个项目中,都以实验操作任务为主线,融入“必需、够用、实用”理论的知识,达到理论与实践操作的有机融合,便于实施理实一体化教学;

(3) 教材设置了四个拓展项目,一个根据国家标准和中国化工行业标准组织实训项目,通过思考、查阅国家标准、讨论、交流、评价等形式促使学生自行设计实验方案,自主探索检测方法和操作步骤,在学习过程中提出问题、发现问题,加强师生、学生之间的讨论、交流和展示,从而改变学生单一的被动接受知识的学习方式;

(4) 本教材改变传统的评价模式,在每个项目设有“过程评价、准确度和精密度评价、目标检测”,做到操作过程、实验结果、知识掌握程度的全方位评价模式,促进每个学生的全面发展;

(5) 教材使用了大量的插图,形式多样、内容丰富,形象生动的图片与教学内容情景交融、相得益彰,有助于学生更好地领悟相应的技能和知识。

本书由山西省工贸学校冯淑琴、四川化工高级技工学校甘中东任主编,甘肃省化工高级技工学校张婧任副主编,参加编写的有:冯淑琴(项目一、二、五、十三、还与李文静共同编写了项目七),甘中东(项目三、四、六、拓展项目一、二),张婧(项目八、九),广西石化高级技工学校黄凌凌(项目十、十一、拓展项目三),重庆市工业学校李文静(项目七),福建福州工业学校张星春(项目十二,拓展项目四),全书由冯淑琴统稿。新疆轻工职业技术学院侯波担任本书的主审,付云红(本溪市化工学校)、郭淑芳(阳煤集团)作为特聘专家对本书进行审定。

本书在编写过程中得到了工业分析与检验教学指导委员会、化学工业出版社的关心和支持,在此谨向所有关心和支持本书的朋友致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2015年10月

中等职业教育工业分析与检验 专业系列教材编委会

主任 周 健

副主任 姜淑敏 边风根 郎红旗

委员 (按姓名汉语拼音排序)

边风根 陈艾霞 陈建军 陈兴利 冯淑琴

侯 波 胡 斌 黄 虹 姜淑敏 姜玉芬

郎红旗 李会诚 李秀芹 马彦峰 任素勤

邵国成 盛晓东 师玉荣 熊秀芳 杨永红

周 健

		Page
1	项目一	
	走进化学分析实验室	001
	任务目标	001
	任务一 认识化学分析实验室	002
	活动一 熟悉环境	002
	活动二 认识分析检测岗位职责	003
	任务二 认识化学分析的工作任务	004
	活动一 阅读检测报告和试剂瓶商标	004
	活动二 归纳化学分析的工作任务	005
	任务三 认识化学分析常用器皿	007
	活动一 认识实验室常用器皿	007
	活动二 洗涤常用的玻璃器皿	009
	活动三 干燥、存放常用的玻璃器皿	009
	相关知识	010
	一、有效数字及运算规则	010
	二、实验室常用洗涤液及使用方法	012
	项目小结	013
	阅读材料 分析化学的发展现状和前景	013
	目标检测	013
2	项目二	
	准备试剂	015
	任务目标	015
	任务一 配制一般溶液	016
	活动一 准备仪器与试剂	016
	活动二 配制 0.1mol/L 的硫酸溶液	016
	活动三 配制 0.1% 甲基橙溶液	017
	活动四 配制 pH=10 的氨-氯化铵缓冲溶液	017
	任务二 学会使用电子分析天平	019
	活动一 准备仪器与试剂	019
	活动二 认识电子分析天平	019
	活动三 使用电子分析天平	019
	任务三 学会使用容量瓶	023

活动一 认识容量瓶	023
活动二 使用容量瓶	023
任务四 直接法配制 $0.1\text{mol/L } \frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准滴定溶液	025
活动一 准备仪器与试剂	025
活动二 直接法配制 $0.1\text{mol/L } \frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准滴定溶液	026
任务五 学会使用移液管	027
活动一 认识移液管	027
活动二 使用移液管	028
任务六 调整标准滴定溶液的浓度	029
活动一 准备仪器与试剂	029
活动二 配制 $0.01\text{mol/L } \frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准滴定溶液	029
过程评价	030
相关知识	033
一、溶液浓度的表示方法	033
二、电子天平的基本结构、原理及称量方法	034
三、容量瓶和移液管的相对校正	035
四、实验室用水规格及一般检验	035
项目小结	036
目标检测	036

3

项目三

Page

测定工业硫酸纯度	040
任务目标	040
任务一 学会使用滴定管	041
活动一 准备仪器与试剂	041
活动二 认识滴定管	041
活动三 滴定管使用前的准备	042
活动四 滴定基本操作	044
活动五 终点判断	045
任务二 制备 NaOH 标准滴定溶液	047
活动一 准备仪器与试剂	047
活动二 配制 NaOH 标准滴定溶液	047
活动三 标定 NaOH 标准滴定溶液	048
活动四 记录与处理数据	049
任务三 工业硫酸纯度的测定	050
活动一 准备待测工业硫酸试样	050
活动二 测定工业硫酸纯度	050
活动三 记录与处理数据	052

过程评价	053
相关知识	054
一、准确度与精密度	054
二、化学分析技术计算中的基本单元	055
三、滴定分析玻璃量器与溶液体积的校准	056
项目小结	057
阅读材料 食醋十大好处	058
目标检测	058
拓展项目一 测定食用白醋酸度	060
任务目标	060
任务一 测定原理描述	060
任务二 准备仪器与试剂	060
任务三 测定操作	061
任务四 记录与处理数据	061
过程评价	062

4

项目四

测定混合碱的含量

Page

063

任务目标	064
任务一 制备 HCl 标准滴定溶液	064
活动一 准备仪器与试剂	064
活动二 配制 HCl 标准滴定溶液	064
活动三 标定 HCl 标准滴定溶液	065
活动四 记录与处理数据	066
任务二 测定混合碱各组分含量	066
活动一 准备混合碱试样	066
活动二 测定混合碱各组分含量	067
活动三 记录与处理数据	067
过程评价	068
相关知识 提高测定结果准确度的方法	069
一、误差产生的原因	069
二、减小分析误差的方法	070
溶液 pH 的计算	070
项目小结	071
目标检测	071
拓展项目二 测定化学试剂氨水中的氨含量	072
任务目标	072
任务一 描述测定原理	073
任务二 准备仪器与试剂	073
任务三 测定操作	073
任务四 记录与处理数据	073

5

项目五

测定双氧水中过氧化氢的含量

任务目标	075
任务一 制备 KMnO_4 标准滴定溶液	076
活动一 准备仪器与试剂	076
活动二 配制 KMnO_4 标准滴定溶液	076
活动三 标定 KMnO_4 标准滴定溶液	076
活动四 记录与处理数据	077
任务二 测定双氧水中过氧化氢的含量	078
活动一 双氧水试样的准备	078
活动二 双氧水试样的测定	079
活动三 记录与处理数据	080
过程评价	080
相关知识	082
一、氧化还原滴定法的分类和特点	082
二、氧化还原滴定所用的指示剂	082
三、影响氧化还原反应速率的因素	082
项目小结	083
阅读材料 高锰酸钾及其应用	083
目标检测	084

6

项目六

测定水中溶解氧的含量

任务目标	087
任务一 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准滴定溶液	087
活动一 准备仪器与试剂	087
活动二 配制 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准滴定溶液	088
活动三 标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准滴定溶液	088
活动四 记录与处理数据	089
任务二 测定水中溶解氧的含量	090
活动一 采集水样与固定溶解氧	090
活动二 测定水中溶解氧的含量	091
活动三 记录与处理数据	092
过程评价	093
相关知识 碘量法	094
一、直接碘量法	094
二、间接碘量法	094
项目小结	095
阅读材料 溶解氧快速测试盒	095

项目七

7

测定铁矿石中的全铁含量

099

任务目标

100

任务一 制备 $K_2Cr_2O_7$ 标准滴定溶液

100

活动一 准备仪器与试剂

100

活动二 配制 $K_2Cr_2O_7$ 标准滴定溶液

100

活动三 标定 $K_2Cr_2O_7$ 标准滴定溶液

101

活动四 记录与处理数据

102

任务二 测定铁矿石中全铁的含量

103

活动一 铁矿石试样的制备

103

活动二 铁矿石中全铁含量的测定

103

活动三 记录与处理数据

104

过程评价

105

相关知识

106

一、氧化还原电对

106

二、电极电位

106

三、氧化还原滴定曲线

107

项目小结

107

阅读材料 重铬酸钾及其应用

108

目标检测

108

项目八

8

测定自来水的总硬度

110

任务目标

110

任务一 制备 EDTA 标准滴定溶液

111

活动一 准备仪器与试剂

111

活动二 配制 EDTA 标准滴定溶液

111

活动三 标定 EDTA 标准滴定溶液

112

活动四 记录与处理数据

113

任务二 测定水的总硬度

114

活动一 测定水样的总硬度

114

活动二 记录与处理数据

116

过程评价

117

相关知识

118

一、EDTA 与金属离子配合物的稳定常数

118

二、EDTA 的离解平衡

118

三、酸效应

119

四、条件稳定常数

120

阅读材料 硬水及其危害

120

项目小结

121

9 项目九	Page
测定硫酸铝的含量	123
任务目标	124
任务一 制备 EDTA、 Zn^{2+} 标准滴定溶液	124
活动一 准备仪器与试剂	124
活动二 制备 EDTA 标准滴定溶液	124
活动三 制备 Zn^{2+} 标准滴定溶液	124
任务二 测定硫酸铝的含量	125
活动一 准备硫酸铝试样	125
活动二 测定硫酸铝的含量	126
活动三 记录与数据处理	127
过程评价	128
相关知识	129
一、EDTA 酸效应曲线的应用	129
二、金属指示剂在使用中存在的问题	130
项目小结	131
目标检测	131

10 项目十	Page
测定水样中氯离子的含量	133
任务目标	133
任务一 配制和标定 $AgNO_3$ 标准滴定溶液	134
活动一 准备仪器与试剂	134
活动二 配制 $AgNO_3$ 标准滴定溶液	134
活动三 标定 $AgNO_3$ 标准滴定溶液	134
活动四 记录与处理数据	136
任务二 测定水样中氯离子的含量	137
活动一 测定水样	137
活动二 记录与处理数据	138
过程评价	139
相关知识 沉淀滴定法与分级沉淀原理	140
一、沉淀滴定法	140
二、分级沉淀原理	140
阅读材料 水中氯离子的危害及其去除方法	141
项目小结	141
目标检测	142

11	项目十一	Page
	测定酱油中氯化钠的含量	144
	任务目标	145
	任务一 配制 AgNO_3 、 NH_4SCN 标准滴定溶液	145
	活动一 准备仪器与试剂	145
	活动二 配制 AgNO_3 、 NH_4SCN 标准滴定溶液	145
	活动三 标定 AgNO_3 、 NH_4SCN 标准滴定溶液	146
	活动四 记录与处理数据	148
	任务二 测定酱油中氯化钠的含量	149
	活动一 准备酱油试样	149
	活动二 测定酱油试样	149
	活动三 记录与处理数据	150
	过程评价	151
	相关知识 沉淀转化	153
	阅读材料 佛尔哈德法的产生	153
	项目小结	154
	目标检测	154
	拓展项目三 测定碘化钠的纯度	155
	任务目标	155
	学习任务描述	155
	任务一 准备仪器与试剂	156
	任务二 测定操作	156
	任务三 记录与处理数据	157
	过程评价	158
	相关知识 法扬司法	158
	项目小结	159
	目标检测	160
		160
12	项目十二	Page
	测定氯化钡的含量	161
	任务目标	162
	任务一 称取氯化钡试样、溶解、生成 BaSO_4 沉淀	162
	活动一 准备仪器与试剂	162
	活动二 称样、溶解、生成沉淀	162
	任务二 过滤、洗涤 BaSO_4 沉淀	163
	活动一 过滤和洗涤的准备工作	163
	活动二 沉淀的过滤和洗涤	164
	任务三 烘干、灼烧 BaSO_4 沉淀	165
	活动一 沉淀的烘干处理	165
	活动二 灼烧 BaSO_4 沉淀	166

活动三 记录与处理数据	166
过程评价	167
相关知识	168
一、影响沉淀纯度的因素	168
二、重量分析中的换算因数	168
阅读材料 重量分析技术的发展现状和前景	169
项目小结	169
目标检测	169
拓展项目四 测定氯化钡中的结晶水	170
任务目标	171
任务一 准备仪器与试剂	171
任务二 测定氯化钡中结晶水的含量	171
任务三 记录与处理数据	172
过程评价	172

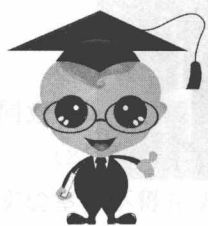
13 项目十三	Page
根据 GB 和 HG 组织实训	174
任务目标	174
任务一 识读标准	175
活动一 查询标准	175
活动二 认识国家标准与化工行业标准	176
任务二 设计分析过程, 完成分析操作	177
活动一 准备仪器	177
活动二 准备试剂	177
活动三 设计分析过程	178
任务三 准确处理数据, 编写实验报告	178
活动一 记录和处理数据	178
活动二 编写实验报告	179
过程评价	179
项目小结	180
阅读材料 中华人民共和国标准化法简介	180
目标检测	181

附录	Page
附录一 部分弱酸、弱碱在水中的离解常数 (25℃)	183
附录二 常用指示剂	184
附录三 氧化还原半反应的标准电极电位 (25℃)	186
附录四 化合物的摩尔质量 (M)	186
附录五 部分难溶化合物的溶度积常数	189
附录六 强酸、强碱、氨溶液的质量分数与密度 (ρ) 和物质的量浓度 (c) 的关系	189

附录七	分析结果准确度和精密度评价表	190
附录八	不同温度下标准滴定溶液的体积补正值 (GB/T 601—2002)	191
附录九	部分配合物的稳定常数	192
附录十	不同温度下玻璃容器中 1mL 纯水在空气中用黄铜砝码称得的质量	192
附录十一	HG/T 3467—2003《化学试剂 50%硝酸锰溶液》国家标准	193

项目一

走进化学分析实验室



你知道吗？

目前癌症（恶性肿瘤）已成为我国城乡居民的首要死因，人们谈癌色变，但我们通过化验室——检测肿瘤标志物（反映肿瘤存在的化学、生物类物质），就可做到早发现，早治疗。

地沟油是质量极差的非食用油，因大多来源于城市大型饭店下水道的隔油池而得名。地沟油中含有大量苯并[a]芘（高活性间接致癌物）和黄曲霉毒素 B_1 （目前已知最强致癌物之一），长期食用会引发癌症，对人体的危害极大。为保证人民生命财产的安全，化验室提供的检测数据可以为打击地沟油违法犯罪行为提供有力的支持。表 1-1 中样本油（I）就是地沟油。

表 1-1 食用油检测数据

检测项目	样本油(I)	样本油(II)	食用植物油卫生标准(GB)
黄曲霉毒素 B_1 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	≤ 10	≤ 10	≤ 10
苯并[a]芘 / ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	22.6	8.8	≤ 10

日常生活中，牛奶中蛋白质的含量、新装修室内甲醛（HCHO）的含量，人们都可以在实验室通过一定的试验方法获得。各种各样的化验室（实验室）为人们的生活提供极大的帮助，从今天开始我们就走进实验室，开始学习化学分析的基本知识和技能。



任务目标

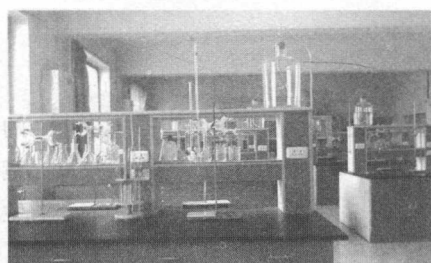


任务一 认识化学分析实验室

活动一 熟悉环境



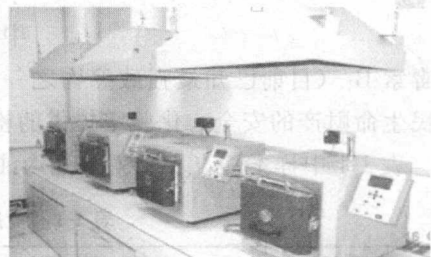
(a)



(b)

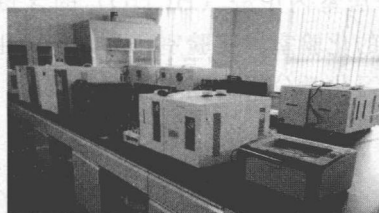


(c)



(d)

图 1-1 化学分析实验室



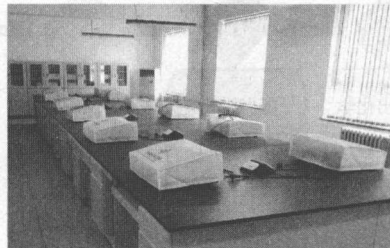
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-2 仪器分析实验室



小知识

以物质的化学反应为基础的分析法称为化学分析法，实验场地——图 1-1 化学分析实验室。

以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法，此类分析由于需要使用特殊的仪器设备，所以称为仪器分析法。实验场地——图 1-2 仪器分析实验室。

活动二 认识分析检测岗位职责

1. 学校分析检测实验室守则

分析检测实验室守则

(1) 学生实训前必须穿好工作服，按规定时间进入实验室，到达指定的工作岗位，未经同意不得擅自调换。

(2) 不得穿拖鞋进入实验室；不得携带食物、饮料等进入实验室；不得让无关人员进入实验室；不得在室内喧哗、打闹、随意走动；不得乱动有关电器设备。

(3) 严格执行实验室的各种规章制度，认真执行分析操作规程和安全管理规定。

(4) 严格按操作规程进行操作，确保数据准确可靠，不得虚填报分析结果。

(5) 认真做好原始记录、报告单的填写。

(6) 实验室要保持清洁、整齐。

(7) 废液、废纸不得随意处置，应倒入废液缸和垃圾箱。

(8) 实训期间发现仪器设备有损坏、故障等异常情况时，应立即停止使用且切断电源，并报告指导老师，指导老师要及时查明异常原因，并负责处理。

(9) 指导老师不得擅自离开工作岗位，如有特殊情况，应办理规定的手续且安排好替班老师，并做记录。学生违反实验室使用规定，指导教师应及时给予警告和批评，若屡教不改或情节严重者，交学生处作相应处分。

(10) 实验室内各种设备一般不外借，如校内相互调剂使用，需经有关领导批准，办理相关借用手续，用完后及时归还。

××××学校



小知识

《工业分析与检验》专业培养目标中，最重要的职业岗位如下。

(1) 杂质分析岗位；(2) 蒸馏水制备岗位；

(3) 中控分析岗位；(4) 成品分析岗位；

(5) 原料分析岗位；(6) 溶液制备岗位等。

通过本课程的学习，同学们具备了从事上述工作所需的，化学分析方面的基本知识和技能，并为后续课程的学习打下了基础。