

中等职业教育化工类专业课程改革试验教材

化学检验工 技能培训与考核（中级）

王如全 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

职业技能培训教材 化学检验工

化学检验工 技能培训与考核(中级)

王明华 主编



中国石化出版社

CHINA UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

中等职业教育化工类专业课程改革试验教材

化学检验工技能培训与 考核(中级)

王如全 主编

高等教育出版社

内容简介

本书根据教育部颁发的中等职业学校现行化工类专业教学指导方案,结合中等职业学校化工类专业课程改革,并参照化工行业相关技能鉴定标准编写。

本书主要内容有:基础知识篇、化学分析篇和仪器分析篇三部分。基础知识篇主要介绍了化学实验室的安全技术、化学实验室管理和化学实验室质量保证等相关知识;化学分析篇主要介绍了容量分析和重量分析两大类化学分析方法;仪器分析篇介绍了分光光度法、电化学分析法和气相色谱法三种分析方法。全书理论知识围绕技能的培养来组织,充分体现了对于化学检验工技能培养要求。

本书采用出版物短信防伪系统,用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方的短信防伪说明进行操作,可查询图书真伪并可赢得大奖。登录 <http://sv.hep.com.cn>,可获得图书相关信息及资源。

本书可作为中等职业学校化工类专业教学用书,也可作为化工行业相关从业人员培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

化学检验工技能培训与考核:中级/王如全主编. —北京:高等教育出版社,2009.5

ISBN 978-7-04-025794-6

I. 化… II. 王… III. 化工产品-检验-专业学校-教学参考资料 IV. TQ075

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 025908 号

策划编辑 李新宇 责任编辑 谭燕 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 张岚 责任校对 刘莉 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000
经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京新华印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 850×1168 1/16
印 张 14.75
字 数 360 000

版 次 2009 年 5 月第 1 版
印 次 2009 年 5 月第 1 次印刷
定 价 25.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25794-00

前 言

本书根据教育部颁发的中等职业学校现行化工类相关专业教学指导方案,结合中等职业学校化工类专业课程改革,并参照化工行业相关技能鉴定标准编写。

教材在编写过程中,注意贯彻“基础理论教学要以应用为目的,强化应用、培养技能为教学重点”的原则,突出应用能力和综合素质的培养,反映中等职业教育的特点。书稿采用了许多生动活泼的形式,增加了实物图片,使学生理解起来更加直观,增强了教材的可读性和趣味性,更加适用于中职教学的使用。

本教材围绕化学检验工(中级工)考试大纲应掌握的基本技能组织材料,以化学检验所用的主要分析方法作为主要内容,重点培养学生掌握化学检验过程中的基本技能,培养基本的实验素养。并对化学检验工工作岗位的日常管理问题作了较为详细的阐述。

本书采用出版物短信防伪系统,用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方的短信防伪说明进行操作,可查询图书真伪并可赢得大奖。登录 <http://sv.hep.com.cn>,可获得图书相关信息及资源。

本教材由沧州职业技术学院王如全主编(编写化学分析篇项目一、项目二、项目三、项目四),参编者有沧州大化集团冯亚华(编写基础知识篇),沧州职业技术学院陈连生(编写化学分析篇项目五、项目六、项目七、项目八),沧州职业技术学院吴国柱(编写仪器分析篇)。全书由王如全统稿。沧州师范专科学校刘伟教授担任主审,提出了许多宝贵的修改意见,为提高本书的质量起到很好的作用。本书的编写得到了高等教育出版社的大力支持,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者学识和水平有限,错漏之处在所难免,敬请有关专家及使用本书的广大师生批评指正。

编 者

2008年8月

基础知识篇

项目一 国家职业资格证书制度与 化学检验工	3	一、化学实验室安全概述	20
课堂活动:国家职业资格证书制度与 化学检验工	3	二、中毒与急救	21
一、国家职业资格证书制度	3	三、化学实验室安全用电与急救	25
二、化学检验工简介	3	四、化学实验室防火	27
项目二 标准化计量基础	8	五、化学实验室安全用气	28
课堂活动:标准化计量基础	8	六、化学检验与环境保护	30
一、标准和标准化的概念	8	阅读材料 致癌物质	31
二、标准化的作用	8	项目五 化学实验室质量控制	33
三、我国的标准分级	9	课堂活动一:误差的来源及表示方法	33
四、采用国际标准和国外先进标准	10	一、误差的来源	33
五、标准分析方法和分析方法标准化	11	二、误差的消减方法	34
项目三 化学实验室管理	12	三、误差的表示方法	34
课堂活动:化学实验室管理	12	课堂活动二:有效数字的取舍	35
一、化学试剂的管理	12	一、有效数字的取舍原则	35
二、仪器设备的管理	14	二、常用仪器的精度与有效数字	36
三、样品的采集、制备、留样和交接	15	三、有效数字的运算规则	36
四、样品的预处理	18	四、可疑数据的取舍	37
五、实验室人员基本素养	18	课堂活动三:数据处理方法——标准曲 线法和标准加入法	38
项目四 化学实验室安全技术	20	一、标准曲线法	38
课堂活动:化学实验室安全技术	20	二、标准加入法	39
		思考与练习	41

化学分析篇

项目一 认识化学实验室常用仪器 设备	49	一、常用的玻璃仪器	49
课堂活动:认识化学实验室常用的 仪器设备	49	二、加热设备	53
		三、过滤设备	56
		四、铁架台和铁夹	56

II 目 录

五、其他仪器设备	57	一、酸碱指示剂	91
阅读材料 仪器玻璃	59	二、常用的酸碱指示剂	92
技能训练	60	三、混合指示剂	92
思考与练习	60	阅读材料 酸碱花	93
项目二 精称后知轻重——分析天平的		技能训练	94
使用	61	项目小结	98
课堂活动:分析天平的使用	61	思考与练习	99
一、分析天平的主要类型	61	项目五 配位滴定法	101
二、TG—328A 型全自动分析天平的		课堂活动一:配位滴定法概述	101
基本结构	62	一、配位反应	101
三、TG—328A 型全自动分析天平的		二、乙二胺四乙酸及其二钠盐	101
称量程序	63	三、EDTA 与金属离子形成配合物的特点	102
四、称量方法	64	课堂活动二:酸度对配位滴定的影响	102
技能训练	65	一、酸度对配位平衡的影响	103
项目小结	66	二、EDTA 配合物的稳定常数	103
思考与练习	67	三、配位滴定所允许的最低 pH 和	
项目三 如何准确量取液体的体积——		酸效应曲线	103
滴定管、移液管和容量瓶的使用	68	课堂活动三:配位滴定指示剂	105
课堂活动一:玻璃仪器的洗涤和干燥	68	一、金属指示剂的作用原理	105
一、玻璃仪器的洗涤	68	二、金属指示剂的必备条件	106
二、玻璃仪器的干燥	69	三、金属指示剂使用中存在的问题	106
三、玻璃量器的洗涤	69	四、几种常用的金属指示剂	106
课堂活动二:玻璃量器的使用方法	70	课堂活动四:提高配位滴定的选择性	107
一、移液管和吸液管的使用	70	一、控制适宜的酸度	108
二、容量瓶的使用	72	二、采用掩蔽和破蔽	108
三、滴定管的使用	73	三、选用其他滴定剂	109
阅读材料 玻璃仪器的校正	76	课堂活动五:配位滴定用标准溶液的	
技能训练	76	配制	109
项目小结	78	一、EDTA 标准溶液的配制与标定	109
思考与练习	79	二、金属离子标准溶液配制	110
项目四 如何确定待测物的含量	82	阅读材料 水的硬度及水的软化	111
课堂活动一:如何确定待测物的含量	82	技能训练	112
一、物质的量和物质的量浓度	82	项目小结	114
二、容量分析简介	83	思考与练习	115
三、定量分析中的计算	84	项目六 氧化还原滴定法	118
课堂活动二:溶液的配制	85	课堂活动一:氧化还原滴定法概述	118
一、认识基准物质	85	一、概述	118
二、标准溶液的配制方法	86	二、能斯特方程	119
三、其他常用溶液的配制	88	三、影响氧化还原反应速率的因素	119
课堂活动三:酸碱指示剂及其应用	90	四、氧化还原滴定指示剂	120

课堂活动二:高锰酸钾法	121	二、莫尔法	137
一、高锰酸钾溶液的配制与标定	121	三、福尔哈德法	139
二、高锰酸钾法应用实例	122	四、沉淀滴定法中的标准溶液的配制	139
课堂活动三:重铬酸钾法	123	五、沉淀滴定法应用实例	140
一、重铬酸钾溶液的配制和标定	123	技能训练	141
二、重铬酸钾法应用实例	124	项目小结	143
课堂活动四:碘量法	125	思考与练习	144
一、碘量法分类	125	项目八 称量分析法	146
二、碘和硫代硫酸钠标准溶液的配制和 标定	125	课堂活动:称量分析	146
三、碘量法的应用实例	127	一、称量分析法的分类	146
阅读材料 淀粉的用途	128	二、称量分析法对沉淀的要求及 沉淀的选择	146
技能训练	128	三、影响沉淀溶解度的因素	147
项目小结	131	四、影响沉淀纯度的因素及提高沉 淀纯度的措施	148
思考与练习	132	五、进行沉淀的条件和方法	148
项目七 沉淀滴定法	134	六、称量分析计算	150
课堂活动一:沉淀反应和溶度积	134	七、称量分析中沉淀法的基本操作	150
一、沉淀反应和溶度积	134	技能训练	153
二、溶度积的应用	135	项目小结	156
课堂活动二:沉淀滴定法	137	思考与练习	157
一、沉淀滴定法概述	137		

仪器分析篇

项目一 分光光度法	161	一、电化学分析的基本知识	177
课堂活动:分光光度法及其应用	161	二、直接电位法	179
一、分光光度法概述	161	三、电位滴定法	180
二、分光光度计工作过程描述	162	阅读材料 科学家能斯特	182
三、分光光度计正确使用和维护 注意事项	167	技能训练	182
四、分光光度计的用途	167	知识拓展	187
阅读材料 溶液为什么会显示颜色呢? ..	169	项目小结	189
技能训练	170	思考与练习	191
知识拓展	173	项目三 气相色谱法	192
项目小结	174	课堂活动:气相色谱法及其应用	192
思考与练习	175	一、气相色谱法概述	192
项目二 电化学分析法	177	二、气相色谱仪的基本组成	192
课堂活动:电化学分析法	177	三、气相色谱法的基本知识	195
		四、气相色谱仪的使用流程	200
		五、气相色谱仪的用途	200

IV 目 录

阅读材料 色谱法发展简史	201	项目小结	207
技能训练	202	思考与练习	207
知识拓展	206		

附 录

附录 1 常用标准溶液的制备方法	209
附录 2 常用酸碱的相对密度和浓度	211
附录 3 弱酸、弱碱在水中的解离常数	212
附录 4 标准电极电位 (18 ~ 25℃)	214
附录 5 难溶化合物的溶度积 (18 ~ 25℃)	219
附录 6 常见化合物的相对分子质量	222
参考文献	225

基础知识篇

化学实验室是化学检验人员工作和活动的场所。为了能够更好地完成本职工作,掌握实验室安全技术、了解实验过程中误差的主要来源及减少误差的方法、能够对实验室进行合理的管理,是安全实验、获取准确数据的有力保证。

项目一 国家职业资格证书制度与化学检验工



项目描述

同学们,当你打开这本书的时候,你也许首先要问:化学检验工的工作内容是什么?如何取得职业资格证书?考试是如何组织的?要想详细地了解这些内容,就需要认真地阅读以下知识。

课堂活动:国家职业资格证书制度与化学检验工



活动要求:

使同学们对于化学检验工这一技能工种有一个简单的认识,明确化学检验工考核的内容及考核方法,从而在备考的过程中做到有的放矢。

一、国家职业资格证书制度

1. 国家职业资格证书制度

根据我国《劳动法》和《职业教育法》的有关规定,对从事技术复杂、通用性广、涉及国家财产和人民生命安全及消费者利益的劳动者,必须经过培训并取得相应的职业资格证书,方可就业上岗。

2000年3月,劳动和社会保障部制定并颁布了《招用技术工种从业人员规定》,要求用人单位招用技术从业人员,必须从取得相应职业资格证书的人员中录用。目前确定了90个必须持职业资格证书就业的职业。如果用人单位违反规定要求,政府将给予警告,责令用人单位限期对有关人员进行培训,取得职业资格证书再上岗,并给予相应处罚。

2. 国家职业技能鉴定

按照国家规定的职业标准,通过国家授权的考核、鉴定机构,对劳动者的专业知识和技能水平进行客观公正、科学规范的评价与认证。

职业技能鉴定机构为:各级政府授权的职业技能鉴定中心,由人力资源和社会保障部管理;直接或委托其他相关政府机构实施职业技能鉴定。

二、化学检验工简介

1. 化学检验工的定义

以抽样检查的方式,使用化学分析仪器和理化仪器等设备,对试剂、溶剂、日用化工品、化学肥料、化学农药、涂料、染料、颜料、煤炭焦化、水泥和气体等化工产品的成品、半成品、原材料及中间过程进行检验、检测、化验、监测和分析的人员,称为化学检验工。

2. 职业等级

本职业共设五个等级,分别为:初级(国家职业资格五级)、中级(国家职业资格四级)、高级(国家职业资格三级)、技师(国家职业资格二级)、高级技师(国家职业资格一级)。

3. 考核方式

考核方式分为理论知识考核和技能操作考核。理论知识考核采用闭卷笔试方式,技能操作考核采用现场实际操作方式,理论知识考核和技能操作考核均实行百分制,成绩皆达60分以上者为合格,成绩皆达到85分以上者为良好,成绩皆达到95分以上者为优秀。技师、高级技师鉴定还需进行综合评审。

理论知识考核时间为90~120 min,技能操作考核时间为90~240 min。

4. 化学检验工职业资格证书

考核合格后颁发化学检验工职业资格证书。

5. 化学检验工(中级)的考试大纲

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一 样品交接	检验项目介绍	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能提出样品检验的合理化建议 2. 能解答样品交接中提出的一般问题 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检验产品和项目的计量认证和审查认可(或验收)的一般知识 2. 各检验专业一般知识
二 检验准备	(一) 明确检验方案	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能读懂较复杂的化学分析和物理性能检测的方法、标准和操作规范 2. 能读懂较复杂的检(试)验装置示意图 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 化学分析和物理性能检测的原理 2. 分析操作的一般程序 3. 测定结果的计算方法和依据
	(二) 准备实验用水、溶液	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能正确选择化学分析、仪器分析及标准溶液配制所需实验用水的规格;能正确贮存实验用水 2. 能根据不同分析检验需要选用各种试剂和标准物质 3. 能按标准和规范配制各种化学分析用溶液;能正确配制和标定标准滴定溶液;能正确配制标准杂质溶液、标准比对溶液(包括标准比色溶液、标准比浊溶液);能准确配制pH标准缓冲液 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 实验室用水规格及贮存方法 2. 各类化学试剂的特点及用途;常用标准物质的特点及用途 3. 标准滴定溶液的制备方法;标准杂质溶液、标准比对溶液的制备方法
	(三) 检验实验用水	能按标准或规范要求检验实验用水的质量,包括电导率、pH范围、可氧化物、吸光度、蒸发残渣等	实验室用水规格及检验方法

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
二 检验准备	(四) 准备仪器设备	1. 能按有关规程对玻璃量器进行容量校正 2. 能根据检验需要正确选用紫外-可见分光光度计;能按有关规程检验分光光度计的性能,包括波长准确度、光电流稳定度、透射比正确度、杂散光、吸收池配套性等 3. 能正确选用常见专用仪器设备 A. 阿贝折光仪、旋光仪、卡尔·费歇尔水分测定仪、闭口杯闪点测定仪、沸程测定仪 B. 冷原子吸收测汞仪、白度测定仪 C. 颗粒强度测定仪 D. 卡尔·费歇尔水分测定仪 E. 白度测定仪、附着力测定仪、光泽计、摆杆式硬度计、冲击试验器、柔韧性测定器 F. 转鼓、库仑测硫仪、恩氏黏度计 G. 抗折(压)试验机、恒温恒湿标准养护箱、水泥胶砂搅拌机、胶砂水泥振动台、手动脱膜器	1. 玻璃量器的校正方法 2. 分光光度计的检验方法 3. 各检验类别常见专用仪器的工作原理、结构和用途
三 采样	(一) 制订采样方案 (二) 实施采样	能按照产品标准和采样要求制订合理的采样方案,对采样的方法进行可行性实验 能对一些采样难度较大的产品(不均匀物料、易挥发物质、危险品等)进行采样	化工产品采样知识
四 检测与测定	(一) 分离富集、分解样品	能按标准或规格要求,用液-液萃取、薄层(或柱)色谱、减压浓缩等方法分离富集样品中的待测组分,或用规定的方法(如溶解、熔融、灰化、消化等)分解样品	化学检验中的分离和富集、分解样品知识
	(二) 化学分析	能用沉淀滴定法、氧化还原滴定法、目视比色(或比浊)法、薄层色谱法测定化工产品的组分 A. 能测定化学试剂中的硫酸盐、磷酸盐、氯化物,以及澄清度、重金属、色度 B. 能测定肥皂中的干皂含量和氯化物、洗涤剂中的4A沸石含量 C. 能测定化肥中的氮、磷、钾含量 D. 能测定农药的有效成分(用化学分析法或薄层色谱法,如氧化乐果) E. 能测定“环境标志产品”水性涂料的游离甲醛、重金属含量 F. 能测定煤焦油中的甲苯不溶物 G. 能测定水泥中的三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙	1. 沉淀滴定、氧化还原滴定、目视比色、薄层色谱分析的方法 2. 相关国家标准中各检验项目的相应要求

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
四 检测与测定	(三) 仪器分析	<p>能用电位滴定法、分光光度法等仪器分析法测定化工产品的组分</p> <p>A. 能用卡尔·费歇尔法测定化学试剂中的水分</p> <p>B. 能用冷原子吸收法测定化妆品中的汞;能用分光光度法测定化妆品中的砷和洗涤剂中的各种磷酸盐</p> <p>C. 能用电位滴定法测定过磷酸钙中的游离酸;能用卡尔·费歇尔法测定化肥的水分;能用分光光度法测定尿素中的缩二脲含量</p> <p>D. 能用电位滴定法和紫外-可见分光光度法测定农药的有效成分;能用卡尔·费歇尔法测定农药中的水分</p> <p>E. 能用库仑滴定法测定煤炭中的硫含量;能用分光光度法测定硫酸铵中的铁含量</p> <p>F. 能用分光光度法测定可溶性二氧化硅含量</p>	<p>1. 电位滴定法、分光光度法有关知识</p> <p>2. 相关国家标准中各检验项目的相应要求</p>
	(四) 检测物理参数和性能	<p>能检测化工产品的物理参数和性能</p> <p>A. 能测定化学试剂的折射率、比旋光度;能测定溶剂的闪点和沸程</p> <p>B. 能测定洗涤剂的去污力</p> <p>C. 能测定化肥的颗粒平均抗压强度</p> <p>D. 能测定农药乳油的稳定性</p> <p>E. 能测定涂料的闪点和涂膜的光泽、硬度、附着力、柔韧性、耐冲击性、耐热性;能测定染料的颜色和强度;能用仪器分析法测定白度</p> <p>F. 能测定焦炭的机械强度和焦化产品的馏程、黏度</p> <p>G. 能用抗折(压)强度试验机测定水泥的胶砂强度</p>	<p>相关国家标准中各检验项目的相应要求</p>
	(五) 进行对照试验	<p>1. 能将标准样品(或管理样品、人工合成样品)与被测样品进行对照试验</p> <p>2. 能按其他标准分析方法(如仲裁法)与所用检验方法做对照试验</p>	<p>消除系统误差的方法</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
五 测后工作	(一) 进行数据处理	1. 能由对照试验结果计算出校正系数,并据此校正系数测算误差,消除系统误差 2. 能正确处理检验结果中出现的可疑值。当查不出可疑值出现的原因时,能采用 Q 值检验法和格鲁布斯检验法判断可疑数值的取舍	数据处理知识
	(二) 校核原始记录	能校核其他检验人员的检验原始记录,验证其检验方法是否正确,数据运算是否正确	对原始记录的要求
	(三) 填写检验报告	能正确填写检验报告,做到内容完整、表述准确、字迹(或打印)清晰、判定无误	对检验报告的要求
	(四) 分析检验误差的产生原因	能分析一般检验误差产生的原因	检验误差产生的一般原因
六 修验仪器设备	排除仪器设备故障	能够排除所用仪器设备的简单故障	常用仪器设备的工作原理、结构和常见故障及其排除方法
七 安全实验	安全事故的处理	能对突发的安全事故果断采取适当措施,进行人员急救和事故处理	意外事故的处理方法和急救知识

注:该表中所列内容供教师在选择培训内容时参考。

项目二 标准化计量基础



项目描述

在国际贸易日益频繁的今天,不同国家、不同地区商品的交流已经十分普遍。由于技术水平、民族习惯、地域条件的差异,人们对商品的质量要求不同。因此,在国际市场上如何规范产品的质量,使供需双方有一个共同的依据,是一件非常重要的事情。标准的出现有效地解决了这一问题,生产者、贸易双方都有了共同遵循的尺度,大家都必须执行统一的标准。

课堂活动:标准化计量基础



活动要求:

理解标准和标准化的概念,了解我国标准的分级。能够深刻理解标准存在的重要意义,以及我们在化学检验过程中应如何正确地运用标准来完成工作。

一、标准和标准化的概念

1. 标准

为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件,称为标准。该文件经协商一致制定,并经相关公认机构批准。

2. 标准化

标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中,对重复性事物和概念通过制定、发布和实施标准,达到统一,以获得最佳秩序和社会效益的活动。

二、标准化的作用

1. 标准化是生产社会化和实现现代化的重要技术基础

随着生产规模的扩大,科学技术的发展,专业化分工越来越细,生产协作越来越广,生产的社会化程度越来越高,要求产品各零部件、工程和服务各环节在技术和要求上实现高度的统一和协调,要求管理有序和高效,信息传递丰富而高速。搞好标准化,便可以统一技术参数、统一要求、统一规范、统一程序,为社会化大生产的统一协调,为科学管理、信息传递提供技术保证。

2. 标准化是提高质量,保护人体健康,保障人身、财产安全,维护消费者合法权益的重要手段

各类标准对产品、工程、服务的主要质量性能和要求作出了明确规定,为衡量质量好坏提供了技术依据。对于涉及人体健康、人身财产安全的强制性技术要求,我国标准规定为强制性标准,要求强制执行,对于不符合强制性标准要求的,禁止生产、进出口和销售。因此,标准化保障了国家和人民的权益。

3. 标准化是发展市场经济,促进贸易交流的技术纽带