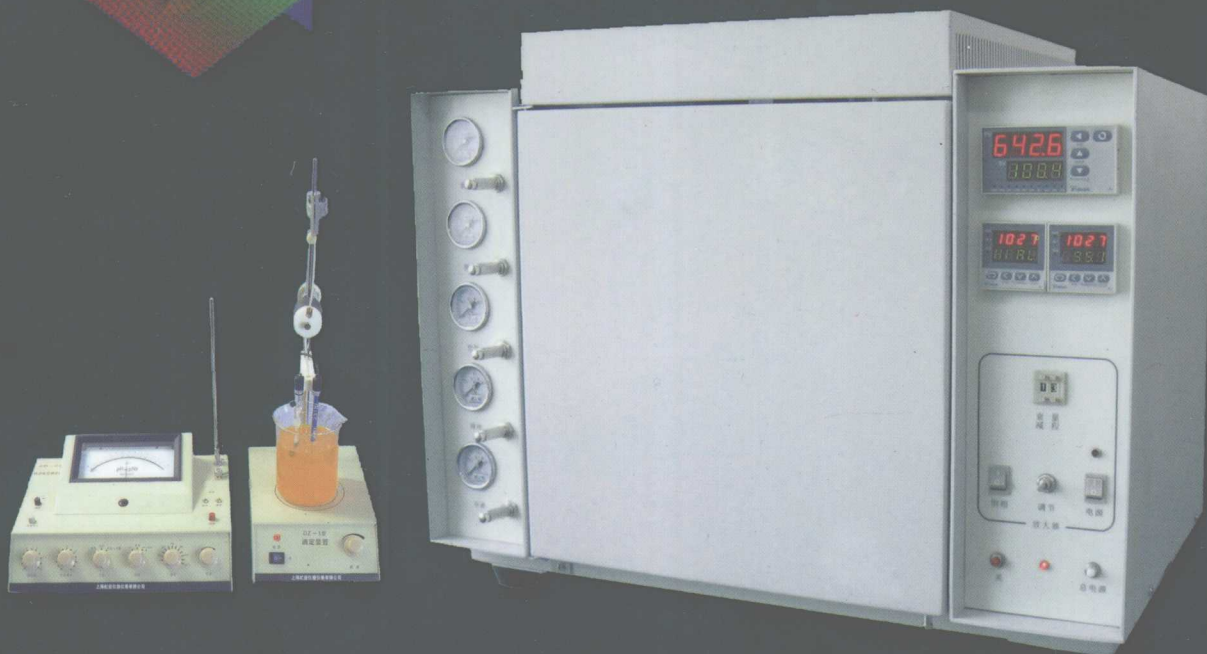
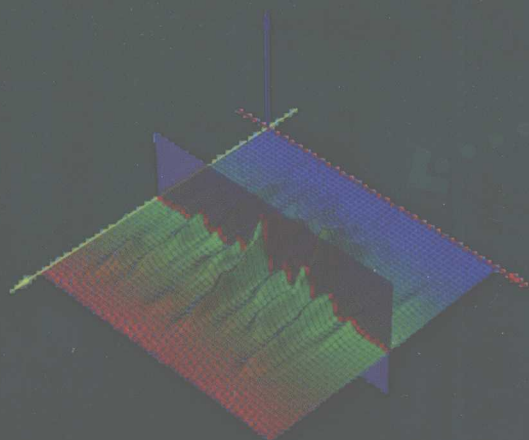


现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

化工分析与实验技术

孙东林 陈美菊 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

化工分析与实验技术

孙东林 陈美菊 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校工作过程系统化核心教程（化工专业）之一，是根据化工专业的技能要求，结合相关职业技能鉴定标准编写而成。

本书内容包括基本化学实验、有机合成实验、有机单元反应及操作、化学分析、仪器分析和物理常数的测定六个模块。

本书主要供中等职业学校化工类相关专业教学使用，也可作为化工行业相关工种的职业技能培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

化工分析与实验技术/孙东林，陈美菊主编．—北京：
高等教育出版社，2008.5

ISBN 978-7-04-024654-4

I. 化… II. ①孙…②陈… III. 化学工业—分析方法—实验—专业学校—教材 IV. TQ014-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 066589 号

策划编辑 李新宇 责任编辑 董淑静 封面设计 张楠 责任绘图 杜晓丹
版式设计 张岚 责任校对 刘莉 责任印制 韩刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	850×1168 1/16	版 次	2008 年 5 月第 1 版
印 张	16	印 次	2008 年 5 月第 1 次印刷
字 数	390 000	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 24654-00

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书
工作过程系统化核心教程

编写指导委员会

名誉主任 徐剑波

主 任 李振江

副 主 任

王洪立 王 铨 刘振海 李一鸥 牛旭光

迟本理 蔡希岗 孙焕利 周厚斌

成 员

于万成 石俊寿 代明尧 刘庆才 李克华 邢大伟 陈玉水 张友波 陆仁发

陆威崑 段永田 贺刚林 武光亮 梁显宗 于德水 邱卫东 叶忠先 苗进国

尹洪旺 夏秀陶 刘常青 刘宗毅 黄 松

出版说明

职业教育集团化办学和推行工学结合、顶岗实习是我国职业教育发展过程中大力推进体制、机制创新,增强职业教育发展的生机与活力,推动中等职业教育又好又快发展的必然选择,是贯彻职业教育与生产劳动和社会实践相结合原则的生动体现和重大创举。

职业教育的集团化运作、职业教育公共实训基地的建立与运行,工学结合、顶岗实习的推行使得职业教育教学模式、教学方法等都必须进行相应的改革,教材建设作为这种改革的重要载体和支撑,其作用尤为重要。高等教育出版社以打造精品教学资源,引领教学改革潮流为己任,与青岛市现代制造业职业教育集团合作,组织来自企业、教育管理部门和学校的现代制造业相关专业领域的专家和教师深入企业、学校、实训基地,在广泛调研的基础上编写了“现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书”系列教材,该系列教材力求突出以下特色。

第一,该系列教材立足现代制造业职业教育集团公共实训基地的硬件环境,充分满足工学结合、顶岗实习职业教育机制体制创新条件下对教材的需求,突出教材的实用性和针对性。

第二,该系列教材在“学中做,做中学”的教学原则下,按照“工作过程系统化”的活动课程模式,采用“模块—项目—任务”结构形式构建教材内容,结合不同课程教学内容的具体特点组织编写。

第三,该系列教材以最新的国家技术标准和相关国家职业标准及有关行业技能鉴定规范为编写的重要依据,融入了新知识、新技术、新工艺和新方法,贯彻了以就业为导向,以突出就业岗位能力培养为主的职业教育思想。

第四,该系列教材在编写过程中,遵循学生掌握知识、技能的认知规律和教学规律,语言表述平实,图文并茂,通俗易懂,具有较强的可操作性,便于学生学习和教师组织教学。

为了做好教材编写工作,促进教材的推广使用,由青岛市现代制造业相关专业领域的优秀教育管理专家、教师、学者,组成了现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书编写指导委员会,指导教材的编写工作。伴随职业教育教学改革的不深化,本套教材在推广使用中,将根据反馈信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社

中等职业教育出版中心

2008年5月

序

过去的几年,我国职业教育工作全面推进,取得了明显成效,党中央、国务院高度重视职业教育工作。2002年和2005年,国务院先后召开两次全国职业教育工作会议,都做出了大力发展职业教育的决定,明确了我国职业教育改革和发展的指导思想、目标任务和政策措施。教育系统认真贯彻落实科学发展观,坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨,以就业为导向的发展方针,职业教育的规模迅速扩大,改革不断深入,质量不断提高,促进了教育结构的战略调整和教育持续协调健康发展,为社会主义现代化建设做出了重要贡献。

近几年来,青岛市职业教育工作认真贯彻落实党和国家的教育方针,坚持以服务为宗旨、以就业为导向,面向社会、面向市场办学,大力推行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式,积极开展职业教育集团化办学,不断深化教育教学改革,职业教育的质量有了显著提高。2005年7月,我们对21家企业和27所学校进行整合,组建了以山东省轻工工程学校为龙头的青岛市现代制造业教育集团。2005年8月,教育部周济部长视察青岛市现代制造业教育集团时,对教育集团校企合作、工学结合、东西部联合办学等办学模式给予充分肯定。

2007年10月,青岛市职业教育集团以其“政府统筹、名校主导”的鲜明特色作为重要案例写进了教育部课题《职业教育集团化办学的理论与实践研究》的相关研究报告之中。2006年作为政府当年市办10件大事之一,青岛市在中央财政支持下投资1.3亿元,在山东省轻工工程学校实训中心的基础上建成了青岛市现代制造业职业教育公共实训基地。职业教育集团化办学和职业教育公共实训基地建设实现了教育资源的整合和共享,同时也对职业教育体制和机制创新提出了新要求。在职业教育集团和职业教育公共实训基地这样的平台上运作职业教育,硬件基础具备之后,与之相适应的教学模式、课程建设等软件的配套,是一个必须解决的问题。

山东省轻工工程学校为此做了大量的研究和实践,取得了很多可喜的成果,其中之一就是这套现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书。他们与高等教育出版社合作,邀请行业内许多知名专家、技术人员和相关专业教学专家、教育管理者,深入企业、学校进行了大量的调查研究,确定了教材的“模块—项目”结构框架。教材采用大量来自生产现场的工作任务作为承载教学内容载体的学习项目,完成这些学习项目的工作过程,将引领学生掌握操作技能、理解理论知识、积累工作经验和培养职业道德等等。这套教材的推广使用,必将为职业教育改革创新提供强有力的支持,为青岛市制造业发展和山东半岛制造业基地建设培养更多高素质劳动者做出更大贡献。

徐剑波

2008年4月

前言

本书是中等职业学校工作过程系统化核心教程（化工专业）之一。本书是根据社会需求和中职学生特点，按照化工专业的知识目标和技能要求，结合《化工行业常见技术工种操作规范与国家职业技能鉴定标准》编写而成。

本书以科学发展观为指导，以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位，以岗位需要和职业标准为依据，力争体现职业和职业教育的发展趋势，满足学生未来职业发展和适应社会经济发展的要求。

本书的主要特色有：

(1) 根据化工专业职业能力需要，教材内容划分为六个模块，每个模块又由若干项目组成，教学过程通过各个项目的实施来完成。

(2) 模块内容注意保证专业技能的系统性，根据知识目标和技能要求来设计训练项目，强调学生动手能力的培养。

(3) 突出实践教学的主体地位，用工作任务引领理论，不再强调理论知识的系统性。教材中只列出每个项目所需的“相关知识”，真正体现理论知识以“必需、够用”为度。

(4) 每个项目按工序列出了详尽的操作步骤，并做了要点提示，可操作性强。

(5) 学训一体，每个项目是一种任务式的教学内容，实训卡片中的“数据记录”栏，由学生在实训时填写。

(6) 插图以实物图为主，图文并茂。

(7) 教学内容同时注意培养学生的职业理念、安全意识和合作、交流、协调能力。

本书主要供中等职业学校化工类相关专业教学使用，也可作为化工行业相关工种的职业技能培训教材。

使用本书的建议：

(1) 由具备很强动手能力的双师型教师任教。教学中宜采用练讲结合的教学方法，由学生按照操作步骤完成项目操作，达到规定的目标，需要的相关理论知识随讲随练。

(2) 提倡在专业教室上课，采用现场式、小班化教学，理论与实践教学一体化。

(3) 理论与实践课程的比例约为1:2，应尽量留出更多时间让学生操作。

(4) 各学校可根据专业具体要求以及教学和培训条件，选择相应模块和项目进行教学。

学时分配建议如下：

序 号	教 学 内 容	学 时 数
1	模块一 基础化学实验	22
2	模块二 有机合成实验	22
3	模块三 有机单元反应及操作	48

续表

序 号	教 学 内 容	学 时 数
4	模块四 化学分析	56
5	模块五 仪器分析	24
6	模块六 物理常数的测定	14
合 计		186

本书编写人员（按姓氏笔画）：王艳、代素红、冯天华、朱建民、孙东林、任淑珍、陈美菊、张洪刚、董文静、管来霞。其中孙东林、陈美菊担任主编，负责统稿工作。

李祥新审阅了本书，为本书的改进提出了宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，缺点和错误之处在所难免，敬请使用本书的教师及广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

模块一 基础化学实验

项目一 常用玻璃仪器使用、洗涤及干燥	3	项目四 硫酸铜的提纯	11
项目二 液体及固体化学试剂的取用和称量	6	项目五 溶液的配制	14
项目三 固体样品熔融、液体样品浓缩与蒸发	8	项目六 溶液 pH 的测定	17
		项目七 玻璃仪器的制作	20

模块二 有机合成实验

项目一 有机化学实验中常用玻璃仪器的认识	27	项目五 丙酮的分馏提纯	41
项目二 有机化学实验的加热和冷却	32	项目六 重结晶及过滤操作	44
项目三 有机反应常用装置的装拆	35	项目七 用乙酸乙酯从苯酚水溶液中萃取苯酚	47
项目四 乙醇的蒸馏提纯	38	项目八 从茶叶中提取咖啡因	50

模块三 有机单元反应及操作

项目一 正溴丁烷的制备 (卤化)	55	(氧化)	66
项目二 对甲苯磺酸钠的制备 (磺化)	59	项目五 苯胺的制备 (还原)	70
项目三 乙酸乙酯的制备 (酯化)	62	项目六 阿司匹林的制备 (酰化)	73
项目四 对硝基苯甲酸的制备 (缩合)	77	项目七 水溶性酚醛树脂胶的制备	

模块四 化学分析

项目一 分析天平的使用	83	项目九 食醋总酸度的测定	122
项目二 天平称量练习	87	项目十 混合碱的测定	127
项目三 容量器皿的洗涤	90	项目十一 高锰酸钾标准溶液的标定	131
项目四 滴定管的使用	97	项目十二 过氧化氢含量的测定	136
项目五 移液管和容量瓶的使用	102	项目十三 胆矾中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 含量的测定	139
项目六 酸碱滴定终点练习	107	项目十四 EDTA 标准溶液的标定	145
项目七 酸标准溶液的配制与标定	113		
项目八 碱标准溶液的配制与标定	117		

项目十五	工业用水总硬度的测定 ...	149
项目十六	海水中钙、镁离子含量的 测定	153
项目十七	铅、铋混合溶液中铅和铋的 连续测定	157
项目十八	硝酸银标准溶液的标定 ...	159

项目十九	原盐中氯离子含量的 测定	165
项目二十	重量分析的基本操作	167
项目二十一	洗涤盐中硫酸根离子含量的 测定	172

模块五	仪器分析	177
项目一	老卤中铁离子含量的测定 ...	179
项目二	水中微量 Cr (VI) 和 Mn (VII) 的同时测定	187
项目三	酸度计的使用和溶液 pH 的 测定	190
项目四	电位滴定法测定醋酸的浓度 及解离常数	198
项目五	混合样品中苯和甲苯含量的 测定	204

模块六	物理常数的测定	215
项目一	熔点的测定	217
项目二	沸点的测定	222
项目三	测定液体密度	226
项目四	用韦氏天平测定密度	229
项目五	用旋转式黏度计测定黏度 ...	232
项目六	比旋光度的测定	238
项目七	折射率的测定	242

参考文献	245
-------------	------------

基础化学实验

模块一

项目一 常用玻璃仪器使用、洗涤及干燥



【项目目标】

知识目标：

掌握洗涤液的成分、仪器洗净的标志、有机溶剂的选择。

技能目标：

正确操作玻璃仪器，掌握其洗涤和干燥操作。

职业目标：

养成仔细观察事物、做事认真的习惯。

情感目标：

培养学生的动手能力，激发学生的学习兴趣。

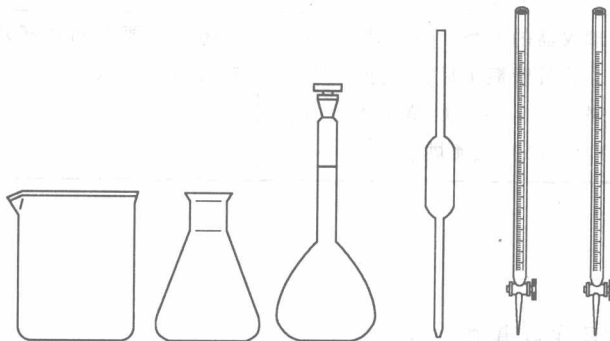


图 1-1 常用的玻璃仪器



【实训卡片】

化学实验 实训卡片	实训班级	实训场地	学时	指导教师
			2	
实训项目	常用玻璃仪器使用、洗涤及干燥			
实训任务	认识玻璃仪器（图 1-1），学习其使用方法并洗刷、干燥			
所用仪器	玻璃仪器、毛刷			
所用试剂	蒸馏水、洗涤剂、盐酸、铬酸洗液			

续表

序号	工序	操作步骤	要点提示	数据记录
1	认识常用的玻璃仪器	对照仪器,说明各种玻璃仪器的名称和用途:试管、烧杯、容量瓶、量筒、蒸发皿、坩埚、漏斗	容量瓶、量筒为容量仪器,注意其洗刷和使用规则	
		以蒸馏水为试剂分别练习试管、烧杯、容量瓶、量筒、蒸发皿的使用方法		
		在坩埚内加少量碳酸钙粉,加少量水调到糊状,用酒精灯加热将水分蒸干		
2	洗涤玻璃仪器	用清水洗玻璃仪器:用毛刷刷洗。用毛刷刷玻璃仪器时不要太用力	玻璃仪器洗净的标志:干净的玻璃仪器水均匀分布,内壁无水珠悬挂	
		用洗涤液洗涤玻璃仪器:用洗涤剂、盐酸或铬酸洗液洗玻璃仪器(具体洗涤方法见模块四中的项目三)	洗涤玻璃仪器应注意:盛有反应物的仪器要先倒掉反应物再洗,热的玻璃仪器应先冷至室温	
		玻璃仪器的干燥:(1)晾干;(2)烤干:将外壁擦干后,用小火烤干;(3)吹干;(4)烘箱烘干(控温105℃);(5)气流烘干	烤干时要不断地摇动使其受热均匀	



【相关知识】

各玻璃仪器的用途及注意事项:

序号	名称	用 途	注意事项
1	试管	用于少量试剂的反应	
2	烧杯	用于较多量试剂的反应,临时存放液体试剂	加热时应放在石棉网上,使其受热均匀
3	锥形瓶	加热处理样品和容量分析滴定	加热要求同上。磨口锥形瓶加热时要打开瓶塞
4	容量瓶	定量配制溶液	不能加热,不能作反应器,不能直接溶解物质,使用时选择合适的规格
5	量筒	用来粗略量取液体的体积	不能盛热的溶液,不能加热

续表

序号	名称	用 途	注意事项
6	蒸发皿	直接加热试剂	
7	坩埚	直接加热试剂	热的坩埚不能用手拿, 以免烫伤
8	漏斗	过滤	不能加热



【练习与扩展】

反复练习上述八种仪器的使用方法。

项目二 液体及固体化学试剂的取用和称量



【项目目标】

知识目标：

掌握化学试剂取用时的注意事项。

技能目标：

熟练使用托盘天平，准确称取固体化学试剂，正确使用量具，准确量取液体化学试剂。

职业目标：

养成按规范操作、做事认真的习惯。

情感目标：

激发学生的学习兴趣。

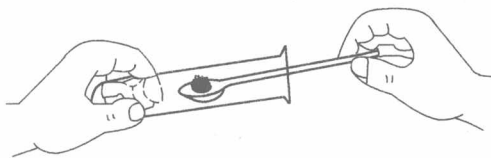


图 1-2 固体化学试剂的取用

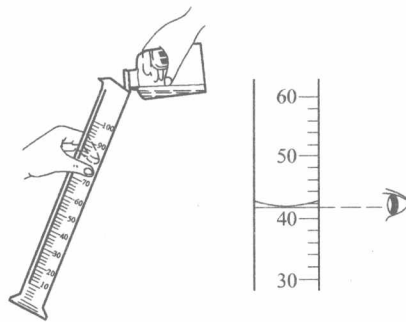


图 1-3 液体化学试剂的量取



【实训卡片】

化学实验 实训卡片	实训班级	实训场地	学时	指导教师
			2	
实训项目	液体及固体化学试剂的取用和称量			
实训任务	练习液体及固体化学试剂的取用和称量			
所用仪器	托盘天平、量筒、试管、药匙、烧杯、表面皿、试管、试剂瓶、滴管			
所用试剂	蒸馏水、固体 NaCl			

序号	工序	操作步骤	要点提示	数据记录
1	用托盘天平称固体物质的质量	用托盘天平称烧杯的质量：托盘天平使用前应先调零，左盘放被称量物，右盘放砝码。反复练习	使用托盘天平时应注意：干燥的固体化学试剂应放在纸上称量；易潮解、有腐蚀性的化学试剂应放在玻璃器皿上称量；不能称量热的物品	
		用托盘天平称表面皿的质量。方法同上	被称量物及砝码应尽量放到称盘的中心位置	
2	取用固体化学试剂	用药匙或纸槽将固体 NaCl 粉末送入平卧的试管。取块状固体化学试剂，应将试管倾斜，使固体沿着管壁慢慢滑下。如图 1-2 所示	取用固体化学试剂时，必须用洁净、干燥的药匙	
3	从细口瓶中取用液体化学试剂	从试剂瓶将蒸馏水缓缓倒入烧杯；瓶塞倒放在桌面上，试剂瓶的标签面向手心。如图 1-3 所示	取用试剂后应立即盖紧原瓶盖，过量试剂不能倒回原瓶	
4	从滴瓶中取用液体化学试剂	滴管不能伸进试管、不能倒置、不能放在桌面上	从滴瓶中取用液体化学试剂时，滴管不能伸进试管、不能倒置、不能放在桌面上	
5	定量取用液体	读取液体体积时，视线应与量筒内液体的凹液面最低处保持水平	眼睛要保持平视	



【相关知识】

托盘天平是实验室粗称固体化学试剂和物品不可缺少的称量仪器，其最大称取量（最小称量）为 1 000 g (1 g)，500 g (0.5 g)，200 g (0.2 g)，100 g (0.1 g)。



【练习与扩展】

估量取用试剂的量，液体用水练习。练习 1 mL，2 mL，3 mL，5 mL 相当于多少滴，1 吸管相当于多少滴，1 吸管相当于多少毫升，做 3~4 遍，取平均值。