

CBE
工业分析专业 **CBE** 教程

工业分析专业 CBE 教程编委会组织编写

有机化合物及其鉴别

◎ 谢惠波 主编

化学工业出版社
教材出版中心



工业分析专业 CBE 教程

有机化合物及其鉴别

工业分析专业 CBE 教程编委会组织编写

谢惠波 主编

化学工业出版社
教材出版中心
·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工业分析专业CBE教程/工业分析专业CBE教程
编委会组织编写. —北京: 化学工业出版社, 2000
ISBN 7-5025-2698-6

I. 工… II. 编… III. 工业分析-专业-CBE-教材
IV. 0621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 63846 号

工业分析专业 CBE 教程

有机化合物及其鉴别

工业分析专业 CBE 教程编委会组织编写

谢惠波 主编

责任编辑: 王文峡 陈有华

责任校对: 凌亚男

封面设计: 田彦文

*

化学工业出版社 出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×960 毫米 1/16 印张 20½ 字数 353 千字

2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-2698-6/G·712

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

无论是中职的学生还是高职的学生,无论是在校学习还是在岗培训,无论是初入工业分析专业领域还是已有多年的工作经验。只要具有中学的文化基础,又立志于在工业分析专业领域发展,这套教材及其配套的多媒体学习包,将有助于了解分析学科领域,熟悉工业分析专业,乃至掌握工业分析技术。

工业分析专业是中职和正在迅速发展的高职的主干专业之一,其涉及的工业分析技术在国民经济建设中具有特殊的地位和作用,素有工农业生产的“眼睛”、科学研究的“参谋”和环境保护的“卫士”之称。作为一种检测工作,其行业覆盖面宽,应用领域十分广泛。特别是在今天,知识经济已初现端倪,信息技术创导的分析测试仪器快速换代,分析方法和技术日新月异,培养掌握这些技术的人才,用传统的方法已不适时宜。

自1996年7月起,在全国化工中专教学指导委员会的领导下,经过对国际劳工组织创导的MES模式、德国的DYS(双元制)模式以及加拿大的CBE模式的比较分析,结合工业分析专业的特点,最终选择了用CBE模式对工业分析专业的课程体系进行改革。在上海化工学校、常州化工学校、徐州化工学校和新疆化工学校试点的基础上,逐步推向19所化工中专学校。1998年由全国化工中专教学指导委员会正式审定了《工业分析专业CBE模式教学文件》,同时确定了六门专业课程的教学大纲和相应六本教材的编审工作。其中包括《化学分析基本操作》、《无机物化学分析》、《有机化合物及其鉴别》、《工业分析技术》、《仪器分析技术》、《分析仪器维护》。与上述六本教材配套的多媒体学习包,其开发工作也予以部署,将在2000年内完成。

在这套教材的编写过程中,作者学习了CBE模式的指导思想,借鉴了加拿大职业技术培训教材的编写特色,在教学内容的安排上,力求三个基本统一,即

- (1) 系统阐述教学内容和专项能力模块化的统一;
- (2) 强化基础训练与引入近代技术的统一;
- (3) 照顾课堂教学与适应自定进度学习的统一。

在学习方法的引导上,力求传授知识、训练技能和端正态度的综合。以学习指南引路,以基础知识为铺垫,以技能训练为重点,通过阅读理解、练习测试、动手实践、自我评估等,养成良好的职业素质。教材的章节过渡引

用了美国教育心理学家布卢姆 (S. Bloom) 的思想, 即只有在掌握前述内容的前提下方可继续学习, 以便保障综合职业能力的形成。因此, 这套教材不仅适用于全日制学历教育, 也适用于各类培训和自学。

经过两年的辛勤工作, 这套教材终于和大家见面了。尽管编者想以此作为新世纪的礼物奉献给大家, 但 CBE 模式在工业分析专业中的应用毕竟是新生事物, 尚有许多不足之处, 恳请各位读者和教育同仁提出宝贵意见, 以便不断完善, 使其真正成为新世纪的硕果。

邬宪伟

1999 年 9 月 15 日

前 言

本教材是工业分析专业 CBE 系列教材之一。它是根据全国化工中专教学指导委员会审定的“工业分析专业 CBE 模式与教学计划”所规定的“有机化合物及其鉴别”课程内容编写的。

由于 CBE 教学模式与传统的教学模式有很大的区别,而本教材又是专门为工业分析专业而编写的,因此与传统的有机化学教材相比有以下特点。

1. 工业分析专业的学生学习有机化合物知识,其目的是为了很好地运用有关知识,为工业分析技术服务。因此在教材内容的安排上突出了这一思想,对有机化合物的认识、命名、物理性质、化学性质、安全知识及用途作了重点介绍。

2. 有机化合物的鉴别方法及其分离和纯化技术对于工业分析专业的学生来讲是十分重要和必须掌握的基本技能,教材将这一部分内容编写进来。

3. 教材的编写模式与传统的教材相比增加了学习指南、短程训练、技能训练和考核表。这样的编写形式主要是适应 CBE 教学模式的特点,便于学生自学和教师的指导、帮助和咨询工作;通过模块的考核来检验学生的知识和技能是否达到了规定的要求,这一点与传统模式的考试方法有很大的区别。

4. 本教材没有设置固定的选修内容,编者认为教材中所介绍的内容都是工业分析专业需要学习和了解的。在使用时可根据教学要求因地制宜地对教学内容进行选择。

CBE 教学模式对教学内容的要求就是使之够用,略有储备,并将知识点定位在一个合理的范围内。在学习上要求学生注重两方面能力的培养,即获取知识的能力和技能能力的培养。它的教学思想与传统的教学思想是不一样的。本教材在编写过程中始终贯穿这一思想,但由于我们的认知水平有限,离 CBE 的教学思想还有很大的差距,因此教材肯定有许多不成熟或错误之处,我们诚恳地希望广大同仁给予批评指正。

本书由泸州化工学校谢惠波主编,负责编写第 1、2、3、4、11、12、13、14、15 章;上海化工学校翁宇静,负责编写第 5、6、7、8、9、10 章,全书由湖南化工学校柳明现主审。在全书的编写过程中,上海化工学校的邬宪伟、盛晓东,贵州化工学校的袁红兰,常州化工学校的黄一石、丁敬敏等提出了宝贵的意见,使我们受益非浅,在此向他们表示由衷的谢意。

目 录

1. 绪论	1
学习指南	1
1.1 有机化学的发展简史	1
1.2 本课程的任务	3
1.2.1 学习有机化合物的基本知识	3
1.2.2 学习有机化合物的分离和纯化技术	3
练习 1.1	3
1.3 有机化合物	4
1.3.1 有机化合物的含义	4
1.3.2 有机化合物的特性	4
1.3.3 有机化合物的结构	5
1.3.4 有机化合物的分类	8
1.3.5 有机化合物的研究方法	9
练习 1.2	10
1.4 有机化合物与工业分析	11
1.4.1 有机化合物与工业分析的关系	11
1.4.2 把握专业要求	12
考核表	12
2. 烷烃	14
学习指南	14
2.1 烷烃的同系列及同分异构	14
2.1.1 烷烃的通式和同系列	14
2.1.2 烷烃的同分异构	15
2.1.3 碳原子和氢原子的类型	16
练习 2.1	17
2.2 烷烃的命名	18
2.2.1 普通命名法	18
2.2.2 烷基的概念及其命名	18
2.2.3 系统命名法	19
练习 2.2	20

2.3 烷烃的性质	21
2.3.1 物理性质	21
2.3.2 化学性质	23
2.3.3 烷烃的鉴别	25
2.4 常见烷烃的用途和安全知识	26
考核表	27
3. 烯烃及其鉴别	28
学习指南	28
3.1 烯烃的构造、通式及同分异构	28
3.1.1 烯烃的构造和通式	28
3.1.2 烯烃的同分异构	29
练习 3.1	29
3.2 烯烃的命名	30
3.2.1 系统命名法	30
3.2.2 <i>Z-E</i> 命名法	31
练习 3.2	32
3.3 烯烃的性质	32
3.3.1 物理性质	32
3.3.2 化学性质	33
3.4 烯烃的鉴别	35
3.4.1 溴的四氯化碳试验	35
3.4.2 高锰酸钾试验	36
练习 3.3	36
3.5 二烯烃	37
3.5.1 二烯烃的分类	37
3.5.2 二烯烃的命名	37
3.5.3 1,3-丁二烯的性质	38
练习 3.4	39
3.6 常见烯烃的用途和安全知识	39
3.7 石油	40
3.7.1 石油的组成	40
3.7.2 石油的加工	40
3.7.3 石油化工	41
3.8 技能训练	41
技能训练 3.1 溴的四氯化碳试验	43

技能训练 3.2 高锰酸钾试验	44
考核表	45
4. 炔烃及其鉴别	47
学习指南	47
4.1 炔烃的构造、同分异构和命名	47
4.1.1 炔烃的构造	47
4.1.2 炔烃的同分异构	47
4.1.3 炔烃的命名	48
练习 4.1	48
4.2 炔烃的性质	48
4.2.1 物理性质	48
4.2.2 化学性质	49
4.3 炔烃的鉴别	51
4.3.1 炔化物的生成	51
4.3.2 加水试验	51
4.3.3 氧化反应	51
练习 4.2	51
4.4 常见炔烃的用途和安全知识	52
4.5 技能训练	52
技能训练 炔银试验	53
考核表	54
5. 脂环烃	55
学习指南	55
5.1 脂环烃的分类、命名和同分异构	55
5.1.1 脂环烃的分类	55
5.1.2 脂环烃的命名	56
5.1.3 环烷烃的同分异构	56
练习 5.1	57
5.2 环烷烃的性质	57
5.2.1 物理性质	57
5.2.2 化学性质	58
练习 5.2	59
5.3 常见环烷烃的用途和安全知识	59
考核表	60
6. 芳烃及其鉴别	61

学习指南	61
6.1 苯的构造及芳烃的分类	61
6.1.1 苯的构造	61
6.1.2 芳烃的分类	62
练习 6.1	63
6.2 单环芳烃的同分异构和命名	63
6.2.1 单环芳烃的同分异构	63
6.2.2 芳烃的命名	64
练习 6.2	65
6.3 单环芳烃的性质	65
6.3.1 物理性质	65
6.3.2 化学性质	66
6.4 芳香族化合物的鉴别	70
6.4.1 甲醛-浓硫酸试验	70
6.4.2 无水三氯化铝-三氯甲烷试验	70
练习 6.3	71
6.5 常见芳烃的用途和安全知识	71
6.6 技能训练	72
技能训练 6.1 甲醛-浓硫酸试验	73
技能训练 6.2 无水三氯化铝-三氯甲烷试验	73
考核表	74
7. 卤代烃	76
学习指南	76
7.1 卤代烃的分类、同分异构及命名	76
7.1.1 卤代烃的分类	76
7.1.2 卤代烃的同分异构	77
7.1.3 卤代烃的命名	77
练习 7.1	78
7.2 一卤代烷的性质	78
7.2.1 物理性质	78
7.2.2 化学性质	79
练习 7.2	82
7.3 常见卤代烃的用途和安全知识	82
考核表	84
8. 醇、酚、醚及其鉴别	85

学习指南	85
8.1 醇	85
8.1.1 醇的分类	85
8.1.2 醇的同分异构	86
8.1.3 醇的命名	86
练习 8.1	88
8.2 醇的性质	88
8.2.1 物理性质	88
8.2.2 化学性质	90
8.3 醇的鉴别	93
8.3.1 醇羟基的鉴别	93
8.3.2 伯、仲、叔醇的区别	94
练习 8.2	95
8.4 常见醇的用途和安全知识	96
8.5 技能训练	97
技能训练 8.1 硝酸铷试验	97
技能训练 8.2 钒-8-羟基喹啉试验	98
技能训练 8.3 乙酰氯试验	98
技能训练 8.4 卢卡斯 (Lucas) 试验	99
技能训练 8.5 高锰酸钾-2, 4-二硝基苯肼试验	100
练习 8.3	101
8.6 酚	101
8.6.1 酚的分类	101
8.6.2 酚的命名	102
练习 8.4	102
8.7 酚的性质	102
8.7.1 物理性质	102
8.7.2 化学性质	102
8.8 酚的鉴别	106
8.8.1 三氯化铁试验	106
8.8.2 溴水试验	106
8.8.3 4-氨基安替吡啉试验	106
练习 8.5	107
8.9 常见酚的用途和安全知识	107
8.10 技能训练	108

技能训练 8.6 溴水试验	108
技能训练 8.7 三氯化铁试验	109
技能训练 8.8 4-氨基安替吡啉试验	109
练习 8.6	110
8.11 醚	110
8.11.1 醚的分类	110
8.11.2 醚的命名	110
练习 8.7	111
8.12 醚的性质	111
8.12.1 物理性质	111
8.12.2 化学性质	112
练习 8.8	113
8.13 常见醚的用途和安全知识	113
考核表	115
9. 醛、酮及其鉴别	117
学习指南	117
9.1 醛、酮的分类、同分异构和命名	117
9.1.1 醛、酮的分类	117
9.1.2 醛、酮的同分异构	118
9.1.3 醛、酮的命名	118
练习 9.1	119
9.2 醛、酮的性质	120
9.2.1 物理性质	120
9.2.2 化学性质	120
9.3 醛、酮的鉴别	127
9.3.1 醛、酮的一般检验	127
9.3.2 醛的一般检验	128
9.3.3 脂肪醛与芳香醛的区别——费林试验	128
练习 9.2	128
9.4 常见醛、酮的用途和安全知识	129
9.5 技能训练	130
技能训练 9.1 2,4-二硝基苯肼试验	131
技能训练 9.2 次碘酸钠试验	131
技能训练 9.3 席夫试验	132
技能训练 9.4 土伦试验	133

技能训练 9.5 脂肪醛和芳香醛的区别——费林试验	133
练习 9.3	135
考核表	135
10. 羧酸及其衍生物	137
学习指南	137
10.1 羧酸的构造与分类	137
10.1.1 羧酸的构造	137
10.1.2 羧酸的分类	137
练习 10.1	137
10.2 羧酸的命名	138
10.2.1 普通命名法	138
10.2.2 系统命名法	138
10.2.3 俗名	139
练习 10.2	139
10.3 羧酸的性质	139
10.3.1 物理性质	139
10.3.2 化学性质	140
10.4 羧酸的鉴别	144
10.4.1 酸性甲基红试验	144
10.4.2 碘酸钾-碘化钾试验	144
练习 10.3	144
10.5 常见羧酸的用途和安全知识	145
10.6 技能训练	146
技能训练 10.1 酸性甲基红试验	146
技能训练 10.2 碘酸钾-碘化钾试验	146
练习 10.4	147
10.7 羧酸衍生物的构造和命名	147
10.7.1 羧酸衍生物的构造	147
10.7.2 羧酸衍生物的命名	147
练习 10.5	148
10.8 羧酸衍生物的性质	148
10.8.1 物理性质	148
10.8.2 化学性质	149
10.9 羧酸衍生物的鉴别	151
练习 10.6	152

10.10 常见羧酸衍生物用途和安全知识	153
10.11 油脂与合成洗涤剂	153
10.11.1 油脂	153
10.11.2 合成洗涤剂	154
10.12 技能训练	157
技能训练 10.3 羟肟酸试验	157
练习 10.7	158
考核表	158
11. 含氮化合物及其鉴别	160
学习指南	160
11.1 胺类化合物	160
11.1.1 胺类化合物的分类	160
11.1.2 胺类化合物的命名	161
练习 11.1	162
11.2 胺类化合物的性质	163
11.2.1 物理性质	163
11.2.2 化学性质	164
11.3 胺类化合物的鉴别	168
11.3.1 鉴定反应	168
11.3.2 鉴别反应	168
练习 11.2	168
11.4 常见胺类化合物的用途和安全知识	169
11.5 技能训练	170
技能训练 11.1 胺类化合物的鉴定——2,4-二硝基氯苯试验	170
技能训练 11.2 兴斯堡试验	171
技能训练 11.3 亚硝酸试验	172
11.6 硝基化合物	173
11.6.1 硝基化合物的分类	173
11.6.2 硝基化合物的命名	173
练习 11.3	174
11.7 硝基化合物的物理性质及鉴别方法	174
11.7.1 物理性质	174
11.7.2 鉴别方法	175
练习 11.4	176
11.8 常见硝基化合物的用途和安全知识	176

11.9 技能训练	177
技能训练 11.4 氢氧化亚铁试验	177
技能训练 11.5 锌-乙酸试验	177
技能训练 11.6 锡-盐酸试验	178
技能训练 11.7 氢氧化钠-丙酮试验	179
11.10 腈	180
11.10.1 腈的构造和命名	180
11.10.2 腈的性质	180
11.10.3 重要的腈	181
练习 11.5	181
11.11 重氮化合物和偶氮化合物	181
11.11.1 重氮化合物和偶氮化合物的构造与命名	181
练习 11.6	182
11.11.2 芳香族重氮化合物	182
练习 11.7	184
11.12 重氮化合物和偶氮化合物的应用	185
11.12.1 重氮化合物的应用	185
11.12.2 偶氮化合物的应用	186
练习 11.8	186
考核表	186
12. 杂环化合物及其多官能团化合物的命名	189
学习指南	189
12.1 杂环化合物	189
12.1.1 杂环化合物的分类和命名	189
12.1.2 重要的杂环化合物	193
练习 12.1	196
12.2 多官能团化合物的命名	197
12.2.1 命名原则	197
12.2.2 示例	197
练习 12.2	198
考核表	198
13. 对映异构及糖类化合物	199
学习指南	199
13.1 对映异构	199
13.1.1 物质的旋光性	200

13.1.2 手性碳和手性分子	202
练习 13.1	204
13.2 糖类化合物	204
13.2.1 糖类化合物的含义及分类	204
13.2.2 单糖	205
13.2.3 二糖与多糖	207
练习 13.2	208
考核表	209
14. 蛋白质与合成高分子化合物	210
学习指南	210
14.1 蛋白质	210
14.1.1 蛋白质的分类及其构成	210
14.1.2 α -氨基酸	211
14.1.3 蛋白质的性质和鉴别方法	215
练习 14.1	217
14.2 合成高分子化合物	217
14.2.1 合成高分子化合物的含义、分类和命名	217
14.2.2 合成高分子化合物的结构与合成方法	219
14.2.3 重要的合成高分子化合物简介	221
练习 14.2	224
考核表	225
15. 有机化合物的纯化及分离技术	226
学习指南	226
15.1 选择、安装和使用蒸馏装置 (A-22)	227
15.1.1 基础知识	228
练习 15.1	235
15.1.2 技能训练	235
技能训练 15.1 安装和使用蒸馏装置	235
练习 15.2	238
15.2 选择、安装和使用减压蒸馏装置 (A-23)	238
15.2.1 基础知识	238
练习 15.3	247
15.2.2 技能训练	247
技能训练 15.2 安装和使用减压蒸馏装置	247
练习 15.4	252

15.3 选择、安装和使用水蒸气蒸馏装置 (A-24)	252
15.3.1 基础知识	252
15.3.2 技能训练	257
15.4 选择、安装和使用分馏装置 (A-25)	258
15.4.1 基础知识	258
练习 15.5	262
15.4.2 技能训练	262
技能训练 15.3 安装和使用分馏装置	262
15.5 选择、安装和使用回流装置 (A-21)	264
15.5.1 回流	264
15.5.2 回流装置的种类及用途	264
15.5.3 技能训练	267
15.6 萃取操作 (C-17)	268
15.6.1 基础知识	268
练习 15.6	272
15.6.2 技能训练	272
15.7 升华操作 (C-18)	272
15.7.1 基础知识	272
练习 15.7	274
15.7.2 技能训练	274
15.8 沉淀过滤操作 (C-26)	274
15.8.1 基础知识	274
15.8.2 技能训练	278
15.9 浓缩样品 (C-10)	278
15.9.1 蒸发操作	278
15.9.2 结晶操作 (C-19)	279
练习 15.8	280
15.10 重结晶操作 (C-20)	280
15.10.1 基础知识	280
练习 15.9	283
15.10.2 技能训练	283
技能训练 15.4 重结晶操作	284
15.11 综合技能训练	286
技能训练 15.5 柠檬酸的提纯	286
技能训练 15.6 苯胺的制备	289