



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

染料化学

附电子课件版

■ 程万里 主编

 中国纺织出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

染料化学

(附电子课件版)

程万里 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书以染料的应用分类为线索,并兼顾染料的结构分类,着重阐述了染料的化学结构与其颜色、染色性能和染色牢度等性能的关系,同时也介绍了各种类型染料及其重要中间体的合成方法。对于染料在实际应用中应掌握的基本知识,如染料的分类方法、染料的命名以及染色牢度的概念等,本书也做了较系统的叙述,以利于读者对染料有较全面的了解。

本书为轻化工程专业(纺织化学和染整工程方向)学生的基础课教材,也可供轻化工程、精细化工、纺织工程等与染料相关的科研人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

染料化学/程万里主编. —北京:中国纺织出版社,2010.2

普通高等教育“十一·五”国家级规划教材. 本科

ISBN 978-7-5064-6078-1

I. ①染… II. ①程… III. ①染料化学—高等学校—教材

IV. ①TQ610.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第210070号

策划编辑:贾超 朱萍萍 责任编辑:阮慧宁 责任校对:陈红
责任设计:李然 责任印制:何艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010-64168110 传真:010-64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2010年2月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19.75

字数:363千字 定价:49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

全面推进素质教育,着力培养基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的人才,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,与时俱进,编写出高质量的教材,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。2005年1月,教育部颁发了教高[2005]1号文件“教育部关于印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》”(以下简称《意见》),明确指出我国本科教学工作要着眼于国家现代化建设和人的全面发展需要,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。《意见》提出要推进课程改革,不断优化学科专业结构,加强新设置专业建设和管理,把拓宽专业口径与灵活设置专业方向有机结合。要继续推进课程体系、教学内容、教学方法和手段的改革,构建新的课程结构,加大选修课程开设比例,积极推进弹性学习制度建设。要切实改变课堂讲授所占学时过多的状况,为学生提供更多的自主学习的时间和空间。大力加强实践教学,切实提高大学生的实践能力。区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。《意见》强调要加强教材建设,大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。对发展迅速和应用性强的课程,要不断更新教材内容,积极开发新教材,并使高质量的新版教材成为教材选用的主体。

随着《意见》出台,教育部组织制定了普通高等教育“十一五”国家级教材规划,并于2006年8月10日正式下发了教材规划,确定了9716种“十一五”国家级教材规划选题,我社共有103种教材被纳入国家级教材规划,其中本科教材56种,高职教材47种。56种本科教材包括了纺织工程教材13种、轻化工程教材16种、服装设计与工程教材24种、美术教材2种,其他1种。为在“十一五”期间切实做好教材出版工作,我社主动进行了教材创新型模式的深入策划,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下三个特点:

(1)围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章后附有复习指导及形式多样的习题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2)突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论与生产实践的结合,有针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容。

(3)实现一个立体——多媒体教材资源包。充分利用现代教育技术手段,将授课知识点制作成教学课件,以直观的形式、丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行过程跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威,编辑专业,审读严格,精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

“染料化学”是精细化工和轻化工程专业的专业基础课程。两者的区别在于前者侧重于染料的合成,而后者侧重于染料的结构和性能的关系。在以往国内外的教材中以前者为主。20世纪80年代,苏州大学(原苏州丝绸工学院)钱国祗教授编写了以染料性能为主,染料合成为辅的染料化学教材。该教材适合轻化工程专业(当时为染整工程专业)本科学生,被很多纺织院校有关专业选用。本教材是作者结合二十多年的教学实践,并融入染料行业的最新发展,对上述教材进行了全面调整和改写,以适应当前轻化工程专业本科教学的需要。本教材主要以应用类型作为各种染料讲解的线索。为了使染料结构分类的内容比较系统,也为了集中介绍染料的结构与颜色以及化学特性的关系,在染料应用分类的各章之前,加了“染料结构类型”一章,对此做了详细的介绍。

本教材在涉及一些染料的应用类型之前,先简要并系统地讲解了有关染色性能的纤维分子结构特点,以及对相应染料分子结构的要求。这对于学生理解各种应用分类染料的分子结构特点是非常必要的。

本教材首先介绍了酸性染料和金属络合染料,这两种染料主要用于蛋白质纤维以及结构类似的聚酰胺纤维的染色,很少用于其他纤维材料的染色。在讲解这两种染料的同时,介绍蛋白质纤维的结构和所用染料的结构要求,学生将很容易理解直接染料和活性染料等用于纤维素纤维的染料,也能适合蛋白质纤维染色的道理。因此,本教材应用分类的讲解顺序为:蛋白质纤维用染料(酸性染料和金属络合染料),纤维素纤维用染料,最后是合成纤维用染料。这样的顺序符合染料的实际状况,逻辑性较强,利于学生理解。

染料的发色理论是本课程的难点。由于课时和教材篇幅限制,本教材没有分别介绍分子轨道理论和价键理论。在解释染料发色理论时,也是根据需要随机选取。如果学生这方面的基础较差,在教学时教师可以进行适当补充。若课时较紧,也可以只介绍发色理论的结论而把理论解释略去。

本书的编写成员有王祥荣教授(第七章及全书教学课件的制作)、唐人成教授(第五章、第六章)、龙家杰副教授(第八章、第十二章)、周家伟副教授(第四章、第十三章)、王文利副教授(第一章、第九章、第十一章)和程万里教授(其余各章),最后由程万里教授统稿和协调工作。

本书的撰写过程得到了苏州大学教务处和纺织与服装工程学院老师们的关心和帮助,南通大学杨静新教授对本书进行了系统细致的审阅,提出了很多修改意

见,在此表示衷心感谢。

限于编者的水平,错误和不妥之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者
2009 年 8 月



课程设置指导

课程名称 染料化学

适用专业 轻化工程

总学时 45

理论教学时数 45

课程性质 轻化工程专业基础课

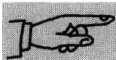
课程目的 “染料化学”为轻化工程专业的专业基础课,主要任务是让学生了解有关染料的分类、命名、牢度等基础知识以及染料及其重要中间体的合成基本路线。作为轻化工程专业的染料化学课程,重点是介绍染料分子结构与其化学性能,尤其是应用性能之间的关系,从而对染料这一具有特殊用途的化学品有一个系统全面的认识,为后续学习打好基础。

课程教学基本要求

1. 了解商品染料的分类、命名以及染色牢度等基础知识。
2. 了解光与色的基本知识,掌握染料分子发色体系的发色规律。
3. 掌握某些重要合成染料的原料、中间体以及重要中间体和染料的合成路线,掌握偶氮染料的合成原理和工艺过程。
4. 掌握不同结构类型染料的化学性能、结构稳定性以及发色规律,染料结构与颜色的关系。
5. 掌握不同染料应用类型的分类方法、分子结构特点、染料分子结构与各种应用性能之间的关系。

课时分配表

章 数	内 容	学 时 数
第一章	染料概述	4
第二章	染料的结构与颜色	6
第三章	染料的中间体	6
第四章	染料的结构类型	6
第五章	酸性染料	3
第六章	酸性媒介染料和酸性含媒染料	2
第七章	直接染料	3



课程设置指导

续表

章 数	内 容	学 时 数
第八章	活性染料	4
第九章	不溶性偶氮染料	2
第十章	还原染料	2.5
第十一章	硫化染料和缩聚染料	0.5
第十二章	分散染料	4
第十三章	阳离子染料	2
第十四章	颜料与涂料	机动(可自学)
合 计		45

第一章 染料概述	1
第一节 构成染料的条件与染料的含义	1
一、构成染料的条件	1
二、染料和颜料	1
三、染料的发展历史	2
第二节 染料的分类	3
一、染料的结构分类	3
二、染料的应用分类	3
第三节 染料的命名	4
一、属名(冠称)	4
二、色称(色相)	4
三、符号(尾注)	5
四、《染料索引》简介	6
第四节 染色牢度	7
一、各种染色牢度	7
二、影响染色牢度的因素	9
第五节 染料的商品化加工	10
第六节 染料的禁用	11
复习指导	12
思考题	12
参考文献	13
 第二章 染料的结构与颜色	 14
第一节 光与色	14
一、光与色的物理概念	14
二、吸收光谱	15
三、颜色的深浅、浓淡和鲜艳度	16
第二节 有机化合物的发色理论	18
一、有机物体吸收光的量子概念	18
二、分子轨道理论	20
三、交替烃与它们的分子轨道	22

第三节 染料分子发色体系结构与颜色的关系	24
一、颜色的深浅	24
二、颜色的浓淡	32
三、颜色的鲜艳度	34
四、分子吸收的各向异性	36
第四节 外界因素对分子吸收光谱的影响	36
一、溶剂分子极性的影响	36
二、pH 值的影响	37
三、染料分子聚集状态的影响	38
复习指导	39
思考题	39
参考文献	40
 第三章 染料的中间体	 41
第一节 染料中间体合成的基本单元反应	41
一、卤素原子、硝基和磺酸基的引入	41
二、取代基的转换——羟基和氨基的引入	43
三、改变碳骨架的反应	46
第二节 苯系中间体的合成	47
一、芳甲烷类中间体的合成	47
二、几个重要苯基中间体	48
第三节 萘系中间体的合成	50
一、萘的反应特性	50
二、萘的硝化和磺化	51
三、羟基和氨基的相互转换，二芳胺的合成	51
四、萘的氧化反应	52
五、常见萘系中间体的合成	52
第四节 蒽醌系中间体的合成	55
一、蒽醌的反应特性	55
二、蒽醌的磺化、硝化和卤化	55
三、蒽醌取代基的转换	56
四、几种重要蒽醌化合物的合成	57
第五节 重氮化和偶合反应	59
一、重氮化反应	59
二、偶合反应	64

复习指导	67
思考题	67
参考文献	69
第四章 染料的结构类型	70
第一节 偶氮染料	70
一、偶氮染料的结构特点	70
二、偶氮染料的一般特点	70
三、偶氮染料的化学性能	71
四、偶氮染料的结构与颜色	73
第二节 蒽醌染料	76
一、蒽醌染料的结构特点	76
二、蒽醌染料的一般特点	77
三、蒽醌染料的化学性能	78
四、蒽醌染料的结构与颜色	78
第三节 靛族染料	80
一、靛族染料的结构特点与分类	80
二、靛族染料的一般特点	81
三、靛族染料的颜色特点	81
四、靛族染料的顺反异构现象	83
第四节 三芳甲烷染料	83
一、三芳甲烷染料的结构特点	83
二、三芳甲烷染料的化学性能	84
三、三芳甲烷染料的结构与颜色	85
第五节 杂环染料	88
一、杂环染料的结构特点与分类	88
二、杂环染料的结构与颜色	89
三、杂环染料的耐光牢度	89
四、两种重要的杂环染料	90
第六节 菁系染料	91
一、菁系染料的结构	91
二、菁系染料的结构与颜色	92
三、菁系染料的耐光牢度	95
第七节 硫化染料	96
一、硫化染料的结构	96

二、硫化染料的特点	96
第八节 酞菁染料	97
一、酞菁染料的结构	97
二、酞菁染料的特点	97
复习指导	97
思考题	98
参考文献	98
 第五章 酸性染料	99
第一节 引言	99
一、蛋白质纤维及聚酰胺纤维的结构特点及对染料结构的要求	99
二、酸性染料的结构特点	100
第二节 酸性染料的分类及合成	101
一、酸性染料的应用分类	101
二、酸性染料的结构分类与合成	103
第三节 酸性染料的结构与应用性能的关系	113
一、酸性染料的化学结构与耐洗牢度	113
二、酸性染料的化学结构与耐酸碱牢度	116
三、酸性染料的化学结构与耐光牢度	116
第四节 酸性染料的发展趋势	117
一、提高染色质量和保证纤维品质	118
二、适应新纤维和多组分纤维纺织品染色发展的需求	118
三、适应印染新技术发展的需求	119
四、开发环保酸性染料	119
五、开发新发色体、提高色牢度和改进商品化技术	120
六、拓宽酸性染料的用途	120
复习指导	121
思考题	121
参考文献	123
 第六章 酸性媒介染料和酸性含媒染料	124
第一节 引言	124
第二节 酸性媒介染料的结构和性能	125
一、偶氮类酸性媒介染料	125
二、三芳甲烷类酸性媒介染料	127

三、蒽醌类酸性媒介染料	127
第三节 酸性媒介染料与铬离子的络合反应	128
一、染料配位基与金属离子	128
二、染料与金属离子的络合反应	128
第四节 酸性含媒染料的结构和性能	130
一、1:1 型酸性含媒染料的结构和性能	130
二、1:2 型酸性含媒染料的结构和性能	131
三、甲臍结构的 1:1 型酸性含媒染料的结构和性能	133
第五节 金属络合染料的稳定性和应用性能	134
一、金属络合染料的稳定性	134
二、金属络合染料的结构与颜色的关系	135
三、金属络合染料的匀染性、湿处理牢度和耐光牢度	137
复习指导	139
思考题	139
参考文献	139
 第七章 直接染料	 140
第一节 引言	140
一、纤维素纤维的结构特点及对染料结构的要求	140
二、直接染料的结构特点	141
三、直接性	141
第二节 直接染料的结构及其合成方法	142
一、单偶氮直接染料	142
二、双偶氮直接染料	143
三、三偶氮和多偶氮直接染料	150
四、能与铜盐形成络合结构的染料	151
五、非偶氮类直接染料	153
第三节 直接染料的结构与直接性的关系	153
一、染料分子的线型	154
二、染料分子的平面性	154
三、分子中的取代基	155
第四节 直接染料的结构与耐光牢度的关系	156
第五节 直接染料的应用类型	158
一、普通直接染料	158
二、直接耐晒染料	158

三、直接混纺染料	158
四、直接交联染料	159
复习指导	160
思考题	161
参考文献	162
 第八章 活性染料	163
第一节 引言	163
第二节 活性染料的活性基	165
一、取代杂环(或芳环)类活性基	168
二、 β -乙烯砷型活性基	175
三、其他类活性基	179
四、双及多活性基	182
第三节 活性染料的母体结构	187
一、活性染料母体结构的特点	187
二、活性染料的母体结构类型	188
第四节 连接基	191
一、染料母体结构与活性基之间的连接基	192
二、单侧型双活性基间的连接基	193
三、架桥型染料中连接两简单分子染料的连接基	194
第五节 活性染料与纤维的成键稳定性	194
一、成键水解机理	194
二、各类活性基的成键稳定性	196
三、提高成键稳定性的方法	196
第六节 蛋白质纤维用活性染料	198
一、蛋白质纤维用活性染料的染色特点	198
二、各类活性基及其染料的应用	198
第七节 新型生态环保活性染料	201
一、活性染料的生态环保问题	201
二、新型环保活性染料	202
复习指导	204
思考题	204
参考文献	205
 第九章 不溶性偶氮染料	206
第一节 引言	206

第二节 色酚·····	207
一、色酚的分类·····	207
二、色酚的命名·····	209
三、色酚的直接性·····	210
第三节 色基与色盐·····	211
一、色基的分类·····	211
二、色盐·····	213
三、色基和色盐的命名·····	214
第四节 不溶性偶氮染料的颜色与牢度·····	214
一、不溶性偶氮染料的颜色·····	214
二、不溶性偶氮染料的牢度·····	215
第五节 印花用稳定不溶性偶氮染料·····	216
一、快色素染料·····	216
二、快胺素和中性素染料·····	217
三、快磺素染料·····	218
复习指导·····	218
思考题·····	218
参考文献·····	219
 第十章 还原染料·····	 220
第一节 引言·····	220
第二节 靛族还原染料·····	221
一、靛族还原染料的结构类型和颜色特点·····	221
二、靛族还原染料的特性·····	221
三、靛族还原染料的合成·····	222
第三节 蒽醌类还原染料·····	223
一、蒽醌衍生物类·····	223
二、稠环蒽醌类·····	224
三、杂环蒽醌类·····	226
四、杂环蒽酮类·····	229
五、萘四羧酸和茈四羧酸衍生物类·····	230
第四节 还原染料的结构与性能·····	231
一、还原染料隐色体对纤维素纤维的直接性·····	231
二、还原染料的光脆性·····	233
第五节 暂溶性还原染料·····	235

一、暂溶性还原染料简介	235
二、暂溶性还原染料特性	236
复习指导	236
思考题	236
参考文献	237
 第十一章 硫化染料和缩聚染料	239
第一节 硫化染料	239
一、一般硫化染料	239
二、硫化还原染料	240
三、水溶性硫化染料	241
四、液体硫化染料	241
第二节 缩聚染料	242
复习指导	242
思考题	242
参考文献	243
 第十二章 分散染料	244
第一节 引言	244
一、聚酯纤维的结构特点及对染料结构的要求	245
二、分散染料的结构特点	245
第二节 分散染料的分类	245
一、按化学结构分类	246
二、按应用分类	247
第三节 分散染料的主要特性	250
一、溶解特性与染浴的稳定性	250
二、升华牢度	250
三、染色特性	251
第四节 偶氮型分散染料	252
一、偶氮型分散染料的结构特点	252
二、偶氮型分散染料的化学结构与颜色	254
三、偶氮型分散染料的结构与牢度性质	255
第五节 蒽醌型分散染料	258
一、蒽醌型分散染料的结构特点和分类	258
二、蒽醌型分散染料的结构与耐光牢度	261