

1

全国
纺织
高职
高专
规划
教材

Fangzhi
Yingyong
Huaxue
Yu
Shiyan



纺织 应用化学 与实验

伍天荣/主编

中国纺织出版社

全国纺织高职高专规划教材

纺织应用化学与实验

伍天荣 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书共分两部分,第一部分重点介绍了纺织行业各工序可能遇到的应用化学方面的知识,同步安排了有关的化学基础知识,打破了现行高等院校普通化学内容安排的模式。每一章的后面有“本章小结”及“习题”,第四、六两章后面还加了“阅读材料”。第二部分是配套实验。

本书可供高职高专院校纺织类专业用做化学教材。

图书在版编目(CIP)数据

纺织应用化学与实验 / 伍天荣主编. — 北京: 中国纺织出版社, 2003.8

全国纺织高职高专规划教材

ISBN 7-5064-2683-8/TS·1684

I. 纺… II. 伍… III. 化学-应用-纺织工业-高等学校: 技术学校-教材 IV. TS101.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059429 号

策划编辑:张福龙	特约编辑:刘光馥	责任编辑:董友年
责任校对:楼旭红	责任设计:何建	责任印制:刘强

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

电话:010-64160816 传真:010-64168226

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

E-mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

2003年8月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25

字数:353千字 印数:1—3000 定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

编写说明

面对高新技术日益向纺织工业渗透,作为“现代纺织技术”专业大类的高等职业教育中的专业基础课化学课程,存在如何将化学知识与现代技术基础紧密结合的问题,本书试图通过现代纺织技术中涉及的纺织材料结构和某些纺织材料的前处理、表面活性剂、浆料、粘合剂、染料等诸多方面,将化学知识在这些方面的应用介绍给学生,以开拓学生的视野,为他们今后的发展打下基础。

针对上述宗旨,从培养高等技术应用型人才的目的出发,本书内容在编排上,打破了传统化学教学的系统性,除第一章、第二章、第三章简要介绍纺织专业必要的有机化学基础理论和基础知识及第十章介绍分析化学基础知识外,其余各章均以现代纺织技术中涉及的各个方面为主线,将有关化学知识糅合在其每个方面中。例如,将纤维素、蛋白质的化学性质与天然纺织纤维的性质以及苧麻、原毛的前处理紧密结合在一起;将醌、蒽醌,重氮、偶氮化合物两类不同类型的化学物质放在染料这一章讲授,以便为介绍染料的分类和应用直接服务;再如有关橡胶的介绍通常放在合成高分子化合物这一章内,由于其在纺织应用粘合剂中常见到,本书就安排在粘合剂一章内等等。

“纺织应用化学实验”部分在安排上,与“纺织应用化学”部分的教学要求同步,除一两个与纺织专业密切相关的化合物性质实验以及几个分析化学基本操作技能训练的实验外,其余都是与纺织工业各道工序紧密结合的应用设计型实验。同时,在常规化学实验仪器的操作训练基础上,增加了精密仪器(或贵重仪器)的介绍和使用,以增加纺织应用化学实验的技术含量。

教材中的每项实验,原则上用时为两学时,但有些实验项目,如苧麻的化学脱胶、浆料的配制与经纱上浆、粘合剂的配制与无纺布的制作等,可能存在用时不够的现象,需安排实验前的预处理和实验(因焙烘等原因)后的称量、计算等,请授课教师注意安排。

本书第一章至第九章由伍天荣编写,第十章由李淑华、顾晓梅编写;“纺织应用化学实验”部分由伍天荣任主编,龚蕴玉、许敏、李淑华、顾晓梅等参加了编写工作。

本书编写过程中,在纺织应用知识方面主要参考了邵宽教授主编的《纺织加工化学》一书,并得到了邵宽教授的指导,在此向邵宽教授、周永元教授,顾德源、蒋蛟副教授表示衷心的感谢。

本书编写时,虽力求将化学知识的介绍建立在纺织技术的应用上,希冀对高职教材建设起到抛砖引玉的作用,但毕竟水平有限,时间仓促,难免存在不少缺点甚至错误,热忱欢迎专家及各界人士批评指正。

编 者

2003年6月

目录

第一部分 纺织应用化学

第一章 杂环化合物	2
第一节 杂环化合物的分类和命名 / 3	
第二节 杂环化合物的结构和性质 / 5	
第二章 对映异构	10
第一节 物质的旋光性和比旋光度 / 11	
第二节 对映异构 / 13	
第三章 糖类	20
第一节 单糖 / 20	
第二节 二糖与多糖 / 29	
第四章 天然纺织纤维的化学性能	38
第一节 纤维素纤维 / 38	
第二节 纤维素的化学性质 / 40	
第三节 纤维素伴生物和苧麻的化学脱胶 / 52	
第四节 氨基酸和蛋白质纤维 / 61	
第五章 表面活性剂	81
第一节 表面活性剂的分类和作用 / 81	
第二节 表面活性剂在纺织工程中应用简介 / 85	

第六章 经纱上浆及浆用材料	96
第一节 经纱上浆基本原理 / 96	
第二节 浆料 / 98	
第七章 粘合剂	119
第一节 粘合剂的分类及要求 / 119	
第二节 几类粘合剂介绍 / 122	
第八章 染料	136
第一节 醌、蒽醌及其衍生物 / 136	
第二节 重氮和偶氮化合物 / 141	
第三节 染色的原理及染料的分类和应用 / 146	
第九章 合成高分子化合物	159
第一节 高分子化合物概论 / 159	
第二节 化学纤维 / 163	
第三节 纺织纤维的化学鉴别 / 170	
第十章 分析化学简介	178
第一节 定量分析的误差 / 178	
第二节 分析数据的处理 / 184	
第三节 滴定分析法概述 / 188	
第四节 吸光光度法 / 193	

第二部分 纺织应用化学实验

纺织应用化学实验须知	202
一、实验目的 / 202	
二、实验室规则 / 202	
三、实验室安全守则 / 202	
四、意外事故处理 / 204	

五、实验室常用仪器 / 204	
六、常用仪器操作介绍 / 204	
七、精密仪器(或贵重仪器)简介 / 214	
实验内容	220
实验一 单糖、二糖与淀粉的性质 / 220	
实验二 苕麻的化学脱胶及纤维素的性质 / 221	
实验三 羊毛的洗涤、炭化及蛋白质的性质 / 223	
实验四 乳化液、渗透剂、洗涤剂的配制和应用 / 225	
实验五 浆料的配制与经纱上浆 / 226	
实验六 粘合剂的配制与无纺布的制作 / 227	
实验七 纺织纤维的鉴别 / 229	
实验八 电子天平和分析天平的称量 / 230	
实验九 滴定分析基本操作练习 / 232	
实验十 EDTA标准溶液的配制和标定 / 233	
实验十一 纺织工业用水硬度的测定 / 235	
实验十二 邻二氮菲分光光度法测定微量铁 / 236	
附录	238
附录一 化学试剂的级别 / 238	
附录二 常见的危险品试剂 / 238	
附录三 常用灭火器类型及适用范围 / 239	
附录四 常用酸碱溶液相对密度及质量分数表 / 240	
主要参考文献	245

第一部分

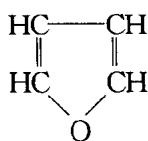
纺织应用化学

第一章 杂环化合物

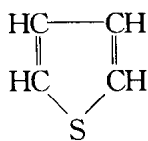
在高中化学课程中,我们接触了许多有机化合物知识的内容,其中包括碳环化合物,如环己烷、环戊烯、苯、萘等,它们组成环的原子都是碳原子。世界上还有另一大类环状化合物,组成环的除碳原子外,还有其他元素的原子,这类环状化合物被称为杂环化合物。

杂环化合物在各行各业中有广泛的应用,是合成许多药物、染料、塑料、农药等的原料,在研究各种纺织材料的结构时也会牵涉到杂环化合物的知识。本章重点介绍杂环化合物的分类和命名方法,简要介绍杂环化合物的结构和杂环化合物的重要化学性质。

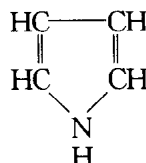
在杂环化合物中,常见的杂原子有氧、硫、氮三种原子。例如:



呋喃



噻吩



吡咯

简写:



在这些环中,除碳原子外都含有一个或一个以上的杂原子,它们都具有一定的芳香性,即难以开环起加成反应。含有杂环,具有类似苯环的稳定结构,表现一定芳香性的化合物叫做杂环化合物。

有一些环状的化合物,如环状的酸酐、内酯、四氢呋喃、环氧乙烷等,虽然环内也含有杂原子,但这些化合物的化学性质与开链化合物的化学性质相似,并且多数不够稳定,易开环形成开链化合物,通常不把它们归属于杂环化合物。

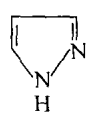
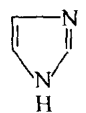
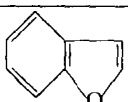
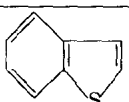
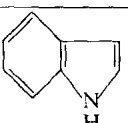
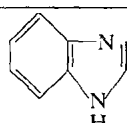
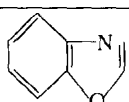
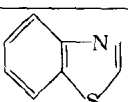
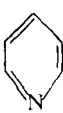
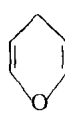
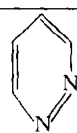
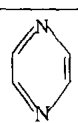
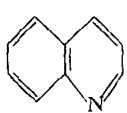
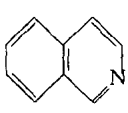
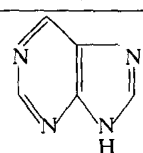
杂环化合物种类繁多,数量庞大,占有机物总数的 40%,现在仍在迅速增加,在自然界中分布极广,其中很多具有极其重要的生理作用,如叶绿素、血红素、抗菌素、生物碱和核酸等。杂环化合物对于生命科学、工农业生产等有着极其重要的意义。

第一节 杂环化合物的分类和命名

一、杂环化合物的分类

杂环化合物按分子内所含环的数目,一般可分为单杂环和稠杂环两大类。稠杂环常由苯环与单杂环或单杂环与单杂环稠合而成;按杂环的大小,常见的杂环化合物又可分为五元杂环、六元杂环两大类;按杂原子的不同,主要分为氧杂环、硫杂环、氮杂环三类,此外,还可按环中杂原子的数目来分类。见表 1-1。

表 1-1 常见杂环化合物的结构、分类和名称

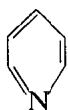
类 别		含一个杂原子			含两个杂原子			
五元单环	结构							
	名称	呋喃	噻吩	吡咯	吡唑	咪唑	噁唑	噻唑
五元二环	结构							
	名称	苯并呋喃	苯并噻吩	吲哚	苯并咪唑	苯并噁唑	苯并噻唑	
六元单环	结构							
	名称	吡啶	吡喃		哒嗪	咪啶	吡嗪	
六元二环	结构							
	名称	喹啉	异喹啉		嘌呤			

二、杂环化合物的命名

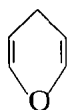
杂环化合物的命名多采用译音法,即化合物名称按英文名称译音,选用同音汉字,并在其左边加“口”字偏旁。例如:



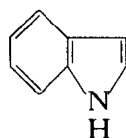
呋喃



吡啶

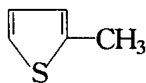


吡喃

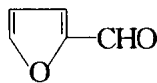


吲哚

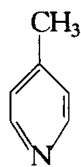
环上有取代基的杂环化合物,命名时以杂环为母体,但当环上连有 $-\text{SO}_3\text{H}$ 、 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ 等基团时,则把杂环母核当作取代基。杂环化合物母核上原子的编号,一般从杂原子开始,顺着环编号。当环上含有两个或两个以上相同的杂原子时,应从连有取代基(或氢原子)的那个杂原子开始编号,并使另一杂原子的位次保持较小。当环上有不同的杂原子时,则按 O、S、N 的顺序编号。例如:



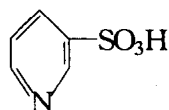
2-甲基噻吩



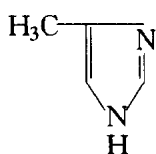
2-呋喃甲醛
(俗称糠醛)



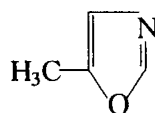
4-甲基吡啶



3-吡啶磺酸

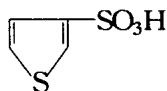


4-甲基咪唑

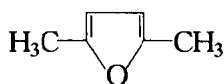


5-甲基噁唑

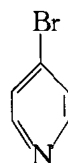
环上只有一个杂原子时,也可用希腊字母编号,把靠近杂原子的位置叫 α 位,其次是 β 位,再其次是 γ 位。例如:



β -噻吩磺酸

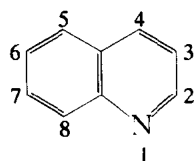


α, α' -二甲基呋喃

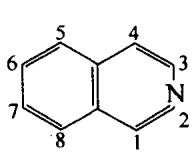


γ -溴吡啶

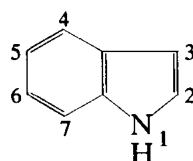
对于稠杂环一般都有特定的编号次序,例如:



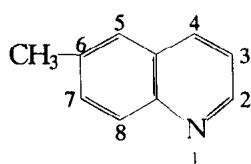
喹啉



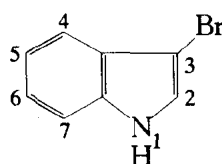
异喹啉



吲哚



6-甲基嘧啶

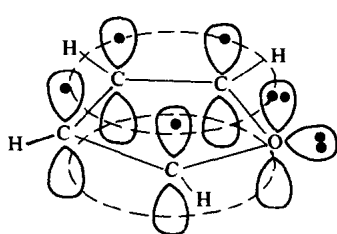


3-溴吡咯

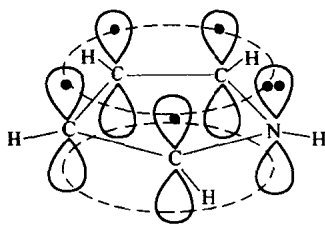
第二节 杂环化合物的结构和性质

一、杂环化合物的结构

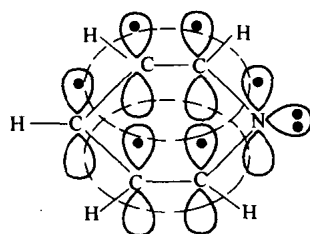
常见的杂环化合物的结构都和苯环结构相似,成环的碳原子和杂原子都在同一平面上,成环的每一个原子上都有一个 p 轨道,形成一个闭合的共轭体系,因而具有芳香性。杂环化合物中的杂原子都是 sp^2 杂化的。杂原子的 p 轨道中可以含有两个电子,也可含有一个电子。具有代表性的三个杂环化合物的结构如下图所示。



呋喃



吡咯



吡啶

呋喃、吡咯、吡啶杂化轨道示意图

呋喃中的碳原子都是 sp^2 杂化的,每个碳原子的三个 sp^2 轨道中分别以两个杂化轨道与相邻的原子构成两个 σ 键,另一个杂化轨道与氢原子形成一个 σ 键。呋喃环中的氧原子是 sp^2 不等性杂化,形成的三个 sp^2 杂化轨道中有两个杂化轨道里只含有一个电子,分别与相邻的两碳原子形成 σ 键,另一杂化轨道中含有一对电子不能成键。氧原子上保留的一个未参与杂化的 p 轨道中含有一对电子,这个 p 轨道与碳原子中未参与杂化的 p 轨道相互平行而互相交盖,形成 $p-\pi$ 共轭体系。

噻吩的结构和呋喃相似,吡咯的结构和呋喃稍有差别,吡啶是六元环,其结构和苯环相似,这里就不再讨论了。

二、杂环化合物的性质

(一) 物理性质

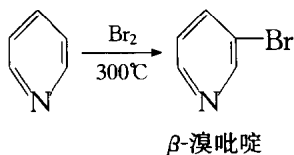
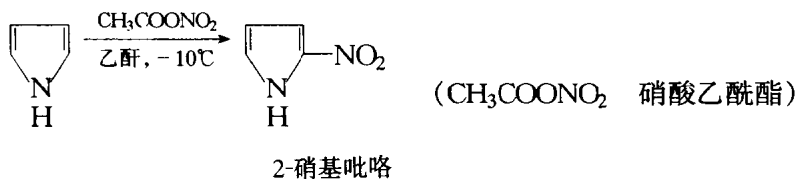
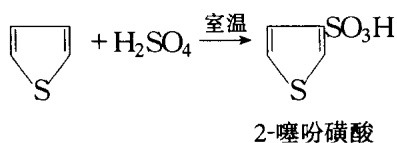
大部分杂环化合物不溶于水,易溶于有机溶剂。常见的相对分子质量不太大的杂环,绝大多数为液体,个别的为固体,它们都具有特殊气味。几种常见杂环化合物的物理性质见表 1-2。

表 1-2 几种常见杂环化合物的物理性质

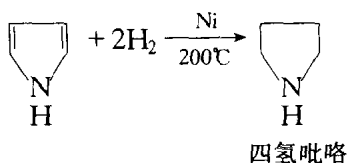
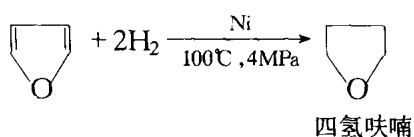
名 称	熔 点/℃	沸 点/℃	溶 解 性 能
呋 喃	-86	31.4	不溶于水,易溶于乙醇、乙醚
噻 吩	-38	84	不溶于水,溶于乙醇、乙醚、苯
吡 咯	-15	131	不溶于水,易溶于乙醇、乙醚
吡 啶	+52	235(分解)	溶于热水,易溶于乙醇、乙醚
吡 啶	-41.5	115.6	溶于水,也易溶于乙醇、乙醚
喹 啉	-18.6	238	不溶于水,易溶于乙醇、乙醚

(二) 化学性质

1. 取代反应 呋喃、噻吩、吡咯、吡啶等都可发生亲电取代反应,呋喃、噻吩、吡咯一般发生在 α 位,吡啶要求在强烈条件下,取代基主要进入 β 位,且产率一般较低。



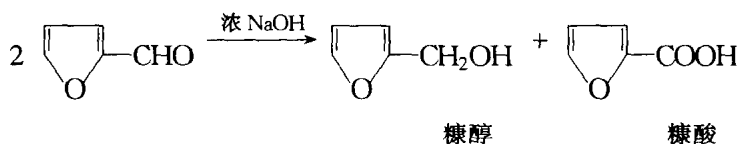
2. 加成反应 呋喃、噻吩、吡咯环中的双键具有不饱和性,在加热、加压和催化剂存在下,可与氢气发生加成反应。例如:



3. α -呋喃甲醛的歧化反应 α -呋喃甲醛是呋喃的重要衍生物,最初是由米糠和稀硫酸加热制得的,所以俗称糠醛。

糠醛为无色液体,因易受空气氧化,通常都带有黄色或棕色。它可溶于水,易溶于醇、醚等有机溶剂中,沸点为 162°C ,熔点为 -38.7°C 。它是重要的化工产品和有机合成原料,也是一种优良溶剂。

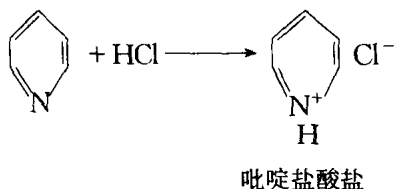
糠醛属于无 α -氢的醛,在浓碱条件下发生歧化反应生成糠醇和糠酸。



糠醇在酸性条件下极易缩合成树脂,称为糠醇树脂,这种树脂耐强酸的腐蚀,常作为耐酸漆涂于木材或金属的表面。糠酸酯化,可制备各种不同的酯,它们可用来配制香料。

4. 吡啶的碱性 吡啶可以通过氮原子上的未共用电子对与质子结合,形成一种弱碱化合物,其水溶液能使石蕊试纸变蓝。它的碱性比苯胺强,但比氨弱得多。

吡啶可与强无机酸生成盐,例如:



本章小结

一、杂环化合物

含有杂环,具有类似苯环的稳定结构,表现一定芳香性的化合物叫做杂环化合物。

二、杂环化合物的分类

1. 按分子内所含环的数目分 单杂环和稠杂环。
2. 按杂环的大小分 常见的杂环化合物主要是五元杂环和六元杂环。
3. 按杂原子的不同分 氧杂环、硫杂环和氮杂环。

三、杂环化合物的命名

1. 杂环化合物的命名 多采用译音法,即在英文译音名称汉字左边加“口”字偏旁。
2. 环上有取代基的杂环化合物 一般以杂环为母体,但当环上连有一 SO_3H 、 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ 等基团时,则把杂环母核当作取代基。
3. 杂环母核上的编号 一般从杂原子开始。

四、杂环化合物的结构

简介了杂环化合物的结构,其中牵涉到 sp^2 杂化、 σ 键、 π 键、共轭体系等概念和知识。

五、杂环化合物的重要化学性质

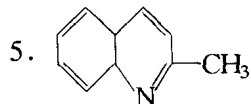
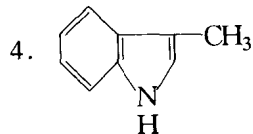
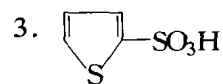
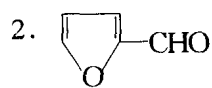
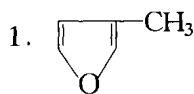
1. 取代反应 呋喃、噻吩、吡咯、吡啶等都可发生亲电取代反应,一般发生在 α 位,吡啶在强烈条件下,取代基主要进入 β 位,但产率较低。
2. 加成反应 体现了呋喃、噻吩、吡咯环中双键的不饱和性,介绍了在一定条件下,上述物质与氢气的加成反应。
3. α -呋喃甲醛的歧化反应 α -呋喃甲醛,俗称糠醛,是工业上常用的重要原料,它在浓碱的条件下,发生歧化反应,生成糠醇和糠酸。
4. 吡啶的碱性 吡啶氮原子上的孤电子对能接受质子,所以它具有碱性,但是一个弱碱,碱性比苯胺强,但比氨弱得多,其水溶液能使石蕊试纸变蓝。

习 题

一、什么叫杂环化合物?

二、杂环化合物按杂环所含环的数目分可分为哪几类?按杂环的大小分常见的有哪几类?按杂原子的不同分为哪几类?

三、给下列化合物命名：



四、写出下列化合物的构造式：

1. 吡啶 2. 吡喃 3. 糠酸 4. β -吲哚乙酸

五、完成下列反应式：

