



普通高等教育“十三五”规划教材

有机化学习指导

(第二版)

胡志强 宋修艳 辛飞飞 主编
李一楠 于跃芹 刘永军



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

有机化学学习指导

(第二版)

胡志强 宋修艳 辛飞飞 主编
李一楠 于跃芹 刘永军

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是山东省有机化学精品课程和山东省优秀教学团队建设的一项教学成果,是与于跃芹等主编的《有机化学》(第二版,科学出版社,2018年)相配套的学习辅导书。全书按《有机化学》的章节进行安排,各章包括内容提要、例题讲解、习题解答、补充习题及答案四部分。内容提要将每章需掌握的重点内容进行总结;例题讲解则选取与重点内容相关的例题,作解题示例,使读者掌握解题的基本思路;习题解答给出了各章课后习题的答案,以便读者查阅和核对。另外,针对学生对合成题、机理题和推断鉴别题等综合题型的解答存在普遍困难的情况,除了在各章增加补充习题及答案,还特别编写了第21章典型例题分析与解答,并给出详细解题答案。

本书可作为高等学校化学、应用化学、化学工程与工艺、材料科学、生命科学、高分子材料科学与工程、海洋科学、环境科学、药学及生物工程等相关专业本科生的有机化学学习辅导书,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学学习指导 / 胡志强等主编. —2版. —北京:科学出版社,2018.8
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-03-058578-3

I. ①有… II. ①胡… III. ①有机化学-高等学校-教学参考资料
IV. ①O62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第194532号

责任编辑:陈雅娴 / 责任校对:何艳萍
责任印制:师艳茹 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市荣展印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年8月第 二 版 印张:16 1/2

2018年8月第五次印刷 字数:422 000

定价:49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书第一版于 2012 年 6 月出版,是与于跃芹等编著的《有机化学》(科学出版社,2010 年)相配套的学习辅导书,在教学过程中已经使用了近六年。从学生的使用效果看,本书能够帮助学生更好地学习有机化学知识,也得到了诸多同行专家和读者的一致好评。为了更好地与《有机化学》(第二版)相配套,帮助学生学习有机化学,结合师生在使用第一版过程中提出的建议,编者对第一版进行了修订和完善。

第二版的编写原则与第一版基本相同,全书仍按《有机化学》的章节进行安排,各章包括内容提要、例题讲解、习题解答、补充习题及答案四部分。内容提要将每章需掌握的重点内容进行总结;例题讲解则选取与重点内容相关的例题,作解题示例,使读者掌握解题的基本思路;习题解答部分,按照与教材相同的顺序,给出了各章课后习题的答案,以便读者查阅和核对。第二版各章还增加了补充习题及答案,以利于学生更好地吸收和巩固每章的知识点。

在长期的有机化学教学过程中,编者发现学生对合成题、机理题和推断鉴别题等综合题型的解析存在普遍困难,没有很好的解题思路,不能很好地运用所学的基本知识。为此,本次修订增加了第 21 章“典型例题分析与解答”。在这部分内容里,选取了大量的典型例题,其中大部分是各高校历年的考研原题,并给出了详细的解题答案。每个题都涉及多个知识点的运用,希望通过这些例题的练习,学生能更加灵活地运用所学知识。

本次修订由胡志强教授负责整体框架修订和统稿工作。参加修订工作的有:宋修艳(第 1、11~13、15、16、18、19 章)、辛飞飞(第 8~10、14 章)、李一楠(第 2~7、20 章)、郭维斯(第 17 章),第 21 章由宋修艳、李一楠和辛飞飞三位教师共同编写。于跃芹教授和刘永军副教授参加了最后的审定工作。在本书修订过程中,编者参考了已出版的有关教材,并引用了部分图表、例题和习题,主要参考书列于书后,在此说明并致谢。

在本书修订过程中,得到了科学出版社和青岛科技大学教务处、化学与分子工程学院、有机化学教研室全体教师的热情帮助和支持,在此表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中疏漏之处在所难免,恳请同行专家和读者批评指正。

编 者

2018 年 5 月

第一版前言

本书是与于跃芹、袁瑾、胡志强、刘永军四人编著的《有机化学》(科学出版社, 2010 年)相配套的学习辅导书。全书按《有机化学》的章节进行编排, 每章包括内容提要、例题讲解与习题解答三部分内容。内容提要将每一章需要掌握的重点内容进行总结, 以便学生学习时能掌握重点。例题讲解选取与重点内容相关的例题作解题示例, 使读者能掌握解题的基本思路。在习题解答部分, 按照与教材相同的顺序, 给出了每一章课后习题的答案, 以便读者查阅和核对。每一章还补充了一些练习题(*号标出)并给出答案, 进一步使学生通过习题练习, 加深对基本知识的掌握, 提高学生解决实际问题的能力。另外, 针对大部分学生在解答机理题和合成题时存在一定困难的问题, 本书还编写了“反应机理与合成综合解析”部分, 选取了近 40 道机理题和合成题, 所选取的题目大部分是各高校历年的考研真题, 并给出了详细的答案。希望通过这些例题的解析, 学生能掌握机理题和合成题的解题思路。

本书由胡志强、于跃芹、刘永军、袁瑾编写, 最后由胡志强统稿。在本书的编写过程中, 我们参考了已出版的有关教材, 并引用了部分图表、例题和习题, 主要参考文献列于书后, 在此说明并致谢。

在本书编写过程中, 得到青岛科技大学教务处、化学与分子工程学院和有机化学教研室的大力支持, 在此深表谢意。青岛科技大学张书圣教授、李明教授和钟惠民教授对本书的编写提出了宝贵的意见, 在此表示衷心的感谢!

限于编者水平, 本书疏漏之处在所难免, 恳请同行专家和读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
一、内容提要	1
二、例题讲解	1
第 2 章 有机化合物的命名	3
一、内容提要	3
二、例题讲解	4
三、习题解答	4
四、补充习题及答案	11
第 3 章 饱和烃	13
一、内容提要	13
二、例题讲解	14
三、习题解答	15
四、补充习题及答案	18
第 4 章 不饱和脂肪烃	20
一、内容提要	20
二、例题讲解	23
三、习题解答	26
四、补充习题及答案	32
第 5 章 芳香烃	35
一、内容提要	35
二、例题讲解	36
三、习题解答	40
四、补充习题及答案	44
第 6 章 手性分子	48
一、内容提要	48
二、例题讲解	48
三、习题解答	50
四、补充习题及答案	52
第 7 章 卤代烃	55
一、内容提要	55
二、例题讲解	57
三、习题解答	60

四、补充习题及答案	67
第 8 章 有机波谱基础	69
一、内容提要	69
二、习题解答	70
三、补充习题及答案	75
四、有机波谱综合解析	79
第 9 章 醇和醚	81
一、内容提要	81
二、例题讲解	82
三、习题解答	85
四、补充习题及答案	90
第 10 章 酚	96
一、内容提要	96
二、例题讲解	96
三、习题解答	99
四、补充习题及答案	102
第 11 章 醛 酮 醌	106
一、内容提要	106
二、例题讲解	108
三、习题解答	111
四、补充习题及答案	120
第 12 章 羧酸及其衍生物	125
一、内容提要	125
二、例题讲解	127
三、习题解答	131
四、补充习题及答案	137
第 13 章 β -二羰基化合物	141
一、内容提要	141
二、例题讲解	143
三、习题解答	148
四、补充习题及答案	153
第 14 章 含氮化合物	157
一、内容提要	157
二、例题讲解	159
三、习题解答	162
四、补充习题及答案	168
第 15 章 杂环化合物	170
一、内容提要	170
二、例题讲解	171

三、习题解答	172
四、补充习题及答案	174
第 16 章 周环反应	178
一、内容提要	178
二、例题讲解	179
三、习题解答	180
四、补充习题及答案	182
第 17 章 元素有机化合物	184
一、内容提要	184
二、习题解答	186
第 18 章 碳水化合物	189
一、内容提要	189
二、例题讲解	190
三、习题解答	191
四、补充习题及答案	192
第 19 章 氨基酸、蛋白质和核酸	195
一、内容提要	195
二、例题讲解	196
三、习题解答	197
四、补充习题及答案	200
第 20 章 有机合成与反应机理	202
一、内容提要	202
二、例题讲解	204
三、习题解答	206
第 21 章 典型例题分析与解答	212
(一) 有机合成设计	212
(二) 有机化合物的结构推断与鉴别	235
例题讲解	235
(三) 反应机理解析	243
一、内容提要	243
二、例题讲解	244
参考文献	256

第1章 绪 论

一、内 容 提 要

【一】基本概念

(1) 同分异构体：分子式相同而结构和性质不同的化合物称为同分异构体。

(2) 键的极性(极性共价键)：当两个不同的原子形成共价键时，由于两原子对成键电子云的引力不完全一样，分子的一端电子云密度较大，另一端电子云密度较小。可以认为一个原子带部分负电荷，另一个原子则带部分正电荷。这种由于电子云的不完全对称而呈现极性的共价键称为极性共价键。电负性相差越大，共价键的极性也越大。

(3) 偶极矩：极性共价键的电荷分布不均匀，正电中心和负电中心不相重合，这就构成了一个偶极。正电中心或负电中心的电荷数量 q 与两中心之间的距离 d 的乘积称为偶极矩 μ 。

【二】有机化学中的酸碱理论

(1) 阿伦尼乌斯酸碱理论：酸是在水溶液中能电离产生 H^+ 的物质；碱是在水溶液中能电离产生 OH^- 的物质。

(2) 布朗斯特质子理论：凡是能给出质子的物质为酸，而能与质子结合的物质即为碱。

(3) 路易斯电子理论：凡能接受电子对的物质是酸，凡能给出电子对的物质是碱。也就是说，酸和碱分别是电子对的受体和供体，酸碱反应实际上是形成配位键的过程，生成酸碱加合物。

【三】共价键的断裂方式和有机化学反应的类型

(1) 均裂：成键电子对平均分给两个原子或原子团。均裂生成的带有单电子的原子或原子团称为自由基(或游离基)。



(2) 异裂：另一种共价键的断裂方式是将成键电子对转移给其中的一个原子或原子团，形成负离子，另一个原子或原子团为正离子。



二、例 题 讲 解

【例 1-1】 为什么路易斯酸称为亲电试剂，而路易斯碱称为亲核试剂？

解 路易斯酸能接受外来电子对，因此它们具有亲电性。当参与反应时，它们都有亲近另一分子的负电荷中心的倾向，所以从有机反应的角度出发，它们又称为亲电试剂。路易斯

碱能给予电子对, 因此它们具有亲核性。它们在反应时都有亲近另一分子的正电荷中心的倾向(有机化学中常习惯地把原子核的“核”作为正电荷的同义词), 所以从有机反应的角度出发, 它们又称为亲核试剂。

【例 1-2】 在有机化学中, 为什么 BF_3 、 AlCl_3 、 ZnCl_2 、 SnCl_2 、 SO_3 等称为路易斯酸?

解 因为在这些化合物中都具有空轨道可以接受电子对, 所以称为路易斯酸。

第2章 有机化合物的命名

一、内容提要

【一】系统命名法

掌握烷烃、烯烃和炔烃的系统命名。系统命名法规则如下：

(1) 根据化合物中所含官能团的情况，确定母体，即确定该化合物属于哪一类。

(2) 选择含有主官能团及尽可能含较多官能团的最长碳链为主链，从靠近官能团的一端开始，对主链碳原子进行编号并用阿拉伯数字标示。当具有相同长度的碳链可作为主链时，应选择具有支链最多的碳链作为主链。当主链长度和支链数目相同时，应遵循“最低系列原则”。所谓最低系列原则是指碳链以不同方向编号，得到两种或两种以上的不同编号系列，比较各系列不同位次，最先遇到的位次最小者，定为“最低系列”。

(3) 主链上其他支链全部作为取代基。

(4) 书写时根据主链碳原子数目的多少和母体官能团的类型进行命名。当主链碳原子数在10以内时，分别用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸表示，而当主链碳原子数超过10时，则用中文数字十一、十二……表示分子中碳原子数目。母体官能团所在的位置用阿拉伯数字标明，放在母体名称前面。数字与母体名称用连字符“-”连接。如果母体官能团的编号为1，则“1”字省略不写。

(5) 取代基的名称放在母体名称的前面，并用阿拉伯数字标明取代基的位置。如果在主链上同时连有多个取代基，应分别按照取代基的优先顺序书写，“较优”基团后列出。如果有相同的取代基，可以合并书写，合并的取代基个数用中文数字表示。

【二】环烷烃特别是桥环烷烃和螺环烷烃的命名

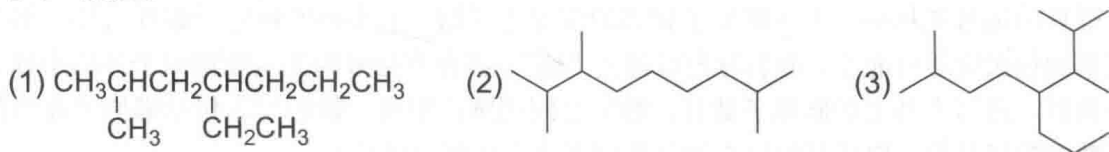
1. 桥环烷烃的命名规则

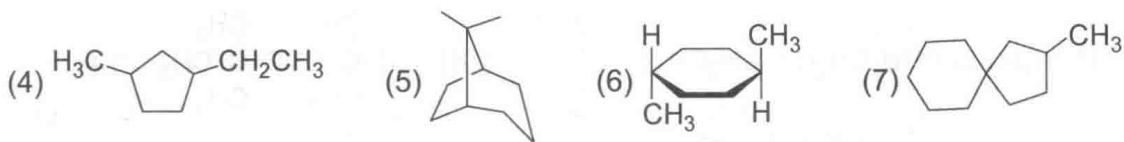
(1) 环的编号从某一桥头碳开始，沿最长的桥编至另一个桥头碳，随后继续编较长的桥至起始桥头碳，最后编最短的桥，且应使取代基的位次尽可能小。

(2) 命名时将取代基位次和名称写在前面，桥头碳之间的碳原子数目(不包括桥头碳)从大到小写在方括号中，中间用下角圆点隔开，根据组成桥环烷烃的成环碳原子总数称为某烷。

2. 螺环烷烃的命名规则

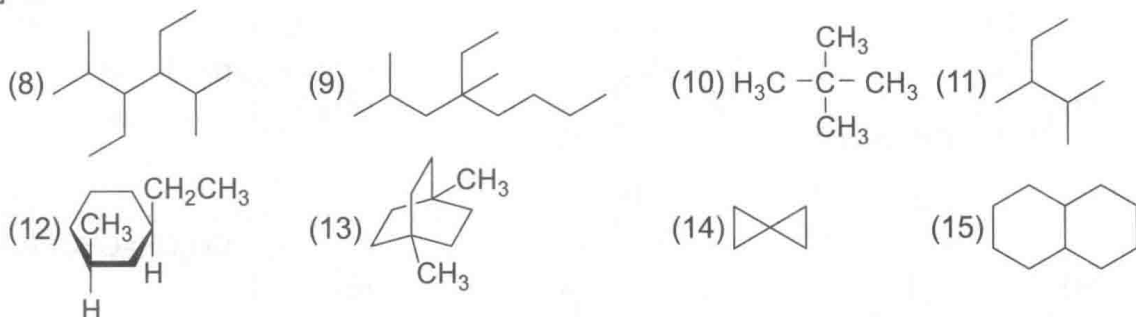
螺环的编号先从小环上与螺原子相邻的碳原子开始，沿小环经螺原子编到大环。编号时取代基的位次应尽可能小。命名时先写词头“螺”，再在方括号内先写除螺原子外的小环上碳原子数目，再写大环上的碳原子数目，数字之间用圆点隔开，最后写出包括螺原子在内的碳原子数的烷烃名称，取代基的位次和名称列在整个名称的最前面。



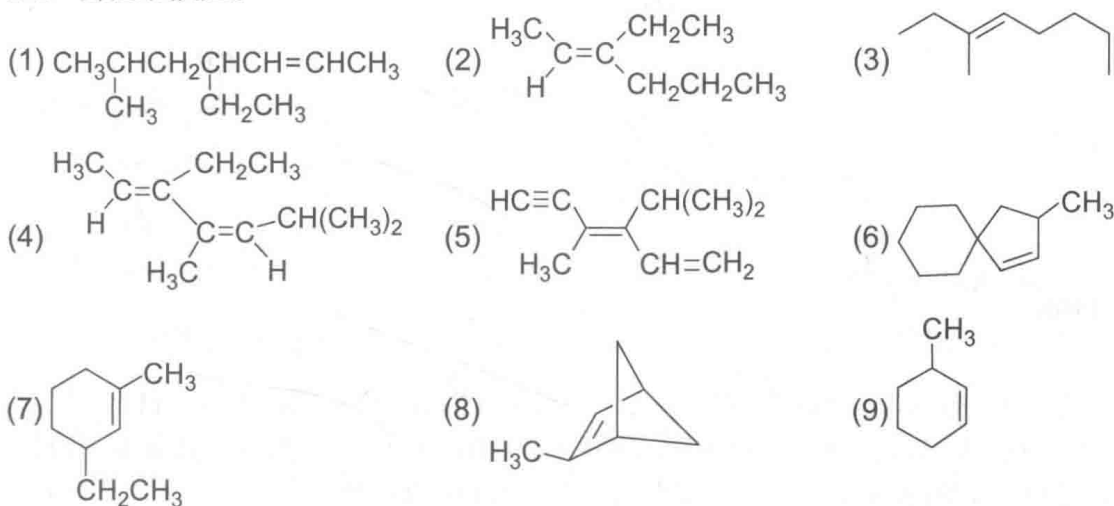


(8) 2,5-二甲基-3,4-二乙基己烷; (9) 2,4-二甲基-4-乙基辛烷; (10) 新戊烷; (11) 甲基乙基异丙基甲烷; (12) 顺-1-甲基-3-乙基环己烷; (13) 1,4-二甲基双环[2.2.2]辛烷; (14) 螺[2.2]戊烷; (15) 双环[4.4.0]癸烷

解 (1) 2-甲基-4-乙基庚烷; (2) 2,3,8-三甲基壬烷; (3) 2,3,7-三甲基-4-丙基辛烷; (4) 1-甲基-3-乙基环戊烷; (5) 8,8-二甲基双环[3.2.1]辛烷; (6) 反-1,4-二甲基环己烷; (7) 2-甲基螺[4.5]癸烷

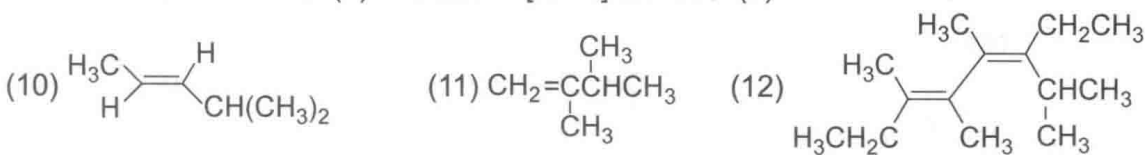


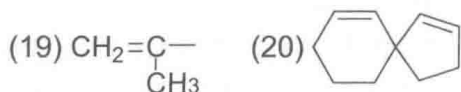
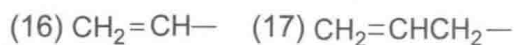
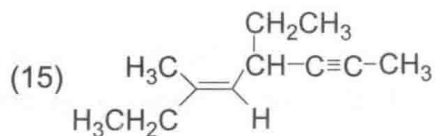
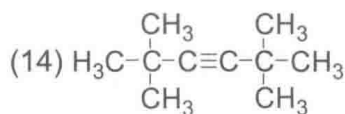
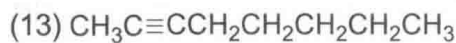
2-2 烯烃和炔烃。



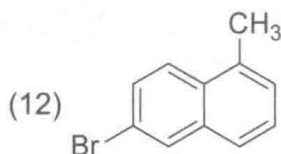
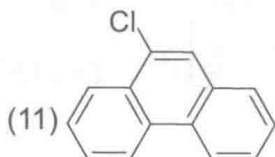
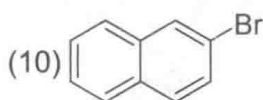
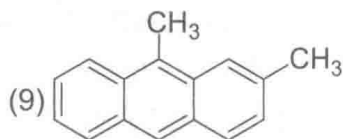
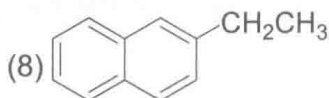
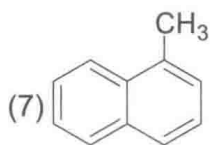
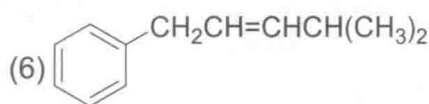
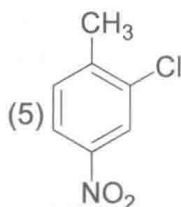
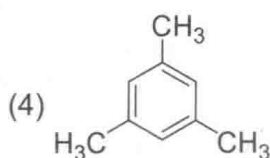
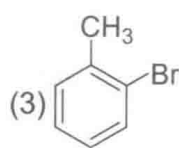
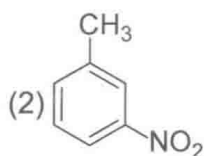
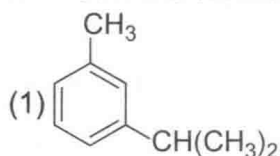
(10) 反-4-甲基-2-戊烯; (11) 2,3-二甲基-1-丁烯; (12) (3Z, 5E)-2,4,5,6-四甲基-3-乙基-3,5-辛二烯; (13) 2-辛炔; (14) 2,2,5,5-四甲基-3-己炔; (15) (5E)-6-甲基-4-乙基-5-辛烯-2-炔; (16) 乙烯基; (17) 烯丙基; (18) 丙烯基; (19) 异丙烯基; (20) 螺[4.5]-1,6-癸二烯

解 (1) 6-甲基-4-乙基-2-庚烯; (2) 3-乙基-2-己烯; (3) 3-甲基-3-辛烯; (4) (2E, 4Z)-4,6-二甲基-3-乙基-2,4-庚二烯; (5) 3-甲基-4-异丙基-3,5-己二烯-1-炔; (6) 3-甲基螺[4.5]-1-癸烯; (7) 1-甲基-3-乙基-1-环己烯; (8) 2-甲基双环[2.1.1]-2-己烯; (9) 3-甲基环己烯



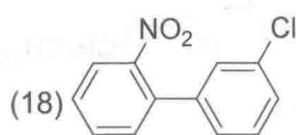
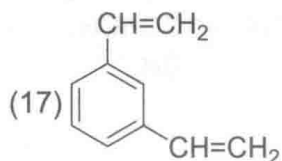
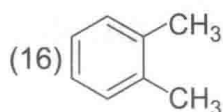
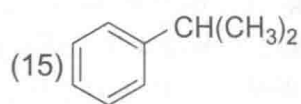
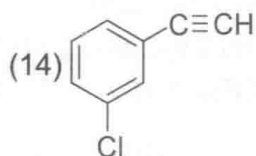
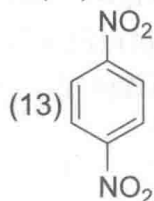


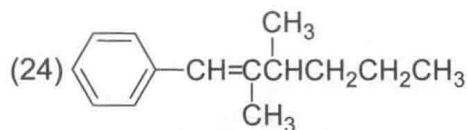
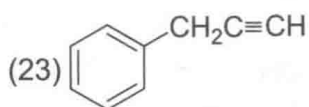
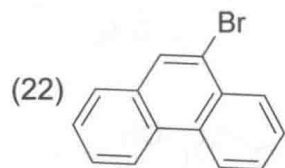
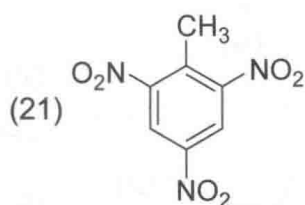
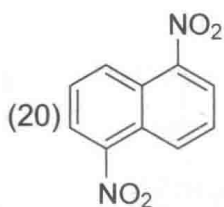
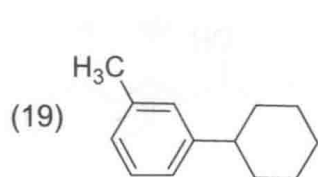
2-3 芳烃及其衍生物。



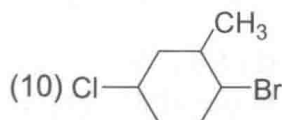
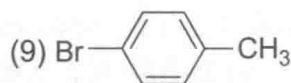
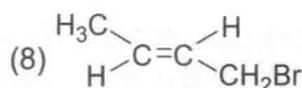
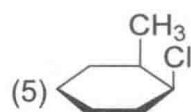
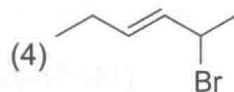
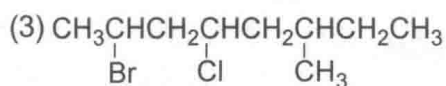
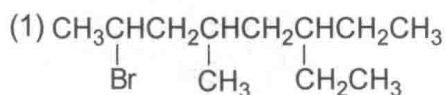
(13) 对二硝基苯; (14) 间氯苯基乙炔; (15) 异丙苯; (16) 邻二甲苯; (17) 间二乙烯基苯; (18) 2-硝基-3'-氯联苯; (19) 3-环己基甲苯; (20) 1,5-二硝基萘; (21) 2,4,6-三硝基甲苯; (22) 9-溴菲; (23) 3-苯基-1-丙炔; (24) 2,3-二甲基-1-苯基己烯

解 (1) 间甲基异丙基苯; (2) 间硝基甲苯; (3) 邻溴甲苯; (4) 均三甲苯; (5) 4-硝基-2-氯甲苯; (6) 4-甲基-1-苯基-2-戊烯; (7) α -甲基萘; (8) β -乙基萘; (9) 2,9-二甲基蒽; (10) β -溴萘; (11) 9-氯菲; (12) 1-甲基-6-溴萘



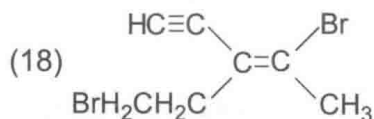
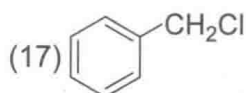
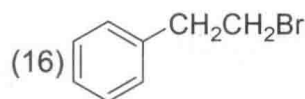
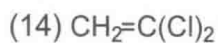
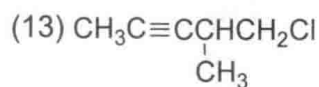
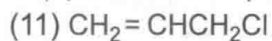


2-4 卤代烃。

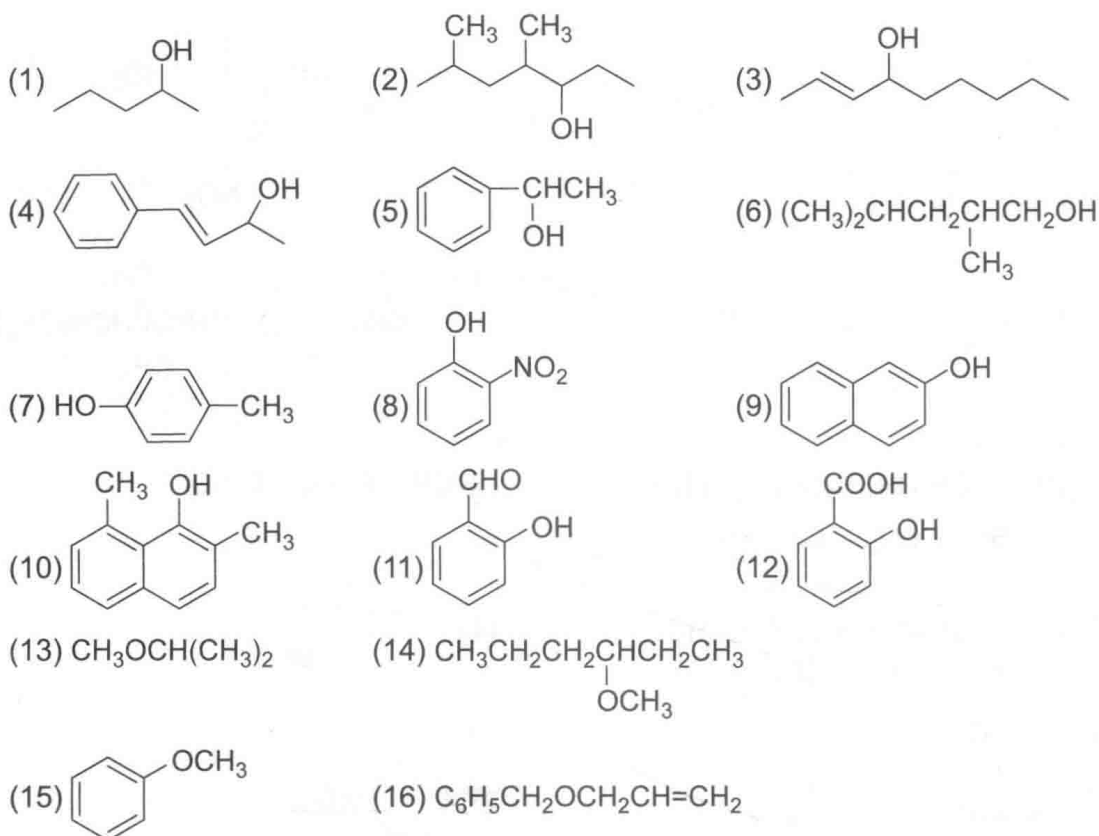


(11) 烯丙基氯; (12) 叔丁基溴; (13) 4-甲基-5-氯-2-戊炔; (14) 偏二氯乙烯; (15) 二氟二氯甲烷; (16) 1-苯基-2-溴乙烷; (17) 苄氯; (18) (Z)-3-(2-溴乙基)-4-溴-3-戊烯-1-炔

解 (1) 4-甲基-6-乙基-2-溴辛烷; (2) 1,4-二氯丁烷; (3) 6-甲基-4-氯-2-溴辛烷; (4) 2-溴-3-己烯; (5) 顺-1-甲基-2-氯环己烷; (6) 3-氯环己烯; (7) 1-环丙基-1-溴环己烷; (8) 1-溴-2-丁烯; (9) 对溴甲苯; (10) 2-甲基-4-氯-1-溴环己烷

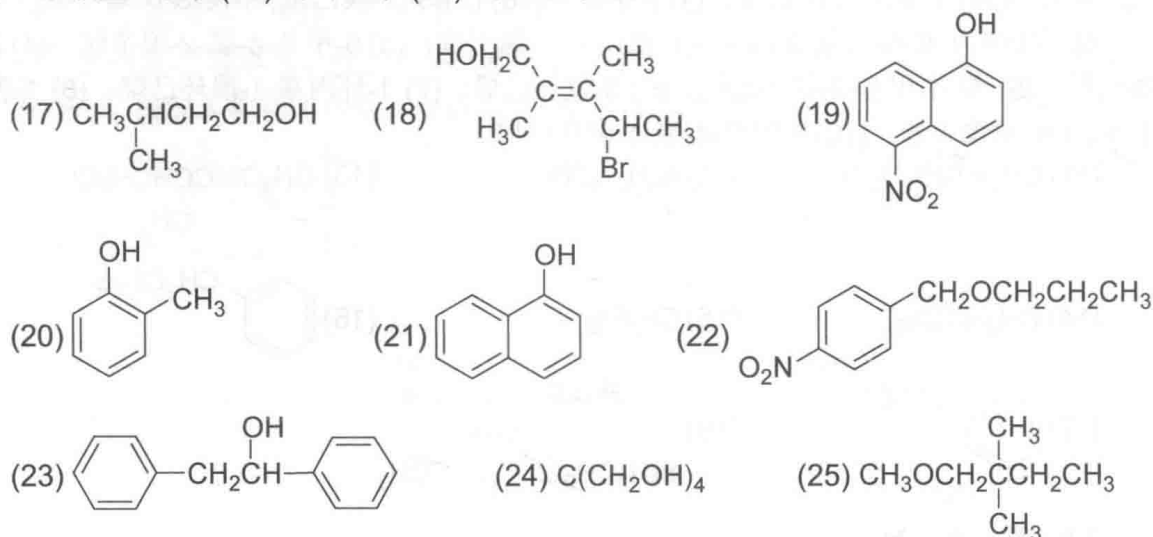


2-5 醇、酚、醚。

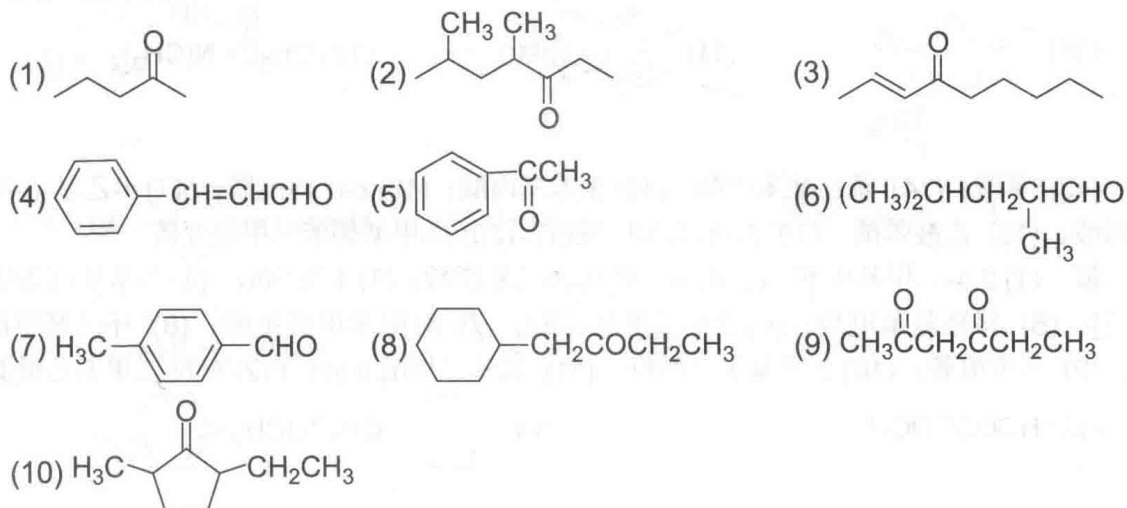


(17) 异戊醇; (18) (*E*)-4-溴-2,3-二甲基-2-戊烯-1-醇; (19) 5-硝基-1-萘酚; (20) 邻甲苯酚; (21) α -萘酚; (22) 对硝基苄基丙基醚; (23) α,β -二苯基乙醇; (24) 季戊四醇; (25) 1-甲氧基-2,2-二甲基丁烷

解 (1) 2-戊醇; (2) 4,6-二甲基-3-庚醇; (3) 2-壬烯-4-醇; (4) 4-苯基-3-丁烯-2-醇; (5) 1-苯基乙醇; (6) 2,4-二甲基-1-戊醇; (7) 对甲苯酚; (8) 邻硝基苯酚; (9) 2-萘酚(或 β -萘酚); (10) 2,8-二甲基-1-萘酚; (11) 邻羟基苯甲醛; (12) 邻羟基苯甲酸; (13) 甲基异丙基醚; (14) 3-甲氧基己烷; (15) 苯甲醚; (16) 烯丙基苄基醚

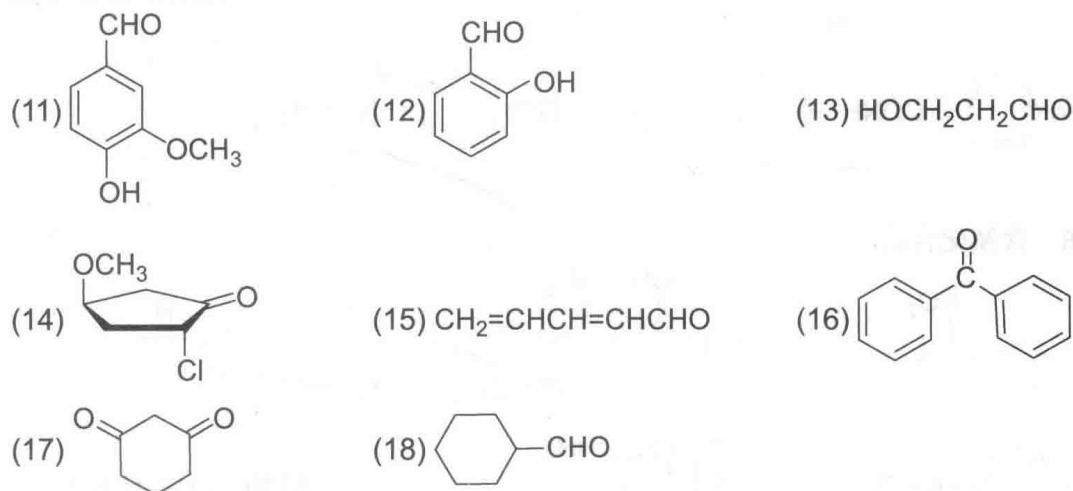


2-6 醛、酮。



(11) 4-羟基-3-甲氧基苯甲醛; (12) 水杨醛; (13) β -羟基丙醛; (14) 反-2-氯-4-甲氧基环戊酮; (15) 2,4-戊二烯醛; (16) 二苯甲酮; (17) 1,3-环己二酮; (18) 环己基甲醛

解 (1) 2-戊酮; (2) 4,6-二甲基-3-庚酮; (3) 2-壬烯-4-酮; (4) 3-苯基丙烯醛(肉桂醛); (5) 苯乙酮; (6) 2,4-二甲基戊醛; (7) 对甲苯甲醛; (8) 1-环己基-2-丁酮; (9) 2,4-己二酮; (10) 2-甲基-5-乙基环戊酮



2-7 羧酸及其衍生物。

