

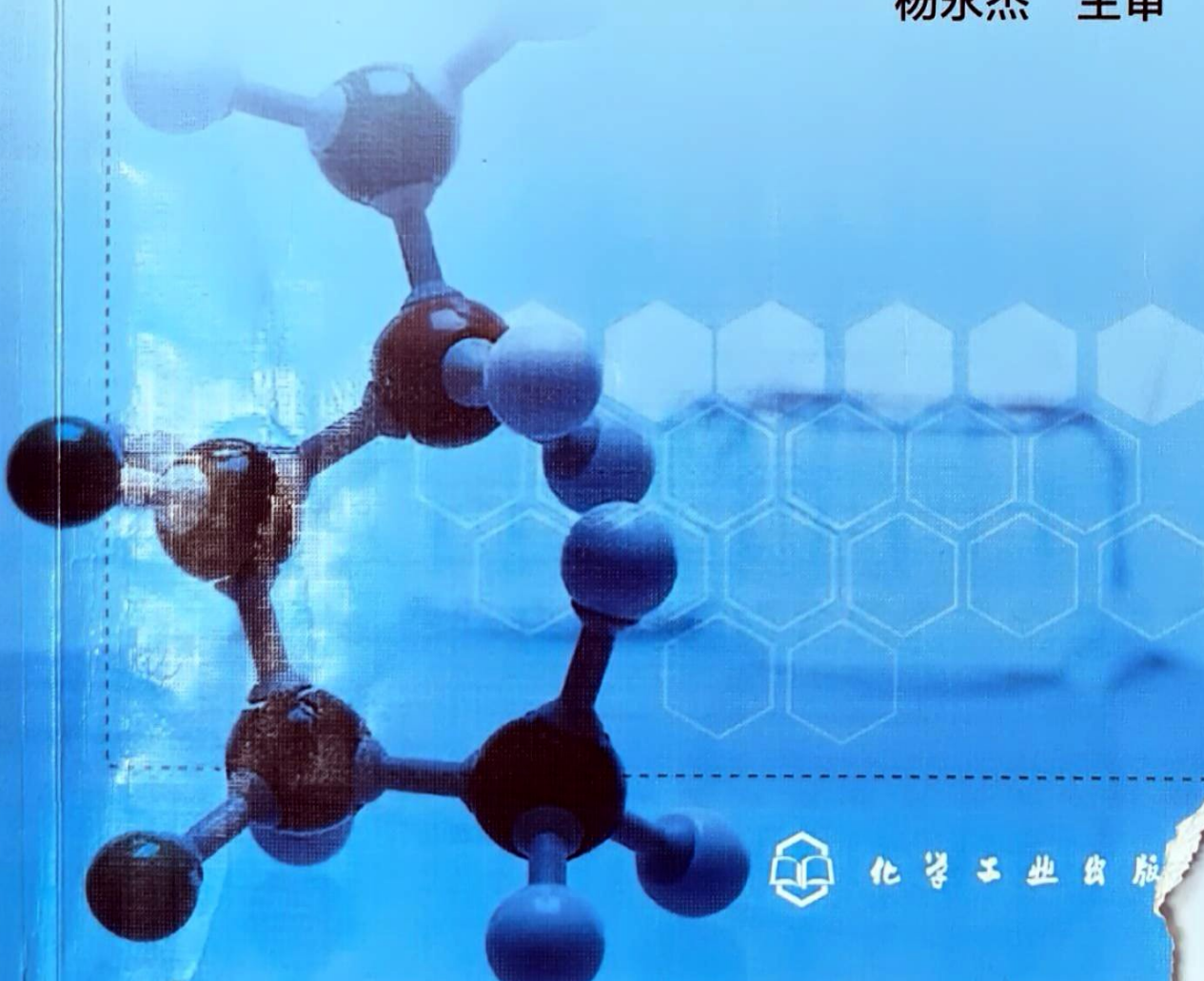


中等职业教育规划教材

**Organic
Chemistry**

有机化学

柳 阳 主编
杨永杰 主审



化学工业出版社

目录

CONTENTS

第一章 绪论 / 001

- 第一节 了解有机化学 / 002
 - 一、有机化学的基本概念 / 002
 - 二、有机化合物的表达方式 / 005
- 第二节 有机化合物的分类及特点 / 006
 - 一、按碳骨架分类 / 006
 - 二、按官能团分类 / 007
 - 三、有机化合物的特点 / 009
- 第三节 有机化学的学习方法 / 009
- 本章小结 / 010

第二章 烷烃 / 011

- 第一节 烷烃的结构 / 012
 - 一、甲烷的结构 / 012
 - 二、烷烃的通式及同分异构现象 / 014
- 第二节 烷烃的命名 / 016
 - 一、普通命名法 / 017
 - 二、系统命名法 / 018
- 第三节 烷烃的化学反应 / 022
 - 一、烷烃的卤代反应 / 022
 - 二、氧化反应 / 024
 - 三、裂化反应 / 025
 - 四、实验室制取甲烷 / 025
- 本章小结 / 030

第三章 不饱和烃 / 033

- 第一节 烯烃 / 034
 - 一、烯烃的结构和通式 / 034
 - 二、烯烃的同系物和同分异构体 / 035
- 第二节 烯烃的命名 / 037
 - 一、烯烃的习惯命名法和衍生物命名法 / 037
 - 二、烯烃的系统命名法 / 037
- 第三节 烯烃的化学反应 / 039
 - 一、烯烃的加成反应 / 039
 - 二、烯烃的氧化反应 / 044

三、烯烃的聚合反应	/ 046
四、烯烃的 α -氢原子的取代反应	/ 046
第四节 重要的烯烃及应用	/ 048
一、乙烯	/ 048
二、丙烯	/ 048
第五节 炔烃	/ 048
一、炔烃的结构	/ 048
二、炔烃的同分异构体和命名	/ 049
三、炔烃的化学反应	/ 052
第六节 二烯烃	/ 057
一、二烯烃的分类	/ 058
二、二烯烃的命名	/ 058
三、1, 3-丁二烯的物理性质和结构特点	/ 059
四、1, 3-丁二烯的化学性质	/ 059
本章小结	/ 063

第四章 脂环烃 / 069

第一节 脂环烃的结构、分类	/ 070
一、脂环烃的结构和稳定性	/ 070
二、脂环烃的分类	/ 070
三、脂环烃的异构现象	/ 071
第二节 脂环烃的命名	/ 072
一、单环烷烃的命名	/ 072
二、不饱和脂环烃的命名	/ 073
第三节 环烷烃的化学性质	/ 075
一、加成反应	/ 075
二、取代反应	/ 077
三、氧化反应	/ 078
第四节 重要的脂环烃及其应用	/ 078
一、环己烷	/ 078
二、环戊二烯	/ 079
三、环戊二烯铁	/ 079
本章小结	/ 081

第五章 脂肪族卤代烃 / 083

第一节 脂肪族卤代烃	/ 084
一、脂肪族卤代烃的分类	/ 084
二、脂肪族卤代烃的命名	/ 084
三、脂肪族卤代烃的异构现象	/ 086
第二节 脂肪族卤代烃的化学性质	/ 087
一、取代反应	/ 088

二、消除反应	/ 091
三、卤代烷与金属镁的反应	/ 091
第三节 重要的脂肪族卤代烃	/ 093
一、三氯甲烷	/ 093
二、四氯化碳	/ 093
三、氯乙烯	/ 094
四、四氟乙烯	/ 094
五、氯乙烷	/ 095
本章小结	/ 097

第六章 醇和醚 / 099

第一节 醇	/ 100
一、醇的分类	/ 100
二、醇的命名	/ 100
第二节 醇的化学反应	/ 102
一、与无机酸反应	/ 103
二、脱水反应	/ 104
三、氧化和脱氢	/ 105
四、与活泼金属反应	/ 106
第三节 醚的分类、结构、命名	/ 107
一、醚的分类	/ 107
二、醚的结构	/ 107
三、醚的命名	/ 107
第四节 醚的化学性质	/ 109
一、成盐反应	/ 109
二、醚键断裂	/ 109
三、过氧化物的形成	/ 109
第五节 重要的醇和醚	/ 110
一、重要的醇	/ 110
二、重要的醚	/ 112
本章小结	/ 116

第七章 芳烃 / 118

第一节 芳香烃	/ 119
一、苯的结构	/ 119
二、芳烃的分类与命名	/ 121
第二节 芳烃的化学反应	/ 123
一、苯环上的定位规则	/ 123
二、取代反应	/ 125
三、加成反应	/ 127
四、苯环的侧链氧化	/ 128

第三节 重要的芳烃	/ 130
一、重要的单环芳烃	/ 131
二、重要的稠环芳烃	/ 131
本章小结	/ 134

第八章 酚和芳醇 / 138

第一节 酚和芳醇	/ 139
一、酚的分类	/ 139
二、酚和芳醇的命名	/ 139
第二节 酚的化学反应	/ 141
一、酚羟基的反应	/ 142
二、苯环上的取代反应	/ 144
三、与三氯化铁的显色反应	/ 146
四、氧化反应	/ 147
第三节 重要的酚和芳醇	/ 149
一、重要的酚	/ 150
二、重要的芳醇	/ 150
本章小结	/ 153

第九章 醛和酮 / 156

第一节 醛和酮	/ 157
一、醛和酮的分类	/ 157
二、醛和酮的构造异构	/ 157
三、醛和酮的命名	/ 158
第二节 醛和酮的化学性质	/ 161
一、羰基的加成反应	/ 161
二、 α -氢原子的反应	/ 165
三、氧化反应及鉴别	/ 166
四、还原反应	/ 168
五、坎尼扎罗(Cannizzaro)反应	/ 168
第三节 重要的醛和酮	/ 170
一、重要的醛	/ 170
二、重要的酮	/ 171
本章小结	/ 174

第十章 羧酸及其衍生物 / 177

第一节 羧酸	/ 178
一、认识羧酸	/ 178
二、羧酸的分类、构造异构和命名	/ 179
第二节 羧酸的化学性质	/ 183
一、羧酸的酸性	/ 183

二、羟基的取代反应(羧酸衍生物的生成)	/ 186
三、脱羧反应	/ 187
四、 α -氢原子的卤代反应	/ 188
第三节 重要的羧酸	/ 189
一、甲酸	/ 189
二、柠檬酸	/ 190
第四节 羧酸的衍生物	/ 191
一、羧酸衍生物的命名	/ 191
二、羧酸衍生物的化学反应	/ 192
三、重要的羧酸衍生物	/ 194
第五节 油脂	/ 196
一、油脂的结构	/ 196
二、油脂的性质	/ 197
第六节 碳酰胺	/ 199
一、弱碱性	/ 200
二、水解反应	/ 200
三、放氮反应	/ 200
四、缩合反应	/ 201
本章小结	/ 203

第十一章 含氮有机化合物 / 207

第一节 芳香族硝基化合物	/ 208
一、芳香族硝基化合物的结构	/ 208
二、芳香族硝基化合物的命名	/ 208
第二节 芳香族硝基化合物的化学性质	/ 210
一、硝基的还原反应	/ 210
二、苯环上的取代反应	/ 211
三、硝基对苯环上取代基的影响	/ 212
第三节 重要的硝基化合物	/ 214
第四节 腈和胺	/ 216
一、腈和胺的命名和分类	/ 216
二、腈和胺的化学性质	/ 219
三、重要的腈和胺	/ 225
* 第五节 重氮和偶氮化合物	/ 226
一、重氮化反应	/ 227
二、重氮盐的反应	/ 227
三、偶氮化合物	/ 228
本章小结	/ 232

第十二章 杂环化合物 / 234

第一节 杂环化合物的分类和命名	/ 235
-----------------	-------

一、杂环化合物的分类	/ 235
二、杂环化合物的命名	/ 237
第二节 重要的杂环化合物及其衍生物	/ 240
一、重要的五元杂环化合物	/ 240
* 二、重要的六元杂环化合物	/ 244
* 三、稠杂环化合物	/ 246
本章小结	/ 251

第十三章 糖类和蛋白质 / 255

第一节 糖类化合物	/ 256
一、糖类的含义及分类	/ 256
二、单糖	/ 257
三、二糖	/ 258
四、多糖	/ 259
第二节 氨基酸和蛋白质	/ 262
一、氨基酸的定义	/ 263
二、氨基酸的分类和命名	/ 264
三、蛋白质的组成和分类	/ 266
四、蛋白质的性质	/ 267
本章小结	/ 272

* 第十四章 高分子化合物 / 275

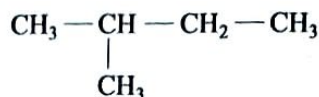
第一节 高分子化合物的基本概念	/ 276
一、高分子化合物的合成	/ 276
二、高分子化合物的分类	/ 280
三、高分子化合物的命名	/ 283
第二节 重要的高分子材料	/ 287
一、塑料	/ 287
二、合成纤维	/ 290
三、橡胶	/ 290
本章小结	/ 294

参考文献 / 297

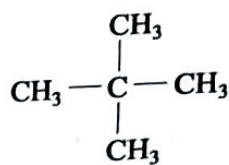
例如：



正戊烷



异戊烷



新戊烷

想一想

普通命名法的优缺点是什么？

普通命名法优点是简单方便，缺点是普通命名法只能用于化学结构比较简单的烷烃，对于结构比较复杂的烷烃则必须采用系统命名法。

二、系统命名法

系统命名法是根据国际纯粹和应用化学联合会 IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) 命名原则，中国化学会参考 IUPAC 命名法，结合我国汉字的特点，制订的系统命名法。

读一读

国际纯粹与应用化学联合会 (IUPAC)

国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC, 会标见图 2-4)是一个致力于促进化学发展的非政府组织。IUPAC 组织于 1919 年在法国巴黎成立，是世界上最大、最具权威性的化学组织，各国仅可通过其全国性组织代表该国化学工作者参会。其工作主要包括对全球化学和化学工作者制定必要的规则和标准，如化学元素的确认与命名，物质质量的定义、测定方法和认定，化合物的命名法则，乃至化学工作者应遵守的科学道德准则和化学教育标准等；促进各国化学工作者间的合作与交流；培养年轻的化学工作者；普及化学知识；开展化学安全教育；促进化学科研成果为人类福祉服务等。



图 2-4 国际纯粹与应用化学联合会会标

系统命名法则有以下几个方面。

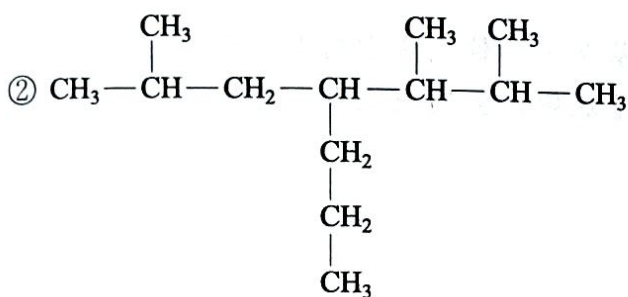
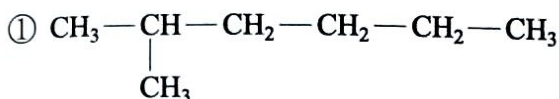
1. 选取主链

① 在烷烃的结构式中，选择一条含碳原子数最多的碳链作为主链（或称为母体），根据主链碳原子数称为“某”烷，支链则作为取代基。

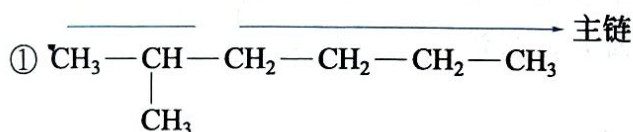
② 烷烃分子中有两条以上等长碳链时，则选取支链较多的一条作为主链。

理论剖析助手

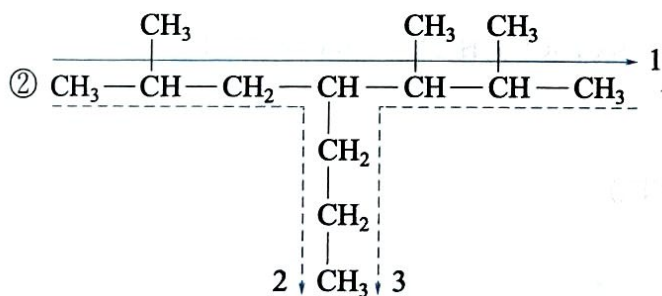
请分析下列烷烃结构式的主链。



分析与解答



上式中最长碳原子数为 6，因此选取该碳链作为主链。



上式有三条碳链，并且每条碳链的碳原子数都是 7，1 号主链上有四个支链，2 号主链上有两个支链，3 号主链上有三个支链，根据选主链的第二条原则，应选择含有支链最多的作为主链，因此上式应选择 1 号碳链作为主链。

2. 给主链编号

① 应从靠近主链最近的支链一端开始编号，依次用阿拉伯数字 1, 2, 3... 进行编号，取代基的位次用主链上碳原子的数字表示。给碳链编号时，应遵守“最低系列”原则，即遇到取代基位次最小的，先编号。

理论剖析助手

请给下面分子的主链编号。

想一想

给主链编号有什么秘诀么?

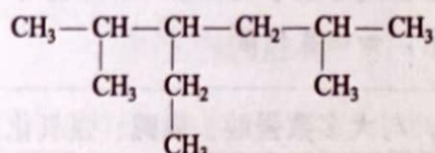
- ① 首先选离支链最近一端开始编号。
- ② 同“近”时选“简”。

3. 写出烷烃名称

- ① 按照取代基位次、相同取代基数量、取代基名称、主链名称的顺序写出烷烃的全称。
- ② 若同时有几个取代基时，将较简单的取代基写在前面，较复杂的取代基写在后面。
- ③ 若有几个相同的取代基时，要依次表示出位次，位次数字之间要用“,”隔开。
- ④ 相同取代基的个数需要用大写中文数字“二、三、四…”表示。
- ⑤ 中文数字和中文与阿拉伯数字之间必须用短横线“-”间隔。

理论剖析助手

请用系统命名法写出下列分子式的名称。



2,5-二甲基-3-乙基己烷

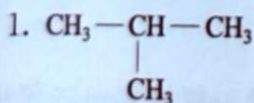
分析与解答

主链应选取含有6个碳原子的碳链，主链编号应从左向右，“2,5”代表甲基取代基位次，“二”代表有两个相同的甲基，“3”代表乙基取代基位次，由于主链上是6个碳原子，所以主链为己烷，该分子式为2,5-二甲基-3-乙基己烷。

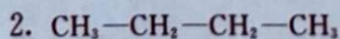
注意：命名原则表达了有机化合物结构的名称，但不一定是该结构唯一的名称。IUPAC在2004年网站上公布的“有机化合物命名（预览稿）”和2014年后正式出版的蓝皮书中就提出了“IUPAC首选名”和“IUPAC一般名”。但是无论以任何方式命名，有机物的构造是唯一的。

随堂练一练

一、用习惯命名法命名下列化合物

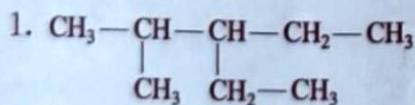


命名为_____

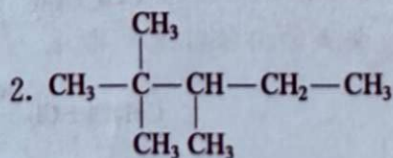


命名为_____

二、用系统命名法命名下列化合物



命名为_____



命名为_____

二、炔烃的同分异构体和命名

1. 炔烃的同分异构体

炔烃的同分异构体有两大类，分别是碳链异构和官能团异构。炔烃和碳原子数相同的二烯烃互为同分异构体。

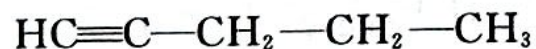
理论剖析助手

请分析并写出分子式为 (C_5H_8) 的碳链异构体、官能团异构体。

分析与解答

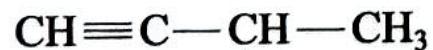
1. 写出碳链异构体

首先写出分子式为 C_5H_8 的碳链异构体，当碳链为直链时，碳碳三键在端位的 1-戊炔。



1-戊炔

然后写出主链含有四个碳原子，有一个甲基作为支链的端位炔烃，3-甲基-1-丁炔：



3-甲基-1-丁炔

2. 写出官能团异构体

将端位的碳碳三键向右移动一个位置, 形成一个新的同分异构体, 即 2-戊炔:

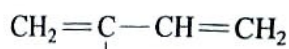


2-戊炔

炔烃和同碳原子数的二烯烃是同分异构体, 分别写出二烯烃分子 (二烯烃会在后续章节介绍):



1,4-戊二烯



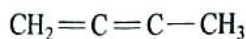
2-甲基-1,3-丁二烯



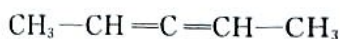
1,3-戊二烯



1,2-戊二烯



3-甲基-1,2-丁二烯



2,3-戊二烯

所以分子式为 (C_5H_8) 的碳链异构体、官能团异构体共 9 种。

结构简单的乙炔和丙炔没有同分异构体, 四个碳和四个碳原子数以上的炔烃由于碳链的不同和官能团的不同产生同分异构体。

随堂练一练

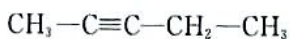
1. 写出所有 C_4H_6 的同分异构体。
2. 判断以下说法对错。
 - ① 乙炔和乙烯互为同系物。
 - ② 丙烯和丙炔互为同分异构体。
 - ③ 丙炔没有同分异构体。
 - ④ 丁炔的同分异构体有 2 种。

2. 炔烃的命名

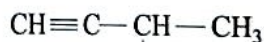
炔烃的命名有两种: 一种是衍生物命名法, 另一种是系统命名法。

[1] 衍生物命名法 以乙炔为母体, 将其他基团或原子看成是乙炔烃基衍生物。

例如:



甲基乙基乙炔

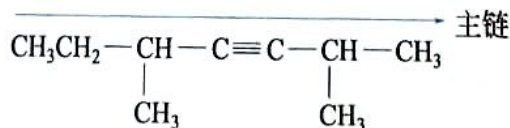


异丙基乙炔

[2] 系统命名法 炔烃的系统命名法与烯烃相似。

炔烃的系统命名法命名法则有以下几个方面。

① 选主链 $\text{C}\equiv\text{C}$ 选取包含碳碳三键在内的最长碳链作为炔烃的主链, 将支链作为取代基, 根据主链上碳原子的数量, 将该炔烃命名为“某炔”。例如:



② 编号 在选好的主链上, 从最靠近碳碳三键 ($\text{C}\equiv\text{C}$) 的一端开始编号, 使碳碳三键的两个碳原子编号最小, 数字与汉字之间用短横线“-”连接。例如:

2. 写出下列化合物的构造式。

(1) 1-甲基-3-乙基环己烷

(2) 1,4-环己二烯

构造式为_____。

构造式为_____。

(3) 1,1-二甲基环戊烷

(4) 5-甲基-1,3-环戊二烯

构造式为_____。

构造式为_____。

第三节

环烷烃的化学性质

你知道环烷烃的物理性质吗？

物态 在室温下， $C_3 \sim C_4$ 的环烷烃是气体， $C_5 \sim C_{11}$ 的环烷烃是液体，高级环烷烃是固体。

沸点 环烷烃的沸点随分子中碳原子数的增加而升高；同碳原子数的环烷烃沸点高于开链烷烃。

熔点 环烷烃的熔点随分子中碳原子数的增加而升高，同碳原子数的环烷烃熔点高于开链烷烃。

相对密度 环烷烃的相对密度都小于 1，比水轻，比相应的开链烷烃的相对密度大。

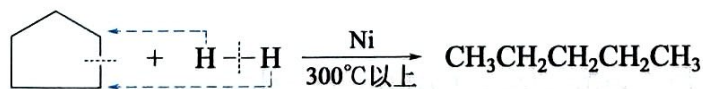
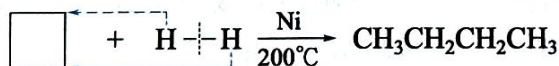
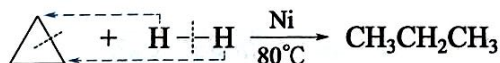
溶解度 环烷烃不溶于水，易溶于有机溶剂。

新知识

环烷烃的稳定性与环的大小有关，三元环、四元环不稳定，容易开环，化学性质比较活泼，可发生开环反应，而五元环、六元环比较稳定，能发生取代及氧化反应。

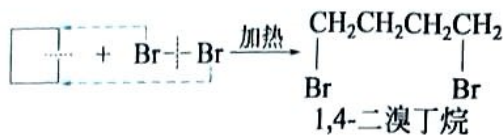
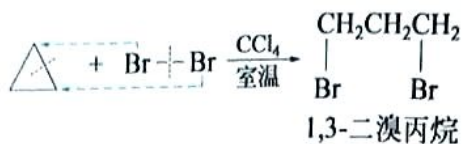
一、加成反应

1. 催化加氢



由上述反应条件可以看出，环丙烷很容易加氢，环丁烷需要在较高的温度下加氢，环戊烷需要在更高的温度下进行反应，环戊烷以上的环烷烃不能进行催化加氢反应。

2. 加卤素

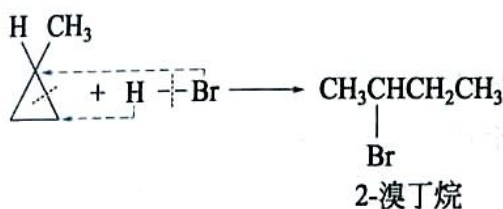
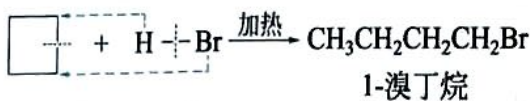
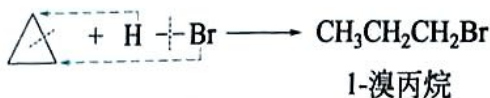


小环与溴发生加成反应后，溴的红棕色消失，变化现象明显，可用于鉴别三元、四元环烷烃。

对接生活

1,3-二溴丙烷和1,4-二溴丁烷是重要的有机合成原料，其中1,4-二溴丁烷主要用于合成镇咳药物氨茶碱、喷托维林等。氨茶碱适用于支气管哮喘、喘息型支气管炎、阻塞性肺气肿等，缓解喘息症状；也可用于心源性肺水肿引起的哮喘。

3. 加卤化氢



当烷基环丙烷与卤化氢进行加成反应时，断键发生在含氢较多与含氢较少的两个碳原子之间，加成符合马氏规则。



有机化学实验室

玻璃仪器的洗涤

在实验室中，洗涤玻璃仪器不仅是一项必须做的实验前的准备工作，也是一项技术性的工作。仪器洗涤是否符合要求，对实验结果有很大影响。

洗涤液简称洗液，根据不同的要求有各种不同的洗液。

1. 强酸氧化剂洗液

强酸氧化剂洗液是用重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)和浓硫酸(H_2SO_4)配成的。 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 在酸性溶液中，有很强的氧化能力，对玻璃仪器又极少有侵蚀作用。所以这种洗液在实验室内使用最广泛。

2. 碱性洗液

碱性洗液用于洗涤有油污物的仪器，用此洗液时采用长时间(24h 以上)浸泡法，或者浸煮法。从碱洗液中捞取仪器时，要戴乳胶手套，以免烧伤皮肤。经蒸馏水冲洗后的仪器，用指示剂检查应为中性。

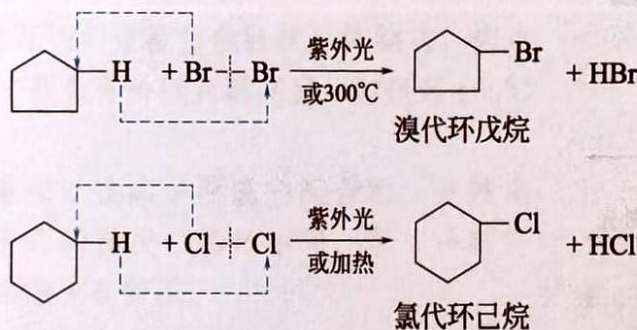
3. 碱性高锰酸钾洗液

用碱性高锰酸钾作洗液，作用缓慢，适合用于洗涤有油污的器皿。

4. 纯酸纯碱洗液

根据器皿污垢的性质，直接用浓盐酸(HCl)或浓硫酸(H₂SO₄)、浓硝酸(HNO₃)浸泡或浸煮器皿(温度不宜太高，否则浓酸会挥发刺激人)。纯碱洗液多采用 10% 以上的浓烧碱(NaOH)、氢氧化钾(KOH)或碳酸钠(Na₂CO₃)溶液浸泡或浸煮器皿(可以煮沸)。

二、取代反应



在光照或者加热的情况下，环戊烷和环己烷能与卤素发生取代反应。环戊烷和环己烷分子中 C—H 键都完全相同，所以一元取代物只有一种。

对接生活

1-溴丁烷是无色液体，主要用作合成麻醉药物盐酸丁卡因，也可用于合成染料和香料，如图 4-5 所示。



图 4-5 由 1-溴丁烷合成的染料