

北京市高等教育精品教材立项项目

有机化学习题集

主 编 李 楠 胡世荣
副主编 姚维驹 邓月娥 曾仁权 李宗恒 侯士聪
主 审 赵建庄
编 委 (按拼音字母为序)
杜建伟 冯喜兰 罗 田孟魁 杨 丹
朱 鹤 张莲姬 张 敏

高等教育出版社

内容提要

本书是北京市教委高等教育精品教材立项《有机化学》系列教材之一。书中的章节顺序与赵建庄、田孟魁主编的《有机化学》教材一致,但又自成体系。每章主要含思考题、习题、解题示例和参考答案4部分。书后选择了6套综合模拟练习,供学生自测时使用。

本书可供农、林、水高校和其他生物类相关专业使用,也可供有关专业和农林科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学习题集/李楠,胡世荣主编. —北京:高等教育出版社,2003.6

ISBN 7 - 04 - 011982 - X

.有... .李... 胡... .有机化学 - 高等学校 - 习题 .062 - 44

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第025478号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总 机 010 - 82028899

购书热线 010 - 64054588

免费咨询 800 - 810 - 0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

经 销 新华书店北京发行所

印 刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.5

字 数 400 000

版 次 年 月 第 版

印 次 年 月 第 次印刷

定 价 17.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

策 划 岳延陆
责任编辑 吕庆娟
封面设计 李卫青
责任绘图 郝 林
版式设计 张 岚
责任校对 杨雪莲
责任印制

前 言

本书是北京市高等教育精品教材立项项目有机化学系列教材之一,是赵建庄、田孟魁主编的《有机化学》教材的配套教学参考书。它有利于教师的讲授和有助于学生深入理解和牢固掌握基础有机化学的内容。可供农、林、水高等院校各专业和其他生物类专业本科生用做教材,也可供有关院校及农林科技工作者参考。

目前,高等农业院校多采用考教分离的教学形式,要求学生勤学苦练、独立思考及接受必要的模拟训练,因而本书具有针对性地选列一定量的习题,既注意了内容的深广度,又控制了所选内容原则上不超出教材范围。本书对自考生和函授生也有一定的帮助。

本书的系统、章节顺序都与教材同步,但又自成体系,兼有习题集和参考书的双重功能。每章含思考题、习题、解题示例、参考答案四部分,选编的内容主要包含命名、书写结构式、鉴别化合物、合成、推断结构等。这些内容主要选自20世纪90年代以来国内外有机化学出版物和近几年的考试试题。

参加本书编写的学校有北京农学院、中国农业大学、西南农业大学、吉林农业大学、湛江海洋大学、河南职业技术师范学院、天津农学院、延边大学农学院、大连水产学院。本书编写过程中得到了九院校院、系及教务处的领导和有关教师的关怀与支持,并得到了北京市高等教育精品教材出版资助和高等教育出版社的支持,在此一并致谢。

限于编者的水平,书中不足之处敬请批评指正。

编者

2003年6月

目 录

第一章 绪论	1	第十五章 有机化合物光谱知识简介	207
第二章 饱和烃	5	综合练习(一)	215
第三章 不饱和烃	11	综合练习(二)	219
第四章 碳环烃	20	综合练习(三)	223
第五章 卤代烃	43	综合练习(四)	225
第六章 旋光异构	62	综合练习(五)	228
第七章 醇、酚、醚	72	综合练习(六)	232
第八章 醛、酮、醌	84	综合练习(一)答案	235
第九章 羧酸、羧酸衍生物和取代酸	102	综合练习(二)答案	239
第十章 含氮及含磷有机物	126	综合练习(三)答案	243
第十一章 杂环化合物及生物碱	155	综合练习(四)答案	245
第十二章 油脂和类脂化合物	174	综合练习(五)答案	247
第十三章 碳水化合物	179	综合练习(六)答案	252
第十四章 蛋白质与核酸	197	主要参考文献	256

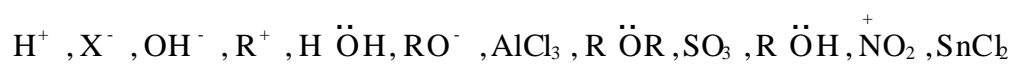
第一章 绪 论

一、思考题

1. 简要解释什么是价电子、内层电子、成键电子。
2. 用简单的电子层结构式表示下列化合物的经典结构式。
(1) H_2SO_4 (2) HONO (3) C_2H_6 (4) C_2H_4 (5) C_2H_2 (6) CH_2O
3. 试解释原子轨道、分子轨道、成键轨道和反键轨道。
4. CO_2 的偶极矩 $\mu = 0$, 而 H_2O 的 $\mu = 1.84 \times 3.33 \times 10^{-30} \text{C}\cdot\text{m}$ 。试判断 CO_2 和 H_2O 分子的立体形状? 甲烷分子中 $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ 键的键角为多少? 在水分子中 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ 键的键角又为多少? 在四氯化碳中的 $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$ 键的键角如何?
5. 根据下列每个化合物的分析值(质量分数), 写出它们的实验式。
(1) 己醇: 70.4% C, 13.9% H; (2) 苯: 92.1% C, 7.9% H。
6. 什么是有机化学? 有机化合物有哪些特性? 共价键有哪些属性?

二、习题

1. 根据键能计算下列两个反应式哪个更容易进行。
$$\begin{array}{l} \text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \quad \quad \quad \text{CH}_3\cdot + \text{HCl} \\ \text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \quad \quad \quad \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}\cdot \end{array}$$
2. 下列化合物有无极性?
(1) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ (2) CF_2Cl_2 (3) CF_4 (4) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$
3. 比较下列各组化学键的极性大小。
(1) $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{NH}_2$ (2) $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}$ (3) $\text{F}-\text{CF}_3$
4. 某化合物的元素的质量分数为 C: 46.38%, H: 5.90%, N: 27.01%, 相对分子质量 158 ± 5 , 写出它的实验式和分子式。
5. 下列分子或离子哪些是路易斯酸? 哪些是路易斯碱?

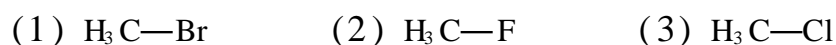


6. 下列化合物有无偶极矩? 如有, 以箭头标明方向。



三、解题示例

1. 比较下列各组化学键极性的 大小。



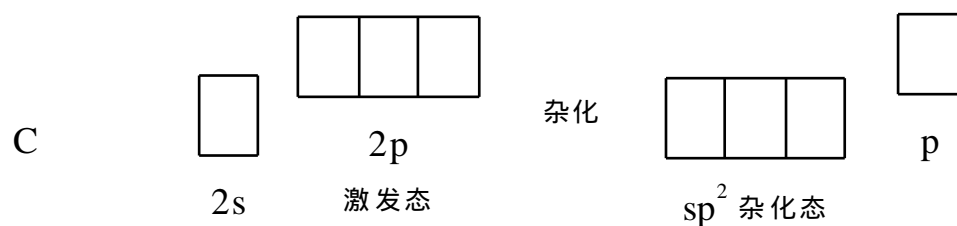
解: 键的极性大小主要决定于两原子的电负性大小之差。查表得: F、Cl、Br 电负性依次为 4.0、3.0、2.8。故键的极性依次为 (2) > (3) > (1)。

2. CCl_4 是否为极性分子?

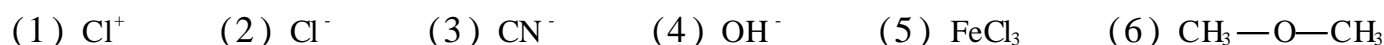
解: C—Cl 键为极性键, 但 CCl_4 的分子为正四面体, 分子的偶极矩为零。故是非极性分子。

3. 画出激发态时 C 的核外电子排布式及 sp^2 杂化态电子排布式。

解:



4. 下列离子和化合物中哪些是路易斯酸? 哪些是路易斯碱?



解: 路易斯酸是能接受电子对的电子受体有 (1)、(5); 路易斯碱是能给出电子对的电子给予体有 (2)、(3)、(4)、(6)。

5. 某化合物 6.51 mg, 燃烧分析得 20.47 mg CO_2 和 8.36 mg 水, 相对分子质量为 84, 求该化合物的实验式和分子式。

$$\text{解: 样品中碳的质量分数} = \frac{\text{样品中碳质量}}{\text{样品质量}} \times 100\% = \frac{20.47 \times \frac{12}{44}}{6.51} \times 100\% = 85.8\%$$

$$\text{氢的质量分数} = \frac{8.36 \times \frac{2}{18}}{6.51} \times 100\% = 14.2\%$$

碳氢质量分数之和为 100%, 故不含其他元素

$$\text{C H} = \frac{85.8}{12} \frac{14.2}{1} = 1 \quad 2$$

实验式为 CH_2

$$\text{C}: \frac{5.87\%}{0.98\%} = 5.99$$

$$\text{H}: \frac{13.9\%}{0.98\%} = 14.18$$

$$\text{O}: \frac{0.98\%}{0.98\%} = 1$$

实验式 $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$

(2) 苯: 92.1% C, 7.9% H

$$\text{C}: \frac{92.1\%}{12} = 7.67\%$$

$$\text{H}: \frac{7.9\%}{1} = 7.9\%$$

$$\text{C}: \frac{7.67\%}{7.67\%} = 1$$

$$\text{H}: \frac{7.9\%}{7.67\%} = 1.02$$

实验式 C_1H_1

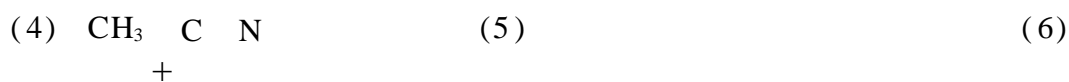
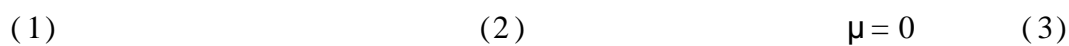
6. 有机化学是碳化合物或碳氢化合物及其衍生物的化学。有机化合物一般易燃、熔点较低、溶于有机溶剂、反应速率慢,通常要加热或加催化剂,而且副反应较多。共价键的属性:键长、键能、键角和键的极性。

二、习题

1. 根据键能计算可知(1)式比(2)式容易进行。
2. (1)、(2)、(4)有极性。
3. 键的极性顺序(3) > (2) > (1)。
4. 实验式和分子式均为 $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$ 。
5. 路易斯酸: H^+ 、 R^+ 、 AlCl_3 、 SO_3 、 NO_2^+ 、 SnCl_2^+ ;

路易斯碱: X^- 、 OH^- 、 $\text{H} \ddot{\text{O}}\text{H}$ 、 RO^- 、 $\text{R} \ddot{\text{O}}\text{R}$ 、 $\text{R} \ddot{\text{O}}\text{H}$ 。

6.



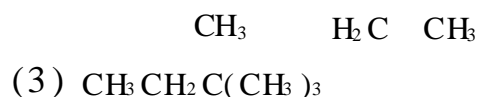
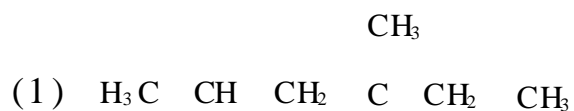
第二章 饱和烃

一、思考题

1. 什么叫同分异构体？写出己烷的各种同分异构体的结构式，并用系统命名法及普通命名法进行命名。
2. 丙烷进行氯代反应时可得到的二氯代产物有几种？写出它们的结构式。
3. 产生构象的原因是什么？用纽曼投影式表示出 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 的各种典型构象，写出构象名称并指出其优势构象。
4. 烷烃分子的结构特点是什么？由此推导烷烃的化学性质是否活泼？
5. 已知甲基自由基中的碳原子为 sp^2 杂化，那么乙基自由基 $\text{CH}_3\text{CH}_2\cdot$ （一级自由基）中带自由基的碳原子是什么杂化类型？写出一个二级自由基与一个三级自由基。排出以上几种自由基的稳定次序。

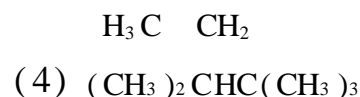
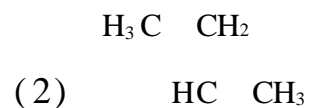
二、习题

1. 用系统命名法命名下列化合物，并指出(1)中碳原子的类型。

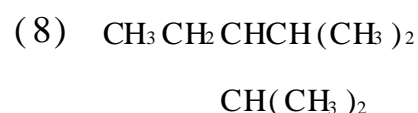


(5)

(7)



(6)





(10)

2. 写出下列化合物的结构式,如有错误请予以更正。

(1) 2,3,4 - 三甲基 - 3 - 乙基戊烷

(2) 2,3,3 - 三甲基丁烷

(3) 2,4 - 二乙基 - 4 - 异丙基己烷

(4) 3,3 - 二甲基丁烷

(5) 2,3 - 二甲基 - 2 - 乙基丁烷

(6) 2,4 - 二甲基 - 3 - 丙基戊烷

3. 某烃与 Cl_2 反应只能生成一种一氯代物,该烃的分子式是()。

(1) C_3H_8 (2) C_4H_{10} (3) C_5H_{12} (4) C_6H_{14}

4. 将下列烷烃的沸点由高至低排列成序:

(1) 正己烷

(2) 正辛烷

(3) 正庚烷

(4) 2 - 甲基庚烷

(5) 2,3 - 二甲基戊烷

5. 写出下列烷烃的可能结构式:

(1) 由一个异丁基和一个仲丁基组成的烷烃

(2) 由一个异丙基和一个叔丁基组成的烷烃

(3) 含有四个甲基且摩尔质量为 86 g/mol 的烷烃(4) 摩尔质量为 100 g/mol ,同时含有一级、三级、四级碳原子的烷烃

6. 下列哪一对化合物是等同的(式中所表示的 C—C 单键可以自由旋转)?

(1)

(2)

(3)

7. 用纽曼投影式画出下列结构式中围绕键旋转所产生的典型构象,命名并指出优势构象。

(1) $\text{BrCH}_2\text{—CH}_2\text{Br}$ (2) $(\text{CH}_3)_2\text{CH—CH}(\text{CH}_3)_2$ (3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

8. 已知二氯丙烷的同分异构体有四种,从而可推知六氯丙烷的同分异构体有()种。

(1) 3 (2) 4 (3) 5 (4) 6

9. 下列烷烃中属于同分异构体的是();属于同种物质的是();属于同系物的是()。

(1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

(2) $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

(3) $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

(4) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$

(5) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$

A. (1) (2)

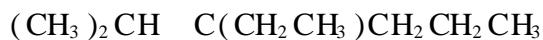
B. (1) (3)

C. (3) (5)

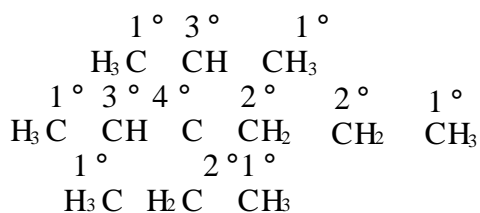
D. (4) (5)

三、解题示例

1. 用系统命名法命名下列化合物,并标出化合物中的伯、仲、叔、季碳原子。



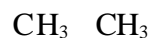
解: 此化合物可写成



2-甲基-3-乙基-3-异丙基己烷

2. 用系统命名法命名下列烷烃:

解: 解此类题必须掌握书写纽曼投影式的要点: 圆心和圆各代表一个碳原子, 圆心表示前碳, 圆表示后碳。然后将纽曼投影式由前向后展开。



2,3,4-三甲基己烷

3. 下列两个化合物是否等同(式中的 C—C 单键可以自由旋转)?

(1)

(2)

解：解这类题时，应分两步进行：

第一步，固定一个碳原子不动，让另一个碳原子旋转到重叠时为止。如让(1)式中的后碳原子不动，前碳原子顺时针旋转 60° ；让(2)式中的前碳原子不动，后碳原子逆时针旋转 60° ，则分别得到下列表达式：

(1)

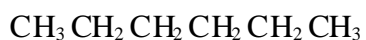
(2)

第二步，比较两个重叠式：若两个重叠式相同，则两个化合物等同；若两个重叠式不同，则两个化合物不等同。通过对比我们发现，这两个化合物的重叠式是相同的，所以二者是等同的。

参考答案

一、思考题

1. 分子式相同而结构式不同的化合物互称同分异构体。己烷共有下列五种异构体：



己烷(正己烷)



CH_3
2 - 甲基戊烷(异己烷)



CH_3
3 - 甲基戊烷



$\text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3$
2,3 - 二甲基丁烷



CH_3
2,2 - 二甲基丁烷(新戊烷)

2. 共有四种：



Cl Cl



Cl Cl



Cl

Cl



Cl

Cl

3. 由于 C—C 单键为 σ 键，成键电子云为轴对称分布在两个成键碳原子的轴线上。由于 C—C 单键可以自由旋转，就产生了构象，从一种构象变为另一种构象不需要经过化学反应。

对位交叉式(优势构象)

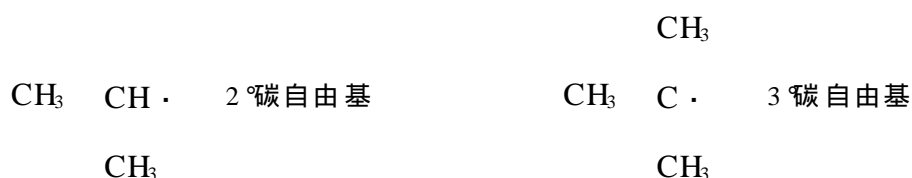
邻位交叉式

部分重叠式

全重叠式

4. 烷烃分子中的碳原子均为 sp^3 杂化, 它所形成的 C—C 键与 C—H 键均为 σ 键。由于 σ 键轨道重叠程度大, 不易极化和断裂, 比较牢固, 所以烷烃的化学性质不活泼, 在一般情况下, 很难同其他试剂发生反应。

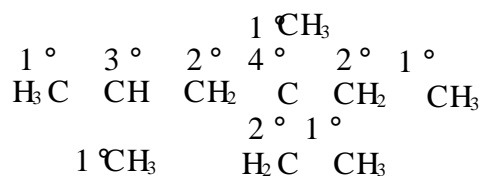
5. 乙基自由基 $CH_3CH_2\cdot$ 中的 1 碳原子与甲基自由基中的碳一样, 也采取 sp^2 杂化方式, 以此类推, 所有自由基的碳均为 sp^2 杂化。



自由基稳定性由大到小的排列顺序为: $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ > \cdot CH_3$ 。自由基上带的甲基越多, 自由基越稳定。

二、习题

1. (1) 2,4 - 二甲基 - 4 - 乙基己烷



(2) 3 - 甲基戊烷

(3) 2,2 - 二甲基丁烷

(4) 2,2,3 - 三甲基丁烷

(5) 2,4 - 二甲基 - 3 - 乙基己烷

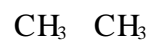
(6) 2,2,5 - 三甲基 - 6 - 异丙基壬烷

(7) 2,3,4 - 三甲基己烷

(8) 2,4 - 二甲基 - 3 - 乙基戊烷

(9) 3 - 甲基戊烷

(10) 3,3 - 二甲基戊烷



2. (1) $H_3C \quad CH \quad C \quad CH \quad CH_3$

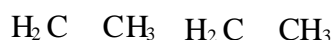
(2) $H_3C \quad CH \quad C \quad CH_3$



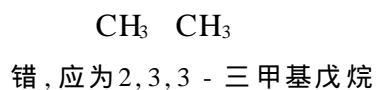
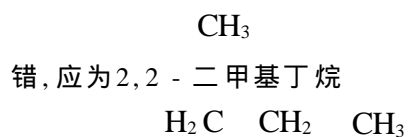
错, 应为 2,2,3 - 三甲基丁烷



(3) $H_3C \quad CH \quad CH_2 \quad C \quad CH_2 \quad CH_3$



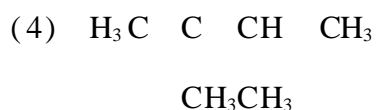
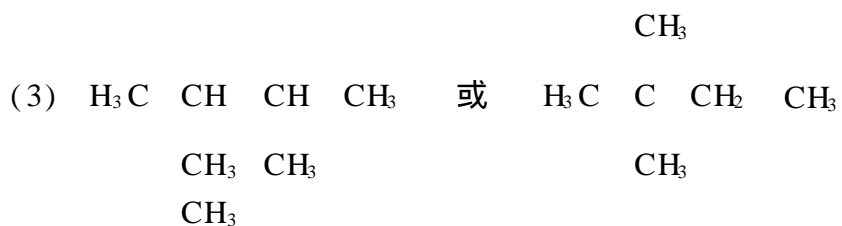
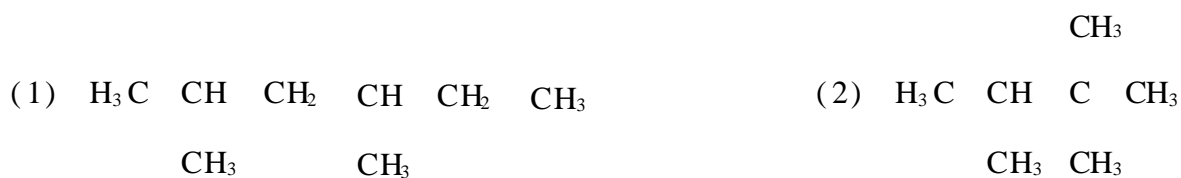
错, 应为 2,5 - 二甲基 - 3,3 - 二乙基庚烷



3. (3)

4. (2) > (4) > (3) > (5) > (1)

5.



6. (1)、(3)。

7.

(1)

对位交叉(优势)

邻位交叉

部分重叠

全重叠

(2)

(3)

8. (2)。

9. A、D、C、B。

第三章 不饱和烃

一、思考题

1. 一个既有双键又有叁键的不饱和化合物如何命名？
2. 烷烃、烯烃、炔烃分子中 C—H 键的键长及 H—C—C 的夹角为何不同, 试用杂化轨道理论加以解释。
3. 不对称烯烃与 HBr 的加成在何种情况下不遵守马氏规则？
4. 某烯烃用顺反标记法标记时, 其构型为顺式, 若用 *Z*、*E* 法标记, 其构型一定为 *Z* 吗？
5. 乙烯与 Br₂ 在 NaCl 溶液中加成时, 除生成 1,2 - 二溴乙烷外, 还能得到什么产物？

二、习题

1. 写出下列化合物的结构式:

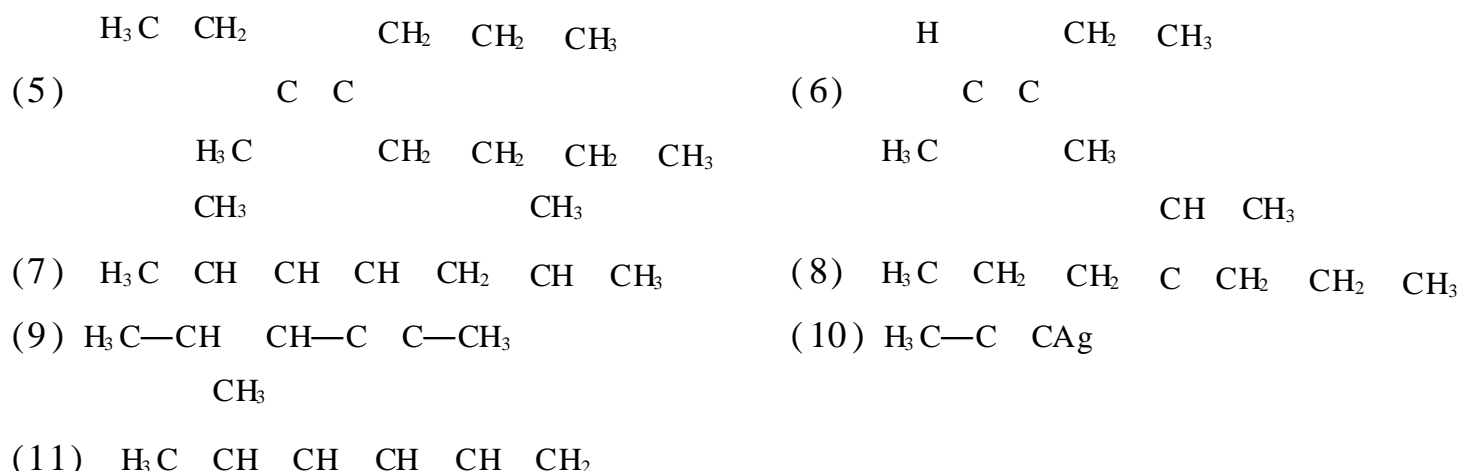
- | | |
|--|----------------------------------|
| (1) 2,4 - 二甲基 - 3 - 己烯 | (2) 1 - 戊烯 - 4 - 炔 |
| (3) 3 - 乙基 - 2 - 戊烯 | (4) 异丁烯 |
| (5) 乙烯基乙炔 | (6) 顺 - 2 - 甲基 - 3 - 乙基 - 3 - 己烯 |
| (7) (2 <i>Z</i> , 4 <i>E</i>) - 3,4 - 二甲基 - 2,4 - 庚二烯 | (8) 4 - 甲基 - 2 - 戊炔 |

2. 写出下列化合物的结构式, 若名称有错, 请予以更正。

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| (1) 4,5 - 二乙基 - 5 - 己烯 - 2 - 炔 | (2) 2 - 甲基 - 4 - 乙基 - 2 - 戊烯 |
| (3) 1,4 - 二甲基 - 1 - 丁烯 | (4) 2 - 乙基 - 2 - 戊烯 |
| (5) 仲丁基乙炔 | (6) 2 - 甲基 - 3,4 - 戊二烯 |

3. 用系统命名法命名下列化合物:

- | | |
|---|---|
| (1) $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} & \text{C} & \text{CH}-\text{CH}_3 \\ & & \\ \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 \end{array}$ | (2) $\begin{array}{c} \text{HC} & \text{C}-\text{C} & \text{C}-\text{CH}_3 \\ & & \\ \text{H}_3\text{C} & & \text{H} \end{array}$ |
| (3) $\begin{array}{c} & \text{C} & \text{C} \\ & & \\ \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 \end{array}$ | (4) $\begin{array}{c} & \text{C} & \text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 \\ & & & & & \\ \text{H} & & \text{C} & \text{C} & & \\ & & & & & \\ & & \text{H} & & & \text{H} \end{array}$ |



4. 写出下列反应的主要产物:

- (1) 2 - 丁烯与冷高锰酸钾反应;
- (2) 乙炔与硝酸银的氨溶液发生反应;
- (3) 丙炔与氯化亚铜的氨溶液发生反应;
- (4) 2 - 戊炔在硫酸汞和硫酸催化作用下与水加成。

5. 完成下列反应:

- (1) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{HCl}} ?$
- (2) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{0} ?$
- (3) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2 + \text{HCl} \xrightarrow{\text{H}^+} ?$
- (4) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Na, 液氨}} ?$
- (5) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2 + \text{KMnO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} ?$
- (6) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{O}_3} ? \xrightarrow{\text{Zn}/\text{H}_2\text{O}} ?$
- (7) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2 + \text{KMnO}_4/\text{H}^+ \xrightarrow{?} ?$
- (8) $\text{HC}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{?} ?$
- (9) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4/\text{H}^+} ?$
- (10) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH} + 2\text{HCl} \xrightarrow{?} ?$
- (11) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} ?$
- (12) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{HCl} \xrightarrow{?} ?$
- (13) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{HgSO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4} ?$
- (14) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 + \text{HBr} \xrightarrow{\text{过氧化物}} ?$