



# 有机化学

## 例题与习题

主 编 林 军  
副主编 殷彩霞 古 昆

 科学出版社

(O-7789.31)

## 有机化学例题与习题

- ★ 按照官能团体系编排，各章包括例题及解析、习题、习题解答三部分
- ★ 题目解答部分不仅给出答案，而且从思考方法入手，注重解题思路和综合分析
- ★ 有助于深入理解理论知识，开拓思路，提高综合应用的能力

062-60  
247



科学出版社互联网入口  
科学出版社 化学与资源环境分社  
联系电话：010-64015208  
E-mail: chem@mail.sciencep.com  
网上书店: <http://www.ecsponline.com>  
销售分类建议：化学

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

ISBN 978-7-03-062102-3



定价：69.00 元

# 有机化学例题与习题

主 编 林 军

副主编 殷彩霞 古 昆

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书根据有机化学的教学大纲及章节编写而成。全书共 21 章, 每章内容包括例题及解析、习题和习题解答三个部分, 同时配有 8 套模拟试题及参考答案。例题和习题由浅入深, 有巩固知识和扩大视野的, 也有加深理解和灵活应用的。例题及解析、习题解答部分不仅给出答案, 而且从思考方法入手, 注重解题思路和综合分析。本书内容适量, 重点突出, 是有机化学学习中的复习资料和自我检测工具。

本书可供高等院校化学、化学工程与工艺、制药工程及相关专业的师生使用, 也可作为考研辅导书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学例题与习题 / 林军主编. —北京: 科学出版社, 2019.11  
ISBN 978-7-03-062102-3

I. ①有… II. ①林… III. ①有机化学-高等学校-习题集 IV. ①O62-44  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 175248 号

责任编辑: 陈雅娴 侯晓敏 / 责任校对: 杨 赛  
责任印制: 张 伟 / 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>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019 年 11 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2019 年 11 月第一次印刷 印张: 21

字数: 538 000

定价: 69.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

有机化学是一门与人们日常生活密切相关的化学分支学科，它涉及生命科学、材料科学及医药科学，是化学、化学工程与工艺等专业重要的基础理论课。学生学习有机化学，不仅需要一本好的教材，也需要一本好的习题集进行辅助学习。有机化学知识点多且相互联系十分密切，多做练习不仅可以帮助学生深入理解理论知识，而且能开拓思路、扩大视野、提高学生分析和解决问题并进行综合应用的能力。

云南大学有机化学课程 2012 年被遴选为省级精品课程。编者结合多年的有机化学教学经验及云南大学几代有机化学任课教师的教学积累，编撰了本书。为了与有机化学教学体系保持一致，本书按官能团体系编排。本书的例题及解析、习题和习题解答与教材密切联系，使学生能在课堂学习的同时及时通过例题与习题的解析理解巩固课堂知识。同时，在有机化学教学大纲要求基础上进行了一定的延伸和拓展，并编写了八套模拟试题，以满足不同层次的学生学习之需。

本书由林军教授、殷彩霞教授、古昆教授、邵志会教授和金毅副教授编写，由林军教授对全书进行统稿和审阅。在本书编写过程中得到了云南大学历任有机化学任课教师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

感谢中国人民解放军空军军医大学（第四军医大学）何炜教授对本书的审阅并提出了宝贵的修改意见。同时感谢科学出版社的编辑对本书出版工作的大力支持。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，请读者批评指正。

编 者

2019 年 4 月于云南大学东陆校区

# 目 录

前言	
第 1 章 绪论	1
一、例题及解析	1
二、习题	2
三、习题解答	4
第 2 章 烷烃	7
一、例题及解析	7
二、习题	9
三、习题解答	11
第 3 章 烯烃	14
一、例题及解析	14
二、习题	18
三、习题解答	21
第 4 章 二烯烃和炔烃	27
一、例题及解析	27
二、习题	30
三、习题解答	33
第 5 章 脂环烃	38
一、例题及解析	38
二、习题	39
三、习题解答	41
第 6 章 有机化合物的波谱分析	44
一、例题及解析	44
二、习题	47
三、习题解答	50
第 7 章 芳香烃	55
一、例题及解析	55
二、习题	57
三、习题解答	62
第 8 章 立体化学	71
一、例题及解析	71
二、习题	75
三、习题解答	78

第 9 章 卤代烃	83
一、例题及解析	83
二、习题	88
三、习题解答	91
第 10 章 醇 酚 醚	96
一、例题及解析	96
二、习题	101
三、习题解答	105
第 11 章 醛 酮 醌	110
一、例题及解析	110
二、习题	116
三、习题解答	122
第 12 章 羧酸及其衍生物	130
一、例题及解析	130
二、习题	138
三、习题解答	144
第 13 章 取代羧酸	153
一、例题及解析	153
二、习题	158
三、习题解答	161
第 14 章 胺和其他含氮化合物	168
一、例题及解析	168
二、习题	172
三、习题解答	178
第 15 章 含硫、磷和硅有机化合物	190
一、例题及解析	190
二、习题	192
三、习题解答	194
第 16 章 杂环化合物、生物碱	197
一、例题及解析	197
二、习题	202
三、习题解答	206
第 17 章 周环反应	212
一、例题及解析	212
二、习题	218
三、习题解答	222
第 18 章 有机合成	228
一、例题及解析	228
二、习题	233
三、习题解答	236

第 19 章 碳水化合物	246
一、例题及解析	246
二、习题	249
三、习题解答	252
第 20 章 氨基酸、多肽、蛋白质和核酸	257
一、例题及解析	257
二、习题	260
三、习题解答	263
第 21 章 萜类和甾族化合物	268
一、例题及解析	268
二、习题	271
三、习题解答	273
模拟试题	277
模拟试题一	277
模拟试题二	280
模拟试题三	283
模拟试题四	287
模拟试题五	290
模拟试题六	294
模拟试题七	297
模拟试题八	300
模拟试题参考答案	304
模拟试题一	304
模拟试题二	306
模拟试题三	309
模拟试题四	312
模拟试题五	314
模拟试题六	317
模拟试题七	320
模拟试题八	322
参考资料	325

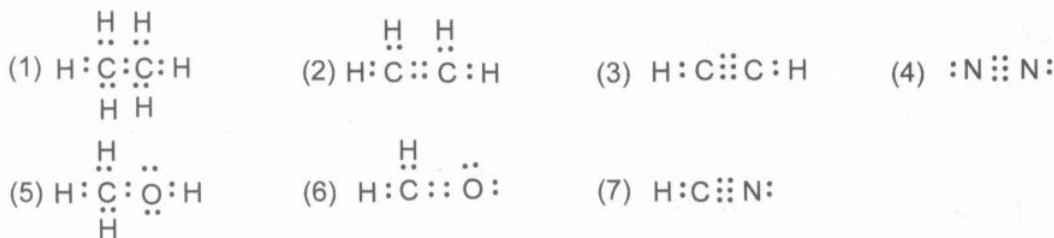
# 第 1 章 绪 论

## 一、例题及解析

【例 1-1】 试写出下列化合物的电子式。

- (1)  $C_2H_6$     (2)  $C_2H_4$     (3)  $C_2H_2$     (4)  $N_2$     (5)  $CH_3OH$     (6)  $HCHO$     (7)  $HCN$

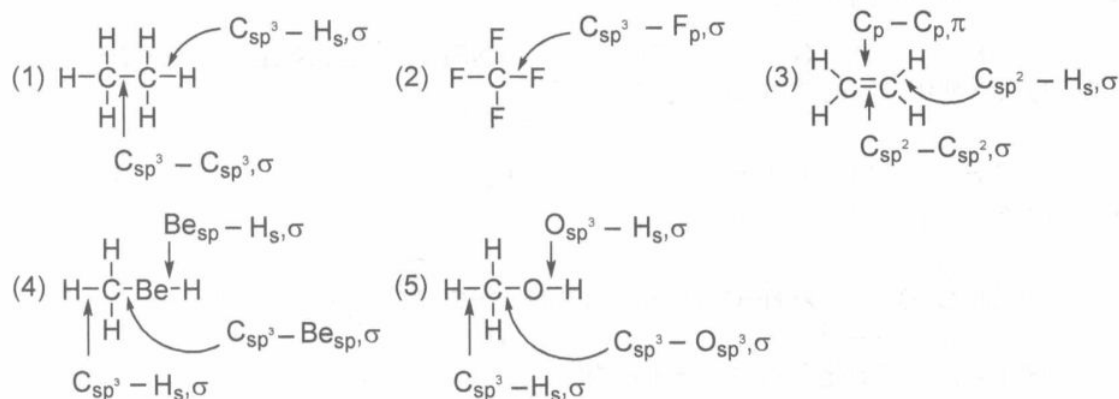
解



【例 1-2】 下列分子中各类键是由什么轨道重叠而形成的？属于 $\sigma$ 键还是 $\pi$ 键？

- (1)  $C_2H_6$     (2)  $CF_4$     (3)  $C_2H_4$     (4)  $CH_3BeH$     (5)  $CH_3OH$

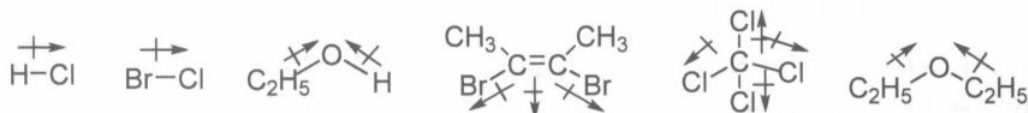
解



【例 1-3】 指出下面哪些分子为极性分子，并指出分子中键的偶极方向。

- (1)  $H-Cl$     (2)  $BrCl$     (3)  $C_2H_5OH$     (4)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$     (5)  $CCl_4$     (6)  $C_2H_5OC_2H_5$

解 除  $CCl_4$  外，其余均为极性分子。



【例 1-4】  $CO_2$  的偶极矩  $\mu = 0$ ， $H_2O$  的偶极矩  $\mu = 1.84 \text{ deb}$ ，由这些数据判断  $CO_2$  和  $H_2O$  的分子构型。

解 在  $CO_2$  中，氧原子的电负性较大，因此碳氧键的极性如下： $O=C=O$   $\mu = 0$ ，说明  $CO_2$



分子应是直线形,只有这样才能使两个碳氧键的极性抵消,而H<sub>2</sub>O分子为非直线形,其H—O—H键角为104.5°。

【例 1-5】 某有机化合物经元素分析表明其碳、氢含量为 C: 92.1%, H: 7.9%, 又测得其相对分子质量为 78。试问此化合物的实验式和分子式。

解 该化合物的相对原子数比为

$$C = \frac{92.1}{12} = 7.68 \quad H = \frac{7.9}{1.008} = 7.84 \quad C : H = 7.68/7.84 = 1 : 1.02$$

因此其实验式为 CH, 因相对分子质量为 78,  $(12+1) \times n = 78, n = 6$ , 即该化合物的分子式为 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>。

【例 1-6】 按反应历程对有机反应进行分类,并简述反应的断裂方式、中间体及反应条件。

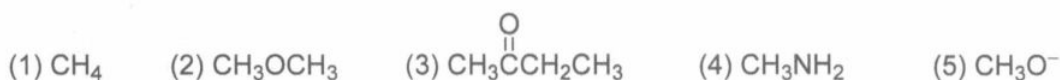
解 按照有机反应历程,有机反应主要分为自由基型反应、离子型反应和协同反应三种类型。自由基型反应是通过共价键的均裂产生自由基中间体进行的,反应需要光、热或自由基引发剂引发;离子型反应是通过共价键的异裂产生正、负离子中间体而进行,常需酸、碱等促进反应的发生;而协同反应则是旧键断裂与新键形成同时发生,反应中没有自由基或正、负离子中间体生成,这类反应一般在加热条件下进行。

## 二、习 题

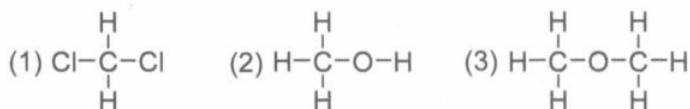
1.1 写出下列化合物的电子式。



1.2 写出下列化合物的结构式(价键式和电子式)。



1.3 用箭头表示下列结构中键的极性。



解释为什么以上化合物的偶极矩不为零。

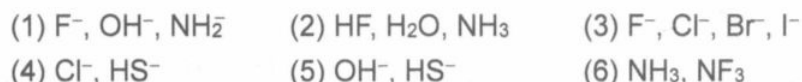
1.4 下列碳卤键的偶极矩大小未随其键长缩短而逐渐增大,请解释原因。

	C—I	C—Br	C—Cl	C—F
键长/nm	0.214	0.194	0.178	0.138
$\mu/\text{deb}$	1.19	1.38	1.46	1.41

1.5 比较下列各分子偶极矩的大小。



1.6 将下列化合物或离子按碱性强弱次序排列。



1.7 CH<sub>3</sub>F、CH<sub>3</sub>OH、CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> 中哪个碱性最强? 哪个碱性最弱?

1.8 下列化合物哪些为路易斯酸，哪些为路易斯碱？

- (1)  $\text{H}_2\text{O}$             (2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$             (3)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$             (4)  $\text{NO}_2^+$   
 (5)  $\text{CH}_3\text{CN}$             (6)  $\text{CH}_3\text{OH}$             (7)  $\text{HF}$             (8)  $\text{BF}_3$

1.9 用路易斯酸碱理论的观点分别写出一个  $\text{CH}_3\text{OH}$  作为酸和作为碱的反应。

1.10 解释下面的事实：很多含氧的有机化合物如乙醇、乙醚等都能溶于冷的浓硫酸，所得的溶液用水稀释后，又能回收原来的化合物。

1.11 比较下列各物质在水中溶解度的大小。

- (1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (    )  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$             (2)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  (    )  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$   
 (3)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (    )  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

1.12 正丁醇的沸点( $118^\circ\text{C}$ )比它的同分异构体乙醚的沸点( $35^\circ\text{C}$ )高得多，但这两个化合物在水中的溶解度却相同(每 100 g 水溶解 8 g)，怎样说明这些事实？

1.13 根据以下数据，计算下列各化合物的实验式。

- (1) 己醇 C: 70.4%, H: 13.9%            (2) 苯 C: 92.1%, H: 7.9%  
 (3) 吡咯 C: 71.6%, H: 7.5%, N: 20.9%            (4) 吗啡 C: 71.6%, H: 6.7%, N: 4.9%

1.14  $\text{NH}_3 \mu = 14.6 \text{ deb}$ ,  $\text{NF}_3 \mu = 0.24 \text{ deb}$ ，已知 N 与 H 的电负性相差 0.9，N 与 F 相差 1，说明两者碱性强弱及偶极矩相差较大的原因。



1.15 试用杂化轨道理论说明乙烷、乙烯及乙炔的分子结构。

1.16  $\text{Cl}-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$  分子中有多少个  $\sigma$  键？它们都是由哪些原子轨道组成？分子中哪些原子为  $sp$  杂化、哪些为  $sp^2$  和  $sp^3$  杂化？

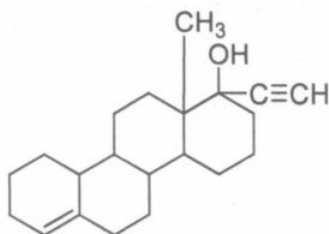
1.17 列表说明  $\sigma$  键与  $\pi$  键之间的差异。

1.18 乙烷、乙烯、乙炔中的 C—C 键、C=C 键、C≡C 键的键长分别是 154 pm、132 pm 及 120 pm，试解释以上键长逐渐缩短的原因。

1.19 下列化合物中哪个熔点最高？

- (1)  (2)  $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$  (3)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$  (4)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{CH}_3$  (5) 
- 金刚烷            新戊烷            癸烷            十九烷            环己烷

1.20 下列化合物为某种口服避孕药的成分，其结构如下：

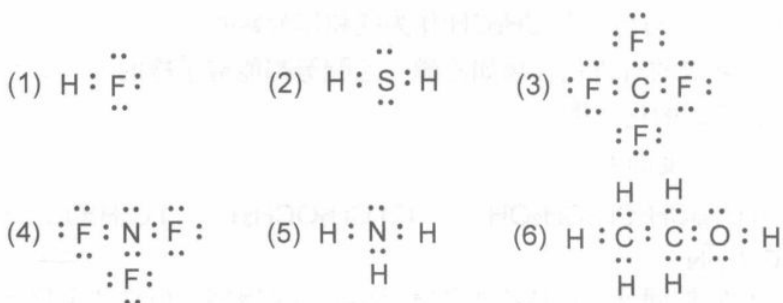


试用 a、b、c、d、e、f 等标号，在此结构式中标出各种键或原子：

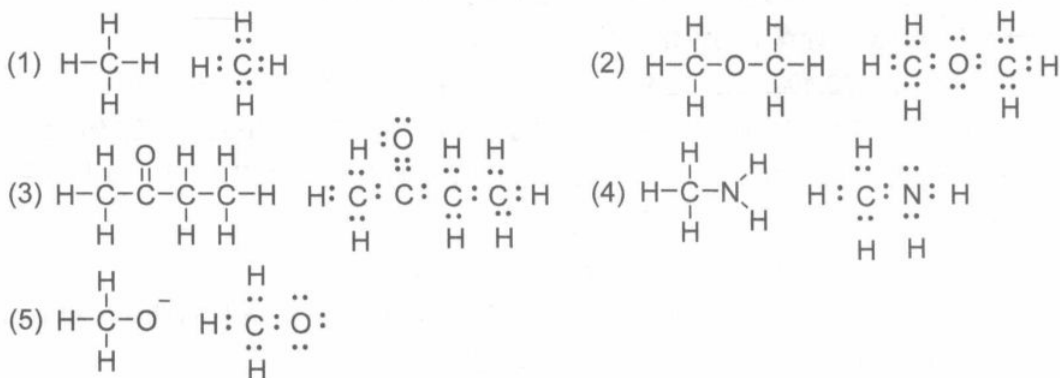
- a. 高度极化的共价键；    b. 几乎不极化的共价键；    c.  $sp$  杂化的碳原子；  
 d.  $sp^2$  杂化的碳原子；    e.  $sp^3$  杂化的碳原子；    f. 不同杂化态的碳原子组成的键

## 三、习题解答

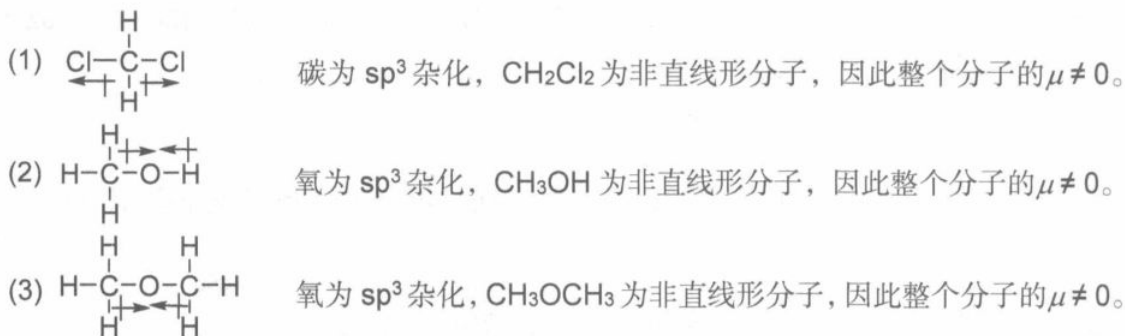
## 1.1



## 1.2



## 1.3



1.4  $\mu = q \times d$ , 即键的偶极矩是由两个因素决定的, 除了考虑两个偶极之间的距离  $d$  的大小, 还要考虑偶极两端所带电荷量的多少, 从 F 到 I 因为原子半径不同, C—X 键键长依次增加, 但由于不同卤原子的电负性不同, 偶极两端所带的电荷量也不同, 所以其偶极矩未随键长缩短而逐渐增大。

1.5 (1)  $\text{CH}_3\text{NO}_2 > \text{CH}_3\text{NH}_2$       (2)  $\text{CH}_2\text{F}_2 > \text{CF}_2\text{Cl}_2$

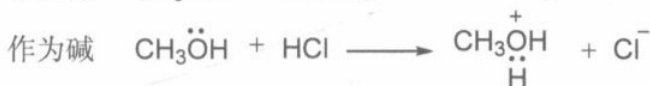
(3)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{F} > \text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$       (4)  $\text{Br}-\text{Cl} < \text{I}-\text{Cl}$

1.6 (1)  $\text{NH}_2^- > \text{OH}^- > \text{F}^-$       (2)  $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O} > \text{HF}$       (3)  $\text{F}^- > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$

(4)  $\text{HS}^- > \text{Cl}^-$       (5)  $\text{OH}^- > \text{HS}^-$       (6)  $\text{NH}_3 > \text{NF}_3$

1.7  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  碱性最强,  $\text{CH}_3\text{F}$  碱性最弱。

1.8 路易斯酸:  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{BF}_3$       路易斯碱:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CN}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$



1.10 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的质子对这类化合物中的氧上未共用电子产生质子化作用, 使其溶解, 稀释后, 大量  $\text{H}_2\text{O}$  分子破坏了铎盐的形成而重新游离出来, 质子化作用是可逆的。



1.11 (1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  (2)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3 > \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$

(3)  $\text{CH}_3\text{NH}_2 > (\text{CH}_3)_3\text{N}$

1.12 沸点因化合物(同种)分子间的氢键而升高; 溶解度因溶质分子和溶剂分子间的氢键而增大。正丁醇分子可以彼此形成氢键, 也可与  $\text{H}_2\text{O}$  形成氢键, 而乙醚分子只能与  $\text{H}_2\text{O}$  形成氢键。故它们的沸点不同, 而在水中的溶解度却相同。

1.13 (1) 元素分析中, 除 C、H、N 外, 所余的百分含量为氧, 故己醇 C: 70.4%, H: 13.9%, O: 15.7%。

求出相对原子数比

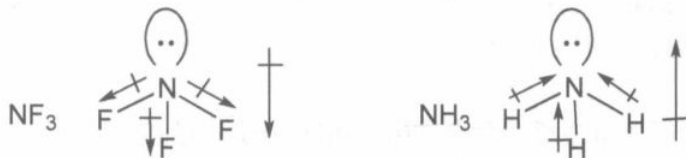
$$\text{C: } \frac{70.4}{12} = 5.87 \approx 6 \quad \text{H: } \frac{13.9}{1.008} = 13.8 \approx 14 \quad \text{O: } \frac{15.7}{16} = 0.98 \approx 1$$

故此化合物的实验式为  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ 。

用类似的方法, 可以计算出(2)、(3)、(4)的实验式:

(2) CH (3)  $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$  (4)  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3$

1.14 N—F 键中偶极方向为  $\text{N} \rightarrow \text{F}$ , N—H 中则为  $\text{N} \leftarrow \text{H}$ 。前者能抵消 N 上未共用电子对的负电性对分子的影响, 后者则加强该影响:



从而使  $\text{NF}_3$  分子的极性及碱性均比  $\text{NH}_3$  小。

1.15 乙烷:  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  分子中碳为  $\text{sp}^3$  杂化, 碳碳之间由两个  $\text{sp}^3$  杂化轨道交叠组成一个  $\sigma$  键, 另外六个 C—H 键均是由  $\text{C}_{\text{sp}^3} - \text{H}_s$  组成的  $\sigma$  键, 分子为双四面体形。

乙烯:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  分子中碳为  $\text{sp}^2$  杂化, 碳碳之间有一个由  $\text{C}_{\text{sp}^2} - \text{C}_{\text{sp}^2}$  组成的  $\sigma$  键及一个由  $\text{C}_{\text{p}_y} - \text{C}_{\text{p}_y}$  组成的  $\pi$  键, 另外四个 C—H 键均为  $\text{C}_{\text{sp}^2} - \text{H}_s$  组成的  $\sigma$  键, 整个分子为平面形,  $\angle \text{CCH}$ 、 $\angle \text{HCH}$  都接近  $120^\circ$ 。

乙炔:  $\text{CH}\equiv\text{CH}$  分子中碳为  $\text{sp}$  杂化, 碳碳之间有一个由  $\text{C}_{\text{sp}} - \text{C}_{\text{sp}}$  组成的  $\sigma$  键及两个由  $\text{C}_{\text{p}_y} - \text{C}_{\text{p}_y}$ 、 $\text{C}_{\text{p}_z} - \text{C}_{\text{p}_z}$  组成的  $\pi$  键, 另外两个 C—H 键均为  $\text{C}_{\text{sp}} - \text{H}_s$  组成的  $\sigma$  键, 整个分子为直线形。

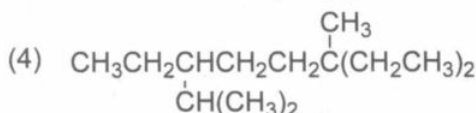
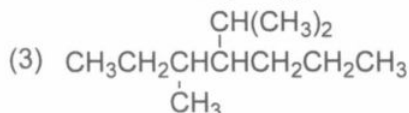
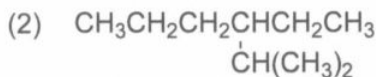
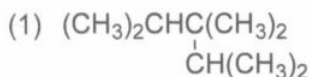
1.16 整个分子共有 11 个  $\sigma$  键, 3 个  $\pi$  键。



## 第 2 章 烷 烃

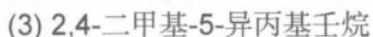
### 一、例题及解析

【例 2-1】 命名下列化合物，并指出各有多少个伯、仲、叔、季碳原子。

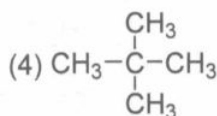
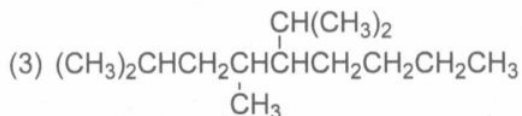
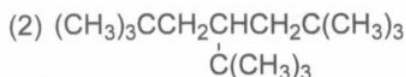
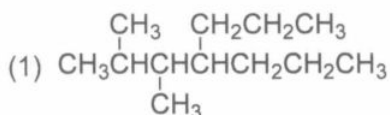


- 解 (1) 2,3,3,4-四甲基戊烷，其中有 6 个伯碳、2 个叔碳、1 个季碳；  
 (2) 2-甲基-3-乙基己烷，其中有 4 个伯碳、3 个仲碳、2 个叔碳；  
 (3) 3-甲基-4-异丙基庚烷，其中有 5 个伯碳、3 个仲碳、3 个叔碳；  
 (4) 2,6-二甲基-3,6-二乙基辛烷，其中有 6 个伯碳、5 个仲碳、2 个叔碳及 1 个季碳。

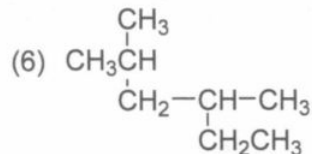
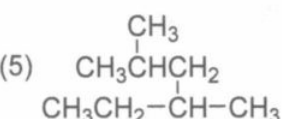
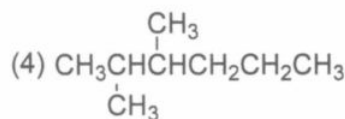
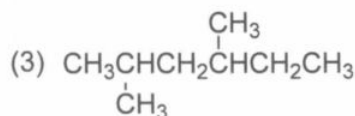
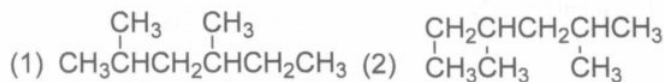
【例 2-2】 写出下列化合物的结构式。



解



【例 2-3】 下列结构式代表哪几种不同的化合物？



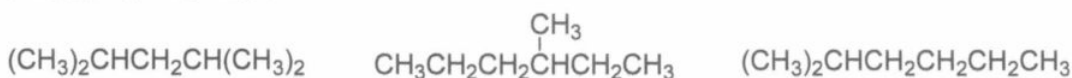
解 (1)、(2)、(3)、(5)、(6)是同一种化合物(若将这些结构式的最长碳链写成线状时，可以看得很清楚)；(4)代表另一种化合物。

【例 2-4】 (1) 写出相对分子质量为 100，含有伯、仲、叔碳原子的烷烃的结构式；

(2) 写出相对分子质量为 114，含有伯、仲、叔、季碳原子的烷烃的结构式。

解 (1) 相对分子质量为 100 的烷烃，按  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  的通式计算得到的分子式为  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ，符合题

意要求的烷烃有以下五种:



(2) 相对分子质量为 114, 分子式为  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , 并含有伯、仲、叔、季碳原子的烷烃有以下三种:



**【例 2-5】** 写出相对分子质量为 86, 并分别符合下列条件的烷烃的结构式。当此烷烃发生一溴代反应时,

- (1) 能生成两种一溴代物      (2) 能生成三种一溴代物  
(3) 能生成四种一溴代物      (4) 能生成五种一溴代物

**解** (1) 经计算得此烷烃的分子式为  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , 反应后能生成两种一溴代物, 说明原烷烃分子中只有两种不同类型的氢原子, 符合这一条件的烷烃的结构式为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$ 。

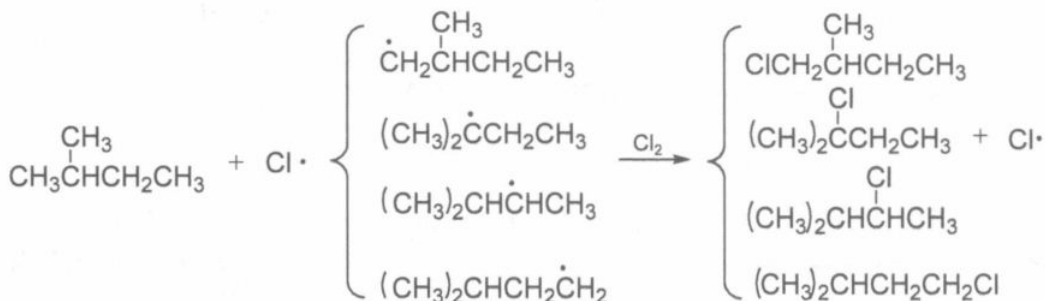
(2) 同理, 符合题意的烷烃为  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$  和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  两种。

(3) 符合题意的烷烃为  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}_3$ 。

(4) 符合题意的烷烃为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。

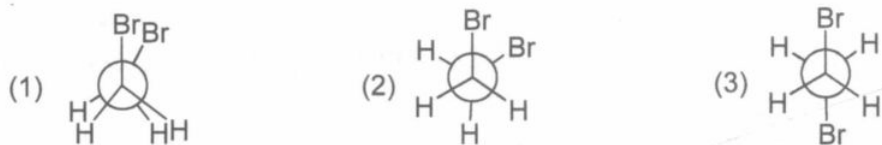
**【例 2-6】** 2-甲基丁烷进行一氯代反应时, 可以得到哪些产物? 写出它们的生成过程。

**解** 2-甲基丁烷分子中含有四种不同类型的氢, 可以得到四种不同的一氯代产物, 反应均按自由基取代的历程完成, 其过程如下



**【例 2-7】** 写出 1,2-二溴乙烷的几种极限构象式: (1) 全重叠式; (2) 邻位交叉式; (3) 对位交叉式。

**解**

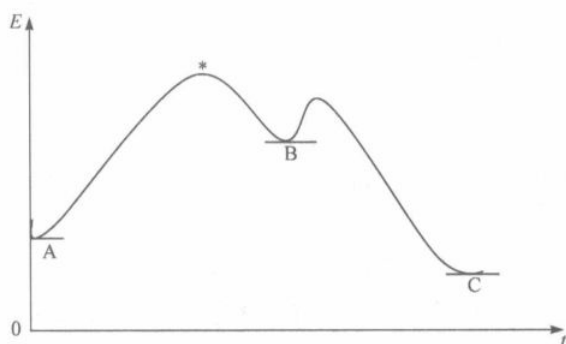


**【例 2-8】** 下图为  $\text{A} \longrightarrow \text{B} \longrightarrow \text{C}$  的反应势能曲线图, 回答以下问题:

- (1)  $\text{A} \longrightarrow \text{C}$  的热效应;

(2) 下图中“\*”表示什么?

(3) 反应中, 哪种化合物最稳定, 哪种不稳定?



解 (1) 从 A → C,  $\Delta H < 0$ , 为放热反应;

(2) 上图中“\*”表示决定反应速率的过渡态;

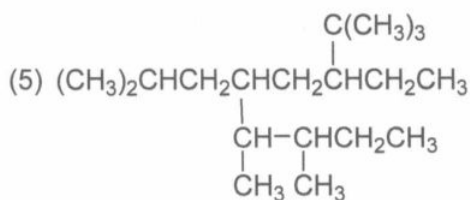
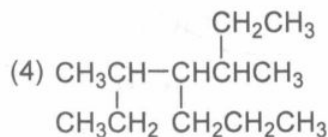
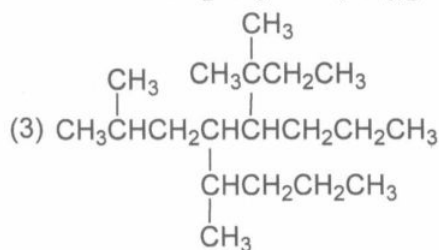
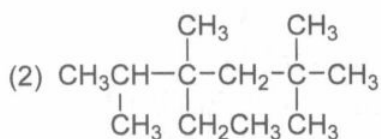
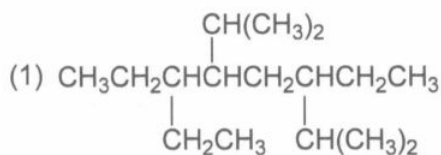
(3) 化合物 C 最稳定, 其内能最低; 化合物 B 最不稳定, 为两步反应的中间产物。

## 二、习 题

2.1 写出分子式为  $C_7H_{16}$  的烷烃的各种异构体的结构式, 并用系统命名法命名。

2.2 将下列化合物按沸点降低的次序排列: a. 辛烷; b. 己烷; c. 2,2,3,3-四甲基丁烷; d. 3-甲基庚烷; e. 2,3-二甲基戊烷; f. 2-甲基己烷。

2.3 用系统命名法命名下列化合物。



2.4 以下六个结构式代表几种化合物? 用系统命名法命名。

