

江 敏 编著

专项大过关

高中化学 有机化学基础



华东师范大学出版社

专项大过关

高中化学 有机化学基础

江 敏 编 著



YZLI0890147089

图书在版编目(CIP)数据

专项大过关. 高中化学. 有机化学基础/江敏编著. —上海: 华东师范大学出版社, 2011
ISBN 978-7-5617-8514-0

I. 专... II. 江... III. 中学化学课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045210 号

专项大过关

高中化学·有机化学基础

编 著 江 敏
项目编辑 徐红瑾
组稿编辑 储成连
审读编辑 曹 英 张新宇
装帧设计 黄惠敏

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
网 址 www.ecnupress.com.cn
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 店 <http://ecnup.taobao.com/>

印 刷 者 上海崇明裕安印刷有限公司
开 本 720×965 16 开
印 张 16.75
字 数 421 千字
版 次 2011 年 5 月第一版
印 次 2011 年 5 月第一次
书 号 ISBN 978-7-5617-8514-0/G·5027
定 价 26.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

序

掌握科学的学习方法，学习效率就会大大提高。高效学习的关键在于针对学习中需要弥补和提高的内容进行专项突破。何谓专项？专项是指有内在联系的知识模块。能力欠缺的学生通常表现为在某一模块存在不足。当找到自己存在的问题后，就可以在这些方面进行强化。这时，一套精心编写的讲练结合的专项丛书一定会是你学习中的良师益友。

由华东师范大学出版社组织编写的《专项大过关》系列图书坚持“专项突破，轻松过关”的理念，涵盖初、高中语文、数学、英语、物理和化学5个学科。丛书依据课程标准，针对学习中的重点、难点、易错点、易混点，帮助学生扫清学习障碍，牢固掌握所学知识，提高解题技巧，提升学习能力，达到事半功倍的效果。

丛书特色主要体现在以下几方面：

1. 指向明确，紧跟学习需要

既可作为平时同步练习、复习使用，更能在中、高考冲刺阶段作为查漏补缺使用。

2. 作者权威，指导针对性强

作者均为长期耕耘在教学第一线的全国著名中学特、高级教师，他们有先进的教育理念和丰富的教学经验，对于中、高考有很深的研究。他们结合中、高考实际，精选近几年的中、高考真题进行讲解、分析、练习，有助于学生把握考试精神及发展趋势，为未来的复习应考指明方向。

3. 编排科学，不受教材版本限制

以教育部颁布的课程标准为编写依据，不受教材版本限制，按各学科知识内容编排，独立成册。不仅与教学要求相对应，更体现了知识的完整性、系统性和科学性，具有很强的通用性。

愿《专项大过关》成为你学习的好帮手，给你一个智慧的人生。

华东师范大学出版社教辅分社



目录

第一章 有机物的组成与结构

1

§ 1.1 碳原子的结构特点	1
§ 1.2 其他非金属原子的结构特点	5
§ 1.3 同分异构现象	10
§ 1.4 有机物的命名	13
§ 1.5 有机物的组成和结构的测定	17

第二章 烃的组成、结构和性质

25

§ 2.1 甲烷	25
§ 2.2 烷烃	31
§ 2.3 乙烯 烯烃	41
§ 2.4 乙炔 炔烃	57
§ 2.5 苯 芳香烃	65

第三章 烃的衍生物

84

§ 3.1 溴乙烷 卤代烃	84
§ 3.2 乙醇 醇类	97
§ 3.3 苯酚	109
§ 3.4 乙醛 醛类	118
§ 3.5 乙酸 羧酸	128
§ 3.6 乙酸乙酯	141
§ 3.7 有机合成	158
§ 3.8 石油 煤	177

第四章 生命体中的营养物质

186

§ 4.1 油脂

186

§ 4.2 糖类

192

§ 4.3 氨基酸 蛋白质

205

第五章 有机高分子化合物

216

§ 5.1 合成高分子化合物的基本方法

216

§ 5.2 高分子化合物的结构与性能之间的关系

230

参考答案

245



第一章

有机物的组成与结构

§ 1.1 碳原子的结构特点

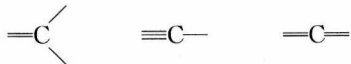
【知识概述】

1. 碳原子的基本结构形式

➤ **饱和碳原子** 碳原子以 4 个共价键彼此独立向外伸展,与四个原子(或原子团)相连的结构形式,此时碳原子没有剩余价键再与其他原子相连。这个碳原子就称为**饱和碳原子**。



➤ **不饱和碳原子** 碳原子以 4 个共价键连接了少于 4 个(3 个或 2 个)原子(或原子团)的结构形式,碳原子可以有剩余价键再与其他原子相连。这样的碳原子就称为**不饱和碳原子**。



2. 碳原子结构形态的表达

电子式、结构式、结构简式、键线式。

【内容解读】

1. 饱和碳原子的基本结构

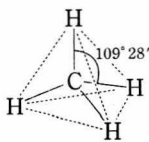
碳原子的核外电子排布为: $(+6) \begin{array}{c} 2 \\ 4 \end{array}$ 。

在形成化合物的过程中,为满足 8 电子稳定结构,碳原子能并且只能形成 4 个共价键,这是有机物的结构基础。

当碳原子与 4 个氢原子结合就形成了 CH_4 分子,4 个 H 原子在空间的排列方式表征了 C 原子形成化合物时共价键的方向。

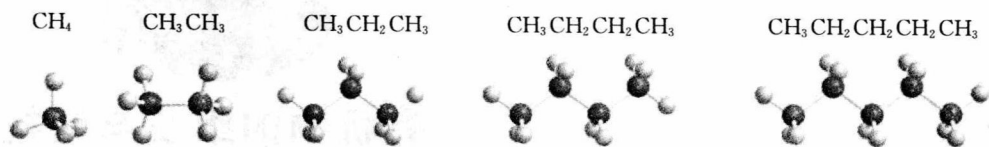


甲烷的电子式



甲烷的空间结构

当饱和碳原子彼此连接时,就可形成更加复杂的有机物分子,如图所示。

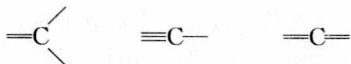


烷烃分子在能量最低时的空间形象

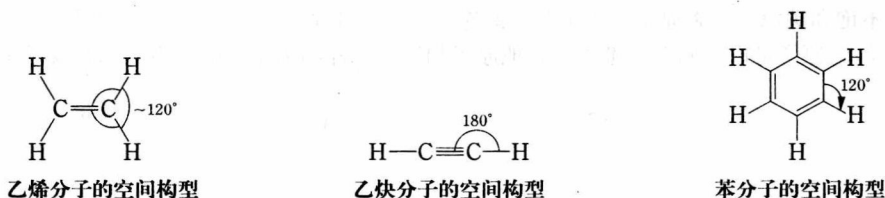
2. 不饱和碳原子的基本结构

如果碳原子用两个或两个以上的共价键与其他的原子或原子团相连,这样碳原子连接的原子数目就将少于 4 个,形成不饱和碳原子。

不饱和碳原子的基本成键方式有以下三种:



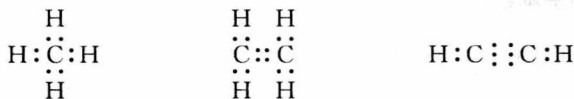
如果仅以这些碳原子之间相互连接,剩余价键用于和 H 原子相连接,就可以形成一系列碳氢化合物。其中最典型的化合物以及相应分子的空间构型如下图所示:



3. 分子结构的表示方式

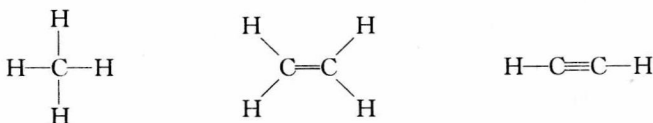
(1) 电子式

用电子表示分子内部原子间成键状况的式子。如甲烷、乙烯、乙炔的电子式分别为:



(2) 结构式

用短线表示原子间形成的共价键,可将电子式改写为结构式,这比电子式较为简便。如甲烷、乙烯、乙炔的结构式分别为:



(3) 结构简式

为了更为简便地表述复杂有机物的结构与性质之间的关系,在不影响有机物基本结构特



征的情况下,还可以用结构简式表示有机物的结构。如甲烷、乙烯、乙炔的结构可进一步简写成: CH_4 、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、 $\text{HC}\equiv\text{CH}$ 。

(4) 键线式

对结构更为复杂的有机物的结构,键线式是一种更为常见的表达方式。在键线式中,饱和碳原子之间的连接以折线的形式表示,这与其在能量最低时的空间形象有密切的关联。其起点和折点均表示碳原子,线表示碳原子之间的共价键形式(成键数量和空间形象),而 H 原子将不再出现,分子中实际存在的 H 原子数以补齐 C 原子的价键为准。

结构式或结构简式	键线式
$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\ & & & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\ & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array} $	
$ \begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2 \end{array} $	 (投影方向) (体现折线特点)
$\text{HC}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	 (体现分子的空间形象)

【方法举例】

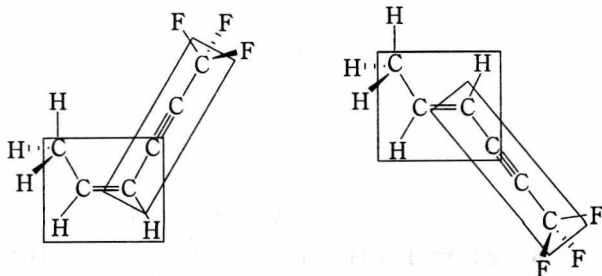
例 1 描述 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CF}_3$ 分子结构的下列叙述中,正确的是()。

- A. 6 个碳原子有可能都在一条直线上 B. 6 个碳原子不可能都在一条直线上
 C. 6 个碳原子有可能都在同一平面上 D. 6 个碳原子不可能都在同一平面上

解析: 本题以复杂的有机物的空间结构的描述为背景,实质考查了同学们对 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等基本分子的空间结构的熟悉和了解。由于解题过程涉及将复杂分子的结构分解为基本分子的结构原型,并重新加以组合,因此对同学们的观察能力、空间想象力及思维能力具有较高的要求。根据基本分子的结构模型,题设分子结构可表示为如右图所示的形式。由几何学知识可知,一条直线有两个点与平面相交,这条直线就在此平面之中。所以,连为直线的 4 个 C 原子与中心的 $\text{C}=\text{C}$ 为主体所构成的平面重叠。

其正确结论是 B、C。

虽然结论已有,但是思考依旧在



从分子构型的几何学特征角度,不难推断分子中已有 8 个原子共面(如右图所示)。但是分子中 $-\text{CH}_3$ 或 $-\text{CF}_3$ 上的 H 原子或 F 原子,是否能共存于此平面中呢?(为方便起见,选取 $-\text{CH}_3$ 上的 H 原子进行讨论)

基础训练

① CH_4

② C_2H_6

③ C_3H_8

④ C_2H_4

⑤ C_3H_6

⑥ C_2H_2

⑦ C_3H_4

3 下列有机分子中,所有的原子不可能处于同一平面的是()。

A. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

B. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

c. 

D. $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$

4 下列化合物分子中的所有碳原子不可能处于同一平面的是()。

A. 

B. 

C. $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$

D. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3$
 $\quad\quad\quad |$
 $\quad\quad\quad \text{CH}_3$

5 下列分子中的 14 个碳原子不可能处在同一平面上的是()。

A. 

B. 

C. 

D. 

6 化合物 $\text{H}_3\text{C}^1\text{CH}^2=\text{C}^3\begin{matrix} \text{HC}^4=\text{CH}^6 \\ \text{HC}^5=\text{CH}^7 \end{matrix}\text{C}^8\begin{matrix} \text{CH}_2^9\text{CH}_2^{11} \\ \text{CH}_2^{12}\text{CH}_2^{10} \end{matrix}\text{CH}^{13}\text{CH}_3^{14}$ 中的碳原子不可能都在同一平面



上,但有一个平面能包含的碳原子最多,请指出这个平面上的碳原子的编号:_____。

§ 1.2 其他非金属原子的结构特点

【知识概述】

1. 第二周期非金属元素原子的成键方式

在有机物中典型的 C、N、O 原子成键方式的相似性。

2. 官能团

官能团:体现有机物的性质特征的原子或原子团。

官能团的结构与有机物的分类。

3. 有机物组成特点。

【内容解读】

1. 第二周期非金属元素原子的成键方式

有机物中不仅含有 C、H 原子,还会含有 O、N、S、P 和卤素等其他非金属元素的原子。这些原子在有机物中的基本成键方式与 C 原子有相似之处。

如 NH_3 分子中 N 原子的成键方式:

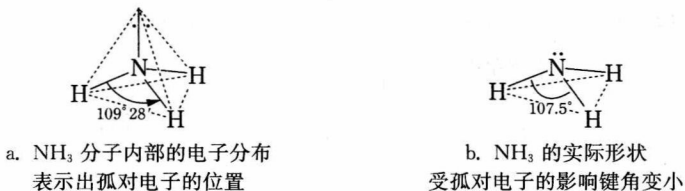


图 1-7 NH_3 分子内部的电子分布和实际的分子形状

H_2O 分子中 O 原子的成键方式:

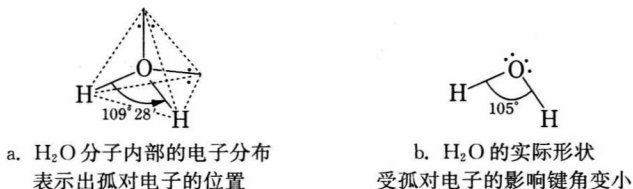


图 1-8 H_2O 分子内部的电子分布和实际的分子形状

从以上对 NH_3 和 H_2O 分子结构的分析中可以看出,此时 N 原子和 O 原子周围的电子分布与 C 原子是相似的,只是周围连接原子的分布不对称,键角略有畸变而已。

同样,与 C 原子相似,O、N 原子还可以双键或叁键的形式与其他原子相互结合,其基本结构方式可表征如下:

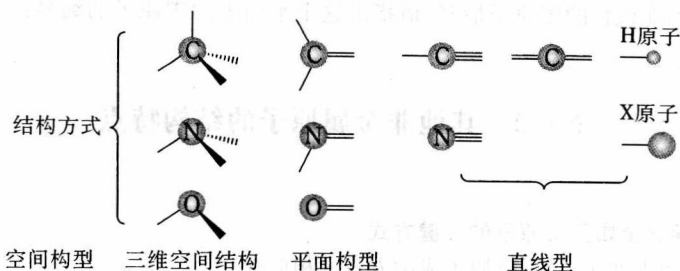


图 1-9 C、N、O、H、卤素原子的成键方式

这些原子可以根据键的特点像“搭积木”一样,彼此结合。首先碳原子与氢原子一起形成多种烃分子的基本骨架,若碳原子再结合其他原子(如卤族元素的原子、氧、氮、磷、硫等),就可形成种类和数目繁多、性质各异、功能独特的各种有机化合物。

2. 官能团

当有限的 C、N、O、H 以及卤素原子相互结合,形成数目巨大的有机化合物时,物质的性质往往与具有特征结构的原子或原子团相关联。这些体现有机物的性质特征的原子或原子团称为官能团。

有机物的主要类别、官能团和典型代表物

类型	官能团		典型代表物		备注
	结构简式	名称	名称	结构简式	
烷烃	—	碳碳单键	甲烷	CH_4	
烯烃	$\text{C}=\text{C}$	碳碳双键	乙烯	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	
炔烃	$\text{—C}\equiv\text{C—}$	碳碳叁键	乙炔	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	
芳香烃		苯基	苯		当苯作为基本结构骨架时,就不作为官能团
卤代烃	—X	(X 表示卤素原子)	溴乙烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	
醇	—OH	(醇)羟基	乙醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	—OH 与饱和 C 原子直接相连
酚	—OH	(酚)羟基	苯酚		—OH 与苯环直接相连
醚	—C—O—C—	醚键	乙醚	$\text{H}_3\text{CH}_2\text{C—O—CH}_2\text{CH}_3$	



续表

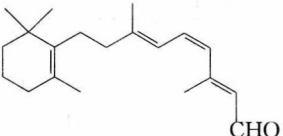
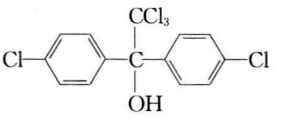
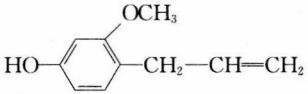
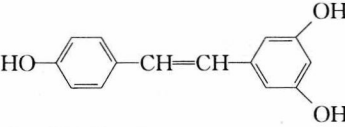
类型	官能团		典型代表物		备注
	结构简式	名称	名称	结构简式	
醛		醛基	乙醛		
酮		羰基	丙酮		
羧酸		羧基	乙酸		
酯		酯基	乙酸乙酯		
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	乙胺	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	
酰胺		酰胺键			酰胺键在蛋白质结构中被称为肽键

其他官能团： $-\text{NO}_2$ (硝基、硝基苯)、 $-\text{SO}_3\text{H}$ (磺酸基、苯磺酸)

以下是一些有机物的结构简式,据此可以判断该有机物中所含有的各种官能团。

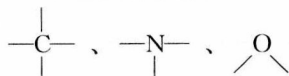
物质	结构简式	含有的官能团	分子式
酚酞		酚羟基 酯基	$\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$
维生素 C		醇羟基 酯基 $\text{C}=\text{C}$ 双键	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

续表

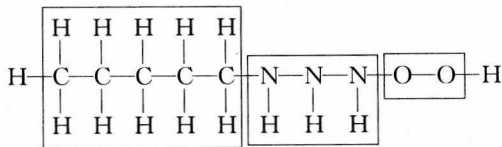
物质	结构简式	含有的官能团	分子式
视黄醛		C=C 双键 醛基	C ₂₀ H ₃₀ O
DDT 的衍生物		氯原子 醇羟基	C ₁₄ H ₉ Cl ₅ O
丁香油酚		C=C 双键 酚羟基 醚键	C ₁₀ H ₁₂ O ₂
白藜芦醇		C=C 双键 酚羟基	C ₁₄ H ₁₂ O ₃

3. 有机物的组成特点

若有机物中含有的 C、N、O、H 原子均以单键相连,此时各原子的成键方式分别为



将这些原子彼此相互连接,会发现 C、N、O 原子均有多个价键,可以使分子的结构逐渐扩展,而 H 原子只有一个价键,H 原子的出现预示着分子结构的最终完善。同时根据 C、N、O 原子的价键数以及在分子中的连接方式,还能得到 C、N、O 原子数与 H 原子数之间的关系。一种想象中的原子连接方式(与物质存在的真实性无关)可表述如下图。从中可以看出,当分子中每增加一个 C 原子,同时增加 2 个 H 原子;每增加一个 N 原子,将随之增加一个 H 原子;而增加 O 原子数则并不能增加 H 原子数。



由此可以得出: $n(\text{H}) = 2n(\text{C}) + n(\text{N}) + 2$ 。

当有机物中出现 Cl 原子(或卤素原子,X)时,因为 Cl 原子也是一价的,所起作用与 H 原子相当,从而上述表达式又可表示为:

$$n(\text{H}) + n(\text{Cl}) = 2n(\text{C}) + n(\text{N}) + 2。$$

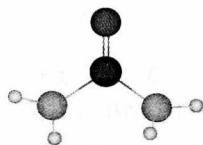
当有机物分子中每出现一个 C=C 双键或一个环状结构,就将减少两个 H 原子,依次类



推。这样在根据有机物的结构推算有机物分子组成时,也就比较方便。

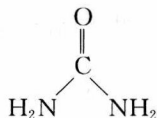
【方法举例】

例 1 1868 年德国化学家维勒采用人工的方法,合成了人类历史上的第一个有机物——尿素。尿素分子中含有 C、H、O、N 四种元素。其分子结构模型如右图所示。请写出尿素的分子式和结构简式。



解析: 根据第二周期元素原子在形成共价键过程中的特点,分析右图可知,能够形成四个共价键的原子应视为 C 原子,形成三个共价键的原子当为 N 原子,而 O 原子可形成 2 个共价键,只形成一个共价键的原子就非氢莫属了。

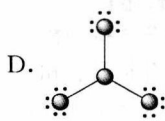
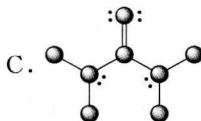
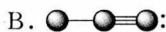
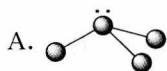
从而可以得出尿素的结构简式为:



相应分子式为: CON_2H_4 。

例 2 下列结构图中,●代表原子序数从 1 到 10 的元素的原子实(原子实是原子除去最外层电子后剩余的部分),小黑点代表未用于形成共价键的最外层电子,短线代表价键,

(示例: F_2 :)



根据各图表示的结构特点,写出该分子的化学式:

A. _____ B. _____ C. _____ D. _____。

解析: 为满足 8 电子稳定结构, C 原子会形成 4 个共价键; N 原子形成三个共价键, 同时还 有 1 对孤对电子; O 原子将形成 2 个共价键并留有 2 对孤对电子, F 原子只需形成 1 个共价键 并保持有 3 对孤对电子。值得注意的是 B 原子由于原子的最外层只有 3 个电子, 只能形成 3 个 共价键, 但并未达到 8 电子稳定结构。

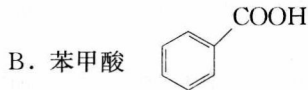
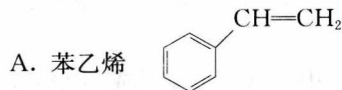
注意到这些因素, 就可顺利推导出化合物 A、B、C 和 D 的化学式: A 为 NH_3 、B 为 HCN 、 C 为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 或 CON_2H_4 、D 为 BF_3 。

基础训练

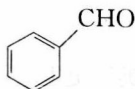
1 写出下列物质的结构式或结构简式, 并判断分子的空间构型。

- ① C_2H_4 ② CH_4O ③ CH_2O ④ CON_2H_4
⑤ $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$ ⑥ $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$ ⑦ HC_3N ⑧ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

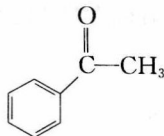
2 已知甲醛(HCHO)分子中的 4 个原子是共平面的。下列分子中所有原子不可能同时 存在于同一平面上的是()。



C. 苯甲醛

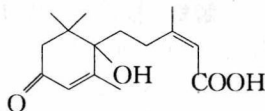


D. 苯乙酮



3 北京奥运会期间对大量盆栽鲜花施用了 S-诱抗素制剂,以保证鲜花盛开。S-诱抗素的分子结构如右图,下列关于该分子说法中正确的是()。

- A. 含有碳碳双键、羟基、羰基、羧基
B. 含有苯环、羟基、羰基、羧基
C. 含有羟基、羰基、羧基、酯基
D. 含有碳碳双键、苯环、羟基、羰基



4 (1) 由 2 个 C 原子、1 个 O 原子、1 个 N 原子和若干个 H 原子组成的共价化合物, H 的原子数目最多为 _____ 个,试写出其中一例的结构简式: _____。

(2) 若某共价化合物分子只含有 C、H、N 三种原子,且以 $n(\text{C})$ 和 $n(\text{N})$ 分别表示 C 和 N 的原子数目,则 H 原子数目最多等于 _____。

§ 1.3 同分异构现象

【知识概述】

同分异构现象

化合物具有相同分子式而结构不同的现象。这些化合物之间互称为同分异构体。

同分异构现象是有机化合物之间普遍存在的一种现象。

【内容解读】

1. 构造异构

由于原子的连接顺序不同而产生的异构现象。

如: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 和 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ (碳链骨架异构)。

$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ (官能团的位置异构)。

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ (乙醇) 和 $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$ (二甲醚) (有机物类别异构)。

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ (硝基乙烷) 和 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{OH}$ (氨基乙酸) (有机物类别异构)。

这些化合物由于结构的不同,从而它们彼此之间在物理性质或化学性质方面会有显著的差异。

2. 构型异构

碳原子的连接顺序相同,由于原子或原子团在空间分布时结构的不对称性形成的异构现象。

(1) 顺反异构 在含有 $\text{C}=\text{C}$ 双键或环状结构的有机物中,受 $\text{C}=\text{C}$ 双键或环状结构的旋



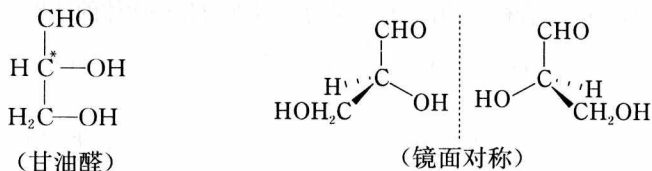
转障碍影响,有可能出现顺反异构现象。

如: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$, 有 $\diagup\diagdown$ (顺式) 和 $\diagup\diagup$ (反式) 两种异构体。

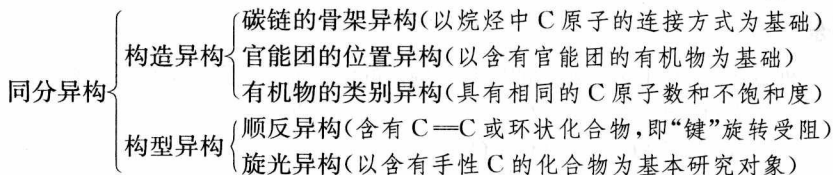
它们之间的物理和化学性质都会存在一定的差异。

(2) 旋光异构 当饱和碳原子连接的四个原子或原子团各不相同, 会出现旋光异构的现象。此时两种异构体在空间排列上呈现镜面对称的形式, 在对称的环境中, 它们的物理化学性质除对偏振光的作用形式不同以外, 其他均相同。

如甘油醛中加 * 的 C 原子。



回顾同分异构现象, 可总结如下, 而在中学化学中主要谈及的是构造异构。

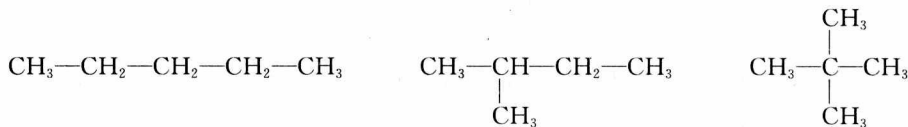


【方法举例】

例 1 (1) 某有机物的分子式为 C_5H_{12} , 请写出它可能存在的同分异构体的结构简式。

(2) 某烯烃的分子组成为 C_4H_8 , 请写出它可能存在的同分异构体的结构简式。

解析: (1) 根据有机物分子中 C、H 原子的个数, 结合分子结构模型, 可以得知此有机物分子只由饱和碳原子彼此结合而成。依据 C 原子的连接顺序不同, 可以形成以下三种不同结构。



(2) 烯烃产生异构体的原因要比相应的烷烃复杂, 不仅要涉及碳链的骨架异构, 还要涉及 $\text{C}=\text{C}$ 双键在碳链上的移位。如丁烯的异构体包括:

