

全新修订

新

XINZHUANTI
JIAOCHENG

专题教程

第三版

高中化学 3

江敏 编著

有机化学基础



华东师范大学出版社

新专题教程

XINZHUANTI JIAOCHENG

高中化学 3

有机化学基础

江 敏 编著



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新专题教程. 高中化学 3 有机化学基础/江敏编著.
—上海:华东师范大学出版社,2004.3
ISBN 978-7-5617-3782-8

I. 新... II. 江... III. 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(2004)第 021968 号

新专题教程

高中化学 3 · 有机化学基础

编 著 江 敏
策划组稿 教辅分社
项目编辑 徐红瑾
文字编辑 刘元兰
封面设计 黄惠敏
版式设计 蒋 克

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
电 话 021-62450163 转各部 行政传真 021-62572105
网 址 www.ecnupress.com.cn www.hdsdbook.com.cn
市 场 部 传真 021-62860410 021-62602316
邮购零售 电话 021-62869887 021-54340188

印 刷 者 昆山亭林彩印厂
开 本 787×960 16 开
印 张 12.5
字 数 237 千字
版 次 2007 年 6 月第三版
印 次 2007 年 6 月第一次
印 数 16000
书 号 ISBN 978-7-5617-3782-8/G·2089
定 价 15.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

总 序

高中化学 3 · 有机化学基础

亲爱的读者,展现在您面前的这套《新专题教程》系列图书是按新课程标准所列的内容,在“新教学理念、新教学方法”的指导下,按专题编写,涵盖初、高中语文、数学、英语、物理和化学 5 个学科,共计 50 个分册。

本丛书自初版起就坚持“完整、系统、深入、细致”的编写特色,甫一面世,就受到广大学生的欢迎。但我们不敢懈怠,我们必须与时俱进。根据现行中学教材的变化情况及中、高考的变化趋势,我们进行了多方调研,在此基础上,组织作者对本丛书进行了全面的修订。新修订的这套丛书,不仅知识点配套,而且题型新颖,更利于学生对学科知识的理解和掌握。

丛书有以下特点。

作者权威 编写队伍由师范大学学科专家及长期在教学第一线的全国著名中学特、高级教师组成。他们有先进的教育理念和丰富的教学经验,是中、高考研究方面的专家,他们的指导更具权威性。

材料典型 丛书精选了近几年的中、高考试题,还收集了许多有代表性的例题,编写者对这些典型材料进行了详细的解读,还设置了有针对性的训练。总之,编写者力求从国家课程标准的知识内容中提炼出相应的能力要求,并对重点知识进行深入、细致的讲解,对难点用实例的方法进行释疑,使用这套丛书,能切实提高学生的学习效果。

总 序

高中化学3
·
有机化学基础

版本通用 丛书以教育部颁布的新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,更体现了学科知识的完整性、系统性和科学性,具有很强的通用性。

编排科学 丛书在编排时照顾到了学生的差异性,读者可以根据自己学习中的薄弱环节,有重点地选择,有针对性地学习,以达到事半功倍的效果。丛书坡度设计合理,帮助学生在知识学习的基础上,充分了解和掌握运用知识解决问题的方法,提升学习能力。

愿《新专题教程》成为您的好伙伴,学习的好帮手,为您的学习带来诸多的便利,给您一个智慧的人生。

华东师范大学出版社
教辅分社

CONTENTS

目 录

高中化学3
· 有机化学基础

第一章 有机物的结构与组成	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	4
§ 1.3 同分异构现象	8
§ 1.4 有机物组成的测定	11
第二章 烃的组成、结构与性质	14
§ 2.1 甲烷	14
§ 2.2 烷烃	23
§ 2.3 乙烯 烯烃	36
§ 2.4 乙炔 炔烃	48
§ 2.5 苯 芳香烃	58
§ 2.6 石油 煤	73
第三章 烃的衍生物	82
§ 3.1 溴乙烷 卤代烃	82
§ 3.2 乙醇 醇类	91
§ 3.3 苯酚	105
§ 3.4 乙醛 醛类	118
§ 3.5 乙酸 羧酸	128
第四章 糖类 油脂 蛋白质	141
§ 4.1 葡萄糖 蔗糖	141
§ 4.2 淀粉 纤维素	147
§ 4.3 油脂	152

§ 4.4 蛋白质 157

CONTENTS

第五章 有机高分子化合物简介 167

目 录

参考答案 179

高中化学3·有机化学基础

有机物的结构与组成

§ 1.1 碳原子的结构特点

【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： $\text{(+6)} \left(\begin{array}{c} 2 \\ 4 \end{array} \right)$ 。

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。如果碳原子用 4 个共价键连接 4 个原子或原子团,这样的碳原子就称之为饱和碳原子。

当一个碳原子与四个氢原子结合就形成了 CH_4 分子,四个 H 原子在空间的排列方式,表征了 C 原子形成化合物时的共价键的方向。



图 1-1 甲烷的电子式
(由此可解释甲烷的组成)

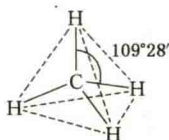


图 1-2 甲烷的空间结构

当饱和碳原子彼此连接,就可以形成更加复杂的有机物分子。如:

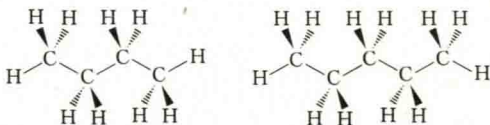


图 1-3 烷烃分子的空间结构

点击:

有机物的基本结构特征是有机物分子中的原子大多以共价键相互结合而成。因原子固有的成键方向相互结合形成复杂的有机物分子空间构型,对有机物的性质会产生重大影响,这也是有机反应中最富有想象力和吸引人的内容之一。

点击:

注意这些 C 原子以特定成键方式形成化合物时的空间结构特征。这是我们以后对复杂有机化合物分子空间构型加以判断的基础。

2. 不饱和碳原子的基本结构

如果碳原子只用两个或三个共价键与其他的原子或原子团相连,此时,碳原子连接的原子数目就少于 4 个,这样的碳原子就称之为不饱和碳原子。涉及不饱和碳原子的空间构型,可见以下图示:

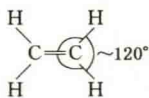


图 1-4 乙烯分子的空间构型

(此为平面型的分子)

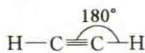


图 1-5 乙炔分子的空间构型

(此为直线型的分子)

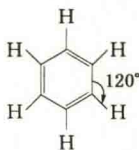


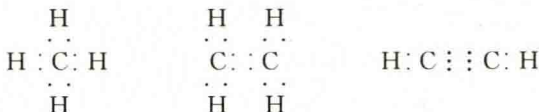
图 1-6 苯分子的空间构型

(此为平面型的分子)

3. 分子结构的表示方式

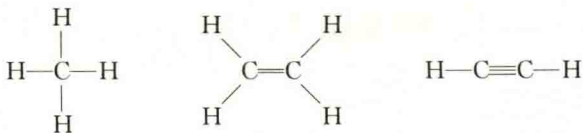
(1) 电子式

用电子表示分子内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,这较电子式更为简便。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为：



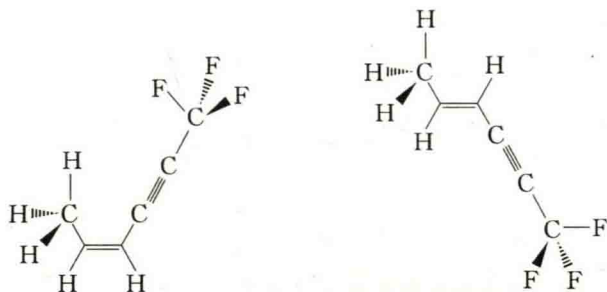
【方法举例】

根据 C 原子的结构特征,对复杂分子的空间构型进行预测。

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情况。根据基本分子的结构模型,题设分子结构可表示为如下图所示的形式:



由几何学知识可知,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。这样正确的结论应是 B、C。

基础训练

1. 写出下列物质的结构式:

- 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

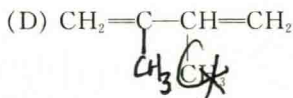
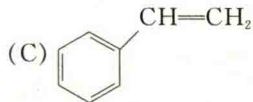
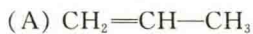
2. 在上述分子中,哪些分子中的 C 原子可能都在一条直线上? 哪些分子中的所有原子都在同一平面中?

能力提高

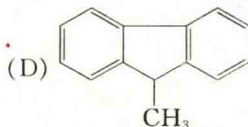
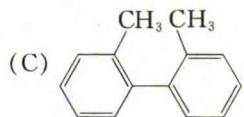
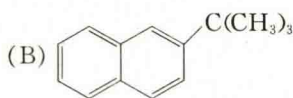
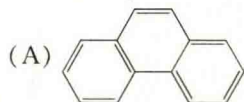
3. 下列有机分子中,所有的原子不可能处于同一平面的是(AD)

说明:

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形,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。



4. 下列分子中的 14 个碳原子不可能都处在同一平面上的是 (BD)。



5. 化合物 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\overset{3}{\text{C}}(\overset{4}{\text{HC}}=\overset{6}{\text{CH}})-\overset{8}{\text{C}}(\overset{7}{\text{HC}}=\overset{10}{\text{CH}})-\overset{9}{\text{CH}_2}-\overset{11}{\text{CH}_2}-\overset{13}{\text{CH}}-\overset{14}{\text{CH}_3}$ 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

123456781314。

点击:
注意理解在 CH_4 、 NH_3 和 H_2O 分子中, C、N、O 原子在形成分子过程中成键方式的内在联系。

§ 1.2 其他非金属原子的结构特点

【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。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 原子的成键方式为:

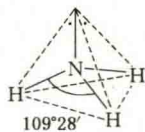


图 1-7 预测 NH_3 的形状
(表示出了孤对电子的位置)

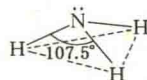


图 1-8 实际形状
(受孤对电子的影响键角变小)

H₂O 分子中 O 原子的成键方式为：

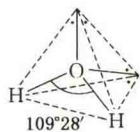


图 1-9 预测 H₂O 的形状
(表示出了孤对电子的位置)

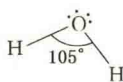
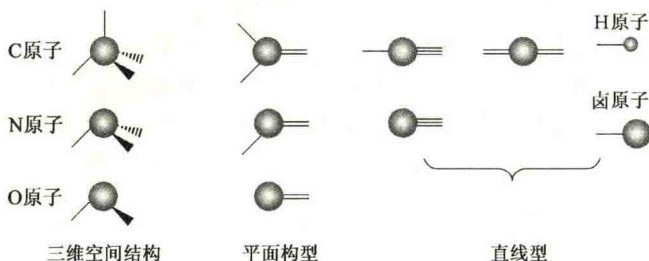


图 1-10 实际形状
(受孤对电子的影响键角变小)

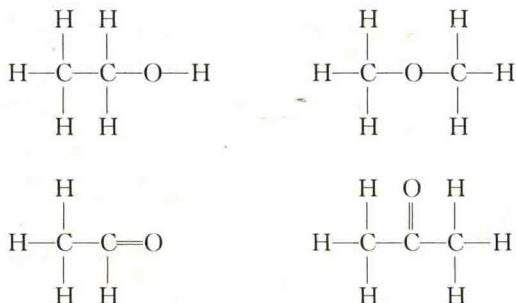
与 C 原子相似, O、N 原子还可以双键或叁键与其他原子相互结合, 其基本结构方式如下所示：



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。充分体现出在简单中孕育着复杂的哲学思想, 这也是有机化学的魅力之所在。

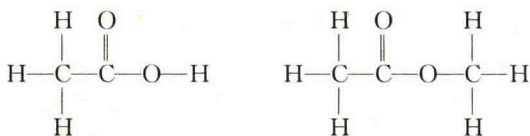
2. 含氧衍生物的基本结构

根据上述原子的成键特点, 我们可以得知: 氧原子在有机物中的基本结构方式可表示为:



说明:

O 原子在有机物中可以单键或双键的形式与 C 原子或 H 原子相连, 形成醇、醚、醛、酮、羧酸和酯等一系列化合物。

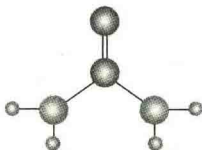


以上化合物中涉及到在有机化学中一些重要的、常见的原子团,这将是我们在烃的衍生物中加以讨论的重要内容。

【方法举例】

根据各原子的成键特点,正确识别各种元素的原子,并表示出相应物质的结构。

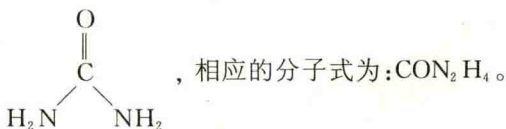
例 1 1868 年德国化学家维勒采用人工合成的方法,制成了人类历史上的第一个有机物——尿素。尿素分子中含有 C、H、O、N 四种元素。其分子结构模型可表示为:



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,分析上图可知,能够形成四个共价键的原子应是 C 原子,形成三个共价键的原子应为 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原子莫属了。

从而可以得出尿素的结构简式为:



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 可用 $\text{:}\ddot{\text{F}}-\ddot{\text{F}}\text{:}$ 表示)



A

B

C

D

说明:

C、N、O、H 等元素的成键特点是对有机物组成和结构进行判断的基础。

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一对孤对电子, O 原子将形成 2 个共价键并留有 2 对孤对电子, F 原子只需形成一个共价键并保持有三对孤对电子。值得注意的是在化合物 D 中硼原子由于原子的最外层只有三个电子, 只能形成三个共价键, 但并未达到 8 电子稳定结构。

注意到这些要点, 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 。

例 3 $(\text{CN})_2$ 因其性质与卤素相似, 而被人们称之为“拟卤素”。下列有关叙述中, 正确的是 (AC)。

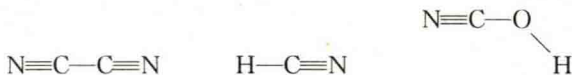
(A) $(\text{CN})_2$ 分子具有直线型结构

(B) $(\text{CN})_2$ 与水反应生成的 HCN 和 HOCN 均具有直线型结构

(C) HCN 是弱酸, 所以 NaCN 的溶液呈碱性

(D) HCN 与 Cl_2 可以发生反应生成 $(\text{CN})_2$, 所以还原性 HCN 弱于 HCl

解析 由原子的成键方式进行组合, 可以得出 $(\text{CN})_2$ 、 HCN 、 HOCN 相应的分子构型为:



据此可判断 A 是正确的, 结合前面所学的无机化学的知识, 可以判断 C 也是对的。

答: A、C。

基础训练

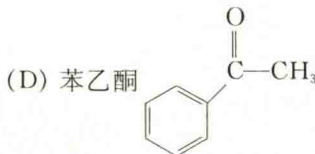
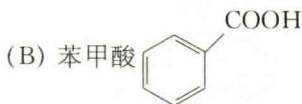
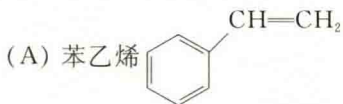
1. 写出下列物质的结构式或结构简式, 并判断分子的空间构型。

- 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 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

能力提高

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

能同时处于同一平面上的是(D)。



3. (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 三种元素, 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 _____。

(3) 若某共价化合物分子只含有 C、H、N、O 四种元素, 且以 $n(\text{C})$ 、 $n(\text{N})$ 和 $n(\text{O})$ 分别表示 C、N 和 O 的原子数目, 则 H 原子数目最多等于 _____。

§ 1.3 同分异构现象

【内容解读】

1. 同分异构现象

具有相同分子式而结构不同的化合物, 就称为同分异构体。

同分异构体是有机化合物之间普遍存在的一种现象。中学化学中主要涉及由于原子的连接顺序不同而产生的同分异构现象。

如: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 和 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ 和 $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 等。

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和化学性质方面会有显著的差异。

【方法举例】

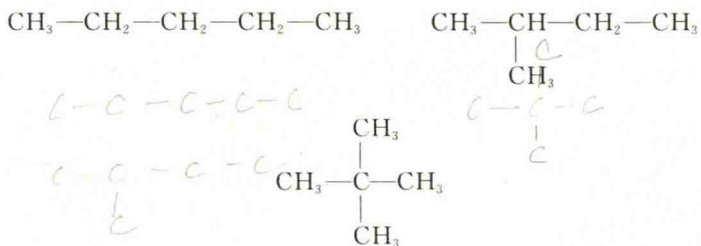
简单推理有机物可能存在的同分异构体。

点击:

对同分异构现象的理解, 不妨可以从“搭积木”开始。

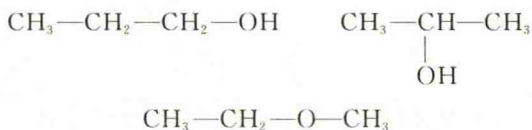
例 1 某有机物的分子式为 C_5H_{12} , 请写出它可能存在的同分异构体的结构简式。

解析 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的结构:



例 2 某有机物的分子式为 C_3H_8O , 请写出它可能存在的同分异构体的结构简式。

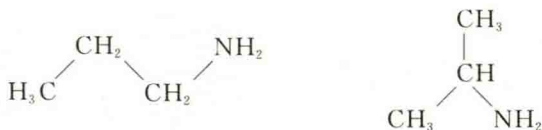
解析 当有机物中含有氧原子时, 我们不妨可先拼出 C、H 原子形成化合物的基本骨架, 在此基础上插入氧原子, 结合模型的使用, 可以得出有以下同分异构体的结构:

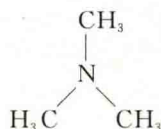
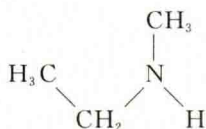


例 3 在 C_3H_9N 中, N 原子以三个单键与其他原子相连接, 它具有的同分异构体数目为()。

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

解析 对 C_3H_9N 所具有的同分异构体数目的推测, 一般同学会理解为是 $-NH_2$ 取代了丙烷中得氢原子, 而忽略了 $-NH_2$ 中的 H 原子也可被 $-CH_3$ 、 $-C_2H_5$ 取代的可能, 从而得出只有两种同分异构体的结论。 C_3H_9N 的四种同分异构体的结构简式可表示如下:





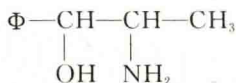
基础训练

1. 根据下列分子式,写出你能想到的所有异构体的结构简式:

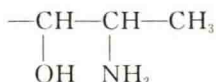
- ① CF_2Cl_2 ② C_4H_{10} ③ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ④ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ⑤ C_3H_8 ⑥ CH_2O_2

能力提高

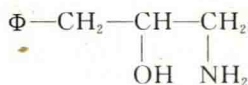
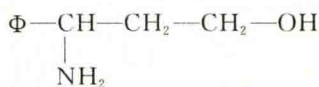
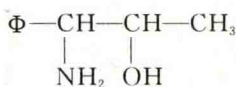
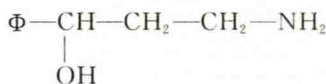
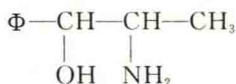
2. 2000 年国家药品监督管理局发布通告,暂停使用和销售含苯丙醇胺的药品制剂。苯丙醇胺(英文缩写 PPA)结构简式如下:



其中 Φ 代表苯基。苯丙醇胺是一种一取代苯,取代基是:



将 Φ —、 H_2N —、 HO —在碳链上的位置作变换,可以写出多种同分异构体,其中 5 种的结构简式是:



请写出另外 4 种同分异构体的结构简式(不要写出 $-\text{OH}$ 和 $-\text{NH}_2$ 连在同一个碳原子上的异构体;写出多余的要扣分):

_____、_____、_____、_____。