

清华北大学子
高效学习法·高二化学(下)
QINGHUABEIDAXUEZI
GAOXIAOXUEXIFA·GAOERHUAXUE(XIA)
丛书主编 薛金星

*

北京出版社出版集团出版
北京教育出版社
(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

网 址:www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行
各地书店经销
北京市昌平兴华印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 11.25 印张 270 千字

2005 年 10 月第 2 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5303-1973-6/G·1947

定价:14.80 元

目录

CONTENTS

第五章 烃 (1)

第一节 甲烷 (1)

课堂高效探究 (1)

多维高效解题 (4)

限时高效训练 (6)

第二节 烷烃 (8)

课堂高效探究 (8)

多维高效解题 (16)

限时高效训练 (17)

第三节 烯烃 (19)

课堂高效探究 (19)

多维高效解题 (24)

限时高效训练 (26)

第四节 炔烃 (28)

课堂高效探究 (28)

多维高效解题 (32)

限时高效训练 (34)

第五节 芳香烃 (35)

课堂高效探究 (35)

多维高效解题 (40)

限时高效训练 (41)

第六节 石油的分馏 (43)

课堂高效探究 (43)

多维高效解题 (46)

限时高效训练 (47)

章末总结 (48)

第六章 烃的衍生物 (53)

第一节 溴乙烷 卤代烃 (53)

课堂高效探究 (53)

多维高效解题 (56)

限时高效训练 (58)

第二节 乙醇 醇类 (59)

课堂高效探究 (59)

多维高效解题 (65)

限时高效训练 (67)

第三节 有机物分子式和结构式的确定

(68)

课堂高效探究 (68)

多维高效解题 (71)

限时高效训练 (73)

第四节 苯酚 (75)

课堂高效探究 (75)

多维高效解题 (81)

限时高效训练 (83)

第五节 乙醛 醛类 (84)

课堂高效探究 (84)

多维高效解题 (89)

限时高效训练 (91)

第六节 乙酸 羧酸 (93)

课堂高效探究 (93)

多维高效解题 (103)

限时高效训练 (104)

章末总结 (105)

第七章 糖类 油脂 蛋白质

——人类重要的营养物质 (114)

第一节 葡萄糖 蔗糖 (114)

课堂高效探究 (114)

多维高效解题.....	(118)
限时高效训练.....	(119)
第二节 淀粉 纤维素.....	(120)
课堂高效探究.....	(120)
多维高效解题.....	(124)
限时高效训练.....	(125)
第三节 油脂.....	(126)
课堂高效探究.....	(126)
多维高效解题.....	(130)
限时高效训练.....	(132)
第四节 蛋白质.....	(133)
课堂高效探究.....	(133)
多维高效解题.....	(136)
限时高效训练.....	(137)
章末总结.....	(139)

第八章 合成材料..... (144)

第一节 有机高分子化合物简介.....	(144)
课堂高效探究.....	(144)
多维高效解题.....	(146)
限时高效训练.....	(147)
第二节 合成材料.....	(149)
课堂高效探究.....	(149)
多维高效解题.....	(151)
限时高效训练.....	(152)
第三节 新型有机高分子材料.....	(153)
课堂高效探究.....	(153)
多维高效解题.....	(154)
限时高效训练.....	(156)
章末总结.....	(157)
参考答案.....	(161)

第五章 烃

第一节 甲烷

课堂高效探究



[重难点高效突破]

重点一 有机物的特点

■1. 元素组成特点

有机物是含碳元素的化合物,以碳元素为核心,通常还含有 H、O、N、S、P 以及卤素等元素,元素周期表中第二周期ⅣA 族元素是有机物组成的核心元素。

■2. 结构特点

(1)碳与碳之间以共价键形成碳链,这是有机物结构的基础。

(2)有机物分子多为非极性分子或弱极性分子(但也有离子化合物如 CH_3COONa 等)。

(3)分子间大多以分子间作用力结合形成晶体。

■3. 数量特点

到目前为止已知的有机物已超过两千万种,而无机物仅有十几万种,每年新合成的化合物中 90% 以上是有机物。有机物种类繁多的原因主要是由碳原子的结构以及成键特点决定的。

(1)碳原子最外层 4 个电子,在有机化合物中,每个碳原子不仅能与其他原子形成 4 个共价键,而且碳原子与碳原子之间也能形成共价键,不仅可以形成单键,还可以形成双键或叁键。

(2)多个碳原子可以相互结合形成长长的碳链,也可以形成碳环。因此一个有机物分子可能只含有一个碳原子,也可能含有几千甚至上万个碳原子。

(3)含有相同原子种类和数目的分子又可能具有不同的结构,不同的结构就是不同的物质。例如 C_6H_{14} (己烷)有 5 种结构; C_7H_{16} (庚烷)有 9 种结构; $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ (癸烷)有 75 种之多。

■4. 性质特点

(1)大多数有机物都难溶于水,而易溶于汽油、酒精、苯等有机溶剂(相似相溶原理)。

(2)多数为非电解质,不易导电。

(3)多数熔沸点较低(其晶体内分子间通过范德

华力结合)。

(4)多数受热容易分解,而且容易燃烧(碳链越长,越易断裂而分解)。

■5. 反应特点

有机物的反应复杂,速度慢,多要用催化剂。

分子之间的反应一般慢于离子参加的反应,其本质是旧化学键断裂,新的化学键形成。有机物分子中有很多共价键,断裂发生反应的部位越多,副反应也越多,因此书写化学方程式要用“ $\rightarrow$ ”表示主要反应式而不用“ $=$ ”。在学习过程中应遵循:“组成 $\longleftrightarrow$ 结构 $\longleftrightarrow$ 性质”的这一化学基本思维规律。

思维突破:有机物与无机物的区别和联系,见下表 5-1:

表 5-1

	有机物	无机物
概念	含碳元素的化合物	不含碳元素的物质(包括单质),以及某些含碳的化合物(见有机物定义)
组成	由 C、H、O、N、S、P、卤素等元素组成	组成元素达 100 种以上
结构	碳可和其他原子形成 4 个价键,而且可形成碳链或碳环	多以离子键或共价键结合
种类	约有 3 000 万种	10 多万种
水溶性	大多数不溶于水而易溶于有机溶剂	大多数不溶于有机溶剂
稳定性	大多数易燃,受热易分解	大多数不燃烧,受热难分解
导电性	大多数是非电解质,不导电	大多数是电解质,溶于水或熔融时导电
化学反应	复杂、缓慢,常有副反应	简单、速率快,副反应少

例 1 下列说法正确的是()

A. 人们只能从有机物中取得有机化合物,不能利用矿物来合成有机物

- B. 有机物和无机物的组成、结构、性质有严格区别,它们是不可相互转化的两类物质
 C. 有机物是从动植物体提取的有生命的化合物
 D. 有机物是指含碳元素的化合物,但通常不包括碳的氧化物、碳酸及碳酸盐等物质

答案:D

解析:A 选项不正确,从无机物中也能提取有机化合物,B 选项不正确,有机物与无机物没有严格的区别,两者也可相互转化,C 选项不正确,有机物并不是有生命的化合物,只有 D 选项正确。

解题技巧妙法总结:此类题目可以从有机物和无机物的概念、性质、组成、结构等知识进行比较归纳。

重点二 甲烷的组成与结构

在甲烷的分子里,碳原子以四个共价单键分别跟四个氢原子相结合。下面以不同的方式表示了甲烷的分子组成及结构:见图 5-1、图 5-2。

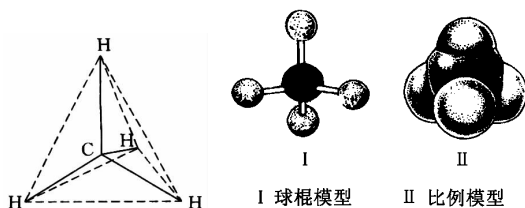
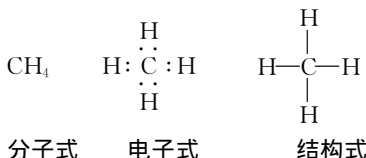


图 5-1 甲烷分子结构的示意图

图 5-2 甲烷分子的模型

思维突破:①化合物的结构式对于认识其结构、制法、性质等都是很重要的。在写结构式时,要做到“写在平面,想到空间”。

②有机物的立体结构式书写起来比较费时,为方便起见,一般仍采用平面的结构式。

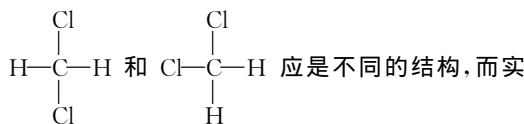
③经过大量的科学实验表明,甲烷分子中的一个碳原子和四个氢原子不在同一个平面上。而是以碳原子为中心,四个氢原子分别位于正四面体四个顶点的正四面体结构(见图 5-1)。甲烷分子中四个价键之间的夹角都是 $109^\circ 28'$,四个 C—H 键的键长都是 $1.09 \times 10^{-10} \text{ m}$,四个 C—H 键的键能都是 413 kJ/mol 。诸如 AB_4 型的微粒(如 CF_4 、 CCl_4 、 SiH_4 、 NH_4^+ 等)多为正四面体结构, P_4 也是正四面体结构,但要注意 P_4 是无心的。

④甲烷分子的球棍模型和比例模型(见图 5-2):要认真研究,能很好地培养空间想象能力,更好地理解有机物分子中各原子的空间排列情况。

例 2 甲烷分子是以碳原子为中心的正四面体结构,而不是正方形的平面结构,理由是()

- A. CH_3Cl 不存在同分异构体
 B. CH_2Cl_2 不存在同分异构体
 C. CHCl_3 不存在同分异构体
 D. CCl_4 是非极性分子

解析:如果甲烷是正方形的平面结构,则 CH_2Cl_2 分子中的五个原子必在同一平面上,则



际上 CH_2Cl_2 只有一种结构,从而证明甲烷分子为正四面体结构。

答案:B

解题技巧妙法总结:研究有机物要特别注意其分子的空间构型,甲烷分子是以一个碳原子为中心,四个氢原子位于四个顶点的正四面体结构,所以甲烷分子中的氢原子被一个氯原子、两个氯原子、三个氯原子或四个氯原子取代(即 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4)后的产物都是只有一种。

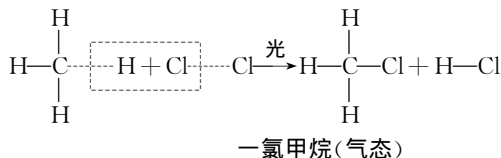
难点 甲烷的取代反应

取代反应是指有机物分子里的某些原子或原子团被其他的原子或原子团所代替的反应。

例如:甲烷与氯气的取代反应。

在室温下,甲烷和氯气的混合气体可以在黑暗中长期保存而不起任何反应,但如果放在光亮的地方(如图 5-3)就会发生反应,现象为:量筒内黄绿色逐渐变浅,量筒内壁上出现油状液滴,量筒内水面上升。

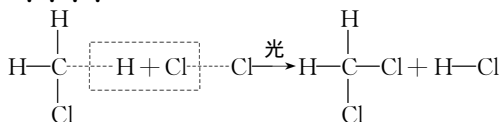
该反应就是一个取代反应,表图 5-3 甲烷取代反应示为(为明显起见,方程式用结构式代替分子式)



CH_4 分子里的 1 个 H 原子被 Cl_2 分子里的 1 个 Cl 原子所代替。

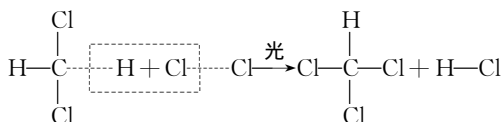
但是反应并没有停止,生成的一氯甲烷仍继续

跟氯气作用,依次生成二氯甲烷、三氯甲烷(又叫氯仿)和四氯甲烷(又叫四氯化碳)。反应分别表示如下:



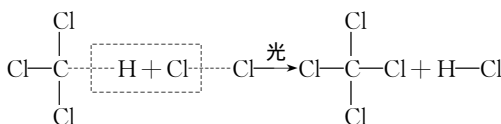
二氯甲烷(液态)

CH_3Cl 分子里 1 个 H 原子被 Cl_2 分子里 1 个 Cl 原子所代替。



三氯甲烷(液态、溶剂)

CH_2Cl_2 分子里 1 个 H 原子被 Cl_2 分子里 1 个 Cl 原子所代替。



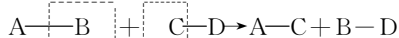
四氯甲烷(液态、溶剂、灭火剂)

CHCl_3 分子里 1 个 H 原子被 Cl_2 分子里 1 个 Cl 原子所代替。

思维突破:① CH_4 与 Cl_2 、 Br_2 等进行的取代反应是在气态下进行的,甲烷与氯水、溴水等不反应。

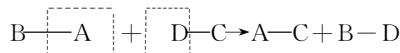
②取代反应是有机反应中一类普遍而又重要的反应。从反应物类型上看,取代反应中至少有一种为有机物,另一种可以为有机物又可以为无机物;从分子组成的变化形式上说,有机物分子里被代替的既可以是原子又可以为原子团,代入到有机物分子中去的同样既可以为原子又可以为原子团。取代反应可用以下通式来说明:

令分子 AB 由原子或原子团 A、B 组成,对其表示为 A—B;分子 CD 由原子或原子团 C、D 组成,对其表示为 C—D。AB 与 CD 之间可发生取代反应生成新物质 AC 和 BD,取代反应的特征为:



被 C 所 去代替
代替 B

或者说:



被 D 所 去代替
代替 A

在物质 AB、CD 中,需至少有一种为有机物,但不一定为烃。

③ CH_4 与 Cl_2 的取代反应条件是漫散光照射,若用日光或其他强光直射会发生爆炸反应。

④ CH_4 与 Cl_2 的取代反应中,1 mol CH_4 最多可与 4 mol Cl_2 发生取代。取代最多所用 Cl_2 的数目与烃分子中氢原子数目相同。

⑤ CH_4 与 Cl_2 的取代反应中,一氯甲烷(CH_3Cl)并不是等待所有的甲烷都生成一氯甲烷,才与 Cl_2 继续反应生成二氯甲烷(CH_2Cl_2)。也就是说,四步反应可同时进行。

例 3 将 1 mol CH_4 和一定物质的量的 Cl_2 混合均匀,以漫散光照射使 CH_4 与 Cl_2 发生取代反应。反应后 CH_4 与 Cl_2 均无剩余,且生成了等物质的量的四种取代物,参加反应的 Cl_2 的物质的量为()

A. 1.5 mol B. 2 mol C. 2.5 mol D. 4 mol

答案:C

解析:因 1 mol CH_4 生成相同物质的量的四种取代物,即 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 各 0.25 mol,所以所需 Cl_2 为 $0.25 \times (1+2+3+4) \text{ mol} = 2.5 \text{ mol}$ 。

解题技巧妙法总结:① CH_4 与 Cl_2 的反应是一个连锁反应,因此四种有机产物都有可能生成。②要注意 CH_4 与 Cl_2 取代反应的原理:要生成 1 mol CH_3Cl 需 Cl_2 1 mol,生成 1 mol CH_2Cl_2 需 Cl_2 2 mol,生成 1 mol CHCl_3 需 Cl_2 3 mol,生成 1 mol CCl_4 需 Cl_2 4 mol。



[易错点高效突破]

易错点 1 甲烷的结构

思维突破:从甲烷的结构式 $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$,易把甲烷分子误看成平面四边形结构。

例 1 下列四种物质:① CO_2 ;② CHCl_3 ;③甲烷;④ CCl_4 ;⑤ P_4 其结构具有正四面体构型的是()

A. ①②③ B. ③④⑤ C. ②③④ D. ①④⑤

答案:B

解析:甲烷和 CCl_4 都是以碳原子为中心的四面体构型。 P_4 也是四面体。 CO_2 为直线结构, CHCl_3 中由于四个原子分布不均匀,虽是四面体结构,但不是正四面体结构。

指点迷津:甲烷并不是平面结构,此点可结合课本插图及分子模型理解。

易错点 2 有机化学的取代反应与无机化学的置换反应不一样,不能混淆

思维突破:见表 5-2。

表 5-2 取代反应和置换反应的区别

类 别 区 别	取代反应	置换反应
实例	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
定义	有机物分子里的原子或原子团被其他原子或原子团所代替的反应	一种单质跟一种化合物反应,生成另一种单质和另一种化合物的反应
反应物	一种化合物和另一种化合物或单质	一种单质和一种化合物
生成物	一般生成两种化合物	另一种单质和另一种化合物
反应中电子得失	不一定发生电子转移,因此不一定是氧化还原反应	一定发生电子转移,一定是氧化还原反应
反应是否可逆	有不少是可逆反应	一般是不可逆反应

例 2 关于取代反应和置换反应的下列说法中,正确的是()

- A. 取代反应和置换反应中一定都有单质生成
- B. 取代反应和置换反应一定都属于氧化还原反应
- C. 取代反应大多是可逆的,反应速率慢,而置换反应一般是单向进行的,反应速率快
- D. 取代反应和置换反应的产物都是惟一的,不会有多种产物并存的现象

答案:C

解析:取代反应的生成物中不一定有单质,如甲烷与氯气的取代反应;取代反应中替换的原子或原子团的电性相同时应属于非氧化还原反应,电性相反时属于氧化还原反应;取代反应是逐步进行的,因而生成物中可能会存在多种取代产物共存的现象。

指点迷津:对于一种新学习的反应类型要多分析它的特点,并与以前所学的相近的反应类型比较,就不会混淆了。

多维高效解题



[思维迁移]

1. 教材变式题

例 1 (课后练习二,4)在光照条件下,下列物质不能发生化学反应的是

- A. AgNO_3
- B. H_2 和 O_2
- C. AgBr
- D. CH_4 和 Cl_2

答案:B

解析: H_2 和 O_2 光照不反应,如点燃则会爆炸。

解题技巧妙法总结:在平时的学习中要多注意反应条件特别是有机反应的条件。

2. 习题变式题

例 2 甲烷在一定温度下可完全分解为 C_2H_2 和氢气,则该混合气体的密度是相同条件下 H_2 密度的()

- A. 2 倍
- B. 4 倍
- C. 8 倍
- D. 16 倍

答案:B

解析:甲烷完全分解,反应后气体总物质的量变为反应前的 2 倍,甲烷的相对分子质量是 16,则分解后混合气体的平均相对分子质量为 $16/2=8$,是 H_2 相对分子质量的 4 倍。

变式:甲烷在一定条件下部分分解,得到混合气体的平均相对分子质量为 12,则甲烷分解百分率为()

- A. 80%
- B. 60%
- C. 33.3%
- D. 20%

答案:C

解析:设甲烷分解率为 x ,甲烷初始量 1 mol,由方程式 $2\text{CH}_4 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$,反应后 $\text{CH}_4 (1-x) \text{ mol}$, $\text{C}_2\text{H}_2 \frac{x}{2} \text{ mol}$, $\text{H}_2 \frac{3}{2}x \text{ mol}$,则 $\frac{16}{1-x+\frac{x}{2}+\frac{3}{2}x}=12$, $x=33.3\%$ 。

解题技巧妙法总结:做计算题时注意应用化学上重要的方法——守恒法。

3. 一题多解

例 3 一定量的甲烷恰好与一定量的氧气完全反应得 CO_2 、 CO 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,产物总质量为 49.6 g。将其通过足量的无水氯化钙后,固体质量增加了 25.2 g,则此甲烷完全燃烧还需 O_2 在标准状况下的体积为多少?

答案:4.48 L

解析:原 CH_4 与 O_2 属不完全燃烧,生成的 25.2 g

$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 物质的量为 $\frac{25.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.4 \text{ mol}$, 可知 CO_2 和 CO 质量共为 $49.6 \text{ g} - 25.2 \text{ g} = 24.4 \text{ g}$, 由氢元素守恒可知原 CH_4 物质的量为 0.7 mol 。

方法一 设 CO 、 CO_2 的物质的量分别为 x 、 y 。则可列出关系式为

$$\begin{cases} x + y = 0.7 \text{ mol} \\ 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x + 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y = 24.4 \text{ g} \end{cases}$$

解之得 $x = 0.4 \text{ mol}$, $y = 0.3 \text{ mol}$

再由 $2\text{CO} \sim \text{O}_2$ 可知 0.4 mol CO 完全燃烧还需 O_2 为 0.2 mol , 标准状况下 O_2 的体积: $V(\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$ 。

方法二 同前, 0.7 mol CH_4 完全燃烧得 CO_2 的质量应为 $0.7 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 30.8 \text{ g}$, 现不完全燃烧生成 CO 、 CO_2 质量共为 24.4 g , 则缺 O_2 的质量为

$$m(\text{O}_2) = 30.8 \text{ g} - 24.4 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$$

即 $V(\text{O}_2) = \frac{6.4 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$

方法三 同前, 由 $\text{CH}_4 \sim 2\text{O}_2$, 知 0.7 mol CH_4 完全燃烧需 O_2 的物质的量为 1.4 mol , 则不完全燃烧耗 O_2 为

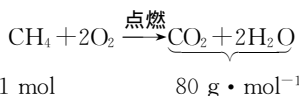
$$n(\text{O}_2) = \frac{49.6 \text{ g} - 0.7 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.2 \text{ mol}$$

则还缺 O_2 的物质的量为:

$$n(\text{O}_2) = 1.4 \text{ mol} - 1.2 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$$

方法四 同前, 由燃烧的化学方程式可知:



则 0.7 mol CH_4 完全燃烧所得产物总质量应为 $0.7 \text{ mol} \times 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 56 \text{ g}$, 则还缺 O_2 : $56 \text{ g} - 49.6 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$, 标准状况下体积为 $V(\text{O}_2) = 4.48 \text{ L}$ 。

解题技巧妙法总结: 本题是一道有关 CH_4 不完全燃烧的计算题, 解答时可采用多种方法, 但关键还在于用守恒法求原 CH_4 的物质的量。

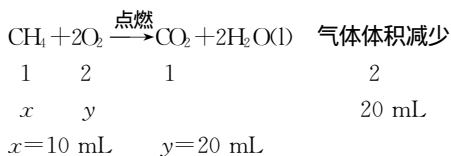
■ 4. 难题巧解

例 4 在标准状况下, CH_4 和 O_2 的混合气体共 40 mL , 点燃爆炸后, 冷却到室温, 气体体积变为 20 mL , 则原混合气体中 CH_4 体积为 ()

A. 10 mL B. 20 mL C. 30 mL D. 40 mL

答案: A

解析: 设参加反应的 CH_4 和 O_2 的体积分别为 x 和 y 。



故剩余气体为 10 mL CH_4

解题技巧妙法总结: 差量法的应用会使题目变得简单且易于计算, 平时要多注意使用。



[创新探究]

■ 1. 化学与经济科技

问题 近年来, 许多城市在公交车和出租车中推行用天然气代替汽油作燃料的改革, 取得了显著进展。走在街头你会发现不少公交车和出租车上印有“CNG”的标志, 代表它们是以天然气作为燃料的汽车。试问:

(1) 推广这一改革的主要目的是 ()

- A. 延长发动机的寿命
- B. 促进地方经济和西部发展
- C. 减少大气污染
- D. 节约能源

(2) 天然气是_____在隔绝空气的条件下, 经微生物发酵作用而生成的, 天然气中贮藏的化学能最初的来源是_____。

(3) 天然气的主要成分是_____, 该主要成分若出现于煤矿的坑道内, 并达到一定浓度时遇_____, 便会立即发生瓦斯爆炸。

(4) 天然气的主要成分是一种很好的燃料。已知 4 g 甲烷完全燃烧生成 CO_2 和液态水, 放出 222.5 kJ 的热量, 写出相应的热化学方程式: _____。

(5) 同一辆汽车以汽油为燃料从甲地到乙地, 汽车做的有用功为 W_1 ; 以天然气作燃料从甲地到乙地, 汽车做的有用功为 W_2 , 则 W_1 与 W_2 的大小关系为 ()

- A. $W_1 > W_2$
- B. $W_1 = W_2$
- C. $W_1 < W_2$
- D. 无法判断

答案: (1) C (2) 植物残体 太阳(光能)

(3) CH_4 明火

(4) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(5) B

解析: 这是一道以燃料改革为背景的典型理化生综合题。(1) 推广这一改革的主要目的是为了保护环境, 减少燃料燃烧后产生的废气对环境的污染;

(2)天然气属于化石燃料的一种,它是在漫长的历史长河中,由植物残体经微生物进行无氧发酵而成的产物,是自然界利用太阳能的结果;(3)煤矿的坑道内含有大量的甲烷气体,在开采煤矿时,必须使矿井保持通风并避免明火,否则会出现事故;(4)4 g 甲烷完全燃烧放出 222.5 kJ 的热量,那么 1 mol 甲烷(即 16 g)完全燃烧放出的热量应为 $4 \times 222.5 \text{ kJ} = 890 \text{ kJ}$;故燃烧放出热量为 890 kJ/mol;(5)同一辆汽车无论用什么燃料,在相同的路程内所做的有用功是相等的。

2. 链接高考

例 (2005·北京·29)CO、CH₄ 均为常见的可燃性气体。

(1)等体积的 CO 和 CH₄ 在相同条件下分别完全燃烧,转移的电子数之比是_____。

(2)已知在 101 kPa 时,CO 的燃烧热为 283 kJ·mol⁻¹。相同条件下,若 2 mol CH₄ 完全燃烧生成液态水,所放出的热量为 1 mol CO 完全燃烧放出热量的 6.30 倍,CH₄ 完全燃烧反应的热化学方程式是_____。

(3)120 °C、101 kPa 下,a mL 由 CO、CH₄ 组成的混合气体在 b mL O₂ 中完全燃烧后,恢复到原温度和压强。

①若混合气体与 O₂ 恰好完全反应,产生 b mL CO₂,则混合气体中 CH₄ 的体积分数为_____ (保留 2 位小数)。

②若燃烧后气体体积缩小了 $\frac{a}{4}$ mL,则 a 与 b 关系的数字表示式是_____。

答案:(1)1:4

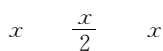
(2)CH₄(g)+2O₂(g) $\xrightarrow{\text{点燃}}$ CO₂(g)+2H₂O(l);
ΔH=-891.45 kJ/mol

(3)①0.33 ② $b \geq \frac{5a}{4}$

解析:(1)完全燃烧后 CO→CO₂,C 的化合价由 +2 升为 +4,变化 2 价,而 CH₄→CO₂ 的化合价由 -4 价变为 +4 价,升 8 价,因此,等体积的 CO 和 CH₄ 完全燃烧转移的电子数之比为 $\frac{2}{8}$,即 1:4。

(2)由题意知:1 mol CO 完全燃烧放出热量的 6.30 倍是 $6.30 \times 283 \text{ kJ} = 1782.9 \text{ kJ}$,即 2 mol CH₄ 完全燃烧生成液态水放出的热量为 1782.9 kJ,1 mol CH₄ 完全燃烧生成液态水放出的热量为 $\frac{1782.9}{2} \text{ kJ}$ 即 891.45 kJ,热化学方程式则不难写出。

(3)设混合气中 CO 为 x mL,CH₄ 为 y mL。则



$$\begin{array}{ccc} y & 2y & y \\ \text{根据题意} & \begin{cases} x+y=a \\ \frac{x}{2}+2y=b \end{cases} \end{array}$$

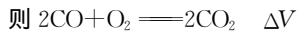
$$\text{解得 } y = \frac{2b-a}{3}$$

$$\text{所以 CH}_4 \text{ 的体积分数为 } \frac{2b-a}{3} / a = \frac{2b-a}{3a}$$

由于 a mL 混合气产生 b mL CO₂,根据碳守恒

$$\text{则 } a=b \text{ 上式 } \frac{2b-a}{3a} = \frac{1}{3} \text{ 即 } 0.33。$$

由燃烧方程式可以看出,在题设条件下 CH₄ 燃烧前后体积不变,体积减少由 CO 燃烧引起,设 CO 体积为 x,CH₄ 体积为 y。



$$\begin{array}{cccc} 2 & 1 & 2 & 1 \\ x & \frac{x}{2} & & \frac{x}{2} \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} y & 2y & \\ \text{根据题意} & \begin{cases} x+y=a \\ \frac{x}{2} = \frac{a}{4} \end{cases} \text{ 则有 } x=y = \frac{a}{2} \end{array}$$

若要保证气体完全燃烧,O₂ 必须足量,即 $b \geq$

$$\frac{x}{2} + 2y, \text{ 即 } b \geq \frac{\frac{a}{2}}{2} + 2 \times \frac{a}{2} = \frac{5}{4}a$$

考查要点:本题以 CO、CH₄ 燃烧为载体综合考查了电子转移数的求算、热量的求算、热化学方程式的书写以及混合物的求算和讨论型计算。本题(3)问②形式上找 a 与 b 的关系,实际是考查考生对隐含条件“完全燃烧”的理解,从而也考查了考生的审题能力和分析推理能力。

限时高效训练

(50 分钟 90 分)

- (学科内综合题)(6 分)在人类已知的化合物中,品种最多的是()
A. 过渡元素的化合物 B. 第 II A 族的化合物
C. 第 III A 族的化合物 D. 第 IV A 族的化合物
- 新情境题(6 分)已知天然气的主要成分 CH₄ 是一种会产生温室效应的气体,等物质的量的 CH₄ 和 CO₂ 产生的温室效应前者大。下面是有关天然气的几种叙述,其中正确的是()
①天然气与煤、柴油相比是较清洁的能源 ②等

质量的 CH_4 和 CO_2 产生的温室效应也是前者大

③燃烧天然气也是酸雨的成因之一

- A. 是①②③ B. 只有①
C. 是①和② D. 只有③

3. 【学科内综合题】(6分) 最近我国开始实施“西气东输”工程。即从新疆开发天然气, 贯穿由西到东多省市一直引至上海的举世瞩目的超大工程。关于天然气的下列叙述中不正确的是()

- A. 天然气和沼气的主要成分都是甲烷
B. 天然气与空气混合点燃时, 不会发生爆炸
C. 天然气燃烧的废气中, SO_2 等污染物的含量少
D. 合格的液化石油气的含碳量高于天然气的含碳量

4. 【巧解題】(6分) 将 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 置于密闭容器中, 在 250°C 的温度下用电火花引发化学反应, 反应停止后使容器内恢复至 250°C 的温度, 容器内的气压为零。由此得出的结论正确的是()

- A. 原 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 物质的量之比为 $1:2:6$, 反应后容器内生成的固体是 Na_2CO_3 和 NaHCO_3
B. 原 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 物质的量之比为 $2:1:4$, 反应后容器内生成的固体是 Na_2CO_3 和 NaOH
C. 原 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 物质的量之比为 $1:2:6$, 反应后容器内生成的固体是 Na_2CO_3 和 NaOH
D. 原 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 物质的量之比为 $2:1:4$, 反应后容器内生成的固体是 NaHCO_3 和 NaOH

5. 【学科内综合题】(6分) 下列说法中正确的是()

- A. 有机物都是含碳的化合物, 无论是 NH_4HCO_3 或者 CH_3COOH 都属于有机物。
B. 三氯甲烷和四氯化碳是工业上重要的有机溶剂, 其中四氯化碳又可用于灭火
C. CH_4 与 Cl_2 取代反应的产物都是有机物
D. 取代反应实质是置换反应

6. 【易错题】(6分) 如果空气中混入甲烷的体积达到总体积的 $5\%\sim 10\%$ 这个范围, 点火时就会爆炸, 当甲烷与氧气恰好完全反应并产生强烈的爆炸, 则甲烷所占的体积分数是()

- A. 2.5% B. 7.5% C. 9.5% D. 10%

7. 【学科内综合题】(6分) 某无色混合气体可能由 CH_4 、 NH_3 、 H_2 、 CO 、 CO_2 和 HCl 中的某几种气体组成。在恒温恒压条件下, 将此混合气体通过浓 H_2SO_4 时, 总体积基本不变; 通过过量的澄清石灰水, 未见变浑浊, 但混合气体的总体积减小, 把剩余气体导出后, 在 O_2 中能够点燃, 燃烧产物不能使 CuSO_4 粉末变色。则原混合气体一定存在的成分是()

- A. HCl 和 CO B. HCl 、 H_2 和 CO

- C. CH_4 和 NH_3 D. HCl 、 CO 和 CO_2

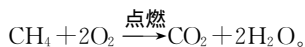
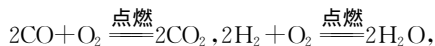
8. 【易错题】(6分) 下列混合气体经点燃后得到纯净物的是()

- A. 质量比为 $4:7$ 的氧气和一氧化碳
B. 体积比为 $5:2$ 的空气和氢气
C. 物质的量之比为 $1:1$ 的氢气和氧气
D. 分子个数比为 $1:2$ 的甲烷和氧气

9. 【新情境题】(6分) 化学工作者从反应: $\text{RH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{RCl(l)} + \text{HCl(g)}$ 受到启发, 提出在农药和有机合成工业中可获得副产品氯化氢, 这一设想已成为现实, 试指出上述反应产物所得氯化氢, 可能用到的最佳分离方法是()

- A. 蒸馏 B. 水洗分液法
C. 升华法 D. 有机溶剂萃取法

10. 【新情境题】(14分) 目前大部分城市居民所使用的燃料主要是管道煤气, 管道煤气的主要成分是 CO 、 H_2 和少量烃类, 天然气的主要成分是 CH_4 。它们的燃烧反应如下:



根据以上化学方程式判断: 燃烧相同体积的管道煤气和天然气, 消耗空气体积较大的是_____。因此, 燃烧管道煤气的灶具如改烧天然气, 灶具的改进方法是_____ (填“增大”或“减小”) 进风口; 如不作改进可能产生的不良后果是_____。管道煤气中含有的烃类中除 CH_4 外还有乙烷、丙烷、丁烷等, 它们的熔沸点如下所示:

	乙烷	丙烷	丁烷
熔点/ $^\circ\text{C}$	-183.3	-189.7	138.4
沸点/ $^\circ\text{C}$	-88.6	-42.1	-0.5

试根据以上某个关键数据解释在冬天严寒的季节有时管道煤气火焰很小, 并且呈断续状态的原因是_____。

11. 【创新题】(8分) 把 1 体积 CH_4 和 4 体积 Cl_2 组成的混合气体充入大试管中, 将此试管倒立于饱和 NaCl 的水槽中, 放在光亮处。片刻后发现试管内气体颜色_____, 试管内液面_____, 试管壁上有_____出现, 水槽中还观察到_____。

12. 【创新题】(14分) 化合物 M 的化学式为 $\text{A}_x\text{B}_y\text{C}_z$, 它由 A、B、C 三种处于不同短周期的元素所组成。已知: ①B 与 C 按 $1:3$ 的原子个数

比结合成负一价原子团再与 A 结合成化合物 M; ② x, y, z 均为整数, 且 $x + y + z = 13$; ③取 0.05 mol 的 M 与过量的水反应, 当水消耗 2.7 g 时 M 全部反应完, 产生 2.4 g 的气体 N, 同时生成 0.05 mol 的白色胶状沉淀 R, R 既溶于 NaOH 溶液又溶于盐酸溶液; ④同温、同压下, 20 mL 由 B 和 C 组成的 N 气体完全燃烧时需 40 mL O_2 , 燃烧产物只有 CO_2 和 H_2O 。

- (1) 推断: A 是 _____, B 是 _____, C 是 _____。
 (2) N 的化学式为 _____。
 (3) M 与水反应的化学方程式为 _____。

第二节 烷 烃

课堂高效探究



[重难点高效突破]

重点一 烷烃的组成与结构

在分子里, 碳原子跟碳原子都以单键结合, 碳原子剩余的价键全部跟氢原子相结合。这样的结合使得每个碳原子的化合价都已充分利用, 都达到“饱和”。

凡是具有这些共同特征的烃都属于烷烃, 即: 分子里碳原子跟碳原子都以单键结合成链状, 碳原子剩余的价键全部跟氢原子结合的烃叫做饱和链烃, 又叫烷烃。据此, 可总结出烷烃的通式为 $C_n H_{2n+2} (n \geq 1)$ 。

思维突破: ①烷烃概念的内涵有两点: 一是分子里碳原子跟碳原子都以单键结合成链; 二是碳原子剩余的价键全部跟氢原子结合, 这是判断是否为烷烃的标准。烷烃概念的外延是烃。判断某物质是否为烷烃时, 切莫超出烃的范围。

②烷烃的分子式一定符合通式 $C_n H_{2n+2}$ 。

例 1 某烷烃只能生成一种一氯代物, 此烷烃的分子式可以是下列选项中的 ()

- A. CH_4 B. C_3H_8 C. C_4H_{10} D. C_5H_{12}

答案: AD

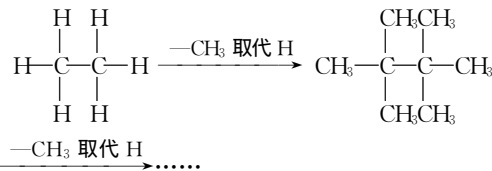
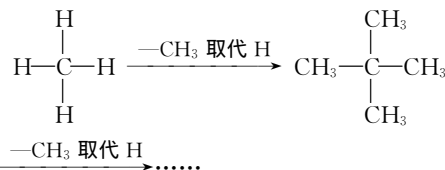
解析: A 选项中的 CH_4 分子具有空间对称性, 故每个氢原子的位置相同, 只有一种一氯取代物; B 选项分子中存在两种位置不相同的氢原子, 故一氯取代物应有两种, 不符合题意; C 选项中的 C_4H_{10} 有两种同分异构体: $CH_3CH_2CH_2CH_3$

和 $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$, 不论哪种物质, 一氯取代物

均有两种结构, 故 C 选项也不符合题意; 而 D 选项中的 C_5H_{12} 有一种同分异构体: 新戊烷, 可以看作是由 $-CH_3$ 取代了 CH_4 分子里的氢原子而形成的,

结构简式为 $CH_3-C(CH_3)_4$, 同样具有空间对称性, 故四个甲基上的每个氢原子的位置也相同, 也只有一种一氯代物, D 选项也符合题意。

解题技巧妙法总结: 分子式符合 $C_n H_{2n+2}$ 的烷烃, 其一氯代物只有一种的烷烃可以是由最简单的 CH_4 和 C_2H_6 (H 位置均相同) 推理判断。



从理论上讲, 可以写出无限种这类烷烃。

重点二 烷烃的物理性质

烷烃的物理性质随着分子里碳原子数的递增 (或者相对分子质量的递增), 发生规律性的变化。

(1) 常温下, 它们的状态由气态、液态到固态, 且气体、液体都是无色的。

(2) 它们的熔沸点由低到高。

(3) 烷烃的密度由小到大, 但小于 $0.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

(4) 烷烃都不溶于水, 易溶于有机溶剂。

思维突破: ①常温常压下, 碳原子数 ≤ 4 的烷烃为气态; 另外, 新戊烷虽然碳原子数多于 4, 但由于有多个支链, 故常温常压下也是气体。

②后面将要学习的烯烃和炔烃也与烷烃具有相似的物理性质。

例 2 下列烷烃中沸点最低的是 ()

- A. C_2H_6 B. C_4H_{10} C. C_3H_8 D. C_5H_{12}

答案: A

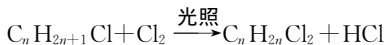
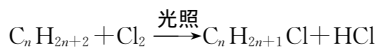
解析: 在烷烃分子中, 碳原子数目越多, 沸点越高; 相同碳原子的烷烃, 支链越多, 沸点越低。

解题技巧妙法总结: 烷烃都属于分子晶体, 其熔、沸点主要由分子间作用力决定。

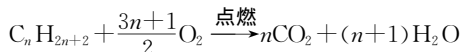
重点三 烷烃的化学性质

由于其他烷烃的分子结构都与甲烷的分子结构相似,所以它们也具有与甲烷相似的化学性质,烷烃的主要化学性质为

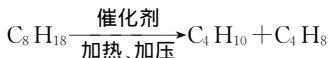
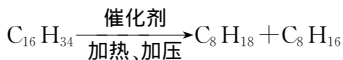
(1)取代反应:在光照条件下与 Cl_2 、 Br_2 等卤素单质的气体发生取代反应,生成多种卤代烃和卤化氢气体。



(2)氧化反应:在空气或氧气中点燃,完全燃烧时生成 CO_2 和 H_2O ,随着烷烃分子里碳原子数的增加,往往是燃烧(在相同情况下)越来越不充分,使燃烧火焰明亮,甚至伴有黑烟。



(3)受热分解:(以 $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ 为例)



思维突破:前面学习无机化学时,碱金属元素以钠为代表物,氧族元素以硫为代表物,卤素元素以氯为代表物,研究了代表物的性质,那么同族其他元素也具有类似代表物的性质,不必一一列举,可推知其他元素的性质。同样,有机化学也具有非常强的规律,烷烃以甲烷为代表物,知道了代表物的性质,其他可类推而知。

例 3 在常温常压下,取下列四种气态烃各 1 mol,分别在足量的氧气中燃烧,消耗氧气最多的是()

- A. CH_4 B. C_2H_6 C. C_3H_8 D. C_4H_{10}

答案:D

解析:本题若一一写出四种烃完全燃烧的化学方程式,再通过比较确定答案,不仅费时,而且常因配平不准确而导致错选。本题的简捷解法是:抓住烃完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O ,每一个 C 原子要消耗 1 个 O_2 分子,每 4 个 H 原子要消耗一个 O_2 分子的事实,只要比较分子式中所含 C 原子数和氢原数的多少,即可迅速选出答案。

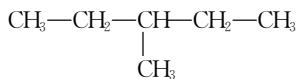
解题技巧妙法总结:对等物质的量的烃燃烧的耗氧量的计算,可考虑对 1 mol 烃类 C_xH_y 耗 O_2 的物质的量为 $(x + \frac{y}{4})$ mol,显然用 $(x + \frac{y}{4})$ 值的大小即可快速确定耗氧量。

重点四 同系物的概念

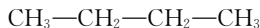
同系物是指结构相似,在分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的物质。互为同系物的物质具有以下特点:

■1. 结构相似指碳原子与碳原子间的化学键相同,其他原子或原子团种类和个数相同

例如:下列各组物质① $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,



② $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$,



③ $\text{CH}_2=\text{CH}_2-\text{CH}_2$, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



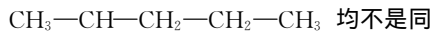
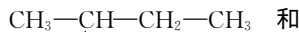
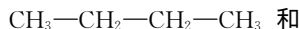
其中①组结构相似,②③组结构不相似。组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团是指通式相同。例如烷烃同系物符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。只有当两者同时具备时,才能是同系物。

■2. 化学性质相似,物理性质随碳原子数增加而呈规律性变化,如烷烃同系物随碳原子数增多,熔沸点升高,密度增大,状态由气态经液态变为固态

■3. 能写出共同的通式

思维突破:①同系物是指同一类的物质,例如所有的烷烃、烯烃、炔烃都各自互为同系物。

②注意下列物质的判断:



系物,前者为同分异构体,后者为同一物质。

③分子组成相差 n 个“ CH_2 ”,分子量相差 $14n$,完全燃烧时耗氧量相差 $\frac{3n}{2}$ 个 O_2 。

例 4 下列说法正确的有()

- A. 相邻的任何同系物都相差一个 CH_2 原子团
B. 同系物中各元素的质量分数相同
C. 同系物的性质相同,结构相似
D. 氯乙烯和二氯甲烷互为同系物

答案:A

解析:本题考查同系物的概念。

①根据同系物概念知,所有同系物分子组成上都相差一个或若干个 CH_2 原子团,A 正确。

②但同系物中各元素的质量分数不一定相同,如烷烃 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 各元素质量分数不同,而环烷烃 C_nH_{2n} 中,因为 $n(\text{C}):n(\text{H})=1:2$,所以所有的环烷烃中 C 元素的质量分数都约为 92.3%。

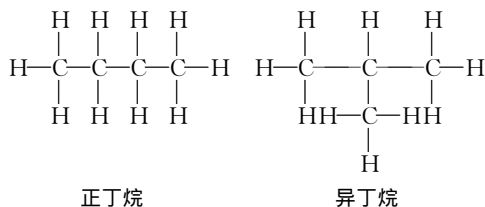
③同系物的化学性质相似,某些物理性质不同,如

熔沸点随 C 原子数增加而升高;同系物结构相似,而不是相同,如正丁烷与异戊烷的结构相似,表现在都只含 C—C 单键,而碳链结构还不是完全相同。

④氯乙烯 C_2H_3Cl 与二氯甲烷 CH_2Cl_2 的组成相差一个 CH 和一个 Cl, 结构也不同, 表现在两点, 氯乙烯结构中含 $C=C$ 双键, 含一个 Cl 原子, 而二氯甲烷结构中没有双键, 而有两个 Cl 原子, 所以 B、C、D 都不正确。

解题技巧妙法总结: 解答本题必须对同系物的概念非常熟悉, 所以同学们在平时的学习中要对一些重要的概念加以理解并记忆。

重点五 同分异构现象

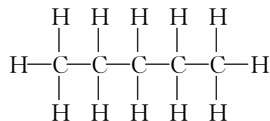


对正丁烷和异丁烷在物理性质、分子组成、分子结构等方面的异同点, 以表格形式归纳如下: (见表 5-4)

表 5-3

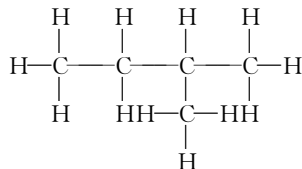
分子式		C_4H_{10}	C_4H_{10}
名称		正丁烷	异丁烷
物理性质	熔点/ $^{\circ}C$	-138.4	-159.6
	沸点/ $^{\circ}C$	-0.5	-11.7
	液态时的密度 $\frac{\text{密度}}{g \cdot cm^{-3}}$	0.578 8	0.557
对正丁烷、异丁烷的物理性质学习的体会		正丁烷和异丁烷虽然分子式相同, 但性质不同。根据物质的性质反映了物质的分子结构的关系, 断定正丁烷和异丁烷的分子结构不同。但毕竟它们都属于烷烃, 在分子结构上仍有“单、链、饱”的共同点	
分子结构简式		$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH-CH_3$ CH_3
学习正丁烷、异丁烷的分子式和分子结构的体会		正丁烷和异丁烷之间的关系是分子式相同而分子结构不同的烷烃。它们互为同分异构体	

化合物具有相同的分子式, 但具有不同结构的现 象, 叫做同分异构现象。具有同分异构现象的化合物互称为同分异构体。例如正丁烷和异丁烷就是丁烷的两种同分异构体, 戊烷有三种同分异构体, 戊烷的三种异构体的结构式如下:



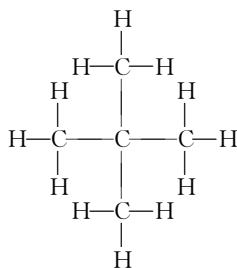
正戊烷

(沸点 $36.07^{\circ}C$)



异戊烷

(沸点 $27.9^{\circ}C$)



新戊烷

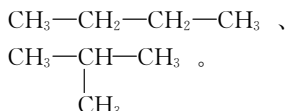
(沸点 $9.5^{\circ}C$)

思维突破: ①同分异构现象和同分异构体是两个联系密切但又 有区别的概念。同分异构现象是一类化合物在分子组成与结构上的特征——分子式相同而分子结构不同; 同分异构体是这类化合物中各种不同物质的相互关系。同分异构现象和同分异构体有共同的内涵——分子式相同、分子结构不同。

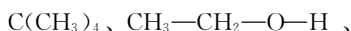
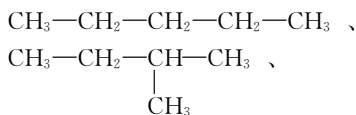
②同分异构现象、同分异构体概念的内涵包括缺一不可的两点:

一是分子式相同。分子式相同必然相对分子质量相同,但相对分子质量相同分子式不一定相同,如 H_3PO_4 与 H_2SO_4 、 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 与 CH_2O_2 的相对分子质量相同,但分子式不同。

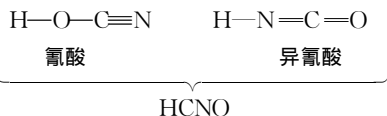
二是分子结构不同。分子结构不同是由分子里原子或原子团的排列方式不同而引起的,如:



③同分异构现象在有机化合物中广泛存在,既存在于同类有机物中,又存在于某些不同类有机物中,如



$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ 。同分异构现象在某些无机化合物中也存在,如:



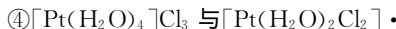
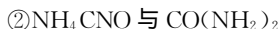
④化合物的分子组成、分子结构越简单,同分异构现象越少。反之,化合物的分子组成、分子结构越复杂,同分异构现象越多。如 CH_4 、 CH_3CH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 等均无同分异构现象,而丁烷、戊烷的同分异构体分别有 2 种、3 种。

⑤同分异构体之间的化学性质可能相同也可能不同,但它们之间的物理性质一定不同。各同分异构体中,分子里支链越多,分子的对称性越强,熔沸点一般越低。

⑥判断两物质是否为同分异构体。

判断依据是同分异构体的概念。其方法是:先看分子式相同,再看结构不同。注意从两个方面考虑:一是原子或原子团的连接顺序;二是原子的空间排列形状。由此能辨认出等同结构。还应记住常见不同类别的异构体,例如:相同碳原子数的烯烃和环烷烃,相同碳原子数的二烯烃和炔烃,饱和一元醇和醚,醛和酮,羧酸和酯,氨基酸和硝基化合物等。

例 5 下列各组物质中,两者互为同分异构体的是()



答案:B

解析:分子式相同、结构不同的物质间称同分异构体。①中两种物质分子式不同。④中两物质都是络合物,具有不同的络离子,其结构不同,但分子式相同,属同分异构体。

解题技巧妙法总结:解答概念类题要注意严格按照定义。

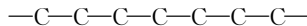
重点六 同分异构体的书写

烷烃同分异构体的书写是其他种类的有机物异构体书写的基础。由于烷烃只存在碳链异构,其书写技巧一般采用“减链法”,可概括为“两注意、四句话”。

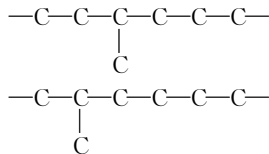
1. 两注意:(1)选择最长的碳链为主链;(2)找出中心对称线。

2. 四句话:主链由长到短,支链由整到散,位置由心到边,排列对、邻到间。下面以 C_7H_{16} 为例作方法解析(为了简便,在所写结构式中删去了氢原子):

(1)将分子中全部碳原子连成直链作为母链。

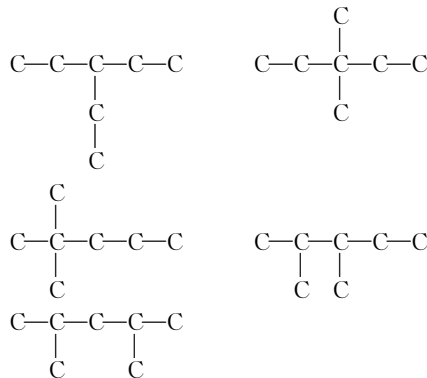


(2)从母链的一端取下一个 C 原子,依次连接在母链中心对称线一侧的各个 C 原子上,即得到多个带有甲基、主链比母链少一个 C 原子的异构体骨架。

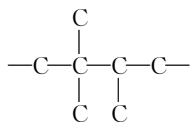


注意防止支链重新变为主链。

(3)从母链上一端取下两个 C 原子,使这两个 C 原子相连(整连)或分开(散连),依次连在母链所剩下的各个 C 原子上,得多个带一个乙基或两个甲基、主链比母链少两个 C 原子的异构体骨架。



(4)从母链取下 3 个 C 原子,仿效第(3)步骤书写。



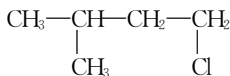
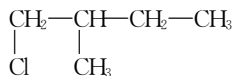
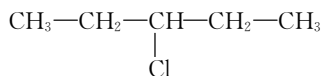
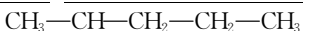
从母链取下的碳原子数,不得多于母链所剩部分。所以, C_7H_{16} 的同分异构体有 9 种。

思维突破: ①碳原子必须满足 4 个键(用碳链表示时,每个碳原子成键数目要 ≤ 4 , 小于 4 补上氢后,碳原子的成键数目为 4)。

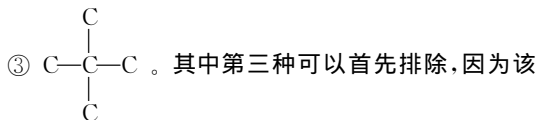
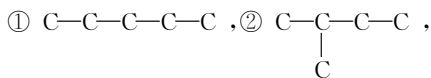
②主链上的链端不能接甲基,主链上的第二个碳原子或倒数第二个碳原子不能接乙基,否则主链将会改变,而写出重复的结构。

例 6 相对分子质量为 72 的烷烃分子式是_____。若此有机物的一氯代物分子中有两个 $-\text{CH}_3$, 两个 $-\text{CH}_2-$, 一个 $-\text{CH}-$ 和一个 $-\text{Cl}$, 它的可能结构只有 4 种, 其结构简式分别是

答案: C_6H_{14}

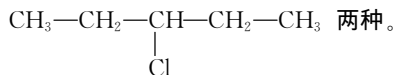
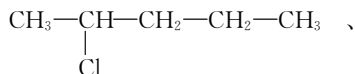


解析: 如果按题目要求直接写, 这样容易重写或漏写。考查带有官能团(例如 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{OH}$ 等)的同分异构体的书写, 先写碳链异构, 然后再写出 Cl 原子取代 H 原子以后符合题意的几种情况。5 个碳原子的烷烃碳架有三种:

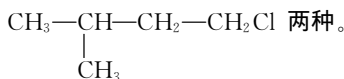


分子中有 4 个 $-\text{CH}_3$, 且即使有一个 $-\text{CH}_3$ 中的 H 原子被 $-\text{Cl}$ 原子代替, 仍有三个。在

① $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 中, 题中说明只有 2 个 $-\text{CH}_3$, 故 Cl 原子只能取代中间的碳原子上的 H 原子, 得到



在②中, Cl 原子只能取代 $-\text{CH}_3$ 上的氢原子, 得到 $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、

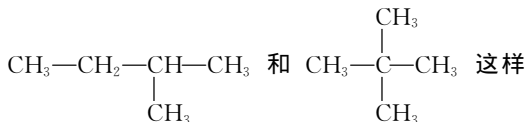


解题技巧妙法总结: 不论是写烃的同分异构体还是写带有取代基的烃的衍生物的同分异构体, 都要先写碳链异构。

重点七 烷烃的命名

1. 烷烃的习惯命名法

分子内所含有的碳原子数后加一个“烷”字, 就是简单烷烃的命名。碳原子数的表示方法: ①如果碳原子数在 1-10 之间, 就依次用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸表示; ②如果碳原子数大于 10, 则直接用十一、十二、十三……表示。例如: CH_4 、 CH_3CH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$ 等分别叫做甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、十二烷。为了区别



的分子里碳原子数目相同的烷烃, 又将它们分别称为正戊烷、异戊烷、新戊烷。

思维突破: ①烷烃的习惯命名法简明扼要, 名称与分子的组成和结构基本一致。但习惯命名法仅适用于分子里碳原子数很少, 分子结构简单的烷烃, 对于分子里碳原子数多, 分子结构复杂的烷烃的命名, 要用系统命名法。

②烷烃的习惯命名法和系统命名法, 是其他有机物的习惯命名和系统命名的基础。

2. 怎样对烷烃进行系统命名

烷烃的系统命名要遵循“长、多、近、小、简”的原则。

“长”就是要选择碳原子数最多的碳链为主链。以主链碳原子数目为依据命名为某烷。

“多”当有几条链碳原子数目相同时, 要选支链多的为主链。

“近”编号时要从离支链近的一端对碳原子编号定位。

“小”若相同的支链距主链两端等长时, 应以支链位次之和最小的一端对碳原子编号。

“简”若不同的支链距主链两端等长时, 应从靠近简单支链的一端对碳原子编号。

在具体书写时, 还应注意以下问题:

(1) 把支链作为取代基, 取代基的位号用“2、3、4……”表示。

(2) 相同取代基要合并, 并用“二、三、四……”表示。

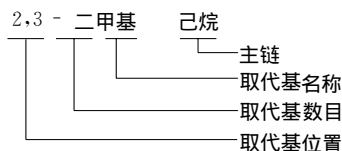
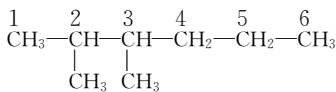
(3) 位号之间要用“,”隔开。

(4) 名称中阿拉伯数字与汉字之间必须用短线“-”隔开。

(5) 若有多种取代基, 不管其位号大小如何, 都

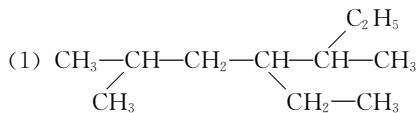
需要把简单的取代基写在前面。

例如：

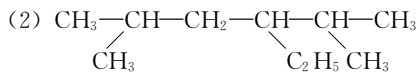


思维突破：a. 系统命名法的步骤：选主链，称某烷；编号位，定支链；取代基，写在前；注位置，短线连；不同基，简在前；相同基，合并算。b. 对于烷烃，取代基不可能在“1”号位。

例7 下列烷烃的名称是否正确？若不正确则改正。



2-甲基-4,5-二乙基己烷

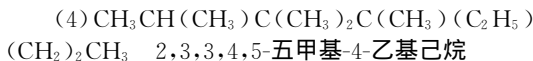
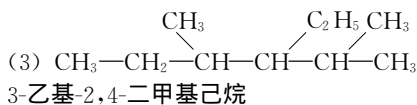


2,5-二甲基-4-乙基己烷

难点一 有机物的几种表示方法的区别与联系

表 5-4

种类	实例	涵义	应用范围
化学式	C_2H_6	用元素符号表示物质分子组成的式子，可反映出一个分子中原子的种类和数目	研究分子组成
最简式 (实验式)	乙烷最简式为 CH_3	①表示物质组成的各元素原子最简整数比的式子②由最简式可求最简式量	有机物分子式测定
电子式	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H} : \text{C} : & \text{C} : \text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	用小黑点等记号代替电子，表示原子最外层电子成键情况的式子	多用于表示离子型、共价型的物质
结构式	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	①具有化学式所能表示的意义，能反映物质的结构②表示分子中原子的结合或排列顺序的式子，但不表示空间构型	①多用于研究有机物的性质②由于能反映有机物的结构，有机反应常用结构式表示
结构简式 (示性式)	CH_3-CH_3	结构式的简便写法，着重突出结构特点(官能团)	同“结构式”
球棍模型	(见课本)	小球表示原子，短棍表示价键	用于表示分子的空间结构(立体形状)
比例模型	(见课本)	用不同体积的小球表示不同的原子大小	用于表示分子中各原子的相对大小和结合顺序

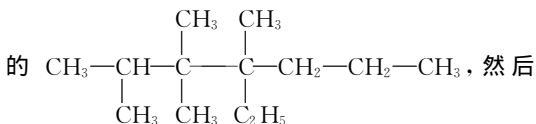


答案：(1)主链选错，故不正确。应是2,5-二甲基-4-乙基庚烷。

(2)编号错，取代基编号之和应最小，故不正确。应是2,5-二甲基-3-乙基己烷。

(3)取代基顺序写错，应由简到繁，故不正确。应是2,4-二甲基-3-乙基己烷。

(4)主链选错，故不正确。这类结构简式很容易算错主链碳原子数和写错取代基位置，最好化为较直观的



命名，应是2,3,3,4-四甲基-4-乙基庚烷。

解析：本题是烷烃命名中几种常见的错误类型，这些类型是：(1)主链选错；(2)主链的碳原子编号错；(3)取代基顺序写错。

解题技巧妙法总结：判断一个命名是正确还是错误，必须自己先给所给的分子一个正确的命名，再与所给的命名对比，但前提是你自己的命名必须正确。

例8 烷烃分子去掉一个氢原子所剩余的部分叫_____,甲基的电子式是_____;
 C_8H_m 是烷烃, m 值等于_____;
 C_nH_{22} 是烷烃, n 值等于_____;
 与 CO_2 密度相同(同温同压)的烷烃分子式为_____。

答案:烷基; $\cdot \overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} : \text{H}$; 18; 10; C_3H_8

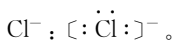
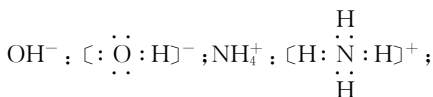
解析:根据烷烃的通式 C_nH_{2n+2} 当 $n=8$ 时, $2n+2=18$; $2n+2=22$ 时, $n=10$; $12n+(2n+2)=44$ $n=3$ 。

解题技巧妙法总结:注意看清题意再答题,题目可能要求你写化学式(分子式)、最简式(实验式)、电子式、结构式、结构简式等等,不要答非所问。

难点二 关于“根”“基”与“原子团”的区别

“根”,通常指带电荷的原子或原子团,是电解质的组成部分,是电解质电离的产物,能长时间独立地存在于溶液或熔化状态下,它们都是离子。

例如:盐酸中的 Cl^- (氯根或盐酸根),硫酸中的 SO_4^{2-} (硫酸根),氯化铵中的 NH_4^+ (铵根)等。当然并不是所有的离子都称根,如 H^+ 、 Na^+ 等就不能叫氢根、钠根。写根的电子式时要特别注意电子的数目及所带的电荷,如:

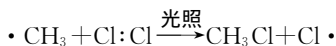
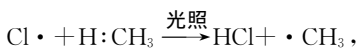
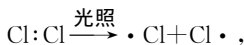


“基”,通常指电中性的原子或原子团,是非电解质的组成部分。例如:烃基是烃失去一个氢原子后剩余的原子团,用“—R”表示,其中的“—”表示半根

共价键,即一个单电子。甲烷的电子式为 $H : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}} : H$,

失去一个氢原子后为 $\cdot \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}} : H$,显然是中性的原子团,可以表示为 $-CH_3$ (甲基)。而羟基($-OH$)的电子式为 $\cdot \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} : H$,与上面的氢氧根离子的电子式比较可见其异同。

“根”和“基”在组成、性质上是不同的,一般来讲,“根”主要存在于离子化合物中,是稳定的。而“基”一般是指有机化合物的一部分,这些物质不能在水中电离出自由“基”来,但在特殊条件下(如光、高温等),可解离出活性很强的自由基,这些自由基短时间内可以自由存在,如甲烷与氯气的反应:

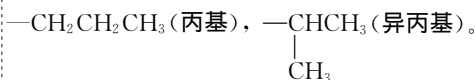


“原子团”是由多个原子组成的集团,在许多化学反应中,原子团作为一个集体参加。如硫酸根离子 SO_4^{2-} 、羟基 $-OH$ 等。多个原子(两个或两个以上)形成的基团都是原子团。

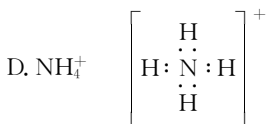
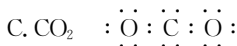
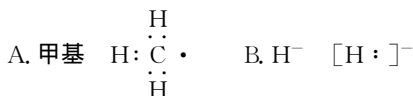
思维突破:①“根”是带电的离子,“基”是电中性的原子或原子团。多数的“根”“基”属于原子团。

②多个碳原子的烃基,可能具有不同的结构。

例如: $-C_3H_7$ 有两种结构:



例9 下列电子式书写错误的是()



答案:C

解析: CO_2 的电子式应为: $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} :: C :: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} :$



[易错点高效突破]

易错点1 同系物、同分异构体与前面学习的同位素、同素异形体等概念对初学者往往难以把握,容易混淆。

思维突破: 表 5-5

比较概念	定义	化学式	结构	性质
同位素	质子数相同,中子数不同的原子	元素符号表示不同,如 1_1H 、 2_1H 、 3_1H	电子层结构相同,原子核结构不同	物理性质不同,化学性质相同
同素异形体	同一种元素组成的不同单质	元素符号表示相同,分子式可以不同。如石墨和金刚石, O_2 和 O_3	单质的组成或结构不同	物理性质不同,化学性质相同