

第五章 烃

§1 甲烷

基础知识引导

1. 甲烷的分子组成和结构
2. 甲烷的化学性质 (氧化反应、跟氯气反应、受热分解)
3. 了解“西气东输”的概况

重点、难点突破

1. 有机物和无机物的区别

性质和反应	有机物	无机物
溶解性	多数不溶于水,易溶于有机溶剂	有些溶于水,而不溶于有机溶剂
耐热性	多数不耐热,熔点较低,一般在 400℃ 以下	多数耐热,难熔化,熔点一般比较高
可燃性	多数可以燃烧	多数不能燃烧
电离性	多数是非电解质	多数是电解质
化学反应	一般比较复杂,副反应多,反应速率较慢	一般比较简单,副反应少,反应速率较快

2. 有机物的种类繁多的原因

因为碳原子最外层有 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相互形成共价键,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。因此一个有机物的分子可能只含一个碳原子,也可能含有几千甚至上万个碳原子;而含有相同原子种类和数目的分子又可能具有不同的结构。这就是造成碳的化合物种类和数目繁多的主要原因。

3. 甲烷的物理性质和在自然界中的存在

甲烷是无色无味的气体,比空气轻,极难溶于水。

甲烷在自然界中的存在:沼气——池沼底部;坑气——煤矿坑道;天然气——地底深处。

4. 甲烷分子的各种表示形式

分子式	电子式	结构式
CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
分子结构示意图	球棍模型	比例模型

5. 甲烷分子的空间结构特点

正四面体结构 C—H 键的键能为 413 kJ·mol⁻¹ 4 个 C—H 键之间的夹角为 109°28′ 4 个 C—H 键的键长为 1.09 × 10⁻¹⁰ m。

6. 甲烷的化学性质

在通常情况下,甲烷比较稳定。在特定条件下,甲烷能与某些物质发生反应。

(1) 甲烷的氧化反应

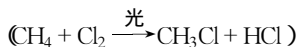
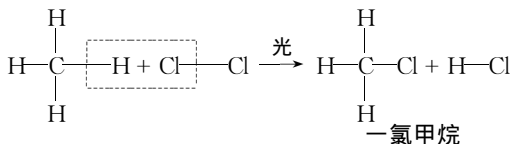


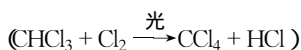
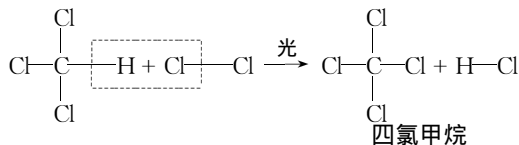
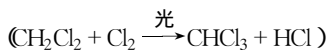
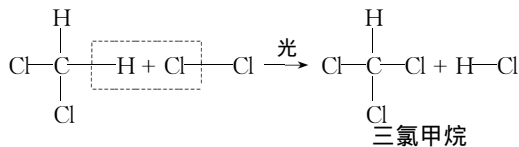
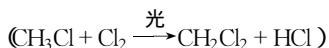
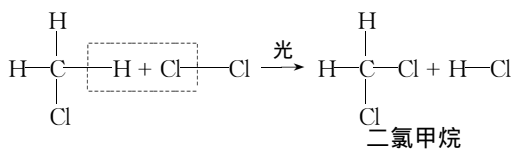
燃烧的现象:a. 火焰呈淡蓝色。b. 在火焰上方罩一个干燥的烧杯,烧杯内壁变模糊,证明有水生成。c. 倒转烧杯,向杯内注入澄清石灰水,澄清石灰水变浑浊,原因是产生了二氧化碳。

注意:点燃甲烷与点燃 H₂ 一样,也必须验纯,因为 CH₄ 在空气中的爆炸极限为 5% ~ 15%。

② 甲烷不跟酸性高锰酸钾等强氧化剂反应,也不跟强酸、强碱等反应。

(2) 甲烷的取代反应





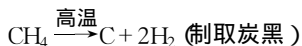
注意：

①反应条件：光照（在室温暗处不发生反应）。

②反应物状态：纯卤素，例如 CH_4 与溴水不反应，与溴蒸气见光发生取代反应。

③反应现象：观察到黄绿色的氯气逐渐变淡，瓶壁上有油状物，产生了四种取代物： CH_3Cl (g)、 CH_2Cl_2 (l)、 CHCl_3 (l)、 CCl_4 (l)，随着取代物的产生，量筒或集气瓶中的气压在减小，外界大气压将水槽中的水压入量筒或集气瓶中，使量筒或集气瓶内液面上升。（实验方法见教科书）

(3) 甲烷的受热分解：隔绝空气加热至 1000°C



7. 取代反应、置换反应和复分解反应的比较

取代反应	置换反应	复分解反应
有机物分子里的某些原子或原子团被其他原子或原子团所代替	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	两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物
$\text{A}-\text{B} + \text{C}-\text{D} \rightarrow \text{A}-\text{C} + \text{B}-\text{D}$	$\text{A} + \text{BC} \rightarrow \text{AC} + \text{B}$ $\text{A} + \text{BC} \rightarrow \text{BA} + \text{C}$	$\text{AB} + \text{CD} \rightarrow \text{AD} + \text{CB}$
反应能否进行受催化剂、温度、光照等外界条件影响较大	反应一般遵循金属活动性顺序，或根据非金属活动性顺序等	反应一般生成更难电离、更难溶或具挥发性的物质
反应多数较慢、多数可逆	反应一般单向进行、较快	多数不可逆，少数可逆，较快

典型例题分析

【例1】在光照下，将等物质的量的 CH_4 和 Cl_2 充分反应，得到产物的物质的量最多的是 ()

- A. CH_3Cl B. CH_2Cl_2
C. CCl_4 D. HCl

解析：有些学生错误地认为 $n(\text{CH}_4) : n(\text{Cl}_2) = 1:1$ ，则按下式进行反应： $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ ，不再发生其他反应。其实，该反应一旦进行，生成的 CH_3Cl 立即与 Cl_2 发生“连锁”反应。由 CH_4 与 Cl_2 发生取代反应的化学方程式可以知道，每生成 1 mol 卤代烃，可生成 1 mol HCl ，因为 CH_4 与 Cl_2 发生的每一步取代反应中都有 HCl 生成。

【答案】D

【例2】经定量分析得甲烷中含 C 75%、H 25%（质量分数），标准状况下密度为 $0.717 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，求甲烷的分子式。

解析：(1) 求碳、氢原子个数比： $n(\text{C}) : n(\text{H}) = (75\% / 12) : (25\% / 1) = 1:4$

因此最简式为 CH_4

(2) 求分子式：又知道 CH_4 在标准状况下的密度为 $0.717 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故其相对分子质量为： $0.717 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。因此最简式即为甲烷的化学式。

【答案】 CH_4

【例3】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ⅤA族元素的化合物
C. 第ⅣA族元素的化合物
D. 第ⅢA族元素的化合物

解析：由于碳元素的原子之间可形成多种有机化合物。

【答案】C

【例4】第28届国际地质大会提供的资料显示，海底有大量的天然气水合物，可满足人类1000年的能源需要。天然气水合物是一种晶体，晶体中平均每46个水分子构建成8个笼，每个笼可容纳1个 CH_4 分子或1个游离 H_2O 分子。根据上述信息，完成第(1)、(2)题：

(1) 下列关于天然气水合物中 CH_4 和 H_2O 两种分子极性的描述正确的是 ()

- A. 两种都是极性分子
B. 两种都是非极性分子
C. CH_4 是极性分子， H_2O 是非极性分子

D. H_2O 是极性分子, CH_4 是非极性分子

Q 若晶体中每 8 个笼只有 6 个容纳了 CH_4 分子, 另外 2 个笼被游离 H_2O 分子填充, 则天然气水合物的平均组成可表示为 ()

A. $\text{CH}_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ B. $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

C. $\text{CH}_4 \cdot 7\frac{2}{3}\text{H}_2\text{O}$ D. $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

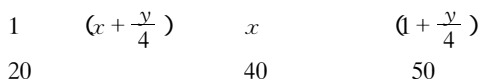
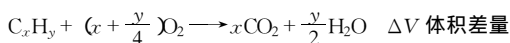
解析 J(1) 水是折线形分子, 是极性分子。 CH_4 具有正四面体结构, 是非极性分子。 Q 据题意 8 个笼是由 46 个水分子构成的, 其中含有 6 个 CH_4 分子和 2 个游离 H_2O 分子, 所以水分子共有 48 个, CH_4 有 6 个。 CH_4 与 H_2O 的比例为 6:48, 即 1:8。

答案 J(1) D Q B

例 5 室温时 20 mL 某气态烃与过量氧气混合, 完全燃烧后的产物通过浓 H_2SO_4 , 再恢复到室温, 气体体积减少了 50 mL, 剩余气体再通过苛性钠溶液, 体积又减少了 40 mL, 求气态烃的分子式。

解析 燃烧产物通过浓 H_2SO_4 时, 水蒸气被吸收, 再通过苛性钠时 CO_2 被吸收, 所以 CO_2 的体积应为 40 mL, 根据气体体积的减少, 可考虑用体积差量法计算。

设分子为 C_xH_y



$x=2, y=6$, 即 C_2H_6

答案 J₂ C_2H_6

例 6 一定量 CH_4 不完全燃烧后得到的产物为 CO 、 CO_2 、 H_2O (g), 此混合气质量为 49.6 g, 当缓慢通过浓硫酸时, 浓硫酸增重 25.2 g, 原混合气体中 CO_2 质量为 ()

A. 12.59 g B. 13.2 g

C. 19.7 g D. 24.4 g

解析 J_{CH₄} 燃烧生成 H_2O 的物质的量为:

$$\frac{25.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.4 \text{ mol}$$

由于 1 mol CH_4 生成 2 mol H_2O ,

所以 $\text{CH}_4 \sim 2\text{H}_2\text{O}$

CH_4 物质的量为 $\frac{1.4 \text{ mol}}{2} = 0.7 \text{ mol}$

CH_4 中的碳燃烧后全转化为 CO 、 CO_2

设混合气体中 CO 、 CO_2 物质的量分别为 x 、 y ,

$x + y = 0.7 \text{ mol}$

$28x + 44y = (49.6 - 25.2) \text{ g}$

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

CO_2 质量为 $0.3 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13.2 \text{ g}$

答案 J_B

例 7 把 1 体积 CH_4 和 4 体积 Cl_2 组成混合气体充入大试管中, 将此试管倒立在盛 Na_2SiO_3 溶液的水槽中, 放在光亮处。片刻后发现试管中气体颜色_____, 试管中的液面_____, 试管壁上有_____出现, 水槽中还观察到_____。

解析 物质的物理性质 (色、态、味、水溶性等) 及化学性质是回答现象的依据。

CH_4 和 Cl_2 光照生成 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 、 HCl 等物质, 随着反应进行, Cl_2 不断消耗, 黄绿色逐渐消失。又由于生成的 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 常温下均为无色液体, 使试管壁上有油滴产生。因生成的 HCl 溶于水, 与 Na_2SiO_3 反应生成白色胶状沉淀。

答案 变浅, 上升, 油滴, 白色胶状沉淀

例 8 如图 5-1-1 所

示, 某气体 X 可能由 H_2 、 CO 、

CH_4 中的一种或几种组成。

将 X 气体燃烧, 把燃烧后生成

的气体通过 A、B 两个洗气瓶。

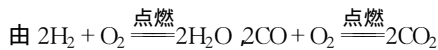
试回答下列问题:

(1) 若 A 洗气瓶的质量增加, B 洗气瓶的质量不变, 则气体 X 是_____。

(2) 若 A 洗气瓶的质量不变, B 洗气瓶的质量增加, 则气体 X 是_____。

(3) 若 A、B 两个洗气瓶的质量都增加, 则气体 X 可能是_____。

解析 此题主要考查根据洗气瓶中质量的变化, 确定原气体 X 的成分。



浓 H_2SO_4 吸收水, 石灰水吸收 CO_2 等, 得:

(1) 若 A 瓶质量增加, B 瓶质量不变, 说明气体 X 燃烧只生成水, 故 X 为 H_2 。

(2) 若 A 瓶质量不变, B 瓶质量增加, 说明气体 X 燃烧只有 CO_2 生成, 故 X 为 CO 。

(3) 若 A、B 瓶质量增加, 说明气体 X 燃烧产物既有 H_2O 又有 CO_2 , 故 X 气体为不确定成分。它可以是以下组合:

a. CH_4 b. H_2 、 CH_4 c. CO 、 CH_4

d. H_2 、 CO 、 CH_4 e. CO 、 H_2

答案 J_{详见解析}

澄清石灰水

A B
图 5-1-1

针对训练

- 下列有关有机物的叙述中,正确的是 ()
 - 都属于非电解质,水溶液均不导电
 - 熔点低,受热易分解且都能燃烧
 - 都难溶于水,易溶于有机溶剂
 - 有机化学反应多数速率较慢、较复杂且副产物多
- 光照对下列反应几乎无影响的是 ()
 - 氢气与氯气
 - 甲烷和氯气
 - 甲烷和氧气
 - 次氯酸分解
- 对 CF_2Cl_2 (商品名为氟里昂—12) 的正确叙述是 ()
 - 有两种结构
 - 只有一种结构
 - 是极性分子
 - 有四种结构
- 以下关于甲烷的说法中错误的是 ()
 - 甲烷是一种非极性分子
 - 甲烷分子具有正四面体结构
 - 甲烷分子中四个 C—H 键是完全等价的键
 - 甲烷分子中具有非极性键
- 在光照条件下,将 1 mol 甲烷和氯气充分反应,得到物质的量最多的是 ()
 - CH_3Cl
 - CH_2Cl_2
 - CCl_4
 - HCl
- 从 19 世纪 20 年代开始,人们用非生物体内取得的物质合成了许多有机物。下列哪种便是其中之一 ()
 - 酒精
 - 尿素
 - 蛋白质
 - 淀粉
- 1828 年,德国化学家乌勒使用一种无机盐直接转变为有机物尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$,这一成果成为有机化学的里程碑,他使用的无机盐是 ()
 - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
 - NH_4CNO
 - $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
 - NH_4NO_3
- 某种甲烷和氢气的混合气体 $V \text{ L}$,完全燃烧需要氧气的体积在相同状况下也是 $V \text{ L}$,则原混合气体中,甲烷和氢气的体积比是 ()
 - 1:1
 - 1:2
 - 2:1
 - 3:1
- 将一定量的甲烷完全燃烧,使所生成的气体依次通过装有足量无水氯化钙和氢氧化钠的玻璃管,使盛有氢氧化钠的玻璃管质量增加了 1.1 g,则原来甲烷在标准状况下的体积为 ()
 - 2.24 L
 - 1.12 L
 - 0.56 L
 - 0.28 L
- 天然气、液化石油气燃烧的化学方程式分别为: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。现有一套以天然气为燃料的灶具,改燃液化石油气,应采取的正确措施是 ()
 - 两种气体进入量都减小
 - 增大空气进入量或减小液化气进入量
 - 两种气体进入量都增大
 - 减小空气进入量或增大液化气进入量
- 如果空气中混入甲烷的体积达到总体积的 5% ~ 10% 这个范围,点火时就会爆炸。当甲烷与氧气恰好完全反应时(空气中 O_2 体积分数为 21%),产生最强的爆炸,此时甲烷所占的体积分数是 ()
 - 2.5%
 - 7.5%
 - 9.5%
 - 10%
- 将 4 mol 甲烷与氯气发生取代反应,待反应完全后,测知四种取代物物质的量相同,则消耗的氯气为 ()
 - 2 mol
 - 10 mol
 - 7.5 mol
 - 16 mol
- 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,则原混和气体中 CH_4 体积为 ()
 - 10 mL
 - 20 mL
 - 30 mL
 - 40 mL
- 将 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 放入密闭容器中,在 150 °C 时,电火花引发反应后,容器中的压强为零,将残留物溶于水,无气体逸出。由此得出的正确结论是 ()
 - 残留物中含有 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3
 - 残留物中只含有 Na_2CO_3
 - 残留物中只含有 NaOH 和 Na_2CO_3
 - 原混和物中甲烷和氧气体积比为 2:1
- 有机物种类繁多,目前已达一千多万种,而无机物只有十多万种,造成这种现象的原因是:
 - (1) _____;
 - (2) _____;
 - (3) _____。
- 国家已规划建设从新疆至上海的天然气管道干线,实施“西气东输”。天然气的主要成分是_____,它是由动、植物残体在隔绝空气的情况下,经_____形成的。
- 写出 Cl_2 和 CH_4 混和见光生成一氯甲烷的化学方程式:_____。
- 某烃 0.8 g,在氧气中燃烧生成 2.2 g CO_2 , 1.8 g 水,在标准状况下其密度为 $0.7168 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,求其化学式。

§2 烷烃

基础知识引导

1. 烷烃的组成、结构、通式及烷烃的性质的递变规律。
2. 烷烃、烃基、同系物、同分异构现象和同分异构体的概念。
3. 烷烃同分异构体的书写规则和命名方法。
4. 根据碳碳单键可以旋转,能从书面的结构式想象出分子的实际空间结构。

重点、难点突破

1. 烷烃(饱和链烃):碳原子与碳原子之间以单键结合。碳原子的剩余价键全部与 H 原子结合,使每个原子的化合价都达到“饱和”的链烃叫饱和烃或称烷烃。

2. 烷烃的四种表达式

	分子式	电子式	结构式	结构简式
甲烷	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄
乙烷	C ₂ H ₆	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ \vdots & \vdots \\ \text{H}:\text{C} & : \text{C}:\text{H} \\ \vdots & \vdots \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₃
丙烷	C ₃ H ₈	$\begin{array}{ccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{H}:\text{C} & : \text{C} & : \text{C}:\text{H} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{ccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₃
丁烷	C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{H}:\text{C} & : \text{C} & : \text{C} & : \text{C}:\text{H} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃ 或 CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃

以上有机物分子里碳原子与碳原子之间是以单键相结合的,碳原子剩余的价键又与氢原子相结合。这样的结构有什么特点呢?碳碳单键相连,剩余碳键全部被氢原子所饱和,即以单键分别与氢原子相连。除结构相似外,分子间相差 1 个或若干个 CH₂ 原子团。

通过比较,对于烷烃(饱和链烃)下一个定义:只含碳、氢两种元素,碳碳都以单键结合成链状,碳原子的剩余价键全部跟氢原子相结合。具有这种“饱和”结构的链烃叫饱和链烃。

3. 烷烃的通式 C_nH_{2n+2} (n ≥ 1)

4. 烷烃同分异构体的书写规则

烷烃只有碳链异构,书写时要注意写全而不要写重复,一般可按下列规则书写:

成直链,一条线,摘一碳,挂中间,往边排,不到端。

或归纳成下列顺口溜:

主链先长后短,支链先整后散。位置由心到边,编排李邻到间。

异构若有重复,务必把它剔除。只要悉心研究,最后定夺数目。

5. 烷烃的性质

(1) 物理性质

各种烷烃的物理性质随分子里 C 原子数的递增(同时分子相对分子质量也在递增),发生规律性变化。

① 常温下,随碳原子数的递增,

状态:气 → 液 → 固

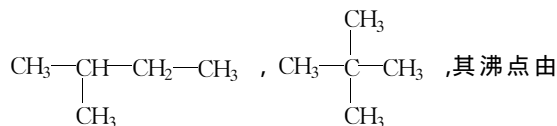
(C₁~C₄) (C₅~C₁₆) (C₁₇以上)

熔沸点 逐渐升高

液态时密度 逐渐增大

② 相同碳原子数的烷烃,支链越多,沸点越低。

如 CH₃CH₂CH₂CH₂CH₃,



高到低变化。

(2) 化学性质(跟甲烷相似)

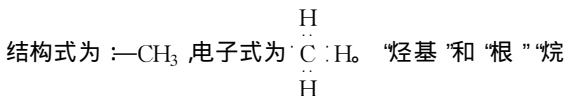
① 通常情况下,性质很稳定,一般不能与酸、碱起反应,也不能使溴水、酸性 KMnO₄ 溶液褪色,也难跟其他物质化合。

② 取代反应(光照)

③ 氧化反应(可燃性等)

④ 裂解反应

6. 烃基:烃分子中失去一个或几个氢原子之后剩余部分叫烃基。烃基一般用“R—”表示,其中的短线表示一个未成对电子。一价烷烃基的通式:—C_nH_{2n+1}—。例:甲基为 CH₃ 分子失去一个 H 原子的剩余部分,其



“烃基”和“根”“烷基正离子”的区别如下:

根	基	烷基正离子
都带有电荷,一般存在于电解质溶液或其熔融状态中,其电性及电荷数目要用“+”“-”及阿拉伯数字表示在原子团右上角。由于结构稳定,一般可独立存在。	短时间可自由存在。其书写形式是有“—”线表示相应原子上未成对电子。不能独立存在,任何两个一价基均会形成稳定化合物如: —CH ₃ +—CH ₃ →CH ₃ —CH ₃	带有正电荷,瞬间存在,它是烷基失去未成对电子后剩余的部分,它不能独立存在,与任何一价阴离子均可结合成稳定化合物。 CH ₃ ⁺ +OH ⁻ → CH ₃ —OH(甲醇)
如:OH ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NH ₄ ⁺	如:—CH ₃ 、 —CH ₂ CH ₃	如:CH ₃ ⁺

7. 同系物、同分异构体、同素异形体、同位素和同一物质之间的区别

	同分异构体	同系物	同位素	同素异形体	同一物质
定义	分子式相同,结构不同的化合物	结构相似,分子组成相差一个或若干个CH ₂ 原子团的化合物	质子数相同,中子数不同的同一元素的原子	同种元素组成的不同单质	分子式和结构式都相同的物质
组成元素	相同	相同	相同	相同	相同
通式	相同 (<i>G_n</i> 相同)	相同 (<i>G_n</i> 不同)	相同		相同
分子式	相同	不同			相同
相对分子质量	相等	不等	原子量不同	相同或不同 (O ₂ 和O ₃)	相同
性质	物理性质不同,同类化学性质相似,不同类化学性质不同	物理性质不同,化学性质相似	化学性质相同	物理性质不同,化学性质相似或不同	相同
实例	正丁烷和异丁烷	CH ₄ 、C ₂ H ₆ 、C ₃ H ₈	¹ H、 ² H、 ³ H、 ¹² C、 ¹³ C、 ¹⁴ C	金刚石和石墨、红磷和白磷	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Cl} \end{array} $

8. 烷烃的命名法

(1) 习惯命名法:以碳原子总数命名“某烷”,请记住一至十个碳原子的烷烃的名称并写出它们的分子式、电子式和结构简式:甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷。在某烷前面加正、异、新区分异构体(无同分异构体时,“正”去掉)。

(2) 系统命名法:

① 选取 选取最长的碳链为主链,并命名为某烷。
主链碳原子数在十以下的,从一到十依次用天干表示,即:甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸;主链碳原子数在十一以上的,就用数字来表示,若存在两个等长的碳链,应选支链数最多的碳链为主链。

② 编号 a. 主链上含有一个支链,离支链最近的一端开始编号。

b. 若有两个或多个支链,距主链两端均不等位置,则应离支链最近一端开始编号。

c. 若有两个不同支链,距主链两端均相等位置,则应从较简单支链的那端开始编号。

d. 若有两个相同支链,且分别处于距主链两端相等位置,但中间还有支链,编号时应遵循支链位号之和最小的原则。

③ 命名 a. 取代基的位置用小写阿拉伯数字“1、2、3……”表示,相同取代基的数目用中文大写“二、三、四……”表示。

b. 通常较简单的取代基写在前面,复杂的写在后面。

c. 多个阿拉伯数之间用逗号分开,位次号码与取代基之间用短线分开。

d. 不同取代基分开写。

系统命名法书写顺序规律如下:
阿拉伯数字——(汉数字)、支链名称、主链名称。

(取代基位置) (取代基总数,若只有一个,则不用写)

例如:
$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\
 \text{CH}_3 & -\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \\
 & | & | & | \\
 & \text{CH}_3 & \text{CH}_3 & \text{CH}_2-\text{CH}_3
 \end{array}$$
 命名为 2,3-二甲基-4-乙基庚烷

典型例题分析

【例1】等质量的下列烃完全燃烧,消耗氧气最多的是 ()

- A. CH₄ B. C₂H₆
C. C₃H₈ D. C₆H₆

【解析】判断等质量不同烃燃烧时耗氧量的题型,可先简化分子式为CH_x,*x*越大,氢的质量分数就大,耗

氧量就多。本题中 A 为 CH_4 , B 为 CH_3 , C 为 CH_2 , D 为 CH , 故选 A。

答案 J A

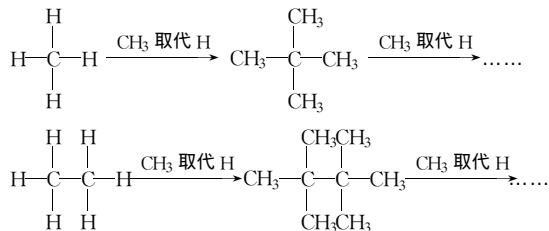
【例 2】某烃的一种同分异构体只能生成一种一氯代物, 此种烃的分子式可以是 ()

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

解析 试题给出的四种烃的组成均符合烷烃的通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 故均属链状烷烃。由于甲烷分子具有空间对称性, 故每个氢原子的位置均相同, 只有一种一氯代物。由此推知含 3~5 个碳原子的烷烃中, C_5H_{12} 具有含甲基空间对称性 (新戊烷), 故除 CH_4 外, C_5H_{12} 也是正确答案。

答案 J A D

说明 当碳原子数较多的情况下, 应用空间结构对称法, 判断同分异构体的结构情况比较方便。如分子式符合 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烷烃, 其一氯代物只有一种的烷烃可以由最简单的 CH_4 和 C_2H_6 (H 位置相同) 推理下去。

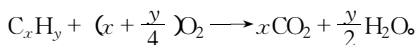


从理论上讲, 可以写出无限种这类烷烃。

【例 3】某气态烷烃 20 mL, 完全燃烧时, 正好消耗同温同压下的氧气 100 mL, 该烃的化学式为 ()

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

解析 气态烃完全燃烧可用化学通式表示:



可根据气态物质的量比等于体积比进行计算。

设该烃化合物分子式为 C_xH_y , 则根据燃烧通式列

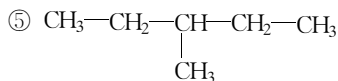
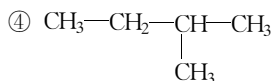
$$\text{比例 } 1: (x + \frac{y}{4}) = 20:100$$

解得 $x + \frac{y}{4} = 5$, 可见只有 B 符合题意。

答案 J B

【例 4】在下列结构的有机化合物中 ()

- ① $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
② $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
③ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$



属于同分异构体的正确组合是 ()

- A. ①和④ B. ②、③和⑤
C. ①和② D. ④和③

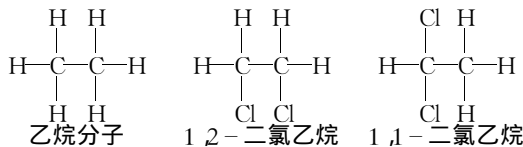
解析 根据同分异构体的概念, “同分”即同分子式, “异构”即不同的结构。所以解题时, 首先要找相同碳原子数的分子, 如果含氢原子数也相同, 但结构不同, 即为题解。①和④均含五个碳原子, 含氢原子数相同, 且结构不同; ②、③和⑤均含六个碳原子, 含氢原子数相同且结构也不同; ①和②是同系物, ③和④也是同系物。

答案 J A B

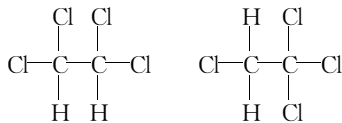
【例 5】比较乙烷的二氯代物的种类和四氯代物的种类, 前者与后者的关系是 ()

- A. 大于 B. 等于
C. 小于 D. 无法判断

解析 乙烷分子中有 6 个 H 原子, 那么乙烷的二氯代物有几种同分异构体呢? 有以下两种:



分析了乙烷的二氯代物有两种, 就不难看出乙烷的四氯代物也只有两种。我们可以将上面的 1,2-二氯乙烷和 1,1-二氯乙烷分子中的四个 H 原子变成 Cl 原子、把两 Cl 原子变成 H 原子:

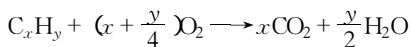


答案 J B

【例 6】将一种乙烷、丙烷的混合气体完全燃烧, 生成 3.52 g 二氧化碳和 1.98 g 水, 则混合气体中乙烷和丙烷的体积比是 ()

- A. 1:2 B. 2:1 C. 1:3 D. 3:2

解析 根据气态烃燃烧通式



可推出比例关系 $\text{C}_x\text{H}_y \longrightarrow x\text{CO}_2 + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O}$

(方程式法) 根据气态物质的物质的量之比等于体积比。

设乙烷 (C_2H_6) x mol, 丙烷 (C_3H_8) y mol

$$\begin{cases} 2x \text{ mol} + 3y \text{ mol} = 3.52 \text{ g} & 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (碳原子守恒)} \\ 6x \text{ mol} + 8y \text{ mol} \times 1 = 1.98 \text{ g} & 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (氢原子守恒)} \end{cases}$$

$$\text{整理} \begin{cases} 2x \text{ mol} + 3y \text{ mol} = 0.08 \text{ mol} \\ 6x \text{ mol} + 8y \text{ mol} = 0.22 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\text{解得} \begin{cases} x = 0.01 \\ y = 0.02 \end{cases} \quad x : y = 1 : 2$$

答案 A

【例 7】命名下列烷烃： $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

解析 烷烃的命名原则 (步骤): 选主链、定位次、写名称。

(1) 选定主链——最长碳链——为“丁烷”。

(2) 确定起点——主链中靠近取代基的一端——确定支链的位置, 并编号 (2 号位有甲基)

(3) 写出名称——取代基在前, 主链在后。名称为 2-甲基丁烷

【例 8】汽车尾气污染已成为一重大公害。汽车内燃机中, 汽油气化后与空气按一定比例混合进入气缸, 引擎用电火花引燃。燃烧使气缸内温度迅速升高, 气体体积急剧膨胀, 产生压力推动活塞。燃烧时产生有害气体通过尾气排出污染大气。为简化讨论, 设汽油成分全部为辛烷, 并设空气中 O_2 体积占 18, 其余为 N_2 。试定量讨论分析如下问题:

(1) 设辛烷气体与空气的体积比 (相同条件下) 为 a , 要使辛烷完全燃烧, a 的最大值为 (用小数表示, 设其为 a') _____。

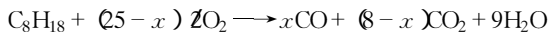
(2) 若辛烷与空气的体积比 $> a'$ 时, 污染大气的有害气体相对增多的是 _____。当它含 x mol 时, 化学方程式是 _____。

(3) 若辛烷与空气的体积比 $< a'$, 则尾气所含污染大气的有害气体增多的是 _____。产生此气体的化学方程式是 _____。

解析 (1) 推算依据是辛烷完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O 的化学方程式的物质的量之比: $2\text{C}_8\text{H}_{18} + 25\text{O}_2 \xrightarrow{\text{完全燃烧}} 16\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$, 按空气中 O_2 占 18 计算,

辛烷与空气的体积比为 $\frac{2}{25 \times 5} = 0.016$

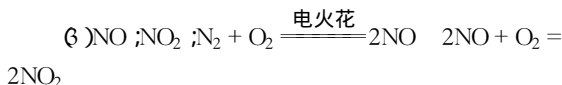
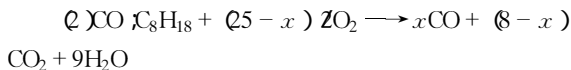
(2) 当 $a > a'$ 时, 说明 O_2 不足, 则辛烷不能完全燃烧, 部分碳会生成污染大气的 CO



(3) 当 $a < a'$ 时, 空气中 O_2 相对过剩, 在火花放电条件下, 会与 N_2 化合成 NO , 乃至部分生成 NO_2



答案 (1) 0.016



【例 9】燃烧热是指 1 mol 物质完全燃烧时所放出的热量。例如: 几种烷烃的燃烧热如下表:

烷烃	甲烷	乙烷	丙烷
燃烧热 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	890.3	1559.8	2219.9
烷烃	丁烷	戊烷	己烷
燃烧热 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	2877.7	3536.2	4163.1

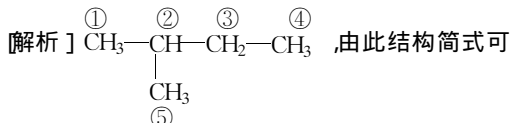
(1) 由上表能总结出怎样的近似规律性?

(2) 请预测癸烷的燃烧热约为多少?

解析 (1) 仅从表中观察, 只能得出随着碳数增多, 燃烧热数值增大, 但若相邻数据两两相减, 可发现每增加 1 mol CH_2 原子团, 燃烧热的增值大致相等 (分别是 669.5、660.1、657.8、658.5、626.9)。若以燃烧热、C 原子数为坐标作图, 可近似得一直线 (平均每增加 1 mol CH_2 基团, 燃烧热增值 654 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 左右)。

(2) 癸烷燃烧热为 $4163.1 + 654 \times 4 = 6779.1$ ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) 左右。

【例 10】2-甲基丁烷与氯气发生取代反应, 可能得到一氯代物有几种? 若某烷烃的蒸气密度是 3.124 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (标准状况)。它进行取代反应后得到的一氯代物只有一种, 试推测其结构简式。



以得知, 其中的氢原子的位置有四种情况 (式中①⑤的位置相同), 它们分别被氢原子一一取代, 可得到四种一氯代物。

根据烷烃的蒸气密度, 可求出烷烃的相对分子质量, 并进而求出该烷烃的分子式。

$3.124 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 即 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的相对分子质量 $M = 72$, $12n + 2n + 2 = 72$, 解之得 $n = 5$, 为戊烷。因为戊烷的一氯取代物只有一种, 也就是说, 每个氯原子取代出来的氢原子位置都相

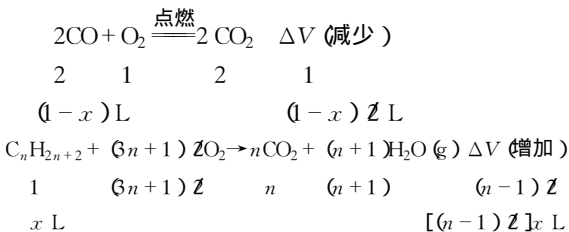
同,故该烃只能是新戊烷,结构简式为 $(\text{CH}_3)_4\text{C}$ 。

【答案】 $(\text{CH}_3)_4\text{C}$

【例 11】在标准状况下,将 1 L 由 CO 和某种气态烷烃组成的混合气体与 9 L 氧气混合点燃,充分燃烧后,压强不变。温度为 409.5 K 时,反应后气体的体积为 15 L。试求该烷烃的化学式及该烷烃在原混合气体中的体积分数。

【解析】将反应后 15 L 气体(此时生成的水在 100 °C 以上为气体,换算成标准状况下的体积。压强一定时, $V_0/T_0 = V_1/T_1$, 得 V_0 等于 10 L。表明反应前后气体总体积不变。

设烷烃分子式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 体积为 x L, 则 CO 体积为 $(1-x)$ L



依题意得: $(1-x) \text{ L} = [(n-1) \text{ L}]x$ (式中 $x < 1$)

$$x = 1 \begin{cases} \text{当 } n=1 \text{ 时, } x=1, \text{ 不合理} \\ \text{当 } n=2 \text{ 时, } x=1/2, \text{ 合理} \\ \text{当 } n=3 \text{ 时, } x=1/3, \text{ 合理} \\ \text{当 } n=4 \text{ 时, } x=1/4, \text{ 合理} \\ \text{当 } n>5 \text{ 时, 烷烃在标准状况下为非气态,} \\ \text{故不合理} \end{cases}$$

讨论得: ① C_2H_6 50% ② C_3H_8 33.3%

③ C_4H_{10} 25%

针对训练

1. 一种新型的灭火剂叫“1211”, 其分子式为 CF_2ClBr , 命名方法是按碳、氟、氯、溴的顺序分别以阿拉伯数字表示相应元素的原子数目(末尾的“0”可略去)。按此原则, 对下列几种新型灭火剂的命名不正确的是 ()

- A. CF_3Br —1301 B. CF_2Br_2 —122
C. $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ —242 D. C_2ClBr_2 —2012

2. 甲烷和丙烷混合气体的密度与同温同压下乙烷的密度相等, 混合气体中甲烷和丙烷的体积比是 ()

- A. 1:3 B. 3:1
C. 2:1 D. 1:1

3. 某同学写出的下列烷烃的名称中, 不正确的是 ()

- A. 2,3-二甲基丁烷
B. 3,3-二甲基丁烷

C. 3-甲基-2-乙基戊烷

D. 2,2,3,3-四甲基丁烷

4. 引燃密闭容器中的己烷和氧气的混合气体, 使其发生不完全燃烧。在 120 °C 时, 测得反应前后气体的压强分别为 $0.36 \times 10^5 \text{ Pa}$ 和 $0.52 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。判断这一燃烧反应主要是按下列哪个化学方程式进行的 ()

- A. $\text{C}_6\text{H}_{14} + 9\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 5\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
B. $\text{C}_6\text{H}_{14} + 7\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO} + \text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{C}_6\text{H}_{14} + 8\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO} + 3\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{C}_6\text{H}_{14} + 15\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO} + 4\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$

5. 下列关于同系物的说法中错误的是 ()

- A. 同系物具有相同的最简式
B. 同系物能符合同一通式
C. 相邻的同系物彼此在组成上相差一个 CH_2 原子团
D. 同系物的化学性质基本相似, 物理性质随着碳原子数增加而有规律的变化

6. 下列烷烃中沸点最高的是 ()

- A. 乙烷 B. 正丁烷
C. 正戊烷 D. 新戊烷

7. 有一类最简单的有机硅化合物叫硅烷, 它们的组成与烷烃相似。下列说法中错误的是 ()

- A. 硅烷化学式的通式可表示为 $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$
B. 甲硅烷 (SiH_4) 的密度小于甲烷的密度
C. 甲硅烷易燃烧, 生成 SiO_2 和 H_2O
D. 甲硅烷比甲烷稳定

8. 烷烃发生光卤反应时, 各种产物的含量与所取代的

氢原子的活性有关, 例如: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (45%) + $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$ (55%) 据此, 丙烷分子中的两种氢原子的反应活性(发生反应的难易程度)之比为 ()

- A. 9:11 B. 11:9
C. 3:11 D. 27:11

9. 下列五种烃: ① 2-甲基丁烷、② 2-甲基丙烷、③ 丙烷、④ 戊烷、⑤ 2-甲基丙烷, 按它们的沸点由高到低的顺序排列为 ()

- A. ①②③④⑤ B. ②③④⑤①
C. ④⑤②①③ D. ④①②⑤③

10. 下列各组物质属于同分异构体的是 ()

- A. $^{12}_6\text{C}$ 和 $^{13}_6\text{C}$ B. 氧气和臭氧
C. 2-甲基丙烷与丁烷 D. 水与重水 (D_2O)

11. 等质量的下列烃完全燃烧, 生成 CO_2 和 H_2O 时, 耗

氧量最多的是 ()

- A. C_2H_6 B. C_3H_8
C. C_4H_{10} D. C_6H_{14}

12. 1×10^5 Pa、 120°C 时,某气态烷烃 C_xH_y 与足量氧气在密闭容器中混合,经电火花引燃后,恢复到原来状况,反应前后容器中压强不变,则 $x =$ _____ ; $y =$ _____。

13. 将 0.2 mol 丁烷完全燃烧后生成的气体全部缓缓通入 0.5 L $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中,溶液质量增加 _____ g,生成的盐是 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 ,其物质的量之比为 _____。

14. 某化合物的分子式为 $C_5H_{11}Cl$,分析数据表明,分子

中有 2 个 $-\text{CH}_3$ 、2 个 $-\text{CH}_2-$ 和 1 个 $-\text{CH}-$ 及 1 个 $-\text{Cl}$,它的可能结构只有 4 种。请写出这 4 种可能的结构式:

(1) _____ ; (2) _____ ;

(3) _____ ; (4) _____。

15. 烷烃分子可看成由 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}-$ 和

$-\text{C}-$ 等基团或原子团结合而成。如果某烷烃分

子中同时存在这 4 种基团,最少应为含有 _____ 个碳原子的烷烃,其结构简式有 _____ 种,它们分别是 _____。

16. 写出下列各烷烃的分子式。

(1) 烷烃 A 在同温、同压下蒸气密度是氢气的 36 倍 _____。

(2) 烷烃 B 的分子中含有 200 个氢原子 _____。

(3) 烷烃 C 的分子中含有 210 个电子 _____。

(4) 1 L 烷烃 D 的蒸气完全燃烧时,生成同温、同压下 15 L 水蒸气 _____。

(5) 1 g 烷烃 E 完全燃烧时,消耗标准状况下的 O_2 2.464 L _____。

17. 常温常压下, 20 mL 某气态烃和 100 mL 足量的氧气混合,引燃后该烃充分燃烧,残留气体为 70 mL,恢复到原状态后将残留气体通过足量的碱石灰,得到气体 30 mL,该烃的结构简式为 _____。

18. 两种气态烷烃按体积比 $3:1$ 的组成混合后,取标准状况下的混合烃 448 mL 点燃充分燃烧,恢复到标

况,得到 672 mL CO_2 气体和 0.9 g 水,则该混合烃是由 _____ 和 _____ 组成。

19. 室温时 20 mL 某气态烃与过量氧气混合,完全燃烧后的产物通过浓 H_2SO_4 ,再恢复到室温,气体体积减少了 50 mL,剩余气体再通过苛性钠溶液,体积减少了 40 mL。求气态烃的分子式。

20. 向 300 mL 某烃和氨的混合气体中加入足量氧气,并点燃。充分燃烧后,得到混合气体 1250 mL;使其中的水蒸气冷却后气体体积减少到 550 mL;再用碱液处理后体积减少到 250 mL,其中 100 mL 为 N_2 。计算确定该烃的化学式 (注:(1)所有气体体积均在相同温度、压强下测定的;(2)氨与 O_2 反应的化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$)。

§3 乙烯 烯烃

基础知识引导

1. 乙烯的分子组成、结构式、化学性质 (氧化反应、跟溴水、水的反应、聚合)。
2. 乙烯的用途和实验室制法。
3. 加成反应、聚合反应以及不饱和烃的概念。
4. 烯烃在组成、结构、系统命名、重要性质上的异同点。
5. 乙烯是一种重要的化工原料。是衡量一个国家石油化学工业水平的标志。

重点、难点突破

1. 不饱和烃的概念 :在某些碳氢化合物中 ,它们的分子里含有碳碳双键或碳碳叁键 ,碳原子所结合的氢原子数少于饱和链烃里的氢原子数 ,这样的烃叫做不饱和烃。
2. 乙烯的物理性质
通常情况下乙烯是无色、稍有气味的气体 ,难溶于水 ,密度是 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
3. 乙烷和乙烯的比较

物质	乙烷	乙烯
组成	C_2H_6	C_2H_4
电子式	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} : \text{C} : : \text{C} : \text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} : \text{C} : : \text{C} : \text{H} \end{array}$
结构式	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array}$
结构简式	CH_3CH_3	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
空间构型	以碳为中心的四面体 ($109^\circ 28'$)	平面型分子 (键角 120°)
结构特点	C—C 单键	含 C=C 双键
单双键键长 (10^{-10} m)	1.54	1.33
单双键键能 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	348	615

物质	乙烷	乙烯
化学性质	1. 易发生取代反应 $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$ 2. 可燃 ,火焰不明亮 ,淡蓝色火焰 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 3. 常温不能被酸性 KMnO_4 氧化 ,不活泼	1. 易发生加成、加聚反应 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$ $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{[-CH}_2-\text{CH}_2\text{]}_n$ 2. 可燃 ,火焰明亮、黑烟 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 3. 可被酸性 KMnO_4 氧化 ,活泼 ,现象 紫红色褪去

说明 :

(1) 由上表数据分析 :乙烯分子中碳碳原子间以双键相连 ,C=C 双键的键长比 C—C 单键的键长略短 ,C=C 双键的键能比两倍 C—C 单键能略小 ,但其中的一个键较活泼、较易断裂 ,这就决定了乙烯的化学性质比较活泼。

(2) 加成反应 :有机物分子中双键 (或叁键) 两端的碳原子与其他原子或原子团直接结合生成新的化合物的反应。

注意 :a. 通常条件下 ,烯烃不和水反应 (可用排水法收集乙烯) ,但在一定条件下烯烃可以和水反应生成醇。如 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}-\text{OH} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,该反应可用于工业上水化法制乙醇。

b. 注意取代反应和加成反应的区别。加成反应是不饱和烃的特征反应 ,取代反应是饱和烃的特征反应。

(3) 可以用取代的方法和加成的方法制得氯乙烷。那么 ,哪种方法比较好一点 ? 为什么 ? 用加成的方法

制得氯乙烷比较好。因为用此法制得的氯乙烷,产物比较纯,而用取代的方法,会有很多副产品。

(4)为什么乙烯能使酸性高锰酸钾溶液紫红色褪去,而乙烷不能使酸性高锰酸钾溶液褪色?这是因为乙烯分子中有不饱和的 $C=C$ 双键,其中有一个键较活泼,可以断裂,被高锰酸钾氧化,再结合别的原子或原子团。

(5)聚合反应:由相对分子质量小的化合物分子互相结合成相对分子质量大的高分子的反应。

在聚合反应中,由不饱和的相对分子质量小的化合物分子结合成相对分子质量大的化合物的分子,这样的聚合反应同时也是加成反应,所以这种聚合反应又叫做加成聚合反应,简称加聚反应。乙烯聚合成聚乙烯的反应就属于加聚反应。

(6) $[CH_2-CH_2]_n$ 能否写成 $[CH_2]_n$ 呢?不行,因为 $[CH_2-CH_2]_n$ 中的“ $-CH_2-CH_2-$ ”是聚乙烯高分子重复出现的结构单元,即为聚乙烯高分子的链节,而 $[CH_2]_n$ 不能表示聚乙烯高分子的链节。在聚乙烯中,虽然链节 $-CH_2-CH_2-$ 相同,但分子的化学式 $[CH_2-CH_2]_n$ 中 n 的值可能不同,所以聚合物一般都是混合物。

4. 乙烯的实验室制法

(1)药品:酒精和浓硫酸,比例(体积): $V(\text{酒精}):V(\text{浓硫酸})=1:3$ (使用过量的浓硫酸可提高乙醇的利用率,增加乙烯的产量。)

(2)发生装置:选用“液+液 $\xrightarrow{\Delta}$ 气”的反应装置,如制氯气的装置。

(3)所用仪器:烧瓶、导管、酒精灯、温度计、铁架台等。

(4)反应原理: $CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[170\text{ }^{\circ}\text{C}]{\text{浓 } H_2SO_4} CH_2=CH_2 \uparrow + H_2O$

(5)乙烯气体的收集方法:排水集气法。(因为乙烯相对分子质量为 28,与空气平均相对分子质量接近,所以不能用排气集气法收集。)

(6)实验中的有关问题

①如何将浓硫酸与酒精混合?将浓硫酸缓缓注入酒精中,边搅拌边加。

②浓硫酸的作用是什么?起催化、脱水的作用。

③为什么要迅速升温至 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度呢?因为在

$140\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时有副反应,会产生乙醚,而使乙烯不纯。

④温度计的水银球应放在什么位置?为什么?应放在反应物液面下。因为温度计所测的是反应物反应的温度。

⑤烧瓶内放一些碎瓷片的作用是什么?防止混合液受热沸腾时剧烈跳动而溢出。

⑥在实验中使用量筒时需注意什么?量筒平置桌面,两眼平视刻度。忌手心握量筒,否则体积不准。

⑦在点燃乙烯前应注意什么?为什么?

一定要验纯。因为乙烯爆炸极限在空气中为 $3.4\% \sim 34\%$ (体积分数),比甲烷在空气里爆炸极限 $5\% \sim 15\%$ 范围更大。

⑧实验室制乙烯的反应后期液体会变黑且有刺激性气味的气体产生,这是为什么?

这是因为浓硫酸的脱水性和强氧化性使乙醇炭化和氧化了,产生了 SO_2 和 CO_2 。

$C + 2H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$, SO_2 能使溴水或 $KMnO_4$ 溶液褪色。因此,在做乙烯的性质实验前,应将气体先通过碱石灰将 SO_2 除去,也可以将气体通过 $10\% NaOH$ 溶液以洗涤除去 SO_2 ,得到较纯净的乙烯。

归纳:实验室制乙烯可编成如下顺口溜以便记忆。

测温要用温度计,汞球浸入溶液里;

酸醇体积三比一,迅速升温一百七;

防止暴沸碎瓷片,收集要用排水法。

5. 烯烃的系统命名法

烯烃的命名与烷烃相似,所不同的是先要表示出双键的位置。命名的步骤是:

(1)确定包括双键在内的碳原子数目最多的碳链为主链;

(2)主链跟碳原子的定位是按靠近双键较近的一端定位“1”,然后依次编号;

(3)双键的位置用阿拉伯数字标在某烯烃字样的前面。

例如: $CH_2=CHCH_2CH_2CH_3$
1-戊烯

$CH_3CH=CHCH_2CH_3$
2-戊烯

$CH_2=C(CH_3)CH(CH_3)CH_2CH_3$
2,4-二甲基-1-戊烯

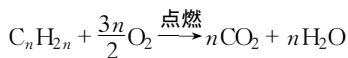
6. 乙烯的用途

乙烯是石油化学工业最重要的基础原料,它主要

用于制造塑料、合成纤维、有机溶剂等,因此一个国家乙烯工业的发展水平,已成为衡量这个国家石油化学工业水平的重要标志之一。乙烯还可以用来催熟果实。如将熟梨和生柿子放在一起,不久,生柿子很快变软,这是因为熟梨可以释放出乙烯气体,是一种植物生长调节剂,可以催熟柿子,使其熟化而变软。

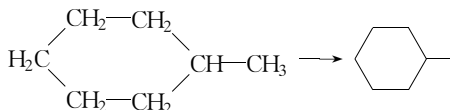
7. 烯烃 烯烃是指链烃分子里含有碳碳双键的不饱和烃。分子中含有一个双键的烯烃叫单烯烃。单烯烃的通式为 C_nH_{2n} ($n \geq 2$) ,单烯烃的最简式均为 CH_2 ;碳氢原子个数比都是 1:2 , n 值变化时,碳的质量分数不变(是定值), $w(C) = 85.71\%$,氢的质量分数为 $w(H) = 14.29\%$ 。按任意比例混合的不同单烯烃的混合物,只要总质量相等,燃烧产物相同时的耗氧量也相等。

8. 单烯烃完全燃烧时,生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量相等



单烯烃发生加成反应时,所需加成试剂(H_2 、 X_2 、 HX 、 H_2O 等)的物质的量与单烯烃的物质的量相等。

9. 有机化合物结构还可键线式表示,如:①丙烯: $CH_3-CH=CH_2 \rightarrow$  ;②甲基环己烷:



10. 取代反应、加成反应、加聚反应的比较

名称比较	取代反应	加成反应	加聚反应
概念	有机物分子里的某些原子或原子团被其他原子或原子团所代替的反应	有机物分子中不饱和碳原子与其他原子或原子团直接生成新化合物的反应	由不饱和的相对分子质量小的化合物分子结合成相对分子质量大的化合物分子的反应
反应前后分子数目	一般相等	减少	减少
反应特点	可发生分步取代反应,多是可逆反应	一般可逆	反应一般为单向进行,一般不可逆

11. 烃燃烧规律

用 C_xH_y 表示烃的通式,则有 $C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$

(1) 反应前后体积的变化 (ΔV):

如果反应前后条件相同且高于 $100^\circ C$,水以气体存在,则 $\Delta V = 1 + (x + \frac{y}{4}) - (x + \frac{y}{2}) = 1 - \frac{y}{4}$

当 $\Delta V = 0$ 时, $1 - \frac{y}{4} = 0$, $y = 4$,即满足 C_xH_4 通式的烃在燃烧前后体积不变。

当 $\Delta V > 0$ 时, $1 - \frac{y}{4} > 0$, $y < 4$,即氢原子个数少于 4 个的烃,完全燃烧后体积减少(只有 C_2H_2)

当 $\Delta V < 0$ 时, $1 - \frac{y}{4} < 0$, $y > 4$,即氢原子个数多于 4 个的烃,完全燃烧后体积增大。

如果反应在 $100^\circ C$ 以下进行,水以液体状态存在,其体积可以忽略不计,则 $\Delta V = 1 + (x + \frac{y}{4}) - x = 1 + \frac{y}{4}$ 。即完全燃烧后减小的体积为 $(1 + \frac{y}{4})$ 。

(2) 相同质量的烃,完全燃烧时,所需氧气的量与氢原子所占质量分数成正比。因为相同质量的碳和氢燃烧时,氢所需氧气的量是碳的 3 倍。

(3) 具有相同最简式的有机物,只要总质量一定,不论以何种比例混合,完全燃烧所需氧气的量相等。如烯烃的最简式是 CH_2 ,质量相同的几种烯烃完全燃烧,所需氧气的量一定相等。

(4) n mol 不同的烃,完全燃烧时,所需氧气的量等于 $n \cdot (x + \frac{y}{4})$ mol。

典型例题分析

【例 1】下列烯烃和 HBr 发生加成反应所得产物有同分异构体的是 ()

- A. $CH_2=CH_2$ B. $CH_3CH=CHCH_3$
C. $CH_3CH=CH_2$ D. $CH_3CH_2CH=CH_2$

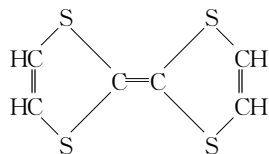
【解析】A、B 选项中烯烃属于对称烯烃,分子中两个不饱和碳原子位置是等同的,因此和 HBr 加成时所得产物没有同分异构体,而 C、D 选项中烯烃属于不对称烯烃,即分子中两个不饱和碳原子位置是不等同的,故加成后可得 2 种产物。

【答案】CD

【例 2】用于制造隐形飞机的某种物质具有吸收微

波的功能,其主要成分的结构如图所示。它属于

()



- A. 无机物 B. 烃
C. 高分子化合物 D. 有机物

解析 烃是只含 C、H 元素的有机物,而高分子化合物的相对分子质量很大(几万到几十万),故答案为 D。

答案 D

例 3 在标准状况下,某 C_2H_4 和 CO 组成的混合气体,完全燃烧时耗用相同体积氧气,则 C_2H_4 和 CO 的体积比是 ()

- A. 1:4 B. 4:1
C. 1:1 D. 任意比

解析 利用耗氧量相等列比例,用一般数学方程式法即可解此题。

设 C_2H_4 x mol $\rightarrow$ 耗 O_2 $3x$ mol

CO y mol $\rightarrow$ 耗 $\frac{1}{2}y$ mol O_2

则解 $3x + \frac{1}{2}y = x + y$ 解得 $\frac{x}{y} = \frac{1}{4}$

答案 A

例 4 实验测得乙烯与氧气混合气体的密度与空气相同,可知其中乙烯的质量分数是 ()

- A. 25.0% B. 27.6%
C. 72.4% D. 75.0%

解析 利用气体的密度之比等于相对分子质量之比、气体的物质的量之比等于气体的体积比,再按计算平均相对分子质量的方法可以求出乙烯与氧气的物质的量(即体积)之比,最后再转换成乙烯的质量分数。

解法一:(方程式法) 设乙烯的物质的量分数(或体积分数)为 x , 则 O_2 为 $(1-x)$ 。根据乙烯与氧气混合气体的密度与空气相同,即混合气体的平均相对分子质量等于空气平均相对分子质量 29,则按计算平均相对分子质量的方法列方程式: $28x + 32(1-x) = 29$, 解得 $x = 0.75$ 。这是乙烯的物质的量分数,所以乙烯的质量分数是: $(28 \times 0.75) \div 29 \times 100\% = 72.4\%$

解法二:(十字交叉法)

乙烯相对分子质量为 28
空气平均相对分子质量为 29
氧气相对分子质量为 32

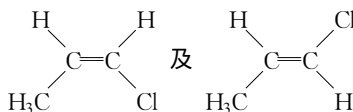
$$\begin{array}{r} 28 \quad 3 \\ \quad \quad 29 \\ 32 \quad 1 \end{array} = \frac{3}{1}$$

所以乙烯的物质的量分数为 75%, 同上, 乙烯的质量分数为 72.4%。

答案 C

例 5 原子核磁共振谱(PMR)是研究有机物结构的有力手段之一。在所研究的化合物分子中,每一结构中的等性氢原子在 PMR 谱中都给出相应的峰(信号)。谱中峰的强度与结构中的等性氢原子个数成正比,例如丙烷的结构简式为 $CH_3CH_2CH_3$, 其中 PMR 谱中有两个信号,其强度之比为 3:1。在测得化合物 $(CH_3)_2CHCH_2Cl$ 的 PMR 谱上观察到 3 种峰,而测定化合物 $CH_3CH=CHCl$ 时,观察到 6 种峰,从原子在空间的排列方式不同,试写出 $CH_3CH=CHCl$ 分子的空间异构体。

解析 据题意分析:化合物 $CH_3CH=CHCl$ 似只应有 3 种峰,对比分析,两者结构的主要差异在于其一含有双键,考虑到单键一般可以 360° 旋转, $C=C$ 双键不能旋转,所以 $(CH_3)_2CHCH_2Cl$ 不可能具有空间异构体,其 PMR 峰上只有 3 种(三类等性氢原子)。而双键($C=C$)则导致产生空间异构体,其 PMR 峰上可能有 6 种,因为从乙烯分子的结构可推知,碳碳双键只能形成平面结构,故 $CH_3CH=CHCl$ 的空间异构体只可能是



则有 6 种等性(效)氢原子,PMR 谱中有 6 种峰便在情理之中了。

答案 详见解析

例 6 实验室制取乙烯,常因温度过高而使乙醇和浓 H_2SO_4 反应生成少量的 SO_2 和 CO_2 。有人设计下列实验以确认上述混合气体中有乙烯和二氧化硫。试回答下列问题。

① ② ③ ④

图 5-3-1

(1) 图中①、②、③、④装置可盛放的试剂是:

① _____ ; ② _____ ; ③ _____ ;

④ _____ (将下列有关试剂的序号填入空格内)。

- A. 品红溶液 B. NaOH 溶液 (足量)
C. 浓 H_2SO_4 D. 酸性 KMnO_4 溶液

② 能说明二氧化硫气体存在的现象是 _____

③ 使用装置②的目的是 _____ ;

④ 使用装置③的目的是 _____ ;

⑤ 确证含有乙烯的现象是 _____。

解析 乙炔是一种不饱和烃,易与 Br_2 发生加成反应,被酸性 KMnO_4 溶液氧化, SO_2 具还原性,表现的现象是: SO_2 、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 均可以使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色。但 SO_2 有其特性即可以被 NaOH 溶液吸收,漂白品红,利用 SO_2 的特性用 NaOH 溶液将 SO_2 除去,再用品红溶液检验 SO_2 是否除尽,最后用 KMnO_4 溶液确定 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 的存在。

答案 ① ①A ②B ③A ④D

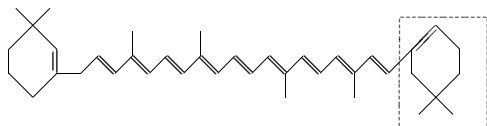
② 装置①中品红溶液褪色

③ 除掉 SO_2 以免干扰乙烯的性质实验

④ 检验 SO_2 是否除尽

⑤ ④中溶液褪色

例 7 胡萝卜中具有较多的胡萝卜素,它是人体的主要营养之一。 α -胡萝卜素的结构为:



(1) 写出 α -胡萝卜素的分子式 _____。

② 1 mol 胡萝卜素最多能与 _____ mol Br_2 反应。

③ β -胡萝卜素与 α -胡萝卜素互为同分异构体,且只是虚线框内部分不同,但碳的骨架相同,写出 β -胡萝卜素方框内可能的结构简式: _____。

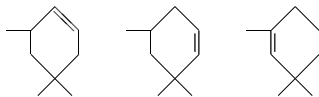
解析 很多新材料题目都与基础知识紧密相关,不要害怕。解题关键是记住烯烃结构、性质与乙烯相似,同时要认真仔细,切不可马虎失分。

(1) 按照每有一个双键和一个环都比烷烃少两个氢原子的规则,此烃共有 39 个 C, 11 个 $\text{C}=\text{C}$ 2 个环,所以氢原子数为: $39 \times 2 + 2 - 11 \times 2 - 2 \times 2 = 54$, 所以分子式为 $\text{C}_{39}\text{H}_{54}$

② 每有一个双键即和一个 Br_2 加成,所以 1 mol

该烃能与 11 mol Br_2 加成。

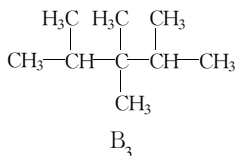
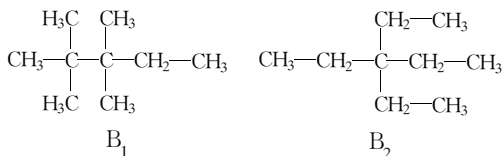
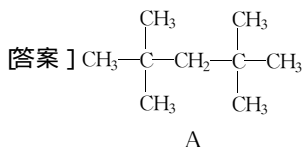
③ 根据观察,虚线框内双键有三种不同位置,故有三种同分异构体



答案 详见解析

例 8 通常,烷烃可以由相应的烯烃经催化加氢得到。但是有一种烷烃 A,分子式为 C_9H_{20} ,它却不能由任何 C_9H_{18} 的烯烃催化加氢得到。而另有 A 的三个同分异构体 B_1 、 B_2 、 B_3 ,却分别可由而且只能由 1 种自己相应的烯烃催化加氢得到。A、 B_1 、 B_2 、 B_3 的结构简式分别为 _____、_____、_____、_____。

解析 一般情况下,烷烃可以由相应的烯烃催化加氢得到。烯烃上加氢后的 2 个碳原子必定至少各带 1 个氢原子,故连接有 4 个碳原子的碳原子(即季碳原子)是不可能加氢得到的。现设想 A 中的所有碳原子,或者本身是季碳原子,或者直接连在季碳原子上,这样,它就不可能是由任何烯烃经催化加氢得到的,据此,可写出 A 的结构简式。又因 B_1 、 B_2 、 B_3 分子中都至少有 2 个不是季碳原子的碳原子相连,可推出 B_1 、 B_2 、 B_3 的结构简式。



针对训练

1. 下列说法错误的是

()

A. C_2H_6 与 C_4H_{10} 一定是同系物

B. C_2H_4 与 C_4H_8 一定是同系物

C. 1 mol 烷烃充分燃烧生成的 CO_2 一定比 H_2O 少 1 mol

D. 烯烃各同系物中碳的质量分数都相等

2. 常温常压下乙烯是无色、稍有香甜气味的气体,但实验室制得的乙烯常有呛人的刺激性气味,这是因为气体含有 ()

A. SO_2 B. CO_2 C. 乙醚 D. 乙醇

3. 在常温下,下列各种物质既能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,又能使溴水褪色并且化学反应原理相同的是 ()

A. $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ B. SO_2
C. H_2 D. CH_3CH_3

4. 向装有溴的玻璃瓶中通入乙烯,结果玻璃瓶质量增加 4.2 g,则溴吸收的乙烯在标准状况下的体积是 ()

A. 22.4 L B. 11.2 L
C. 3.36 L D. 4.48 L

5. 关于实验室制备乙烯的实验,下列说法正确的是 ()

A. 反应物是乙醇和过量的 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸的混合液
B. 温度计插入反应溶液液面以下,以便控制温度在 140°C
C. 反应容器(烧瓶)中应加入少许瓷片
D. 反应完毕先灭火再从水中取出导管

6. 某高分子化合物结构简式为 $\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2 \right]_n$, 则合成高分子化合物的单体为 ()

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

7. 乙烷中混有乙烯,欲除去乙烯得到纯净的乙烷,依次通过的洗气装置中所盛的试剂是 ()

A. 溴水, 碱石灰
B. 酸性 KMnO_4 溶液, 浓 H_2SO_4
C. 溴水, 浓 H_2SO_4
D. 浓 H_2SO_4 , 酸性 KMnO_4 溶液

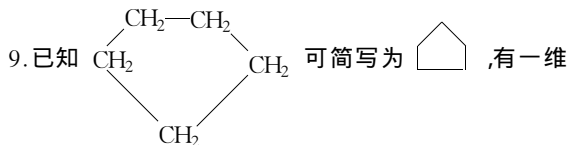
8. 一氯乙烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$) 的最佳制取方法是 ()

A. CH_3CH_3 和 Cl_2 反应

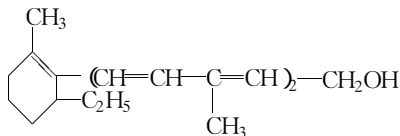
B. $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 与 Cl_2 反应

C. 乙烯与氯化氢反应

D. 乙烷和氯化氢反应



生素 A 结构简式如下图。



关于它的叙述中, 正确的是 ()

A. 维生素是一种烯烃
B. 维生素的一个分子中有三个双键
C. 维生素 A 的一个分子中有 30 个氢原子
D. 维生素能使溴水褪色, 被 KMnO_4 氧化

10. 把 $m \text{ mol CH}_2=\text{CH}_2$ 与 $n \text{ mol H}_2$ 混合于密闭容器中, 在适当条件下, 反应达到平衡时生成 $a \text{ mol C}_2\text{H}_6$, 若将反应后的气体完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O , 需要的 O_2 的物质的量为 ()

A. $(3m+n) \text{ mol}$ B. $(3m+\frac{n}{2}) \text{ mol}$
C. $(3m+3a+\frac{n}{2}) \text{ mol}$ D. $(3m+\frac{n}{2}-3a) \text{ mol}$

11. 为了探索月球上是否有生命存在的痕迹, 就要分析月球岩石中是否包藏有碳氢化合物。科学家用氘盐酸 (DCl) 和重水 (D_2O) 溶液处理月球岩石样品, 对收集到的气体加以分析, 结果只发现有一些气态的碳氘化合物。从这个实验可以得出的结论是 ()

A. 岩石中含碳氢化合物
B. 岩石中不含碳氘化合物
C. 岩石中不含碳氢化合物
D. 岩石中含碳氘化合物

12. 乙烷加热分解生成乙烯和 H_2 。取乙烷部分分解后的混合气体 5 体积, 在足量 O_2 中充分燃烧, 可生成 8 体积 CO_2 (相同条件下测定), 则乙烷的分解率为 ()

A. 20% B. 35% C. 25% D. 30%

13. (1) 在实验室里制取乙烯时, 常因温度过高而发生

副反应 部分乙醇跟 H_2SO_4 反应生成 SO_2 、 CO_2 、水蒸气和炭黑。写出该副反应的化学方程式：

_____。

是_____。

17. 某烷烃和烯烃混合气 2.24 L (标准状况) 点火使其完全燃烧, 将燃烧产物通过浓硫酸后, 使硫酸质量增加 4.05 g; 再通过碱石灰, 使碱石灰质量增加 6.60 g。另取等量混合气, 通入过量溴水中, 溴水质量增加 1.05 g。

(1) 通过计算和分析判断混合气由哪两种烃组成?

(2) 计算两烃的物质的量之比。

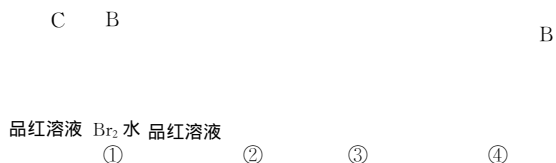


图 5-3-2

(2) 用编号为①~④的实验装置 (如图 5-3-2) 设计一个实验, 以验证上述反应混合气体中含 CO_2 、 SO_2 和水蒸气。装置的连接顺序 (按产物气流从左到右的流向): _____ → _____ → _____ → _____。

(3) 实验的装置①中 A 瓶的现象是_____; 结论为_____。B 瓶中的现象是_____。B 瓶溶液作用为_____。若 C 瓶中品红溶液不褪色, 可得到结论为_____。

(4) 装置③中加的固体药品是_____, 以验证混合气体中有_____。装置②中盛的溶液是_____, 以验证混合气体中有_____。

(5) 简述装置①在整套装置中位置的理由: _____

_____。

14. 在 $t^\circ\text{C}$ ($t > 100$) 时, 某气态烃与过量氧气的混合气体 $a\text{ L}$, 引燃后再恢复到原来条件, 体积仍为 $a\text{ L}$, 然后通过浓硫酸, 体积减少 $b\text{ L}$, 再通过碱石灰, 气体体积又减少 $b\text{ L}$, 试写出气态烃的化学式:

_____。

15. A、B 两种不同类型的烃, 相对分子质量相同, A 烃燃烧生成的二氧化碳是等物质的量的乙烯燃烧生成的二氧化碳的 5 倍, B 烃燃烧生成的水是等物质的量的乙烯燃烧生成的水的 5 倍, 则 A、B 两烃的分子式分别为: A _____ B _____。

16. 在同温同压下 2 体积的气态烃 A 完全燃烧生成 4 体积二氧化碳和 4 体积水蒸气。A 分子电子式