



甲烷和烷烃

日期: _____ 时间: _____ 姓名: _____
Date: _____ Time: _____ Name: _____



初露锋芒

甲烷

甲烷在自然界的分布很广，甲烷是最简单的有机物，是天然气，沼气，坑气等的主要成分，俗称瓦斯。也是含碳量最小（含氢量最大）的烃，也是天然气、沼气、油田气及煤矿坑道气的主要成分。它可用来作为燃料及制造氢气、炭黑、一氧化碳、乙炔、氢氰酸及甲醛等物质的原料。

甲烷，化学式 CH_4 ，是最简单的烃，由一个碳和四个氢原子通过 sp^3 杂化的方式组成，因此甲烷分子的结构为正四面体结构，四个键的键长相同键角相等。在标准状态下甲烷是一无色无味气体。一些有机物在缺氧情况下分解时所产生的沼气其实就是甲烷。从理论上说，甲烷的键线式可以表示为一个点“ \cdot ”，但实际并没有看到过有这种用法，可能原因是“ \cdot ”号同时可以表示电子。所以在中学阶段把甲烷视为没有键线式。

甲烷主要是作为燃料，如天然气和煤气，广泛应用于民用和工业中。作为化工原料，可以用来生产乙炔、氢气、合成氨、炭黑、硝基甲烷、二硫化碳、一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳和氢氰酸等。

天王星的大气层也存在甲烷和氢气。据德国核物理研究所的科学家经过试验发现，植物和落叶都产生甲烷，而生成量随着温度和日照的增强而增加。另外，植物产生的甲烷是腐烂植物的 10 到 100 倍。他们经过估算认为，植物每年产生的甲烷占到世界甲烷生成量的 10% 到 30%。行星中发现甲烷据国外媒体报道，美国天文学家 19 日宣布，他们首次在太阳系外一颗行星的大气中发现了甲烷，这是科学家首次在太阳系外行星探测到有机分子，从而增加了确认 太阳系外存在生命的希望。该小组还证实了先前的猜测，即这颗名叫 HD 189733b 的行星的大气中有水。

甲烷是创造适合生命存在的条件中，扮演重要角色的有机分子。美国宇航局喷气推进实验室的天文学家，利用绕轨运行的“哈勃”太空望远镜得到了一张行星大气的红外线分光镜图谱，并发现了其中的甲烷痕迹。

行星 HD 189733b 位于狐狸座，距地球 63 光年，是一类叫做“热木星”大行星，其表面灼热，不可能存在液态水。HD 189733b 围绕其恒星转一圈只需两天。由于距离恒星太近，这颗行星表面温度高达 900°C （1650 华氏度），足以把银子融化。

不过，值得注意的是探测到甲烷。这种方法可以沿用到环绕所谓的“可居住区”(Goldilocks Zone) 中温度较低的恒星运转的其它行星，“可居住区”不冷也不热，正好适合孕育生命。

学习目标 & 重难点	1. 简单认识有机物的概念 2. 学习甲烷的物质结构和性质 3. 类推烷烃的基本性质
	甲烷的结构和基本性质



根深蒂固

一、有机物

1. 定义：含有碳元素的化合物为有机物。

少数含碳化合物如 CO 、 CO_2 、碳酸、碳酸盐、金属碳化物、氰化物、硫氰化物等，因它们的组成与性质跟无机物相似，故仍属无机物。也就是说，有机物一定含碳元素，但含碳元素的物质不一定是有机物。且有机物都是化合物，没有单质。

2. 组成元素：主要元素碳，其他元素氢、氧、氮、磷、硫、卤素等

3. 有机物的结构特点

- (1) 每个碳原子可形成四个共价键
- (2) 碳原子之间或与其他原子可形成各式链
- (3) 有机物大多都存在同分异构现象

4. 有机物结构的表达形式：

(1) 分子式：用元素符号表示纯净物（单质、化合物）分子的组成及相对分子质量的化学式。即有机物分子里所含元素的种类及各原子的数目

(2) 电子式：用小黑点或者其他记号(如 X)表示原子的最外层电子数的式子。用“:”可表示共用电子对（共价键）

(3) 结构式：用元素符号和短线表示化合物（或单质）分子中原子的排列和结合方式的式子。有机物中用短线“—”表示共用电子对（共价键），一条短线就是一个共价单键，两条就是双键，三条就是三键

(4) 结构简式：把结构式中的单键省略之后的一种简略表达形式

(5) 键线式：只用键线来表示碳架。每个线段的端点都是 C，C 要构成 4 个键保持稳定，键数不够的用 H 来补齐

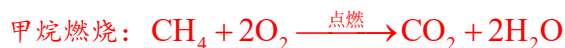
例如：乙烯的分子式： C_2H_4 ；电子式： $\text{H}:\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{C}}:\text{H}$ ；结构式： $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{H}$ ；

结构简式： $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ；键线式： $=$ 。

5. 有机物与无机物没有严格的界限。

思考：有机物和无机物之间可以通过化学反应相互转化，该事实可以说明有机物和无机物没有严格的界限。请举例。

【答案】1828 年德国化学家韦勒(F.Wohler)将氰酸铵的水溶液加热得到了尿素。



6. 有机物与无机物的区别

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	多数耐热，熔点一般较高
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	一般副反应少，反应速率较快

7. 烃：仅含碳和氢两种元素的有机物称为碳氢化合物，又叫烃（音 tīng “碳”、“氢”二字连读）。取碳的“火”字旁和氢的“气”，合成一个字。

二、石油

1. 石油的形成：石油是由远古时代的海洋或湖泊中的动植物遗体在地下经过漫长复杂的变化而形成的黏稠状液体。

2. 石油的组成

元素组成：主要含有碳、氢两种元素。少量氮、氧、硫。微量磷、钾、硅、镁等元素

物质组成：碳氢化合物。各种烷烃、环烷烃、芳香烃组成的混合物

3. 石油的炼制与加工

(1) 石油的分馏：

原理：依据混合物中各物质沸点不同

产物：主要是轻质燃料（如汽油、煤油等）、重油。

(2) 热裂化与催化裂化

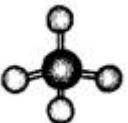

原理：使分子中碳原子数较多的烃成为碳原子数较少的烃。

产品：汽油、煤油等燃料

(3) 催化重整

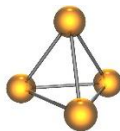
三、甲烷

1. 甲烷的结构

分子式	电子式	结构式	空间构型	球棍模型	比例模型
CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	正四面体 键角：109°28′		

思考：甲烷的分子结构和白磷的分子结构都为正四面体，两者一样吗？

【答案】两者并不一样。甲烷是以碳原子为体心，4个氢原子在正四面体的顶点上，4个C—H键完全相同；白磷的4个P原子都在正四面体的顶点上。



2. 物理性质:

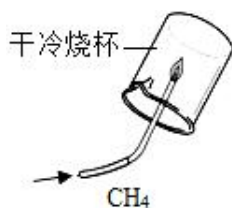
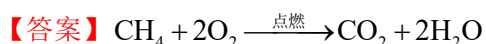
无色, 无味的气体, 不溶于水, 密度比空气小, 是天然气、沼气(坑气)、瓦斯和石油气的主要成分(天然气中按体积计, CH_4 占 80%-97%)。熔点为 -182.5°C , 沸点为 -164°C 。

3. 化学性质:

(1) 稳定性: 甲烷在一般情况下与强酸、强碱、强氧化剂等都不起反应, 也不能使溴水或高锰酸钾溶液褪色。

(2) 可燃性(氧化反应)

化学方程式为: _____



现象: 甲烷气体安静地燃烧, 火焰呈淡蓝色; 烧杯内壁上有水生成; 澄清的石灰水变浑浊。

【注意】①甲烷点燃前必须和氢气一样检验纯度(空气含甲烷 5%~15% 会爆炸)。

②煤层中的甲烷(瓦斯)在煤坑聚集, 为了防止发生爆炸事故, 可采取通风、严禁烟火等安全措施。

③常温下燃烧是体积减小的反应, 100°C 以上完全燃烧, 反应前后体积不变。

(3) 高温分解:

化学反应方程式为: _____



炭黑用于橡胶工业, H_2 用于合成氨、合成汽油等工业。

(4) 取代反应:

①概念: 有机物分子里某些原子或原子团被其他原子或原子团所代替的反应叫取代反应。

②甲烷与氯气的取代反应。

【实验装置】如右图所示:

【实验现象】a 量筒内 Cl_2 的黄绿色逐渐变浅, 最后消失。

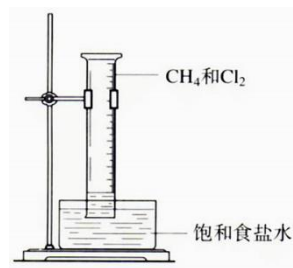
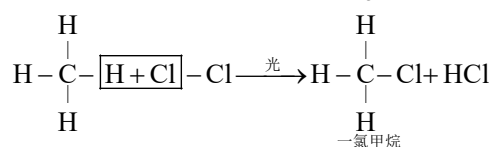
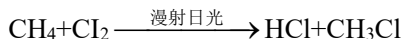
b 量筒内水面上升。

c 量筒内壁出现了油状液滴。

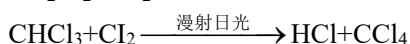
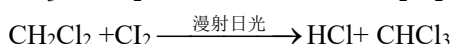
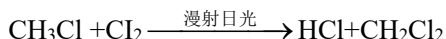
d 量筒内产生白雾

无光照时, 无明显现象; 光照时, “色变浅、液上升、出油滴、生白雾”。

【反应原理】甲烷与氯气反应的化学方程式为:



【说明】在反应中 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、三氯甲烷和四氯化碳(四氯甲烷)。



注意：

a. 卤素为纯卤素（非水溶液），反应必须有条件，反应是逐步进行的。且反应后的产物为混合物，不能用来制备单独的一个产物

b. 甲烷的四种氯代产物都不溶于水，

c. 常温下， CH_3Cl 是气体，其余都是无色油状液体。三氯甲烷（氯仿）和四氯甲烷（四氯化碳）是工业重要的溶剂，四氯化碳还是实验室里常用的溶剂、灭火剂，氯仿与四氯化碳常温常压下的密度均大于 $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，即比水重。它们均不溶于水。

d. 四种卤代烃的比较

名称	一氯甲烷	二氯甲烷	三氯甲烷	四氯甲烷
状态	常温时为气态	常温时均为液态		
俗称	——	——	氯仿	四氯化碳
结构式	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$
空间构型	都是四面体			正四面体
分子极性	都是极性分子			非极性分子
密度	——		都比水大	
用途	麻醉剂	——	溶剂	溶剂、灭火剂

思考 1: $V_{\text{甲烷}} : V_{\text{氯气}} = 1:1$ 时，产物除了 HCl 以外，是不是只有一氯甲烷？

【答案】 $V_{\text{甲烷}} : V_{\text{氯气}} = 1:1$ 时，不一定只有一氯甲烷，可能四种产物同时生成

思考 2: 当 $n_{\text{甲烷}} : n_{\text{氯气}}$ 取值为多少的时候，产物除了 HCl ，一定四种产物都有？

【答案】 $n_{\text{甲烷}} : n_{\text{氯气}} > 1:4$ 时，一定产生四种产物

思考 3: 参加反应的氯气和产物中哪种物质的量是一样的？生成物中哪种物质的量是最多的？

【答案】 $n_{\text{氯气}} = n_{\text{HCl}}$ ；生成物中 HCl 最多

③取代反应与置换反应比较如表

	取代反应	置换反应
定义	有机物分子里的某些原子或原子团被其它原子或原子团所代替的反应	一种单质和一种化合物左右生成另一种单质和化合物的反应
实例	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{水}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$
反应物与产物	反应物、产物中不一定有单质	反应物、产物中一定有单质
反应条件	反应能否进行受催化剂、温度、光照等外界条件影响较大	在水溶液中进行的置换反应遵循金属或非金属活动性的顺序
反应过程	逐步取代，很多反应是可逆的	反应一般单项进行
电子得失	不一定发生电子转移	一定有电子转移，一定发生氧化还原反应

【练一练】

1. 1mol 甲烷与氯气完全取代，需要多少 mol 的氯气？

【答案】4mol

2. 将 1mol 甲烷和 4mol 的氯气发生取代反应，待反应完全后，测得四种有机取代物的物质的量相等，

(1) 得到的产物为_____

(2) 其中物质的量最多的产物是_____

【答案】(1) HCl、CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄； (2) HCl

3. 下列事实能说明甲烷分子是以碳原子为中心的的正四面体结构的是 ()

A. CH₃Cl 只有一种空间结构

B. CH₂Cl₂ 只有一种空间结构

C. CF₂Cl₂ 没有同分异构体

D. 四个 C—H 键完全相同

【答案】BC

4. 甲烷的实验室制法：

(1) 药品：无水醋酸钠和碱石灰混和加热

(2) 反应原理：
$$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{CaO}} \text{CH}_4 \uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$$

无水醋酸钠和 NaOH 混合共热时发生脱羧反应，即 -COOH 被 H 原子取代生成甲烷。

碱石灰中 CaO 的作用：①吸收水分；

②使混合物疏松，利于甲烷逸出；

③稀释 NaOH，防止高温下腐蚀玻璃。

(3) 发生装置：固固加热（同高锰酸钾制氧气、氯化铵制氨气）。

(4) 收集方法：排水法或向下排空气法。

【注意】

a. 必须用无水醋酸钠而不能用醋酸钠晶体，碱石灰及大试管均应是干燥的。

b. 不可加热温度过高，因高温发生副反应



5. 甲烷的用途

(1) 燃料——天然气的主要成分是甲烷，可直接作燃料

(2) 化工原料——高温分解制炭黑，用作燃料、油墨、油漆及橡胶的添加剂，氯仿和四氯化碳是重要的有机溶剂。

四、烷烃

1. 定义：碳原子之间都是以碳碳单键结合成链状，碳原子剩余的价键全部跟氢原子结合，这样的烃叫做饱和烃，又叫烷烃。最简单的烷烃是 CH_4 。

【注意】

(1) 烷烃中，C 原子的四个共价键除了以单键与 C 原子相互结合成碳链外，其余的共价键都和 H 原子结合（被 H 原子所饱和），氢原子的数目达到最大值。

(2) 环烷烃是由碳和氢两种元素组成而性质与烷烃相似的饱和碳环化合物，不是链状也不饱和，所以不属于烷烃。

2. 烷烃的通式： $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，($n \geq 1$, $n \in \mathbb{Z}$)

烷烃分子，随着碳原子数增多，分子组成的变化上有规律：每增加 1 个碳原子就同时增加 2 个氢原子。

3. 烷烃的结构

(1) 化学键类型：原子之间均以单键结合。

(2) 空间结构：碳原子之间以碳碳单键结合成链状，以任意一个碳原子为中心的连在该原子上的 4 个原子都形成四面体结构，所以烷烃中的碳原子并不在同一平面上。

(3) 烷烃 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 中，有 $n-1$ 个 C-C，有 $2n+2$ 个 C-H，总共有 $3n+1$ 个共价键。

【注意】a. 烷烃首先必须是烃，分子中只含有碳、氢两种元素。

b. 烷烃分子中碳原子与碳原子之间都是单键，碳剩余的价键全部跟氢原子结合，每个碳原子的化合价都已充分利用。

c. 链状，可能有支链。

d. 烷烃分子中，以任意一个碳原子为中心都是四面体结构，所以烷烃分子中的碳原子并不在同一条直线上，而是呈锯齿状排列，分子中各原子不可能都在同一平面上。也就是说，分子中只要含有以 4 个单键与其他原子成键的碳原子存在，该分子的所有原子不可能都在同一平面上。

4. 烷烃的物理性质

烷烃随着 C 原子数的增多，其物理性质呈现规律性的变化。

(1) 常温下，状态： $\text{C}_1\text{-C}_4$ 为气态， $\text{C}_5\text{-C}_{16}$ 为液态， C_{17} 以上为固态

特例：新戊烷在常温常压下也是气体。

(2) 熔沸点：增大

(3) 密度：增大，但均小于水的密度

(4) 水溶性：都不溶于水，但能溶于有机溶剂

思考：烷烃分子的熔沸点为什么会随着碳原子数的增大即相对分子质量的提高而升高呢？

【答案】由于随着相对分子质量的增大，分子之间的范德华力逐渐增大，从而导致烷烃分子的熔沸点逐渐升高。

5. 烷烃的化学性质：甲烷与其他烷烃结构的相似不仅表现在物理性质上的规律性变化，而且化学性质上也具有极大的相似性

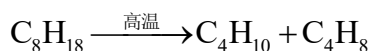
(1) 稳定性：通常情况下比较稳定，不与 $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 、酸、碱等反应。

(2) 可燃性：氧化反应：随着碳原子数的增多，燃烧越充分，火焰明亮，甚至伴有黑烟。

方程式：_____

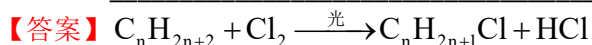
【答案】 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$

(3) 高温分解：在隔绝空气、高温条件下，烷烃可以发生裂解（或裂化）反应。



(4) 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。可逐步取代，生成多种卤代烃和卤化氢气体。

方程式：_____



6. 同系物

定义：结构相似，在分子组成上相差一个或若干个相同原子团的物质，互称为同系物。

甲烷、乙烷、丙烷等都是烷烃的同系物。

关于烷烃的知识，可以概括如下：

(1) 烷烃的分子中原子全部以单键相结合，它们的组成可以用通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 表示。

(2) 这一类物质成为一个系统，同系物之间彼此相差一个或若干个 CH_2 原子团，相对分子质量相差 $14n$ 。

(3) 同系物之间具有相似的分子结构，因此化学性质相似，物理性质则随分子量的增大而逐渐变化。

【练一练】

1. 下列分子式所表示的烃中，属于烷烃的是 ()

A. C_3H_6

B. C_4H_6

C. C_5H_{12}

D. C_6H_6

【答案】C

2. 下列关于同系物的叙述中，不正确的是 ()

A. 烷烃的同系物的分子式可用通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 表示

B. 互为同系物的有机物也互为同分异构体

C. 两个同系物之间的相对分子质量差为 14 或 14 的整数倍

D. 同系物间具有相似的化学性质

【答案】B



枝繁叶茂

题型 1：有机物相关概念辨析

例 1：下列物质中属于有机物的是 ()

- ①酒精； ②食盐； ③石墨； ④甲烷； ⑤红糖；
⑥水； ⑦一氧化碳； ⑧石灰石； ⑨食用油； ⑩醋酸
A. ①②④⑤⑨ B. ①④⑤⑨⑩ C. ①③④⑤⑦⑧⑨⑩ D. ①④⑤⑥⑩

【难度】★

【答案】B

变式 1：下列说法正确的是 ()

- A. 凡是含有碳元素的化合物都是有机物
B. 某有机物燃烧后生成 CO_2 和 H_2O ，所以它的组成中一定含有碳、氢和氧三种元素
C. 多数有机物受热时容易分解，而且容易燃烧，可利用这一性质来区别有机物和无机物
D. 有机物和无机物性质差别很大，所以无机物不能转变为有机物，有机物也不能转变为无机物

【难度】★★

【答案】C

变式 2：烃是 ()

- A. 含有 C、H 元素的有机物 B. 含有 C 元素的化合物
C. 仅由 C、H 两种元素组成的有机物 D. 完全燃烧只生成 CO_2 和 H_2O 的化合物

【难度】★

【答案】C

题型 2：甲烷的性质

例 2：甲烷是天然气的主要成分，是高效、低耗、污染小的清洁能源。下列有关甲烷的说法正确的是 ()

- A. 甲烷燃烧，火焰明亮，冒黑烟
B. 物质的量 1:1 的甲烷与氯气发生取代反应时，生成物只有 CH_3Cl 和 HCl
C. 0.5mol 甲烷完全燃烧时消耗氧气最多为 1mol
D. 甲烷分子中的所有原子均满足最外层 8 电子结构

【难度】★

【答案】C

变式 1：下列叙述错误的是 ()

- A. 点燃甲烷不必像点燃氢气那样事先验纯
B. 甲烷燃烧能放出大量的热，所以是一种很好的气体燃料
C. 煤矿的矿井要注意通风和严禁烟火，以防爆炸事故的发生
D. 如果隔绝空气将甲烷加热到 1000℃ 以上，甲烷分解生成炭黑和氢气

【难度】★★

【答案】A

例 3：1mol 甲烷和氯气在光照下反应生成相同物质的量的 4 种取代产物，则消耗氯气的物质的量是 ()

- A. 5mol B. 2.5mol C. 2mol D. 1mol

【难度】★★ 【答案】B

变式 1: 在光照条件下, 将等物质的量的甲烷和氯气混合充分反应后, 得到产物物质的量最大的是 ()

- A. CH_3Cl B. CHCl_3 C. CCl_4 D. HCl

【难度】★★

【答案】D

变式 2: 若甲烷与氯气以物质的量之比 1:1 混合, 在光照下得到的取代产物是 ()

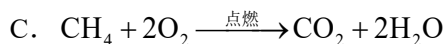
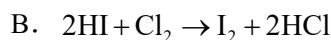
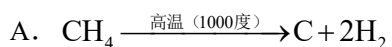
- ① CH_3Cl ② CH_2Cl_2 ③ CHCl_3 ④ CCl_4

- A. 只有① B. 只有③ C. ①②③的混合物 D. ①②③④的混合物

【难度】★★

【答案】D

变式 3: 下列反应属于取代反应的是 ()



【难度】★★

【答案】D

例 4: 实验室制取甲烷时, 所采用的发生和收集装置是 ()

①具有双孔塞; 导管及分液漏斗的烧瓶、酒精灯; ②瓶口向上的集气瓶;

③盛满水的倒置与水槽的集气瓶; ④具有单孔塞及导气管的大试管、酒精灯。

- A. ③ B. ①② C. ③④ D. ②④

【难度】★★

【答案】C

变式 1: 将醋酸钠晶体($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)与干燥的碱石灰按一定的质量比混合后加热, 几乎没有得到甲烷气体。此次实验失败的原因是 ()

A. 用了醋酸钠晶体, 应该用无水醋酸钠

B. 加热的温度不够高

C. 不能按质量比将反应物混合

D. 碱石灰过于干燥, 实验效果反而不好

【难度】★★

【答案】A

变式 2: 实验室制取 CH_4 的发生装置还可以用来制取的气体是 ()

A. HCl 、 Cl_2

B. H_2S 、 CO_2

C. NH_3 、 O_2

D. H_2 、 SO_2

【难度】★★

【答案】C

题型 3: 烷烃的结构与性质

例 5: 下列分子式所表示的烃中, 属于烷烃的是 ()

A. C_3H_6

B. C_4H_6

C. C_5H_{12}

D. C_6H_6

【难度】★

【答案】C

变式 1: 某烷烃含 200 个氢原子, 则该烃的分子式是 ()

A. $C_{97}H_{200}$

B. $C_{98}H_{200}$

C. $C_{99}H_{200}$

D. $C_{100}H_{200}$

【难度】★★

【答案】C

变式 2: 某直链烷烃分子里有 m 个氢原子, 则含有的碳原子数为 ()

A. $m-2$

B. $\frac{m}{2}$

C. $\frac{m}{2}-2$

D. $\frac{m}{2}-1$

【难度】★★

【答案】D

例 6: 下列化学性质中, 烷烃不具备的是 ()

A. 一定条件下发生分解反应

B. 可以在空气中燃烧

C. 与 Cl_2 发生取代反应

D. 能使高锰酸钾溶液褪色

【难度】★★

【答案】D

变式 1: 下列烷烃的沸点是: 甲烷, $-162^{\circ}C$; 乙烷, $-89^{\circ}C$; 丁烷, $-1^{\circ}C$; 戊烷, $+36^{\circ}C$ 。根据以上数字推断丙烷的沸点可能是 ()

A. 约 $-40^{\circ}C$

B. 低于 $-162^{\circ}C$

C. 低于 $-89^{\circ}C$

D. 高于 $+36^{\circ}C$

【难度】★★

【答案】A

题型 4: 简单计算和实验

例 7: 标准状况下, 含 11.2L 甲烷与 22.4L 氧气的混合气体完全燃烧后恢复到标准状况时, 它的体积为 ()

A. 11.2L

B. 22.4L

C. 33.6L

D. 44.8L

【难度】★★

【答案】A

变式 1: 有 6mL CH_4 和 CO 的混合气体, 完全燃烧恰好用去 6mL O_2 , 则此混合物中 CH_4 和 CO 的体积比是 ()

A. 1:1

B. 1:2

C. 2:1

D. 任意比

【难度】★★

【答案】B

变式 2: 甲烷和氢气混合气体 10mL, 完全燃烧后生成 6mL 二氧化碳气体 (气体体积在相同状况下测得), 则混合气体中, 甲烷和氢气的体积比约为 ()

A. 1:2

B. 2:3

C. 3:1

D. 3:2

【难度】★★

【答案】D

例 8: 一定量的甲烷燃烧后得到 CO 、 CO_2 和水蒸气三种产物, 此混合气体的质量为 49.6 g, 当其缓慢通过无水 CaCl_2 时, CaCl_2 增重 25.2 g, 则:

- (1) 三种产物混合气体中的 CO 物质的量为_____mol;
- (2) 将产物混合气体中的 CO_2 通入足量澄清石灰水中得沉淀_____g;
- (3) 要使得此甲烷完全燃烧还需 O_2 的物质的量为_____mol。

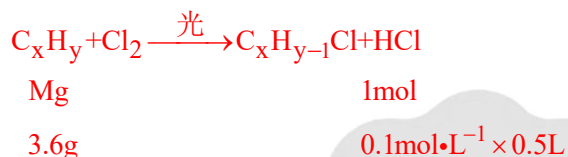
【难度】★★【答案】0.4 30 0.2

变式 1: 3.6g 某链烃和 Cl_2 发生取代反应, 控制反应条件使其仅生成一氯代物, 将反应生成的气体用 NaOH 溶液吸收恰好和 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液 500mL 完全反应, 试解答下列问题:

- (1) 求该烃的分子量;
- (2) 若该烃既不能使 KMnO_4 溶液褪色, 又不能使溴水褪色, 试求该烃的分子式。

【难度】★★【答案】72 C_5H_{12}

【解析】(1) 设该烃的分子式为 C_xH_y , 则:



$$M: 3.6 = 1: 0.05 \quad M = 72$$

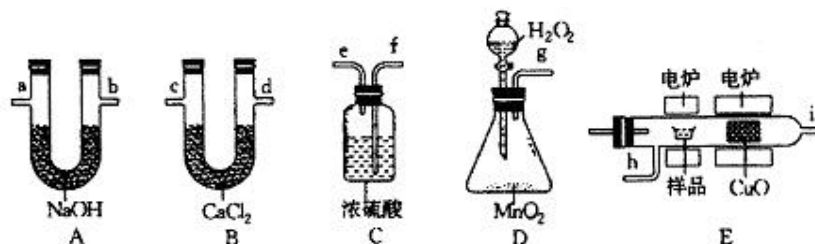
- (2) 由题意知该烃是烷烃, 由其通式为: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

$$\text{可得: } 14n + 2 = 72 \quad n = 5. \quad \text{即该烃分子式为 } \text{C}_5\text{H}_{12}$$

变式 2: 室温时, 20mL 某气态烃与过量的氧气混合, 完全燃烧后的产物通过浓硫酸, 再恢复到室温, 气体体积减少了 60mL, 剩余气体再通过氢氧化钠溶液, 体积又减少了 40mL。求该气态烃的化学式。

【难度】★★【答案】 C_2H_6

例 9: 化学上常用燃烧法确定有机物的组成, 这种方法是在电炉加热时用纯氧气氧化管内样品, 根据产物的质量确定有机物的组成, 下图装置是用燃烧法确定有机物分子式常用的装置。试回答下列问题:



- (1) 产生的氧气按从左到右流向, 所选装置各导管的连接顺序是_____。
- (2) C 装置中浓硫酸的作用是_____。
- (3) D 装置中 MnO_2 的作用是_____。
- (4) 燃烧管中 CuO 的作用是_____。
- (5) 若准确称取 0.90 g 样品(只含 C、H、O 三种元素中的两种或三种), 经充分燃烧后, A 管质量增加 1.32g, B 管质量增加 0.54g, 则该有机物的最简式为_____。
- (6) 要确定该有机物的分子式, 还要_____。

【难度】★★【答案】(1) g、f、e、h、i、c、d (d、c)、a、b (b、a)

- (2) 吸收水分, 得干燥纯净的氧气。
- (3) 催化剂, 加快产生氧气的速率。
- (4) 使有机物更充分氧化生成二氧化碳和水。
- (5) CH_2O
- (6) 测出有机物的分子量。

变式 1: 由某种气体发生装置导出的气体为甲烷、一氧化碳、氢气中的一种, 下列判断中正确的是 ()

- A. 将气体通入 KMnO_4 溶液, 溶液颜色无变化, 该气体一定是甲烷
 B. 在导管口点燃该气体, 火焰呈浅蓝色, 用干燥的冷烧杯罩在火焰上方, 杯壁有水滴产生, 该气体一定是甲烷
 C. 点燃该气体, 火焰呈浅蓝色, 用沾有澄清石灰水的冷烧杯罩在火焰上方, 烧杯壁上有有色物质产生, 该气体一定是甲烷
 D. 若上述 B、C 的现象均出现了, 则可判断该气体一定是甲烷

【难度】★★

【答案】D



瓜熟蒂落

1. 下列物质中, 属于有机物的是 ()

- A. 二氧化碳 B. 尿素 C. 蔗糖 D. 碳酸氢铵

【难度】★

【答案】BC

2. 大多数有机物分子里的碳原子与碳原子或碳原子与其他原子相结合的化学键是 ()

- A. 只有非极性键 B. 只有极性键
 C. 有非极性键和极性键 D. 只有离子键

【难度】★

【答案】C

3. 各地环保部门为了使城市生活垃圾得到合理利用, 近年来逐步实施了生活垃圾分类投放的办法。其中塑料袋、废纸、旧橡胶制品等属于 ()

- A. 无机物 B. 有机物 C. 盐类 D. 非金属单质

【难度】★

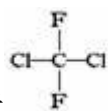
【答案】B

4. 下列对于石油的叙述中错误的是 ()

- A. 石油是远古时代动植物遗体在地壳下经漫长复杂的变化而生成
 B. 石油主要含 C、H 两种元素, 还含有少量的 N、O、S 等元素
 C. 石油是一种深色的纯净液体, 它有固定的熔点与沸点
 D. 中还含有一定量的水和无机盐

【难度】★

【答案】C



5. 关于 CCl_2F_2 (商品名称为氟利昂-12) 的叙述正确的是 ()

- A. 有两种同分异构体 B. 是平面型分子
 C. 只有一种结构 D. 为正四面体结构

【难度】★★

【答案】C

6. 下列微粒中, 与甲烷分子具有相同质子数和相同电子数的是 ()

- A. NH_3 B. H_2O C. NH_4^+ D. OH^-

【难度】★★

【答案】AB

7. 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, 改成燃液化石油气, 应采取的正确措施是 ()

- A. 两种气体进入量都减少 B. 增大空气进入量或减小液化气进入量
C. 两种气体进入量都增大 D. 减小空气进入量或增大液化气进入量

【难度】★★

【答案】B

8. 下列甲烷的氯代物中, 常温下是气体的是 ()

- A. CH_3Cl B. CH_2Cl_2 C. CHCl_3 D. CCl_4

【难度】★

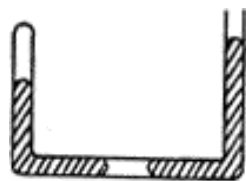
【答案】A

9. 如图所示, 一端封闭的 U 形管, 封闭的一端有一段 CH_4 和 Cl_2 的混合气体, 在水平部分有一段气柱, 其他两段为液柱, 已知液体与气体不反应。使 CH_4 和 Cl_2 在稍暗的光线下缓慢反应, 则中间气柱的长度将 (假设中间气柱未移出 U 形管水平部分) ()

- A. 变大 B. 变小 C. 不变 D. 难以确定

【难度】★★

【答案】A



10. 氯仿在空气中存放会被氧化, 反应式为 $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{COCl}_2 + 2\text{HCl}$, 若要检验氯仿是否变质, 可选用的试剂是 ()

- A. 淀粉 KI 试纸 B. 氯气 C. NaOH 溶液 D. AgNO_3 溶液

【难度】★★

【答案】D

11. 有一类组成最简单的有机硅化物叫硅烷, 它的分子组成与烷烃相似。则下列说法中错误的是 ()

- A. 硅烷的分子通式可表示为 $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ B. 甲硅烷 (SiH_4) 燃烧生成 SiO_2 和 H_2O
C. 甲硅烷的沸点高于甲烷 D. 甲硅烷的稳定性比 CH_4 强

【难度】★★

【答案】D

12. 阅读下列短文, 完成以下 4 题

英国国家海洋学中心于 2009 年 8 月 14 日发布新闻公报说, 中心的研究人员及其同行利用声呐等手段探测到北极海洋中存在大量甲烷气泡, 证实了全球变暖会使海底释放大量甲烷的说法。研究人员认为, 这些甲烷可能会反过来加剧全球变暖。

(1) 已知天然气的主要成分 CH_4 是一种会产生温室效应的气体，等物质的量的 CH_4 和 CO_2 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. ①②③ B. 只有① C. ①和② D. 只有③

(2) 可燃冰又称天然气水合物，它是海底的高压、低温条件下形成的，外观像冰。其化学式为 $8\text{CH}_4 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$ ，1 体积可燃冰可贮载 100~200 体积的天然气。下面关于可燃冰的叙述不正确的是 ()

- A. 可燃冰有可能成为人类未来的重要能源
- B. 可燃冰是一种比较洁净的能源
- C. 可燃冰提供了水可能变成油的例证
- D. 可燃冰的主要可燃成分是甲烷

(3) 下列事实、事件、事故中与甲烷无关的是 ()

- A. 天然气的主要成分
- B. 造成“光化学烟雾”的气体
- C. “西气东输”工程
- D. 煤矿中的瓦斯爆炸

(4) 下列叙述中正确的是 ()

- A. 在通常情况下，甲烷与高锰酸钾等强氧化剂不反应，与强酸、强碱也不反应
- B. 甲烷燃烧能放出大量的热，所以它是一种很好的气体燃料，但点燃甲烷不必像点燃氢气那样事先验纯
- C. 甲烷分子是空间正方体结构，甲烷分子中 4 个碳氢键是完全等同的
- D. 1 mol CH_4 与 4 mol Cl_2 发生取代反应后，测得四种有机取代物的物质的量相等

【难度】★

【答案】C C B A

13. 鉴别 H_2 、 CO 和 CH_4 三种无色气体的方法正确的是 ()

- A. 比较三种气体的密度大小
- B. 比较三种气体的溶解性
- C. 鉴别三种气体燃烧后的产物
- D. 将三种气体分别通过灼热的 CuO

【难度】★

【答案】C

14. 下列关于同系物的叙述中，不正确的是 ()

- A. 烷烃的同系物的分子式可用通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 表示
- B. 互为同系物的有机物也互为同分异构体
- C. 两个同系物之间的相对分子质量差为 14 或 14 的整数倍
- D. 同系物间具有相似的化学性质

【难度】★

【答案】B

15. 在同一系列中，所有的同系物都具有 ()

- A. 相同的相对分子质量
- B. 相同的物理性质
- C. 相似的化学性质
- D. 相同的最简式

【难度】★

【答案】C

16. 下列有关烷烃的叙述中, 不正确的是 ()
- A. 在烷烃分子中, 所有的化学键都为单键
B. 所有的烷烃在光照条件下都能与 Cl_2 发生取代反应
C. 烷烃的分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 符合该通式的烃不一定是烷烃
D. 随着碳原子数的增加, 烷烃的熔沸点逐渐升高

【难度】★★

【答案】C

【解析】烷烃中的碳碳键、碳氢键均为单键; 烷烃都能与 Cl_2 发生取代反应, 这是烷烃的主要特性之一; 随着碳原子数的增加, 烷烃的分子间作用力增大, 使其溶沸点逐渐升高; 因分子通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 中的氢原子已达饱和, 故符合 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的有机物只可能是烷烃。

17. 下列性质不属于烷烃性质的是 ()
- A. 它们燃烧时生成 CO_2 和 H_2O
B. 它们都溶于水
C. 它们能跟卤素发生取代反应
D. 通常情况下, 它们跟酸、碱和氧化剂都不反应

【难度】★

【答案】B

18. 用下列结构简式表示的物质属于烷烃的是 ()
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$
B. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
D. $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$

【难度】★

【答案】B

19. 下列性质中属于烷烃特征性质的是 ()
- A. 燃烧产物只有二氧化碳和水
B. 分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 与氯气发生取代反应
C. 它们是非电解质
D. 它们几乎不溶于水

【难度】★

【答案】B

20. 下列有关同系物的叙述中错误的是 ()
- A. 同系物一定具有相同的最简式
B. 同系物符合同一个分子式的通式
C. 相邻同系物彼此在组成上相差一个 CH_2 原子团
D. 同系物化学性质基本相似, 物理性质随碳原子数增加而有规律性地变化

【难度】★★

【答案】A

21. 经测定, 一瓶气体中只含有 C、H 两种元素, 通常情况下这瓶气体不可能是 ()
- A. 一种化合物
B. 一种单质和一种化合物的混合物
C. 两种化合物
D. 两种单质

【难度】★★

【答案】D

22. C_2H_6 、 C_2H_4 、 C_2H_2 三种烃充分燃烧, 生成水的质量相等时, 它们生成的二氧化碳的质量比是 ()
- A. 1:2:3
B. 2:3:6
C. 1:3:6
D. 2:3:4

【难度】★★

【答案】B

23. 某有机物在氧气里充分燃烧, 生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量之比为 1:1, 由此可得出该有机物 ()
- A. 分子中 C、H、O 的原子个数比为 1:2:3 B. 分子中 C 和 H 的原子个数比为 1:2
- C. 分子中肯定含有氧原子 D. 分子中可能含有氧原子

【难度】★★

【答案】B

24. 120°C 、 101.3kPa , 甲烷 (CH_4) 和过量的 O_2 的混合物, 用电火花引燃 ($\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$) 后, 恢复到原来的温度和压强, 测得反应后气体密度为相同条件下 H_2 密度的 15 倍, 则原混合气体中甲烷和氧气的体积比为 ()
- A. 2:1 B. 1:2 C. 1:7 D. 7:1

【难度】★★

【答案】C

25. 两种气态烷烃的混合物, 在标准状况下其密度为 1.16 g/L , 则关于此混合物组成的说法正确的是 ()
- A. 一定有甲烷 B. 一定有乙烷
- C. 可能是甲烷和戊烷的混合物 D. 可能是乙烷和丙烷的混合物

【难度】★★

【答案】A

【解析】该混合烃的平均相对分子质量为 $1.16 \times 22.4 = 26$ 。甲烷是相对分子质量最小的烷烃, 相对分子质量为 16, 其他烷烃相对分子质量大于 26, 所以组成中一定有甲烷, 该混合物是甲烷和某气态烷烃的混合物。乙烷、丙烷为气体, 戊烷为液体。

26. 将 O_2 、 CH_4 、 Na_2O_2 置于密闭容器中, 在 250°C 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 , 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

【难度】★★

【答案】C

27. 将含有 O_2 和 CH_4 的混合气体置于盛有 $23.4\text{ g Na}_2\text{O}_2$ 的密闭容器中, 电火花点燃, 反应结束后, 容器内的压强为零 (150°C), 将残留物溶于水, 无气体产生。下列叙述正确的是 ()
- A. 原混合气体中 O_2 和 CH_4 的体积比为 2:1 B. 残留物只有 Na_2CO_3
- C. 原混合气体中 O_2 与 CH_4 的物质的量之比为 1:4 D. 残留物只有 Na_2CO_3 和 NaOH

【难度】★★

【答案】D

28. 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) 1L 烷烃 D 的蒸气完全燃烧时, 生成同温、同压下 15L 水蒸气_____。
- (5) 1g 烷烃 E 完全燃烧时, 消耗标准状况下的氧气 2.464L _____。

【难度】★★

【答案】 C_5H_{12} $\text{C}_{99}\text{H}_{200}$ $\text{C}_{26}\text{H}_{54}$ $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ C_7H_{16}

29. 已知某种气态矿物燃料含有碳和氢两种元素。为了测定这种燃料中碳和氢两种元素的质量比,可将气态燃料放入足量的氧气中燃烧,并使产生的气体先通入盛有干燥剂的干燥管后通过盛有石灰水的广口瓶,得到如下表所列的实验结果(假设产生的气体完全被吸收)。

	实验前	实验后
(干燥剂+U形管)的质量	101.1g	102.9g
(石灰水+广口瓶)的质量	312.0g	314.2g

根据实验数据回答下列问题:

(1) 实验完毕后,生成水的质量为_____g,假设广口瓶里盛有足量的澄清石灰水,则生成的 CO_2 质量为_____g。

(2) 气态矿物燃料中碳元素与氢元素的质量比为_____,物质的量比_____。

【难度】★★

【答案】(1) 1.8, 2.2 (2) 1: 3, 4:1

30. 某研究小组为了探究甲烷和氯气反应的情况,设计了几个实验。请填写下列空白:

【实验一】用如图所示装置,排水法收集一试管甲烷和氯气的混合气体,光照后观察到量筒内形成一段水柱,认为有氯化氢生成。

(1) 该反应的化学方程式为_____;(只写第一步)

(2) 水槽中盛放的液体最好为_____;(填标号)

A. 水

B. 饱和石灰水

C. 饱和食盐水

D. 饱和 NaHCO_3 溶液

【实验二】用排蒸馏水法收集一试管甲烷和氯气的混合气体,光照反应后,滴加 AgNO_3 溶液,看到有白色沉淀生成,认为有氯化氢生成。

(3) 该实验设计的错误之处_____;

【实验三】

步骤一: 收集半试管氯气,加入 10 mL 蒸馏水,充分振荡,采用 DIS 系统的 pH 传感器测溶液的 pH(下同)。测得 $\text{pH} = 3.26$ 。

步骤二: 收集一试管甲烷和氯气的混合气体(各占 50%),在 40 W 的日光灯下光照 6 min 后,加入 10 mL 蒸馏水,充分振荡,测得 $\text{pH} = 1.00$ 。

(4) 判断该反应中有氯化氢生成的依据是_____;

(5) 假设氯气完全参与反应,且不考虑氯气溶解于水。往反应后的溶液中加水稀释到 100.00 mL,取 20.00 mL 稀释液,加入 10.00 mL 浓度为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液恰好完全反应,则试管中原有氯气在标准状况下的体积为_____mL。

【难度】★★

【答案】(1) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ (2) C (3) 用排蒸馏水法收集的甲烷气体混有水蒸气,氯气溶于水会产生 Cl^- ,无法证明生成的白色沉淀是由于产生的 HCl 导致的。

(4) 溶液酸性变强

(5) 11.2

