

# 魔法化学同步新课堂——高二化学(下册)(教师用书)

陈伦 主编

长征出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

魔法化学同步学与练·高二/穆振永,王永庆主编. —北京:长征出版社, 2004  
教师用书  
ISBN 7-80015-986-8

. 魔... . 穆... 王... . 化学课—高中—教学参考资料 .  
G633.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 032949 号

魔 法 化 学 同 步 学 与 练 高 二 下

主创设计 / 魔法教育发展研究中心  
电 话 / 010 - 80602977  
网 址 / [http: www.magic365.com](http://www.magic365.com)

出 版 / 长征出版社  
(北京市西城区阜外大街 34 号 邮编: 100832)  
行销企划 / 北京九恒世纪文化有限公司  
(服务热线: 010 - 80602977)  
经 销 / 全国新华书店  
印 刷 /  
开 本 / 880 × 1230 1/16  
字 数 / 4032 千字  
印 张 / 126 印张  
版 次 / 2005 年 1 月第 1 版  
印 次 / 2005 年 1 月第 1 次印刷  
书 号 / ISBN 7-80015-986-8 / G · 298  
全套定价 / 158.00 元

版权所有 · 侵权必究

## 第五章

## 烃

## 第一节 甲烷

## 教学建议

## 突出重点

本节教学内容中,甲烷的取代反应是重点。如何突出此重点,提3点教学建议。

(1)以实验为主导。通过实验,使学生自己得出结论。实验内容可适当发散开来,以进行对比。以下发散方向供参考:

完成【实验5-2】后,引导学生设计另外4套对比实验。一是将等体积混合的甲烷和氯气置于阴暗处,观察实验现象;二是将等体积混合的甲烷和氯气置于强光下直射,或点燃镁条助射(注意实验安全),观察实验现象;三是将氢气和氯气等体积混合置于日光下照射(注意实验安全);四是将氢气和氧气等体积混合置于日光下照射。

以上实验内容,建议不要直接给出,而是启发或引导学生自己设计实验,培养学生的创新思维能力。关于实验的操作,建议由学生完成,或是师生合作完成,使学生融入实验之中,训练学生动手操作能力。

(2)用 $\text{Br}_2(\text{g})$ 代替 $\text{Cl}_2(\text{g})$ ,引导学生书写甲烷的溴代反应方程式,培养学生的类比思维能力。

(3)将甲烷通入氯水中,比较氯气与氯水的差别,得出甲烷不能使卤水褪色的结论。

## 化解难点

本节教学,取代反应概念的理解是难点。如何理解,如何记忆?很关键!

记忆,建议用简约法——启发学生自己将原概念进行浓缩。

理解,建议用例举法,举出实例,让学生判断是不是取代反应。使学生经历失败,在争论中理解取代反应的概念。只要实例设计的好,取代反应概念的教学,应该会成为一场不错的“大脑风暴”!

这样,学生肯定会有获得学习高峰的体验。

## 预习导引

问题1:据不完全统计,2003年我国煤窑坑道瓦斯爆炸多达23起。瓦斯的主要成分是什么,其爆炸是如何引起的?请你约几个同学,展开“大脑风暴”,分析如何才能防止煤窑坑道中的瓦斯爆炸,保障矿工们的生命安全。

问题2:市场上,常见商贩用1种液体黏结塑料。询问老师,师曰:此物一定是有机溶剂,常用的是氯仿。请你到实验室进行实验,探索氯仿对塑料的黏结作用。然后思考:氯仿( $\text{CHCl}_3$ )常用作塑料黏合剂,是何原理?

## 参考答案

1. 瓦斯的主要成分是 $\text{CH}_4$ 。空气中 $\text{CH}_4$ 体积分数达到爆炸极限,遇明火(烟火、火星等)就会发生爆炸:



预防瓦斯爆炸的主要措施有:

(1)严禁烟火、严禁金属的剧烈摩擦和碰撞产生火星;

(2)增强通风设施,保证通风良好;

(3)增加甲烷预警系统。

显然,增加甲烷预警系统是避免瓦斯爆炸,保障矿工生命安全的有力措施,也是最科学有待研究和开发的1种方法。

2. 氯仿是常用的有机溶剂,塑料是有机物,塑料能溶于有机溶剂氯仿。塑料溶解在氯仿中,可使塑料粘连,氯仿挥发后,黏结的塑料成为一体。——相似相溶原理。

## 知能互动

## 一、有机物和烃

1. 世界上绝大多数含\_\_\_\_\_的化合物,都是有机化合物(简称有机物)。

2. 有机物的种类很多,已达3 500多万种,无机物只有十几万种,其主要原因是:

(1)碳原子有\_\_\_\_\_个价电子,能与其他原子形成\_\_\_\_\_个共价键。

(2)碳链可长可短,短的只有一个或几个碳原子,长的可

以有几千个碳原子;且碳碳之间不仅可以形成\_\_\_\_\_键、\_\_\_\_\_键、\_\_\_\_\_键,还可以形成\_\_\_\_\_。

(3)有机物普遍存在同分异构现象,分子内碳原子数越多,其同分异构体越多。

3. 仅含\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种元素的有机物称为碳氢化合物,又称烃。最简单的烃是\_\_\_\_\_。

#### 二、甲烷的组成和结构

1. 甲烷的分子式为\_\_\_\_\_,电子式为\_\_\_\_\_,结构式为\_\_\_\_\_。用\_\_\_\_\_来表示\_\_\_\_\_共用电子的图示叫做结构式。

2. 甲烷的空间构型为正四面体,试画出甲烷的分子结构示意图。要求:

(1)虚线示型,实线示键;

(2)在原子所在位置写元素符号。

#### 三、甲烷的性质和用途

1. 甲烷的物理性质:甲烷又叫\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_,天然气的主要成分也是甲烷。通常甲烷是\_\_\_\_\_颜色、\_\_\_\_\_气味的气体,密度比空气\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_溶于水。

2. (1)甲烷的化学性质:通常条件下,甲烷的化学性质比较\_\_\_\_\_,与强氧化剂、强酸、强碱\_\_\_\_\_化学反应。

(2)在点燃、加热或光照条件下,甲烷会发生某些反应:

在空气中点燃甲烷,氧化产物是\_\_\_\_\_。

光照甲烷和氯气的混合物,生成物有\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_;常温常压下是气体的有\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,是液体的有\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

隔绝空气,将甲烷加热到1 000 \_\_\_\_\_,甲烷发生\_\_\_\_\_反应。

3. 甲烷的主要用途:\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_。(试写出2种)

#### 四、取代反应

\_\_\_\_\_分子里的某些原子或原子团被其他\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_所代替的反应叫做取代反应。

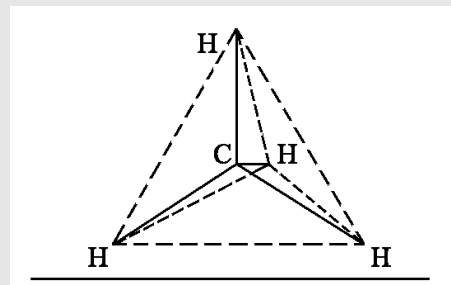
#### 参考答案

一、1. 碳

2. (1)4 4 (2)单 双 三 碳环 (3)碳 氢 甲烷

二、1.  $\text{CH}_4$   $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$  — 1对

2.



三、1. 沼气 坑气 没有 没有 小 极难  
2. (1)稳定 都不发生  
(2) 二氧化碳 一氯甲烷 二氯甲烷 三氯甲烷(氯仿) 四氯甲烷(四氯化碳) 氯化氢 HCl  
 $\text{CH}_3\text{Cl}$   $\text{CH}_2\text{Cl}_2$   $\text{CHCl}_3$   $\text{CCl}_4$  分解  
3. 用作燃料 用于生产炭黑  
四、有机物 原子 原子团

## 疑难解读

### 一、取代反应的概念

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叫做取代反应。

解读1:取代反应的概念可简约为:“某些”被其他“所代替”。——简约记忆法。

解读2:从概念来看,反应物中至少有1种有机物,可以是有机物和有机物间的反应,也可以是有机物和无机物间的反应,甚至可以是无机物和无机物生成有机物的反应,如合成尿素的反应:



(反应条件已略去,只有尿素是有机物,其反应也可以认为是有机反应),但绝对不可以是无机物和无机物生成无机物的反应。

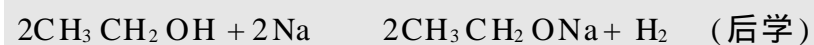
解读3:从概念来看,取代反应中的“代替”可能有以下几种形式:

(1)原子被原子所代替;(2)原子被原子团所代替;(3)原子团被原子团所代替;(4)原子团被原子所代替;(5)1个被1个所代替;(6)1个被几个所代替;(7)几个被1个所代替;(8)几个被几个所代替。

其中,“1个”或“几个”分别是指“1个原子”或“1个原子团”、“几个原子”或“1个原子团”。

解读4:1种单质和1种化合物反应生成另1种单质和另1种化合物的反应叫做置换反应。置换反应和有机取代反应很相似,但其区别也是明显的。

有的置换反应是取代反应,如



大部分取代反应不是置换反应,如甲烷和卤素的光卤代反应。

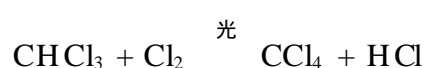
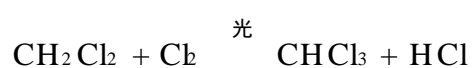
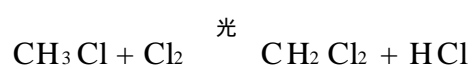
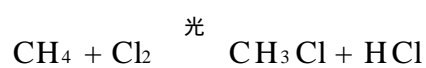
置换反应和取代反应的主要区别对比如下:

反应类型	置换反应	取代反应
反应物	反应物中有单质,且都是无机物	反应物中可以有单质,也可以没有单质,通常至少有1种是有机物
生成物	生成物中一定有单质	生成物中可以有单质,也可没有单质

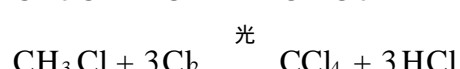
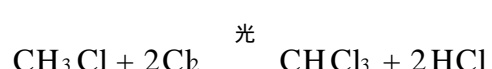
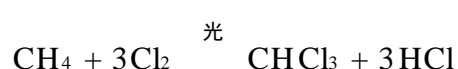
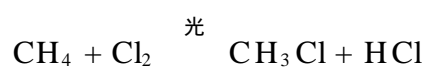
反应类型	置换反应	取代反应
反应条件	(1)高温下进行的还原反应(铝热反应等) (2)溶液中进行的还原反应(金属与酸、盐的置换反应)	受外界条件(温度、光照、催化剂等)的影响较大
反应速率	通常较快	一般较慢
反应程度	反应单向进行、不可逆	反应逐步进行、多数可逆

## 二、甲烷的取代反应和常见四面体的类型

教材将甲烷的光取代反应写为:



也可用下列形式表示:



.....

解读 1:有机反应方程式与无机反应方程式的主要区别有以下 2 点:

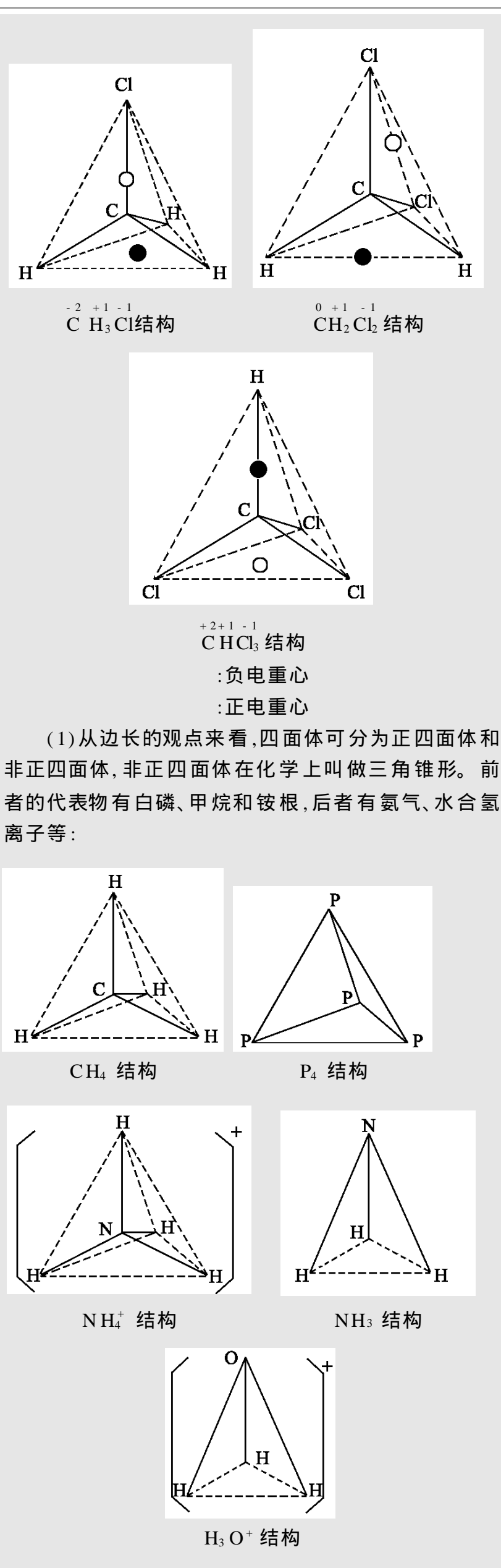
(1)表示反应的符号不同。无机反应用“ $\xrightarrow{\quad}$ ”,有机反应用“ $\xrightarrow{\text{光}}$ ”。

(2)反应物和生成物的写法不同。无机反应通常写分子式或化学式,而有机反应一般写结构式或结构简式。

解读 2:甲烷和氯代甲烷中 H 原子的性质几乎相同,由于反应慢,所以光照等物质的量的甲烷和氯气的混合物,生成物中 4 种氯代甲烷和氯化氢都存在,物质的量最多的是氯化氢。

解读 3:1 mol  $\text{CH}_4$  与  $\text{Cl}_2$  反应,取代完全消耗  $\text{Cl}_2$  的最大物质的量为 4 mol。同理,1 mol  $\text{C}_x\text{H}_y$  与  $\text{Cl}_2$  反应,取代完全消耗  $\text{Cl}_2$  的最大物质的量为  $y$  mol。“4 mol”中 4 即“1 mol  $\text{CH}_4$ ”中 4;“ $y$  mol”中  $y$  即“1 mol  $\text{C}_x\text{H}_y$ ”中的  $y$ 。

解读 4:同  $\text{CH}_4$  类似, $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$  都是四面体结构。其中  $\text{CH}_4$  和  $\text{CCl}_4$  是正四面体结构,非极性分子; $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$  不是正四面体结构,正、负电荷重心不重合,是极性分子(实线示键、虚线示形):



(2)从原子组成上看,四面体又可分为4原子四面体和5原子四面体,4原子四面体又叫无心四面体,5原子四面体又叫有心四面体。前者如 $P_4$ 、 $NH_3$ 和 $H_3O^+$ ,后者如 $CH_4$ 、 $NH_4^+$ ,二者的主要区别是四面体的中心有没有原子。应该注意:图中有心四面体的键是重心到顶点的连线;无心四面体的键是顶点到顶点的连线,不一定所有的连线都是键。所有的4原子四面体都是无心四面体,5原子四面体是有心四面体。

(3)从粒子的特征来看,四面体可分为分子四面体和离子四面体。前者如 $CH_4$ 、 $P_4$ 、 $NH_3$ ;后者如 $NH_4^+$ 、 $H_3O^+$ 。

解读5: $CH_3Cl$ 、 $CH_2Cl_2$ 、 $CHCl_3$ 、 $CCl_4$ 叫做卤代烃,它们的结构具有相似性:

(1)都不溶于水;

(2)随式量的增大,沸点逐渐升高。常温常压下,只有 $CH_3Cl$ 是气体,其余都是液体,且易挥发。

(3) $CHCl_3$ (氯仿)、 $CCl_4$ 都是重要的有机溶剂。

(4) $CCl_4$ 中C元素已达最高价+4价, $CCl_4$ 不燃烧也不支持燃烧,常用作灭火剂。(若有机物中还原性元素都达最高价态,则该有机物一般不具有可燃性。)

解读6:与 $Cl_2$ 相似,光照条件下,其他卤素单质也能与 $CH_4$ 发生取代反应。反应的难易程度:

$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ 。注意反应条件——光照。

解读7: $CH_4$ 不能使溴水褪色,也不能使氯水、碘水褪色,即 $CH_4$ 不能使卤素的水溶液褪色。

解读8:甲烷不能使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色。但甲烷持续通入溴水中,会将溶解的易挥发的溴单质一同带出而使其褪色;酸性高锰酸钾溶液中高锰酸钾不挥发,故持续通入甲烷也不使其褪色。

## 探究学习

### 例1

氯仿可作为局部麻醉剂,常因保存不慎而被空气氧化产生剧毒气体光气—— $COCl_2$ :



请回答:

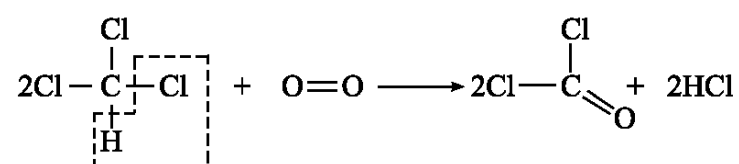
(1)此反应\_\_\_\_\_

- A 属于取代反应      B 不属于取代反应  
C 属于氧化反应      D 不属于氧化还原反应

(2)为了防止事故发生,检验氯仿是否变质的试剂可以是\_\_\_\_\_

- A 氢氧化钠溶液      B 硝酸银溶液  
C 稀盐酸              D 水  
E 湿润的蓝色石蕊试纸  
F 湿润的红色石蕊试纸

解析 (1)依题给反应,有机物 $CHCl_3$ 变为 $COCl_2$ ,可认为 $CHCl_3$ 中的1个H原子和1个Cl原子被 $O_2$ 中的1个O原子代替(“某些”被“1个”代替),符合取代反应的概念,属于取代反应。



反应中O元素的化合价由0价变为-2价, $O_2$ 是氧化剂;反应物 $CHCl_3$ 中C元素的化合价为-2价,生成物 $COCl_2$ 中C元素的化合价为+4价,C元素化合价升高被氧化,该反应是氧化反应。

注:物质跟 $O_2$ 发生的反应是氧化反应;

有机物中,H元素+1价,O元素-2价,C元素的化合价可求得。

(2) $COCl_2$ 是一种有机物,不溶于水,不存在氯离子,用中学所学知识不能检出;但若有 $COCl_2$ 生成,必有 $HCl$ 生成;所以只要能检出 $H^+$ 或 $Cl^-$ ,就可认为有 $COCl_2$ 生成。

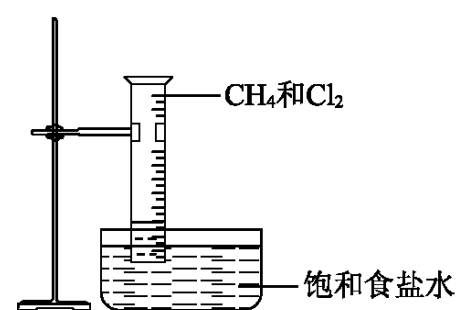
答案 (1)AC (2)BE

评注与反思:

解(1)小题采用的是概念判定法;解(2)小题采用的是假设判定法。概念判定法和假设判定法都是解决化学问题的常用方法。运用前者解题必须对概念十分熟悉;运用后者解题则需要思维灵活,或有足够的知识积累。

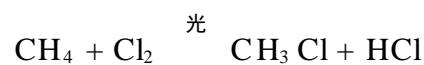
### 例2

如图所示,将等物质的量 $Cl_2$ 和 $CH_4$ 充入一容积为25 mL的量筒中,并将量筒倒置在盛有饱和食盐水的水槽中,用强光照射,可观察到的现象是:

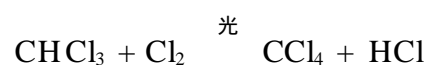
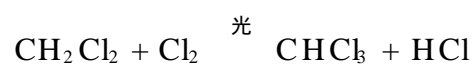
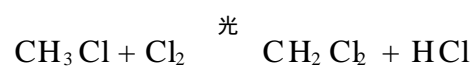


- (1) \_\_\_\_\_;  
(2) \_\_\_\_\_;  
(3) \_\_\_\_\_;  
(4) \_\_\_\_\_。

解析 由于取代反应的缓慢性,以及甲烷和氯代甲烷中H原子的性质几乎完全相同,决定了等物质的量混合的甲烷与氯气,不只发生一元取代:



还要发生系列反应:



氯气逐渐减少,黄绿色逐渐变浅,最后气体变为无色;生成物有油状液体 $CH_2Cl_2$ 、 $CHCl_3$ 、 $CCl_4$ ,因氯气溶解其中而呈黄色,黄色液滴附着在量筒内壁上;生成的无色气体有 $HCl$

和  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{HCl}$  溶于水, 溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度超饱和, 饱和食盐水中析出  $\text{NaCl}$  晶体; 最后试管中只剩余气体  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , 由反应方程式可以看出其体积必小于原混合气体的体积, 故量筒内液面将升高。

答案 (1) 黄绿色气体逐渐变浅, 最后变为无色; (2) 黄色液滴附着在量筒内壁上; (3) 饱和食盐水中析出  $\text{NaCl}$  晶体; (4) 量筒内混合气体的体积减小, 量筒内液面升高。

评注与反思:

测量结果显示, 本题易犯错误有三: 一是受“等物质的量”影响, 误以为只发生一元取代, 二是受“强光照射”影响, 误以为发生爆炸反应, 三是无视“饱和食盐水”的存在, 或不清楚溶液中  $\text{Cl}^-$  超饱和有食盐晶体析出。由此可见, 解题时既要全面把握题给信息, 又要注意排除干扰信息。——读题一定要细!!!

变式训练: 若将“饱和食盐水”改为“硅酸钠溶液”, 其他条件不变, 试问有何现象?

(答案: 气体变为无色, 量筒内壁上有油状液体, 量筒内液面上升, 溶液中出现白色胶状沉淀)

## 高考链接

例 1

(2004 年高考)“可燃冰”又称“天然气水合物”, 它是在海底的高压、低温条件下形成的, 外观像冰。1 体积“可燃冰”可贮藏 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

解析 “可燃冰”中, 水还是水, 水没有变成甲烷, 没有变成油, 也没有可燃性。甲烷燃烧的主要产物是  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ , 属于较清洁能源。——氢能、风能、电能等都属于清洁能源。

答案 C

例 2

(2003 年高考)合成氨原料可以由天然气制取。其主要反应为:



(1)  $1 \text{ m}^3$  (标准状况)  $\text{CH}_4$  按上式完全反应, 产生  $\text{H}_2$  \_\_\_\_\_ mol。

(2)  $\text{CH}_4$  和  $\text{O}_2$  的反应为:



设  $\text{CH}_4$  同时和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及  $\text{O}_2(\text{g})$  反应。  $1 \text{ m}^3$  (标准状况)  $\text{CH}_4$  按上述两式完全反应, 产生气体的体积  $V$  (标准状况) 为\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及富氧空气 ( $\text{O}_2$  含量较高, 不同富氧空气, 氧气含量不同) 混合反应, 产物中气体组成如下表:

气体	$\text{CO}$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$

体积 (L)	25	60	15	2.5

计算该富氧空气中  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$  的体积比  $V(\text{O}_2) : V(\text{N}_2)$ 。

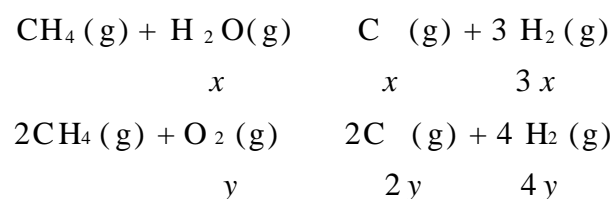
(4) 若  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及富氧空气混合反应的产物中,  $V(\text{H}_2) : V(\text{N}_2) = 3 : 1$  (合成氨反应的最佳比), 则反应中的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和富氧空气的体积比为何值?

解析 (1) 由题意:

$$n(\text{H}_2) = 3n(\text{CH}_4) = \frac{1000 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 = 133.9 \text{ mol}$$

(2) 由题给反应可以看出,  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应产生气体的体积是  $\text{CH}_4$  的 4 倍, 为  $4 \text{ m}^3$ ;  $\text{CH}_4$  和  $\text{O}_2(\text{g})$  反应产生气体的体积是  $\text{CH}_4$  的 3 倍, 为  $3 \text{ m}^3$ 。

(3) 设  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的体积为  $x$ ,  $\text{O}_2$  的体积为  $y$ 。由题意得:



根据表中  $\text{CO}$  体积得:  $x + 2y = 25 \text{ L}$

根据表中  $\text{H}_2$  体积得:  $3x + 4y = 60 \text{ L}$

解得:  $x = 10 \text{ L}$ ,  $y = 7.5 \text{ L}$

$$V(\text{O}_2) : V(\text{N}_2) = (7.5 \text{ L} + 2.5 \text{ L}) : 15 \text{ L} = 2 : 3$$

(4) 设富氧空气中  $\text{O}_2$  的体积分数为  $a$ , 反应用去的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  与富氧空气的体积分别为  $x$ 、 $y$ 。则

$$(3x + 4ay) : [(1 - a)y] = 3 : 1$$

$$x : y = 1 - 7a : 3$$

答案 (1) 133.9 (2)  $3 \text{ m}^3 < V < 4 \text{ m}^3$  (3) 2 : 3

(4)  $1 - 7a : 3$

## 达标训练

### 基础过关

1 下列说法正确的是 ( )

- A 沼气不是有机物  
B 尿素是有机物  
C 三氯甲烷和四氯甲烷都是灭火剂  
D 一氯甲烷和二氯甲烷都是气体

答案 B

2 下列物质不能使酸性高锰酸钾溶液褪色的是 ( )

- A 二氧化硫 B 硫化氢  
C 甲烷 D 氯气

答案 CD

3 光照条件下, 下列物质能跟甲烷发生取代反应的是 ( )

- A 氯化氢气体 B 氢氧化钠溶液  
C 溴蒸气 D 浓氯水

答案 C

4 在目前已知的 110 多种元素中, 形成化合物种类最多的元素是 ( )

- A 碳元素 B 氢元素  
C 氧元素 D 金属元素

答案 A

5 光照任意比混合的甲烷和氯气的混合物, 生成物中

物质的量最大的是 ( )

- A 一氯甲烷气体      B 二氯甲烷液体  
C 三氯甲烷和四氯甲烷      D 氯化氢气体

答案 D

6 将等体积混合的甲烷和氯气分为 3 瓶, 分别用玻璃片(1、2 两瓶)或纸版(第 3 瓶)盖好, 然后分别做如下处理, 判断可能发生的现象。

- (1) 第 1 瓶置于黑暗处: \_\_\_\_\_;  
(2) 第 2 瓶日光慢射: \_\_\_\_\_;  
(3) 第 3 瓶日光强射(或点燃镁条助射): \_\_\_\_\_

以上过程中, 发生的系列反应\_\_\_\_\_。

a. 都是取代反应    b. 都是置换反应    c. 都是氧化反应

答案 (1)无现象 (2)气体颜色逐渐变浅, 瓶壁上出现黄绿色的油状液滴 (3)发生爆炸, 纸板被高高弹起 ac

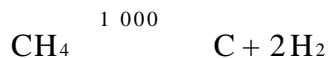
### 知能拓展

7 在一个体积不变的密闭容器中盛有 101 kPa 下的 10.8 L 甲烷气体。将容器加热到 1 000 , 维持 10 min, 然后恢复到原来的温度(25 )。发现气体的压强是原来的  $m$  倍, 气体的密度是原来的  $n$  倍。下列说法可能正确的是 ( )

- A  $m=2, n=4$       B  $m=0.5, n=4$   
C  $m=2, n=0.25$       D  $m=0.5, n=0.25$

解析 本题有 2 种解法。

方法 1(常规解法——计算法):



温度和体积相同时, 气体的压强比等于气体的物质的量之比

$$\frac{P(\text{H}_2)}{P(\text{CH}_4)} = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CH}_4)} = 2:1$$

它们的密度比为:

$$\frac{\rho(\text{H}_2)}{\rho(\text{CH}_4)} =$$

$$\frac{[n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)] / V(\text{容器})}{[n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4)] / V(\text{容器})}$$

$$= \frac{[n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)]}{[n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4)]}$$

$$= \frac{(2 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})}{(1 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

$$= 0.25$$

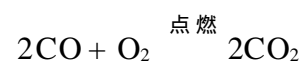
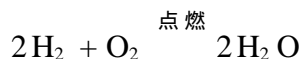
方法 2(巧解法——推断法): 由反应方程式可以看出, 反应后气体物质的量增大, 故反应后压强增大:  $m > 1$ ; 反应生成固体, 气体质量减小, 气体体积不变, 则气体密度减小, 故有:  $n < 1$ 。观察备选项可知答案。

答案 C

8 今有氢气、一氧化碳和甲烷按体积比 1:1:2 混合而成的气体  $V \text{ L}$ , 当其完全燃烧时, 所需相同条件下的氧气的体积为 ( )

- A  $1.25V \text{ L}$       B  $0.75V \text{ L}$   
C  $5V \text{ L}$       D  $V \text{ L}$

解析 1 体积的氢气跟 1 体积的一氧化碳消耗的氧气的体积是相同的, 都是 0.5 体积



而 1 体积的甲烷消耗 2 体积的氧气



共消耗氧气的体积为

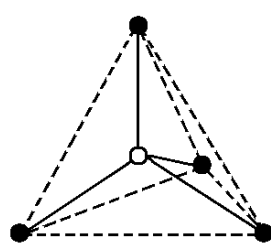
$$(0.5V \text{ L} + 0.5V \text{ L} + 4V \text{ L}) / 4 = 1.25V \text{ L}$$

答案 A

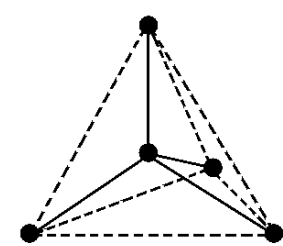
9 下列 7 种物质: 白磷, 甲烷, 四氯化碳, 金刚石, 二氧化硅, 铵根, 氯仿。内部存在正四面体结构的最大组合是 ( )

- A      B  
C      D

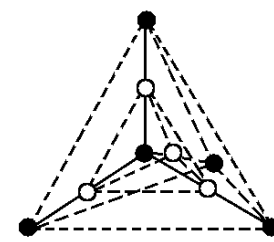
提示: 本题可用排除法得出答案。某些物质的最小结构单元如图所示(图中虚线示型, 实线示键):



○: C    ●: Cl  
CCl<sub>4</sub> 分子



●: C  
金刚石最小结构单元



●: Si    ○: O  
SiO<sub>2</sub> 最小结构单元

答案 A

10 高温时, 甲烷发生分解反应, 生成乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ )和氢气, 所得混合气体的密度(标准状况)是 ( )

- A  $0.178 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$       B  $0.357 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$   
C  $0.714 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$       D  $1.43 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 反应方程式为:



$$32.0 \text{ g} \quad 1 \text{ mol} \quad 3 \text{ mol}$$

混合气体的密度为:

$$32.0 \text{ g} / [(1 \text{ mol} + 3 \text{ mol}) \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}] = 0.357 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

答案 B

11 一定量  $\text{CH}_4$  燃烧后得到的产物为  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ , 此混合气体的质量为 49.6 g, 当缓慢通过浓硫酸时, 浓硫酸增重 25.2 g。则原混合气体中  $\text{CO}$  的质量为 ( )

- A 24.4 g      B 13.2 g  
C 12.5 g      D 11.2 g

解析 根据 H 原子守恒得:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \times \frac{25.2 \text{ g}}{18.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.700 \text{ mol}$$

根据 C 原子守恒得:

$$28.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot n(\text{CO}) + 44.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot [0.700 \text{ mol} -$$

$$n(\text{CO}) = 49.6 \text{ g} - 25.2 \text{ g}$$

$$n(\text{CO}) = 0.400 \text{ mol}$$

$$m(\text{CO}) = 28.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0.400 \text{ mol} = 11.2 \text{ g}$$

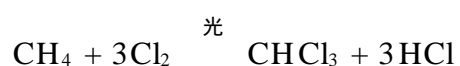
答案 D

变式训练:将最后 1 个“CO”改为  $\text{CO}_2$ ,其余不变,试求之。(答案:13.2 g)

12 将  $\text{CH}_4$  跟  $\text{Cl}_2$  混合,日光漫射,假设生成的 4 种氯代物的物质的量相等,则混合气体中  $\text{CH}_4$  跟  $\text{Cl}_2$  的物质的量比为 ( )

A 1 4    B 2 3    C 1 7    D 2 5

解析 发生的反应为



由于生成等物质的量的  $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ ,所以  $\text{CH}_4$  跟  $\text{Cl}_2$  的物质的量比为

$$(1+1+1+1) : (1+2+3+4) = 2 : 5$$

答案 D

13 判断下列反应能否发生,能发生的写出化学方程式,指出是否为取代反应;不能发生反应的予以注明:

(1) 在空气中加热甲烷到 1 000 : \_\_\_\_\_;

(2) 二氯甲烷与氯气反应生成四氯甲烷: \_\_\_\_\_,三氯甲烷与氯气反应生成四氯甲烷: \_\_\_\_\_;

(3) 日光照射甲烷与氧气的混合物: \_\_\_\_\_;

(4) 甲烷气体通入强氧化剂酸性高锰酸钾溶液中: \_\_\_\_\_。

提示:隔绝空气加热甲烷,甲烷发生分解反应;在空气中加热甲烷,甲烷发生燃烧或爆炸, $\text{CH}_4$  变为  $\text{CO}_2$ ,2 个 O 原子代替了 4 个 H 原子,属于取代反应。日光照射下,氯气跟甲烷反应,但氧气跟甲烷不反应,因为键能:氧分子 > 氯分子,光照不能达到破坏氧分子所需要的键能,即光照不能使氧分子变为氧原子,想一想空气中的氧气,在日光照射下,却始终没有变为氧原子,也能知道答案。

答案 (1)  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  取代反应

(2)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CCl}_4 + 2\text{HCl}$  取代反应

$\text{CHCl}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CCl}_4 + \text{HCl}$  取代反应

(3) 不反应 (4) 不反应

14 (1) 工业上用氨气和二氧化碳合成尿素

$[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ ,副产物是水,反应条件是 180 、 $1.5 \times 10^7 \text{ Pa} \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ ,化学方程式为 \_\_\_\_\_。尿素在土壤中微生物的作用下跟水作用,转化为碳酸铵,化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(2) 工业合成氨气,可在一定条件下使甲烷跟水反应,生成水煤气,化学方程式为 \_\_\_\_\_;水煤气的 1 种成分,可用于合成氨气。

(3) 为了提供清洁能源,工业上用煤生产甲烷:高温下,

先使煤变为水煤气,再使水煤气在一定条件下转化为甲烷,化学方程式分别为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

解析 反应物和生成物都已给出,列出配平即得答案。——不要漏写反应条件

用甲烷生成水煤气跟用水煤气合成甲烷,互为逆向进行的反应,但不是可逆反应。

答案 (1)  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightarrow[1.5 \times 10^7 \text{ Pa} \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}]{180}$

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{微生物}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{一定条件下}} (\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}) + 3\text{H}_2 + \text{CO}$

$(3) \text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{H}_2 + \text{CO} \quad \text{一定条件下}$

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

15 已知甲烷在空气中的爆炸极限是 5.0% ~ 15% (体积分数),则爆炸最强烈时,甲烷在空气中的体积分数为(设空气中氮气的体积分数是 78%,氧气的体积分数是 21%) \_\_\_\_\_。

解析 爆炸最强烈时,甲烷和氧气恰好完全反应,  $[V(\text{CH}_4) : V(\text{O}_2) = 1 : 2]$ ——不要受爆炸极限的误导!



由于  $V(\text{O}_2) = V(\text{空气}) \times 21\%$

所以  $V(\text{CH}_4) : [V(\text{空气}) \times 21\%] = 1 : 2$

则甲烷的体积分数可求。

答案 9.5%

## 综合创新

16 实验室制取甲烷,通常有以下 2 种方法,发生的都是复分解反应。

(1) 常温下,使碳化铝( $\text{Al}_4\text{C}_3$ )发生水解反应。反应方程式为 \_\_\_\_\_;可采用的实验装置是 \_\_\_\_\_。

a. 典型制氧装置    b. 不加热制氯装置

c. 典型制氢装置

(2) 加热醋酸钠与氢氧化钠的混合物,反应方程式为 \_\_\_\_\_;可采用的实验装置是 \_\_\_\_\_。

a. 典型制氧装置    b. 不加热制氯装置

c. 典型制氢装置

解析 发生的都是复分解反应,复分解反应的 1 种产物是  $\text{CH}_4$ ——由 2 种反应物凑出甲烷是关键。另 1 种产物则易得。注意  $\text{NaOCOONa}$  就是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。



固体和液体不加热制取气体,可用制氯装置,或用制氢装置。



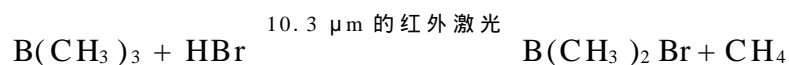
固体混合物加热制取气体,可用制氧装置。

答案 (1)  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{Al}(\text{OH})_3$     b、c

(2)  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$     a

17 美籍埃及人泽维尔用激光闪烁照相机拍摄到化学反应中化学键断裂和形成的过程,因而获得 1999 年诺贝尔化学奖。激光有很多用途,例如波长为 10.3  $\mu\text{m}$ (微米)的红外

激光能切断  $B(CH_3)_3$  分子中的 1 个 B—C 键,使之与 HBr 发生取代反应:

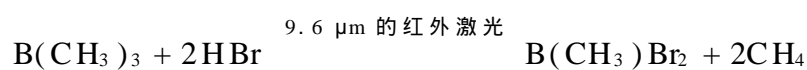


利用  $9.6 \mu m$  的红外激光就能切断 2 个 B—C 键,与 HBr 发生二元取代反应。

(1) 试写出二元取代反应的化学方程式: \_\_\_\_\_

(2) 现用  $5.6 \text{ g } B(CH_3)_3$  和  $9.72 \text{ g HBr}$  正好完全反应,则生成物中除了甲烷外,其他 2 种产物的物质的量之比为 \_\_\_\_\_。

解析 (1) 由题意,一元取代反应中,1 个 Br 原子取代了  $B(CH_3)_3$  分子中的 1 个  $CH_3$  原子团,则二元取代反应中,应有 2 个 Br 原子取代了  $B(CH_3)_3$  分子中的 2 个  $CH_3$  原子团:



$$(2) n[B(CH_3)_3] = \frac{5.6 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.10 \text{ mol}$$

$$n(HBr) = \frac{9.72 \text{ g}}{81.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.12 \text{ mol}$$

方法 1(列方程法): 设生成  $B(CH_3)_2Br$  的物质的量为  $a$ , 生成  $B(CH_3)Br_2$  为  $b$ 。由题意得:

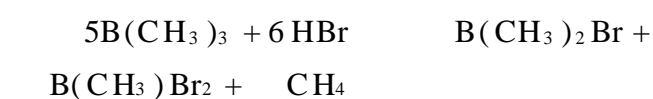
$$a + b = 0.10 \text{ mol} \quad (\text{B 守恒})$$

$$a + 2b = 0.12 \text{ mol} \quad (\text{Br 守恒})$$

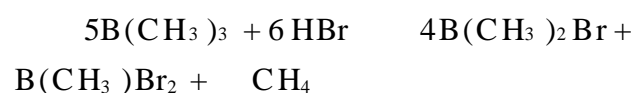
解得:  $a = 0.08 \text{ mol}$ ,  $b = 0.02 \text{ mol}$

$$\frac{n[B(CH_3)_2Br]}{0.08 \text{ mol}} = \frac{n[B(CH_3)Br_2]}{0.02 \text{ mol}} = 4 : 1$$

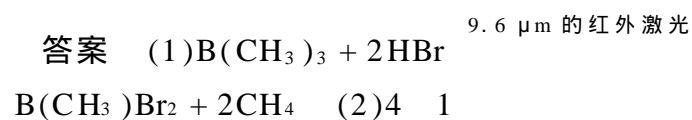
方法 2(写总反应方程式法):  $n[B(CH_3)_3] : n(HBr) = 0.10 \text{ mol} : 0.120 \text{ mol} = 5 : 6$ , 则:



由于  $B(CH_3)_3$  的化学计量数比 HBr 少 1, 所以  $B(CH_3)_2Br$  的化学计量数为 1,  $B(CH_3)Br_2$  的化学计量数为 4:



$CH_4$  的化学计量数可不得出。



**18** 碳正离子[如  $CH_3^+$ ,  $CH_5^+$ ,  $(CH_3)_3C^+$  等]是有机反应中重要的中间体。欧拉(G. Olah)因为在此领域研究中的卓越成就而荣获 1994 年诺贝尔化学奖。碳正离子  $CH_5^+$  可以通过  $CH_4$  在“超强酸”中再获得 1 个  $H^+$  而得到,  $CH_5^+$  失去  $H_2$  就可得  $CH_3^+$ 。

(1)  $CH_3^+$  是反应性很强的正离子,是缺电子的,其电子式为 \_\_\_\_\_。

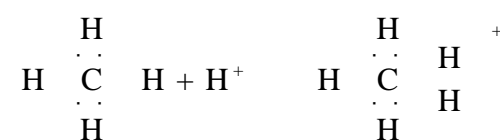
(2)  $CH_3^+$  中 4 个原子是共平面的,3 个键角相等,键角就是 \_\_\_\_\_(填角度)。

(3)  $(CH_3)_2HC^+$  在 NaOH 的水溶液中反应将得到电中性的有机分子,其结构简式是 \_\_\_\_\_。

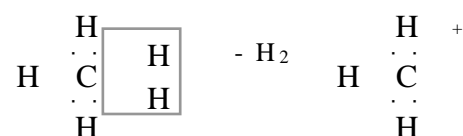
(4)  $(CH_3)_3C^+$  去掉  $H^+$  后将生成电中性的有机分子,其结构简式是 \_\_\_\_\_。

解析 由题意,仿照氨气与氢离子的反应得出甲烷与氢离

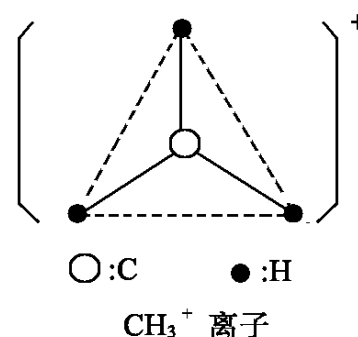
子的反应:



(1)  $CH_5^+$  失去  $H_2$  可得  $CH_3^+$  :

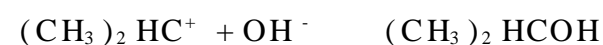


(2) 由题意可知  $CH_3^+$  的平面结构为

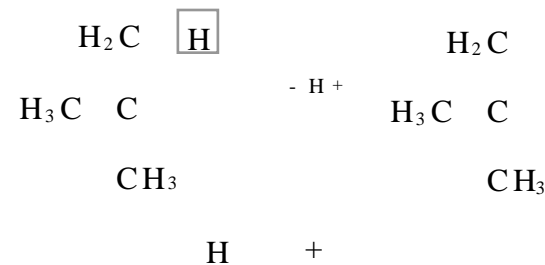


键角(即 HCH 角)为  $120^\circ$ 。

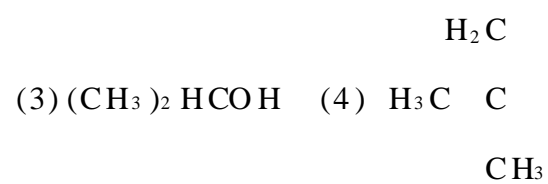
(3)  $(CH_3)_2HC^+$  离子带正电荷,NaOH 溶液中存在大量的阴离子—— $OH^-$  离子,二者结合得到电中性的有机分子——异丙醇:



(4)  $(CH_3)_3C^+$  去掉  $H^+$ , 不带走电子,于是有新的化学键形成:



答案 (1)  $H \quad \begin{array}{c} \vdots \\ C \\ \vdots \end{array}$  (2)  $120^\circ$



## 一、海底“可燃冰”

在人们担心化石能源将被耗尽后,科学家发现海底埋藏着大量可燃的“冰”——“可燃冰”。可燃冰是甲烷水合物,外观像冰,由甲烷分子和水分子组成,还含有少量二氧化碳等其他气体。可燃冰在低温和高压条件下形成,1体积可燃冰可储载100~200体积的甲烷气体,具有能量高、热值大等优点。目前发现的可燃冰储量大约是化石燃料总和的2倍,它将成为替代化石燃料的新能源。可燃冰主要储存于海底或寒冷地区的永久冻土带,比较难以寻找和勘探。

四年前,广州海洋地质调查局利用海底摄像技术首次在中国南海北部发现天然气水合物,初步证实天然气水合物在我国的存在。此后的勘查表明,我国天然气水合物储量丰富,这个结果对我国改善能源结构具有重要意义。

据估计,中国青藏高原的冻土层中以及东海、南海、黄海的海底,都可能存在巨大体积的“可燃冰”。

作为未来能源的“可燃冰”具有清洁、能量高、分布广、规模大、埋藏浅等特点,是不可多得的能源资源。但如果在开采中甲烷气体大量泄漏于大气中,造成的温室效应将比二氧化碳更加严重。

## 二、均摊法和求和法

已知晶体结构求化学式,若构型是无限外展的,则

用“均摊法”;若构型是封闭独立的,则用“求和法”。

【例题】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 $\text{CH}_4$ 分子或1个游离 $\text{H}_2\text{O}$ 分子。根据上述信息,完成下列问题:

(1)下列关于天然气水合物中2种分子极性的描述正确的是 ( )

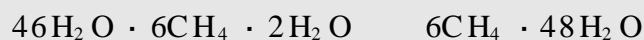
- A. 2种都是极性分子  
B. 2种都非极性分子  
C.  $\text{CH}_4$ 是极性分子, $\text{H}_2\text{O}$ 是非极性分子  
D.  $\text{H}_2\text{O}$ 是极性分子, $\text{CH}_4$ 是非极性分子

(2)若晶体中每8个笼只有6个容纳了 $\text{CH}_4$ 分子,另外2个笼被游离 $\text{H}_2\text{O}$ 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.  $\text{CH}_4 \cdot (23/3)\text{H}_2\text{O}$     D.  $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

解析:(1)水分子角形结构,负电重心在O原子上,正电重心在两H原子的连线上,正负电重心不能重合在一起,是极性分子。甲烷为正四面体结构,带正电的H原子位于正四面体的顶点上,正电重心是正四面体的重心,也是C原子的位置——负电中心;正电重心和负电重心重合在一起,是非极性分子。

(2)求和法:由题意,46个水分子构成8个笼,其内容纳了6个 $\text{CH}_4$ 分子和2个 $\text{H}_2\text{O}$ 分子,所以该天然气水合物的分子式应该是:



最简式为: $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。

答案:(1)D (2)B

## 第二节 烷烃

## 教学建议

## 突出重点

烷烃的命名和性质,同分异构体的写法,是本节教学的重点。

烷烃化学性质的教学,建议采用与甲烷化学性质类比的方法,突出甲烷的代表性作用。建议适时给出问题,使学生在了解烷烃结构与甲烷结构相似的基础上,根据结构决定性质的原则,得出烷烃不能使溴水和酸性 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 褪色的结论;会写烷烃的燃烧和取代反应方程式,试写丁烷的分解反应方程式,甚至还可以引导学生发现烷烃燃烧时气体体积的变化规律,培养学生的创造能力。

烷烃物理性质的教学,提两点建议。一是与甲烷类比,明确烷烃的溶解性。二是引导学生研究表5-1,使学生得出烷烃物理性质的递变规律。

同分异构体的写法和烷烃的命名,既是本节教学的重点,又是本节教学的难点。

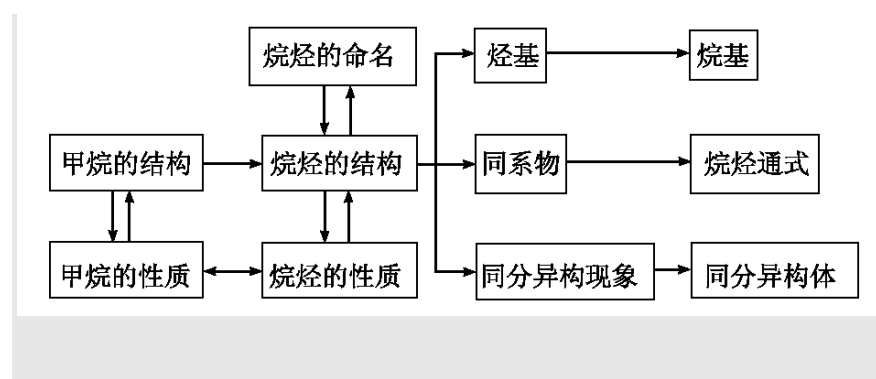
关于同分异构体的写法,建议教学时,加强双边活动,多暴露问题,使学生在不断纠正错误的过程中,发现并归纳出规律。

关于烷烃的命名,特别是系统命名法,可采用一讲多练的教学策略,针对命名的各个步骤,设计问题进行训练,直到学生不犯错误为止。同时还要注意规律的总结。

化解这两个难点,归根结底一句话:练,在练中发现问题,总结规律。

本节概念多,注意各个概念之间的联系,有助于突出重点、化解难点:

## 化解难点



## 预习导引

问题 1: 每种纯净物都有分子式(或化学式), 每个化学式(或分子式)是不是只代表一种纯净物? 举例说明。

问题 2: 液化石油气是家庭常用燃料, 其主要成分是分子内含有 3 个 C 原子和 4 个 C 原子的烷烃, 俗称碳三和碳四。质量不高的液化石油气, 燃用后常常留有残液, 残液也能燃烧, 只是常温下不能变为气体。你认为残液的成分可能是什么? 写出碳三、碳四和碳五的分子式。

### 参考答案

1. 不是。如  $C_4H_{10}$  既是正丁烷的分子式, 也是异丁烷的分子式。

2. 残液的主要成分是分子内 C 原子数大于 5, 小于 16 的烷烃。 $C_3H_8$ 、 $C_4H_{10}$ 、 $C_5H_{12}$ 。

## 知能互动

### 一、烷烃的结构和性质

1. 烷烃又叫\_\_\_\_\_ (或\_\_\_\_\_)。烷烃分子中碳碳间形成的化学键都是\_\_\_\_\_; 烷烃中除具碳碳键外, 还有\_\_\_\_\_。烷烃的通式是  $C_nH_{2n+2}$  ( $n \in N^+$ )。

2. 常温常压下,  $C_1 \sim C_4$  的烷烃呈\_\_\_\_,  $C_5 \sim C_{16}$  的烷烃呈\_\_\_\_,  $C_{17}$  以上的烷烃呈\_\_\_\_。随分子里 C 原子数的增多, 烷烃的沸点逐渐\_\_\_\_, 密度逐渐\_\_\_\_。

### 二、同分异构现象和同分异构体

1. 有机物的\_\_\_\_\_现象是有机物种类繁多的主要原因。具有相同\_\_\_\_\_, 不同\_\_\_\_\_的化合物, 互称为同分异构体。互为同分异构体的化合物性质\_\_\_\_\_相同。

2. 烃基通常用\_\_\_\_\_表示,  $-CH_3$  叫做\_\_\_\_\_,  $-C_2H_5$  叫做\_\_\_\_\_。丙基有\_\_\_\_\_种, 丁基有\_\_\_\_\_种。

沸点: 正丁烷\_\_\_\_异丁烷, 正戊烷\_\_\_\_异戊烷\_\_\_\_新戊烷。

接习惯命名法,  $C_6H_{14}$  叫做\_\_\_\_\_,  $C_8H_{18}$  叫做\_\_\_\_\_,  $C_{30}H_{62}$  叫做\_\_\_\_\_。其中结构种数最多的是\_\_\_\_\_。

### 3. 系统命名法

按系统命名法 1 种有机物只有\_\_\_\_\_名称, 1 种名称只对\_\_\_\_\_有机物。

按系统命名法命名有机物, 应选择\_\_\_\_\_的碳链作主链, 编号要从离\_\_\_\_\_近的一端开始。

### 参考答案

一、1. 饱和链烃 饱和烃 碳碳单键 碳氢键

2. 气态 液态 固态 升高 增大

二、1. 同分异构 分子式 结构式 不完全

2. -R 甲基 乙基 2 4 > > > 己烷 辛烷 三十烷  $C_{30}H_{62}$

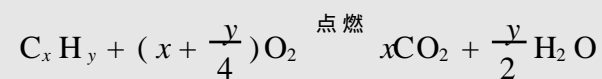
3. 1 种 1 种 最长 支链

## 疑难解读

### 一、烷烃的化学性质

烷烃的化学性质同甲烷类似, 特征反应是取代反应。

解读 1: 完全燃烧生成  $CO_2$  和  $H_2O$ :



规律 : 100 以上,  $H_2O$  是气体:

(1)  $y < 4$  时,  $C_xH_y$  完全燃烧后, 气体体积变小;

(2)  $y = 4$  时,  $C_xH_y$  完全燃烧后, 气体体积不变;

(3)  $y > 4$  时,  $C_xH_y$  完全燃烧后, 气体体积变大。

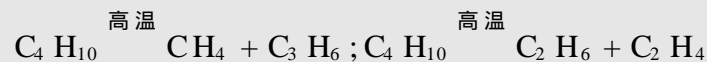
规律 : 等物质的量的烃 ( $C_xH_y$ ) 完全燃烧, ( $x + \frac{y}{4}$ ) 越大, 耗  $O_2$  越多。

规律 : 等质量的烃 ( $C_xH_y$ ) 完全燃烧, 将  $C_xH_y$  化为  $CH_{\frac{y}{x}}$ , 即化为  $CH_n$ ,  $n$  越大, 耗  $O_2$  越多。

解读 2: 光照条件下, 与卤素单质的气体(如  $Cl_2$ ) 发生取代反应。



解读 3: 高温下, 发生分解反应。如:



解读 4: 通常烷烃不能使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色, 与强酸、强碱也不反应。

### 二、同系物的概念

结构相似, 在分子组成上相差一个或若干个  $CH_2$  原子团的物质互称为同系物。

解读 1: 结构相似。结构相似是不同物质间互称为同系物的根本原因, 在概念中起决定作用。所谓“结构相似”实质是: 化学键类型相同、官能团相同, 如烷烃同系物的结构特点是: 链状结构(可以是“直链”, 也可以带支链), 碳原子间以  $C-C$  单键连接。

解读 2: 相差一定数目的  $CH_2$  原子团。这是同系物分子间的一种组成差别, 是结构相似的一种表现形式, 由此可以推出, 互称同系物的物质应该具有相同的通式, 如烷烃同系物的通式是:  $C_nH_{2n+2}$  ( $n \in N^+$ ), 符合通式  $C_nH_{2n+2}$  且分子内 C 原子数不同的有机物一定是烷烃同系物。但具有相同通式或相差一定数目  $CH_2$  原子团的物质不一定互称为同系物。







答案 C

2 下列各组物质,可能(包括一定)互为同系物的是 ( )

- A 甲烷和新戊烷      B  $\text{CH}_3\text{Cl}$  和  $\text{CHCl}_3$   
C  $\text{C}_2\text{H}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$       D  $\text{C}_4\text{H}_8$  和  $\text{C}_9\text{H}_{18}$

答案 AD

3 下列物质中互同分异构体的是 ( )

- A  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$       B  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3$   
C  $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{Cl}$       D  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

答案 CD

4 在常温常压下,取下列 4 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  $\text{CH}_4$       B  $\text{C}_2\text{H}_6$       C  $\text{C}_3\text{H}_8$       D  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

答案 D

5 下列各组物质,属于同系物的是\_\_\_\_\_ (填选项编号,下同);属于同分异构体的是\_\_\_\_\_ ;属于同素异形体的是\_\_\_\_\_ ;属于同位素的是\_\_\_\_\_ ;属于同一种物质的是\_\_\_\_\_。

- A  $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$       B H、D、T  
C  $\text{CH}_4$  和  $\text{CCl}_4$       D 正丁烷和异戊烷  
E  $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$  和  $\text{Cl}-\text{C}-\text{F}$   
F  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
G  $\text{C}_{60}$  和  $\text{N}_{60}$

答案 D F A B E

6 下列烷烃的命名是否正确?若有错误加以改正,把正确的名称填在横线上。

$\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$  2-乙基丁烷,\_\_\_\_\_。

$\text{CH}_2$

$\text{CH}_3$

$\text{CH}_3\text{CHCHCH}_3$  3,4-二甲基戊烷,\_\_\_\_\_。

$\text{CH}_3\text{CH}_2$

$\text{CH}_3$

$\text{CH}_3$        $\text{CH}_3$

$\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2$

$\text{CH}_3$

1,2,4-三甲基丁烷,\_\_\_\_\_。

$\text{C}_2\text{H}_5$        $\text{CH}_3$

$\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CHCH}_3$

2,4-二甲基己烷,\_\_\_\_\_。

答案 对, 错。改为: 3-甲基戊烷;

2,3-二甲基戊烷; 3-甲基己烷。

7 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  $\text{CH}_4$       B  $\text{C}_3\text{H}_8$   
C  $\text{C}_4\text{H}_{10}$       D  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

提示:  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  有三种,其中新戊烷的一氯代物只有一种。

答案 AD

8 下列有机物的命名正确的是 ( )

- A 3,3-二甲基丁烷      B 2,2-二甲基丁烷  
C 2-乙基丁烷      D 2,3,3-三甲基丁烷

提示:根据烷烃的命名原则,A是错误的,它违反了“把主链里离支链较近的一端作起点编号确定支链位置”的原则,正确名称是 2,2-二甲基丁烷。C是错误的,它违反了“选定最长的碳链为主链”的原则,正确名称是 3-甲基戊烷。D也是错误的,它违反了“最低系列原则”,正确名称是 2,2,3-三甲基丁烷。

答案 B

9 等质量的下列有机物,完全燃烧时消耗  $\text{O}_2$  最多的是 ( )

- A  $\text{CH}_4$       B  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$   
C  $\text{C}_4\text{H}_8$       D  $\text{CH}_2$

提示(条件变换法):将  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  看作  $\text{C}_2\text{H}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,等物质的量的  $\text{C}_2\text{H}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (即  $\text{C}_2\text{H}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )完全燃烧时耗  $\text{O}_2$  量是相同的。

答案 A

变式训练:将题干中的“等质量”改为“等物质的量”,其他不变,试选之。(答案:C)

10 已知丙烷的二氯代物有 4 种异构体,则其六氯代物的异构体种类数目有 ( )

- A 2 种      B 3 种      C 4 种      D 5 种

提示(条件变换法):丙烷的二氯代物为  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ ,其六氯代物为  $\text{C}_3\text{H}_2\text{Cl}_6$ ,将后者的 H、Cl 分别变换为 Cl、H 即为前者,故其同分异构体数相同,都是 4 个。

答案 C

11 下列有机物一元取代物的同分异构体有 3 种的是 ( )

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$        $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$   
 $\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$        $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$   
 $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$        $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$

- A      B  
C      D

解析 本题也有两种解法:位置判定法(由于同一 C 原子上的 H 原子是等效的,所以又叫等效氢判定法)和排除法。下面只给出位置判定法:

碳链上有几种位置不同的 H 原子,其一元取代物就有几种。

## 知能拓展

- (1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  (2)  $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  (4)  $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (5)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_3$  (6)  $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_3$

编码相同的 C 原子上的 H 原子是等效的。

答案 A

12 如果定义有机物的同系列是一系列结构式符合  $\text{A-W-B}(n\text{N}')$  的化合物。式中 A、B 是任意一种基团 (或 H 原子), W 为 2 价有机基团, 又称为该同系列的系差。同系列化合物的性质往往呈现规律性变化。下列 4 组化合物不可称为同系列的是 ( )

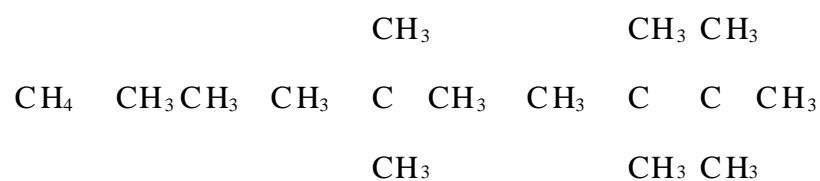
- A  $\text{H}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- B  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 、  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Cl}$
- C  $\text{H}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$ 、  
 $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CHClCH}_3$
- D  $\text{ICH}_2\text{CHClCCl}_3$ 、 $\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CHClCCl}_3$ 、  
 $\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CHClCCl}_3$

解析 (排除法): 本题新定义了一个概念同系列, 它与同系物的概念是有区别的, 利用同系物的概念解决本题, 自然会得出错误的答案。由同系列的概念, 可以看出解决本题的关键是找到同系列通式  $\text{A-W-B}(n\text{N}')$  中的最小重复片段—W—。A 中—W—是— $\text{CH}_2$ —, 该同系列的通式为  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3(n\text{N}')$ 。B 中—W—是— $\text{CH}(\text{CH}_3)\text{—}$ , 同系列的通式为  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—Cl}(n\text{N}')$ 。D 中—W—是— $\text{CH}_2\text{CHCl—}$ , 该同系列的通式为  $\text{Cl—CH}_2\text{CHCl—CCl}_3(n\text{N}')$ 。C 中没有最小的重复片段—W—, 不可称为同系列。

答案 C

13 理论上分析, 碳原子数为 10 或小于 10 的烷烃分子中, 其一卤代烷不存在同分异构体的烷烃分子共有的种数是 \_\_\_\_\_ (填数字), 其结构简式分别为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (可不填满, 也可补充)。

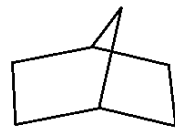
解析 一卤代烷只有 1 种, 则烷烃分子中的所有 H 原子的位置都是等同的, 烷烃分子的结构应该是十分对称的。依据 C 原子数由少到多试写, 可得答案:



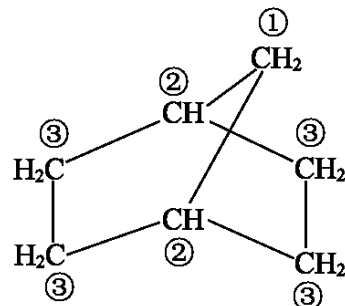
答案 4  $\text{CH}_4$   $\text{CH}_3\text{CH}_3$   $\text{C}(\text{CH}_3)_4$

$\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{C}(\text{CH}_3)_3$

14 降冰片烷的主体结构如图所示。按键线式 (以线示键, 每个折点和线的端点处表示有一个碳原子, 并以氢补足 4 价, C、H 原子不再表示出来) 写出它的分子式 \_\_\_\_\_。当它发生一氯取代反应时, 取代位置有 \_\_\_\_\_ 种。



解析 由题意, 在折点处写上 C 原子, 并用 H 原子补足 4 价, 可得分子式。根据 H 原子的等效性可知其一氯代物种数。



(标号相同的位置上的 H 原子是等同的, 标号不同的位置上的 H 原子不等同)

答案  $\text{C}_7\text{H}_{12}$  3

15 在  $1.01 \times 10^5$  Pa、120 °C 时, 1.0 L A、B 两种烷烃组成的混合气体, 在足量氧气中充分燃烧后, 得到同温同压下 2.5 L  $\text{CO}_2$  和 3.5 L 水蒸气, 且 A 分子中比 B 分子中少 2 个碳原子, 确定 A 和 B 的分子式和体积比。

提示: (十字交叉法): 设两烷烃的平均化学式为

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , 则  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + (n + \frac{n+1}{2})\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$

1	n	n+1
1.0 L	2.5 L	3.5 L

列式解得:  $n = 2.5$

两烷烃的平均分子式为  $\text{C}_{2.5}\text{H}_7$

讨论: (1) 若一种烷烃为  $\text{CH}_4$ , 则另一种烷烃为  $\text{C}_3\text{H}_8$ 。

	由 C 数		由 H 数	
$\text{CH}_4$	1	0.5	4	1
	2.5		7	
$\text{C}_3\text{H}_8$	3	1.5	8	3

$V(\text{CH}_4) : V(\text{C}_3\text{H}_8) = 1 : 3$

(2) 若一种烷烃为  $\text{C}_2\text{H}_6$ , 则另一种烷烃为  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ 。

	由 C 数		由 H 数	
$\text{C}_2\text{H}_6$	2	1.5	6	3
	2.5		7	
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	4	0.5	10	1

$V(\text{C}_2\text{H}_6) : V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 3 : 1$

答案 有 2 种可能。(1) A 为  $\text{CH}_4$ , B 为  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,

$V(\text{CH}_4) : V(\text{C}_3\text{H}_8) = 1 : 3$ ;

(2) A 为  $\text{C}_2\text{H}_6$ , B 为  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,

$V(\text{C}_2\text{H}_6) : V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 3 : 1$ 。

### 综合创新

16 烷烃分子中的基团— $\text{CH}_3$ 、— $\text{CH}_2$ —、— $\text{CH}$ —、