

魔法化学同步新课堂——高二化学(下册)(学生用书)

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

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 (CHCl_3) 常用作塑料黏合剂, 是何原理?

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) 在原子位置上写元素符号。

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。

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



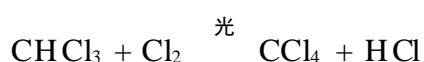
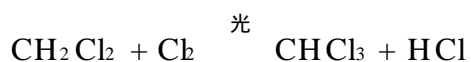
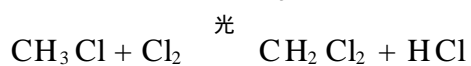
大部分取代反应不是置换反应, 如甲烷和卤素的光卤代反应。

置换反应和取代反应的主要区别对比如下:

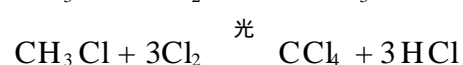
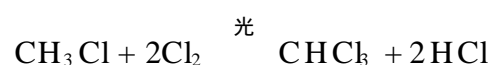
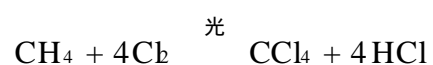
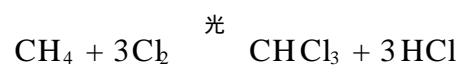
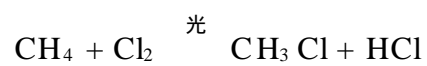
| 反应类型 | 置换反应 | 取代反应 |
|------|--|-----------------------------------|
| 反应物 | 反应物中有单质, 且都是无机物 | 反应物中可以有单质, 也可以没有单质, 通常至少有 1 种是有机物 |
| 生成物 | 生成物中一定有单质 | 生成物中可以有单质, 也可没有单质 |
| 反应条件 | (1) 高温下进行的还原反应(铝热反应等) (2) 溶液中进行的还原反应(金属与酸、盐的置换反应) | 受外界条件(温度、光照、催化剂等)的影响较大 |
| 反应速率 | 通常较快 | 一般较慢 |
| 反应程度 | 反应单向进行、不可逆 | 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:

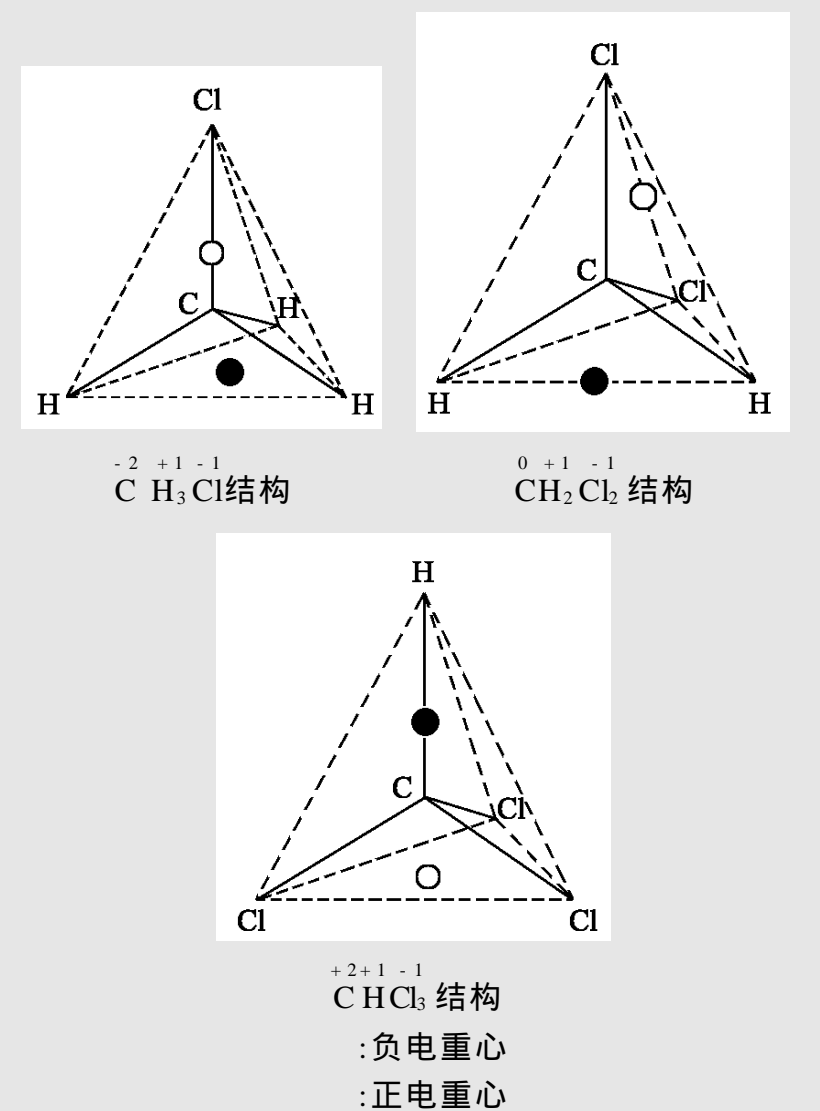
(1) 表示反应的符号不同。无机反应用“ \rightarrow ”, 有机反应用“ $\xrightarrow{\quad}$ ”。

(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。

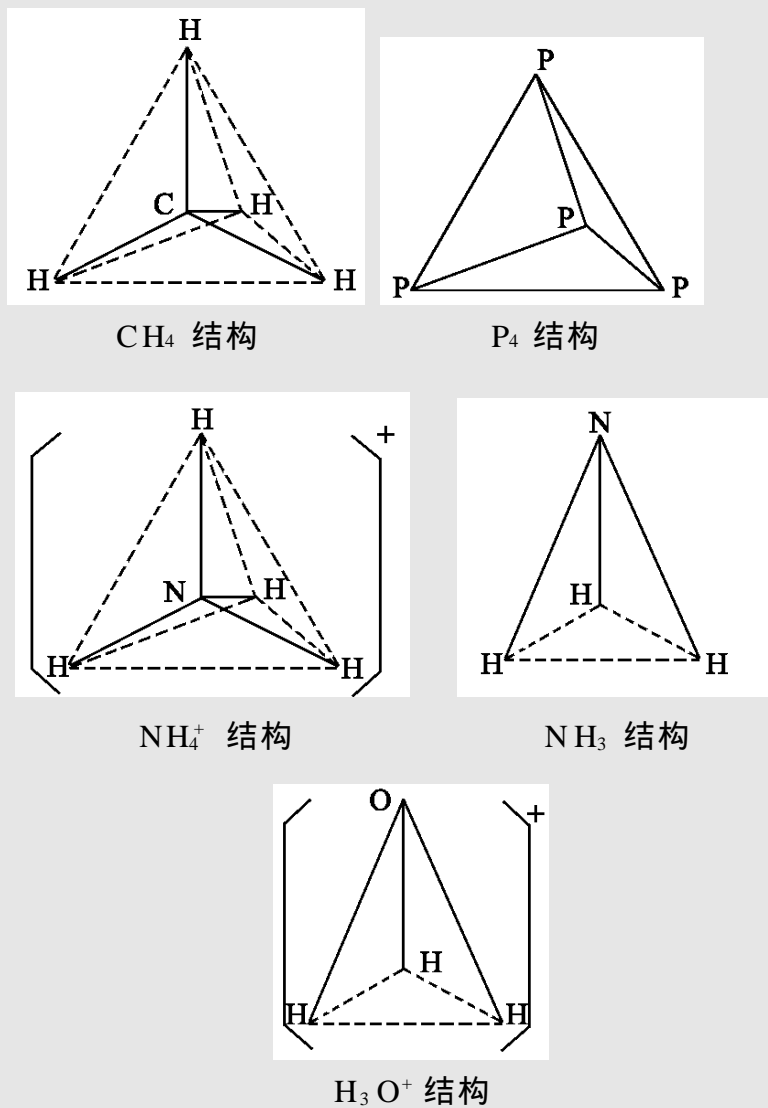
解读 2: 甲烷和氯代甲烷中 H 原子的性质几乎相同, 由于反应慢, 所以光照等物质的量的甲烷和氯气的混合物, 生成物中 4 种氯代甲烷和氯化氢都存在, 物质的量最多的是氯化氢。

解读 3: 1 mol CH_4 与 Cl_2 反应, 取代完全消耗 Cl_2 的最大物质的量为 4 mol。同理, 1 mol C_xH_y 与 Cl_2 反应, 取代完全消耗 Cl_2 的最大物质的量为 y mol。“4 mol”中 4 即“1 mol CH_4 ”中 4; “y mol”中 y 即“1 mol C_xH_y ”中的 y)

解读 4: 同 CH_4 类似, CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 都是四面体结构。其中 CH_4 和 CCl_4 是正四面体结构, 非极性分子; CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 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):



(1)从边长的观点来看,四面体可分为正四面体和非正四面体,非正四面体在化学上叫做三角锥形。前者的代表物有白磷、甲烷和铵根,后者有氨气、水合氢离子等:



(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P₄、NH₃和H₃O⁺,后者如CH₄、NH₄⁺,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CH₄、P₄、NH₃;后者如NH₄⁺、H₃O⁺。

解读5:CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄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CH₃Cl是气体,其余都是液体,且易挥发。
- (3)CHCl₃(氯仿)、CCl₄都是重要的有机溶剂。
- (4)CCl₄中C元素已达最高价+4价,CCl₄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Cl₂相似,光照条件下,其他卤素单质也能与CH₄发生取代反应。反应的难易程度:

F₂ > Cl₂ > Br₂ > I₂。注意反应条件——光照。

解读7:CH₄不能使溴水褪色,也不能使氯水、碘水褪色,即CH₄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——COCl₂:



请回答:

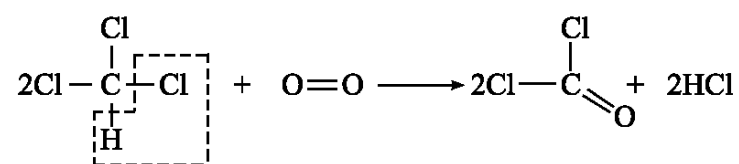
(1)此反应_____

- 属于取代反应
- 不属于取代反应
- 属于氧化反应
- 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_____

- 氢氧化钠溶液
- 硝酸银溶液
- 稀盐酸
- 水
- 湿润的蓝色石蕊试纸
- 湿润的红色石蕊试纸

解析 (1)依题给反应,有机物CHCl₃变为COCl₂,可认为CHCl₃中的1个H原子和1个Cl原子被O₂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,O₂是氧化剂;反应物CHCl₃中C元素的化合价为-2价,生成物COCl₂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O₂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)COCl₂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COCl₂生成,必有HCl生成;所以只要能检出H⁺或Cl⁻,就可认为有COCl₂生成。

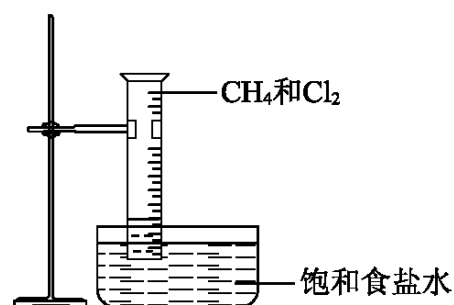
答案 (1)AC (2)BE

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。

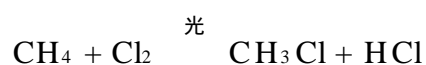
例 2

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:

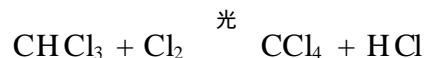
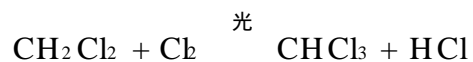
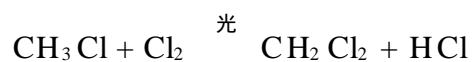


(1) _____; (2) _____;
(3) _____; (4) _____。

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 CH_3Cl , HCl 溶于水,溶液中 Cl^- 浓度超饱和,饱和食盐水中析出 NaCl 晶体;最后试管中只剩余气体 CH_3Cl ,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 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 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 ()

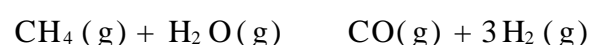
- A “可燃冰”有可能成为人类未来的重要能源
B “可燃冰”是一种比较洁净的能源
C “可燃冰”提供了水可能变成油的例证
D “可燃冰”的主要可燃成分是甲烷

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 H_2O 和 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 m^3 (标准状况) CH_4 按上式完全反应,产生 H_2 _____ mol。

(2) CH_4 和 O_2 的反应为:



设 CH_4 同时和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 及 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应。1 m^3 (标准状况) 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) CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 及富氧空气(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 | CO | H_2 | N_2 | O_2 |
|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 体积(L) | 25 | 60 | 15 | 2.5 |

计算该富氧空气中 O_2 和 N_2 的体积比 $V(\text{O}_2) : V(\text{N}_2)$ 。

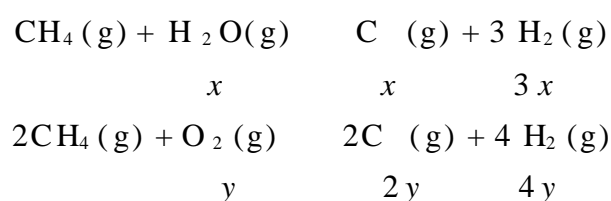
(4)若 CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 及富氧空气混合反应的产物中, $V(\text{H}_2) : V(\text{N}_2) = 3 : 1$ (合成氨反应的最佳比),则反应中的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和富氧空气的体积比为何值?

解析 (1)由题意:

$$n(\text{H}_2) = 3n(\text{CH}_4) = \frac{1\,000\text{ L}}{22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 = 133.9\text{ mol}$$

(2)由题给反应可以看出, CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应产生气体的体积是 CH_4 的 4 倍,为 4 m^3 ; CH_4 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应产生气体的体积是 CH_4 的 3 倍,为 3 m^3 。

(3)设 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的体积为 x , O_2 的体积为 y 。由题意得:



根据表中 CO 体积得: $x + 2y = 25 \text{ L}$

根据表中 H₂ 体积得: $3x + 4y = 60 \text{ L}$

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

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

(4) 设富氧空气中 O₂ 的体积分数为 a , 反应用去的 H₂O(g) 与富氧空气的体积分别为 x, y , 则

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

$x - y = 1 - 7a$

答案 (1) 133.9 (2) $3 \text{ m}^3 < V < 4 \text{ m}^3$ (3) 2.5

(4) $1 - 7a$

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

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

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

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

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

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

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 °C, 维持 10 min, 然后恢复到原来的温度(25 °C)。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 $m = 0.5, n = 0.25$

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 $V \text{ L}$

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

10 高温时, 甲烷发生分解反应, 生成乙炔(C₂H₂)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 $1.43 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

11 一定量 CH₄ 燃烧后得到的产物为 CO、CO₂、H₂O, 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 CO 的质量为 ()

A 24.4 g

B 13.2 g

C 12.5 g

D 11.2 g

变式训练: 将最后 1 个“CO”改为 CO₂, 其余不变, 试求之。

12 将 CH₄ 跟 Cl₂ 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 CH₄ 跟 Cl₂ 的物质的量比为 ()

A 1 : 4

B 2 : 3

C 1 : 7

D 2 : 5

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 °C: _____;

(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: _____。

14 (1) 工业上用氨气和二氧化碳合成尿素 [CO(NH₂)₂], 副产物是水, 反应条件是 180 °C、 $1.5 \times 10^7 \text{ Pa}$ ~ $3 \times 10^7 \text{ Pa}$, 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_____、_____。

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%)_____。

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。

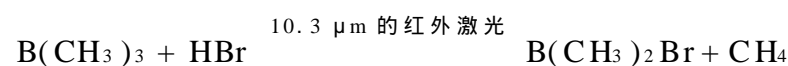
(1)常温下,使碳化铝(Al_4C_3)发生水解反应。反应方程式为_____;可采用的实验装置是_____。

- 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

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 $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ 分子中的 1 个 B—C 键,使之与 HBr 发生取代反应:



利用 $9.6 \mu\text{m}$ 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 g $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ 和 9.72 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_____。

18碳正离子[如 CH_3^+ , CH_5^+ , $(\text{CH}_3)_3\text{C}^+$ 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_3^+ 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_5^+ 中 4 个原子是共平面的,3 个键角相等,键角就是_____ (填角度)。

(3) $(\text{CH}_3)_2\text{HC}^+$ 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) $(\text{CH}_3)_3\text{C}^+$ 去掉 H^+ 后将生成电中性的有机分子,其结构简式是_____。

第二节 烷烃

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。

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 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ($n \geq 1$)。

2. 常温常压下, $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ 的烷烃呈____, $\text{C}_5 \sim \text{C}_{16}$ 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, $-\text{CH}_3$ 叫做_____, $-\text{C}_2\text{H}_5$ 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_____, $\text{C}_{30}\text{H}_{62}$ 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 种名称只对应_____有机物。

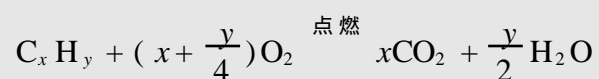
按系统命名法命名有机物,应选择_____的碳链作主链,编号要从离_____近的一端开始。

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, $\left(x + \frac{y}{4}\right)$ 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 $\text{CH}_{\frac{y}{x}}$, 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 $\text{C}-\text{C}$ 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: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ($n \in \mathbf{N}^+$), 符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 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。

三、同分异构现象和同分异构体的概念

(1)同分异构现象:化合物具有相同的分子式,不同的结构式的现象,叫做同分异构现象。

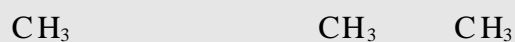
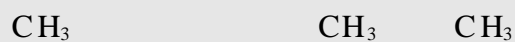
(2)同分异构体:概念 1:分子式相同,结构式不同的化合物互称为同分异构体。概念 2:具有同分异构现象的化合物互称为同分异构体。

解读 1:同位素、同素异形体、同系物、同分异构体的比较

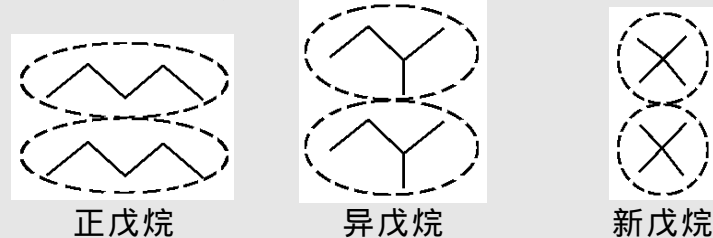
| | 定义 | 化学式 | 结构 | 性质 |
|-------|---|---|----------------|-----------------|
| 同位素 | 质子数相同,中子数不同的原子 | 原子符号表示不同,如: ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ | 电子排布相同,原子核结构不同 | 物理性质不同,化学性质相似 |
| 同素异形体 | 同一种元素形成的性质不同的单质 | 元素符号表示相同,分子式不同,如石墨和金刚石、 O_2 和 O_3 | 单质的组成或结构不同 | 物理性质不同,化学性质相似 |
| 同系物 | 结构相似,分子组成相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机物 | 不同 | 相似 | 物理性质不同,化学性质相似 |
| 同分异构体 | 分子式相同,结构不同的化合物 | 相同 | 不同 | 物理性质不同,化学性质完全相同 |

解读 2:戊烷的同分异构体

C_5H_{12} 有 3 种同分异构体:

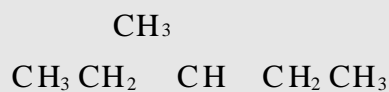


3 种同分异构体的沸点按正、异、新戊烷顺序递减。因为同分异构体所带支链越多,分子结构越趋于球形,分子间接触面积越小,分子间作用力就越小,故其沸点越低。如下图所示,表示了 3 个戊烷同分异构体分子间的接触:



显然,结合力越来越小(从左向右),沸点越来越低。注意,新戊烷在常温下已是气体。

解读 3:己烷的同分异构体有 5 种



解读 1:支链作为取代基,写在烷烃名称的前面。

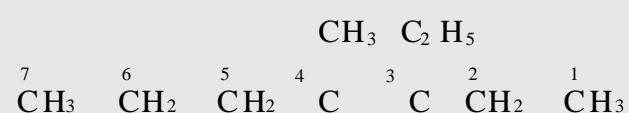
解读 2:支链的位置用阿拉伯数字注明,阿拉伯数字写在取代基名称前面。

解读 3:合并相同的取代基,用汉字(如二、三等)标注其个数,写在取代基名称前面,阿拉伯数字后面。

解读 4:阿拉伯数字间用“,”隔开,注意不要用“、”。

解读 5:汉字和阿拉伯数字间用短线隔开。

解读 6:不同的取代基,命名时遵循简单在前,复杂在后的原则,即先写甲基,后写乙基,依次类推。如下列有机物的名称,前者正确,后者错误。



名称 1: 4,4-二甲基-3,3-二乙基庚烷()

名称 2: 3,3-二乙基-4,4-二甲基庚烷()

即将乙基写在甲基的前面是错误的。

解读 7:较复杂取代基的名称要写准确。如下列有机物的命名,前两者正确,后者错误。



名称 1: 4-异丙基辛烷()

名称 2: 4-2-丙基辛烷()

名称 3: 4-丙基辛烷()

有时,阿拉伯数字间也画短线——当取代基的名称中有阿拉伯数字时。

探究学习

例 1

等质量的下列有机物完全燃烧,消耗 O_2 最多的是 ()

A CH_4

B CH_3CH_3

C C_2H_2

D C_5H_{12}

解析 本题有多种解法。

方法 1:根据化学方程式进行计算,然后通过比较可知答案。

方法 2(碳氢比法):由于 12 g 碳完全燃烧仅消耗 1 mol O_2 ,而 12 g 氢完全燃烧则消耗 6 mol O_2 ,故烃中 H 元素的质量分数越大,即烃中碳氢比(可以是质量比,也可以是物质的量或原子个数比)越小,其耗 O_2 量越大。

方法 3(CH_x 法):将烃化为“最简式”: CH_x ,等质量烃完全燃烧耗 O_2 量的大小可由 x 决定: x 越大耗 O_2 量越大, x 越小耗 O_2 量越小。

答案 A

评注与反思:

方法 3 是方法 2 的一种升华,是解决这类问题的快捷方法。

变式训练:将题干中“等质量”改为:等物质的量,其余不变,试选之。(答案:D)。

例 2

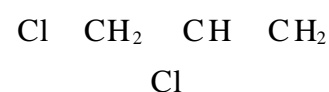
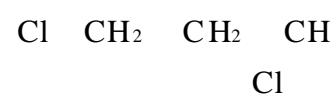
某化合物 A 的化学式为 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$,分析数据表明,分子中有 2 个“ $-\text{CH}_2-$ ”、2 个“ $-\text{CH}_3$ ”、1 个“ $-\text{CH}-$ ”和 1 个“ $-\text{Cl}$ ”,试写出它的所有同分异构体:_____。

解析 本题有 2 种解法:构造法和条件变换法。

方法 1(构造法):先构造出有机物结构式中间部分,即先用 2 个二价甲基“ $-\text{CH}_2-$ ”和 1 个三价甲基“ $-\text{CH}-$ ”进行组合,得到以下 2 种结构:



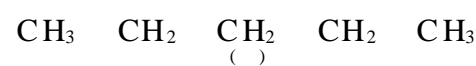
然后,再往()式和()式上安排结构中数目较少的取代基,即 $-\text{Cl}$ (氯原子),得到以下 4 种结构:



最后,分别在 ~ 的结构中安排 2 个 $-\text{CH}_3$,可得答案。

方法 2(条件变换法): $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 是 C_5H_{12} 被 1 个 Cl 原子取代的产物,求 C_5H_{11} 的同分异构体,就是求 C_5H_{12} 一氯代物的同分异构体,就是求戊基种数。本题解法如下。

先写出 C_5H_{12} 的同分异构体:

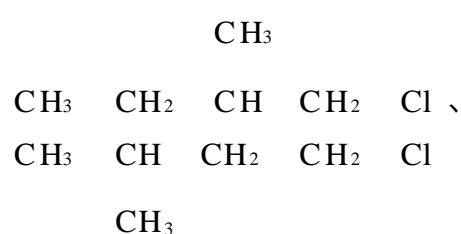


然后观察()、()、()式中 H 的不同位置(~),并在其不同位置上安排“ $-\text{Cl}$ ”保留符合题意(2 个

“ $-\text{CH}_2-$ ”、2 个“ $-\text{CH}_3$ ”、1 个“ $-\text{CH}-$ ”、1 个“ $-\text{Cl}$ ”)的 (),即得答案。

答案 $\text{CH}_3 \quad \text{CH} \quad \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \quad \text{CH}_3$ 、





评注与反思:

方法1作为一种构造法,需要的是一种有序的思维,不能一味瞎凑。本构造法采用了先组合中间,再补充边缘的构造策略。若思维无序,造成遗漏是很可能的。

两种方法相比,构造法只适合基团数目较少的有机物的组合;条件转换法虽适合所有基团数目(不论多少)的有机物的组合,但寻找替换母体有时较困难。

变式训练:将题目中的“2个‘—CH₂—’、2个‘—CH₃—’、1个‘—CH—’”改为:“1个‘—CH₂—’、3个‘—CH₃—’、1个‘—C—’”。其余不变,试答之。

[答案:(CH₃)₂CClCH₂CH₃、(CH₃)₃CCH₂Cl]

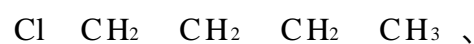
高考链接

例

(2004年高考)分子式为C₄H₉Cl的同分异构体有 ()

A 1种 B 2种 C 3种 D 4种

解析 C₄H₉—(丁基)有4种结构,则C₄H₉—Cl有4种结构,分别是:



答案 D

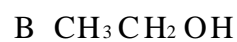
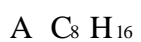
变式训练:C₅H₁₁Br的同分异构体有_____种。

(答案:8)

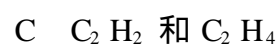
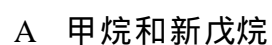
达标训练

基础过关

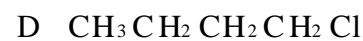
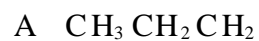
1 下列物质中,属于烷烃的是 ()



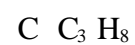
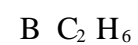
2 下列各组物质,可能(包括一定)互为同系物的是 ()



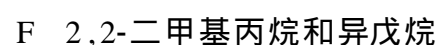
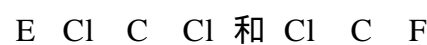
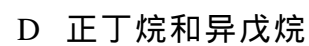
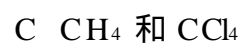
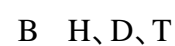
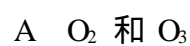
3 下列物质中互同分异构体的是 ()



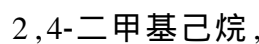
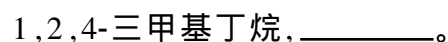
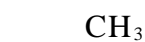
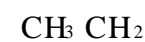
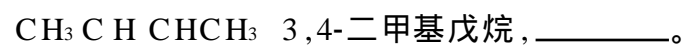
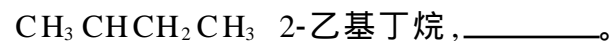
4 在常温常压下,取下列4种气态烃各1 mol分别在足量的氧气中燃烧,消耗氧气最多的是 ()



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_____。

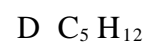
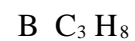


6 下列烷烃的命名是否正确?若有错误加以改正,把正确的名称填在横线上。

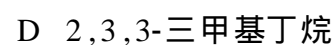
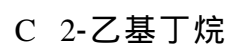
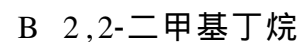
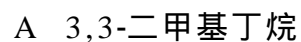


知能拓展

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 ()



8 下列有机物的命名正确的是 ()



(5) 锥形瓶内空气的质量 ($m_{\text{空气}}$) 是 _____ (列出算式)。

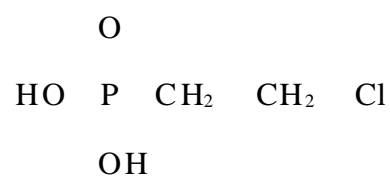
(6) 瓶中样品的质量 ($m_{\text{样品}}$) 是 _____ (列出算式)。

(7) 由实验测得烷烃的平均式量是 _____ (列出算式)。

预习导引

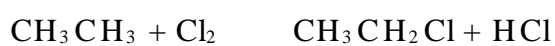
问题 1: 日常生活中使用的塑料袋, 多数是聚乙烯制品, 它是由乙烯聚合而成的, 试写出其反应的方程式。

问题 2: 乙烯被称为植物激素, 可促使香蕉、梨、番茄、西瓜等早熟, 可使橡胶树、漆树等吐胶、泌液, 增加产量。农药乙烯利的主要成分是 2-氯乙基膦酸:



常温下它会吸收空气中的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 与水反应释放出乙烯, 同时生成盐酸和磷酸, 试写出这个反应的化学方程式。

问题 3: 氯乙烷是一种重要的化工产品。如下两个反应均可得氯乙烷。



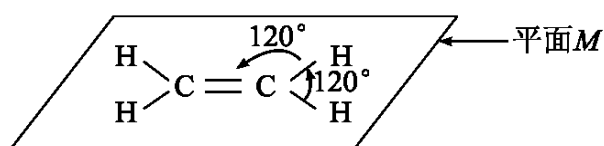
你认为最好采取哪一种方案, 为什么?

知能互动

一、乙烯的结构

乙烯的分子式为 C_2H_4 , 结构式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, 电子式

为 $\text{H} \times \overset{\cdot\cdot}{\text{C}} : : \overset{\cdot\cdot}{\text{C}} \times \text{H}$, 乙烯分子中的所有原子位于同一平面上, 键角约为 120° 。



二、乙烯的制法和用途

1. 工业制法: 主要由石油裂解制得。

2. 实验室制法:

药品: _____

反应原理: _____

装置类型: _____

第三节 乙烯 烯烃

收集方法: _____

3. 用途:

石油化工的重要原料, 用于制塑料、合成纤维、有机溶剂等; 植物生长调节剂。

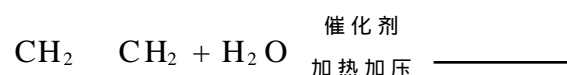
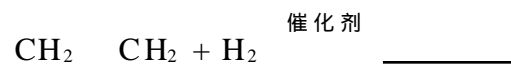
三、乙烯的性质

1. 在通常状况下, 乙烯是一种没有颜色, 稍有气味的气体。_____溶于水, 在标准状况下, 密度比空气略_____。

2. 在一定条件下, 乙烯可发生 _____、_____ 和 _____ 反应。

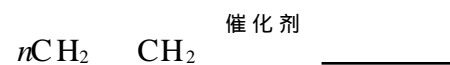
(1) 乙烯在空气中点燃, 现象为 _____, 反应方程式为 _____; 若将乙烯气体通入酸性 KMnO_4 溶液中, 可看到 _____, 利用这个反应可区别乙烯和甲烷。

(2) 完成下列加成反应:



将乙烯通入溴水或 Br_2 的 CCl_4 溶液中, 发生的现象是 _____, 利用这个反应可以鉴别烯烃和烷烃。

(3) 完成下列聚合反应



四、加成反应和聚合反应

1. 有机物分子中 _____ 两端的碳原子与 _____ 或 _____ 直接结合生成新的化合物的反应, 叫做加成反应。

2. 由 _____ 小的化合物分子互相结合成 _____ 大的高分子的反应叫做聚合反应。_____ 简称加聚反应。

五、不饱和烃和烯烃

1. 烃分子里含有 _____ 或 _____, 碳原子所结合氢原子数 _____ 饱和链烃里的氢原子数, 叫做不饱和烃。

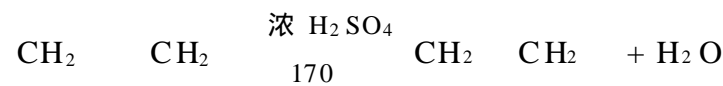
2. 分子中含有 _____ 的一类 _____ 叫做烯烃。烯烃的通式是 _____ ($n \geq 2$)

3. 烯烃的物理性质与递变规律同 _____, 烯烃的主要化学性质同 _____。

疑难解读

一、乙烯的实验室制法

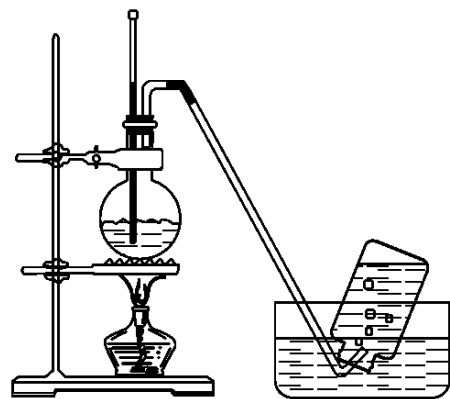
1. 反应原理



2. 实验装置

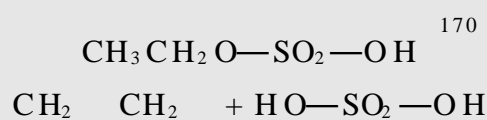
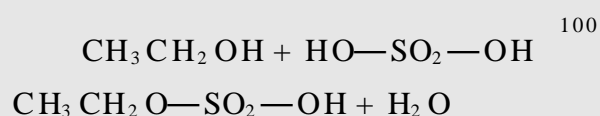
与制 Cl_2 装置相似。不同点是: 制乙烯装置中有温度

计,无分液漏斗;制氯气装置中有分液漏斗,无温度计。制乙烯装置中要加碎瓷片,制氯气装置中则不加碎瓷片。



3. 收集方法:排水法

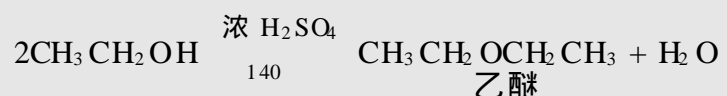
解读 1:从反应过程来看,浓硫酸是参加反应的,但生成乙烯的同时,硫酸又重新生成。



反应前后硫酸的质量和化学性质都没有改变,故认为硫酸是参加反应的催化剂。

解读 2:从反应结果来看,乙醇变为乙烯和水,鉴于浓硫酸有脱水性——将 H 和 O 原子按个数 2 : 1 即水的比例从化合物中分离出来,故认为硫酸又是脱水剂。

解读 3:从反应温度来看,在 140 时发生下列反应:



(此反应中浓 H_2SO_4 是脱水剂和催化剂)

为减少乙醚的生成,要迅速升温到 170 。

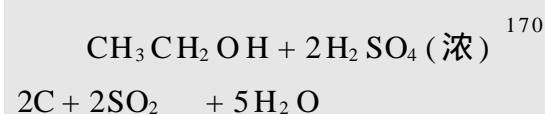
解读 4:制得的乙烯中混有下列气体: CO_2 、 SO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$;其中, SO_2 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 通过水时被吸收,收集到的 C_2H_4 气体中主要杂质是 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。欲得纯净的 C_2H_4 气体,可选用 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 吸收 CO_2 ,再用浓 H_2SO_4 吸收 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

解读 5:碎瓷片的作用:防止暴沸。类推,当温度高于混合液体中某一成分的沸点时,都要加碎瓷片,以防液体暴沸。

解读 6:温度计位置:温度计的水银球,要插到混合液体的液面以下,但不要接触烧瓶内壁,也不要接触碎瓷片。

解读 7:浓 H_2SO_4 溶于乙醇与溶于水相似——放出大量的热。因此混合浓 H_2SO_4 与乙醇时,切不可将乙醇加到浓 H_2SO_4 中,以防液体飞溅。

解读 8:制乙烯过程中常伴有其他副反应,如:



此反应中浓硫酸是脱水剂和氧化剂(反应物),还有下列副反应发生:



此反应中,浓硫酸是氧化剂。

解读 9:乙烯的实验室制法可用下列口诀记忆:

硫酸酒精三比一,
液面下插温度计,
迅速升温一百七,
为防暴沸加碎瓷,
排水方法集乙烯。

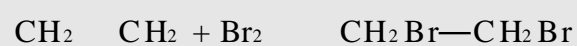
二、乙烯的加成反应

(1) 乙烯与 Br_2 的加成:乙烯能使溴的四氯化碳溶液(或溴水)褪色。化学上,常用溴的四氯化碳溶液(或溴水)鉴别与烯烃。

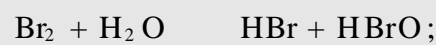


解读 1:该反应既是加成反应,也是氧化反应,因为: $\overset{-2}{\text{C}}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \overset{-1}{\text{C}}_2\text{H}_4\overset{-1}{\text{Br}}_2$ 。

解读 2:乙烯通过溴水时,同时发生 3 种加成反应



因为溴水中存在下列平衡



即同时存在 Br_2 、 H_2O 、 HBr (H^+ 和 Br^-)、

HBrO (H^+ 、 BrO^- 、 HBrO)多种粒子。

解读 3: $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$ 的名称叫做 1, 2-二溴乙烷,而二溴乙烷有 2 种,另一种是 1, 1-二溴乙烷: $\text{CH}_3-\text{CHBr}_2$,它们互为同分异构体。

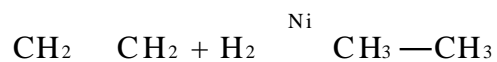
解读 4:类推可知,乙烯能使卤素的四氯化碳溶液(或卤水)褪色。

(2) 乙烯与水的加成:乙烯水化成乙醇。



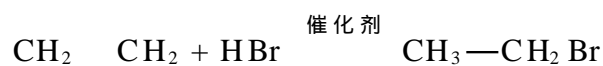
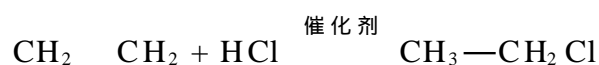
解读 1:这是工业上合成乙醇的主要方法。
 解读 2:该反应是加成反应,但不是氧化还原反应。因为反应前后各元素的化合价都没发生变化。
 解读 3:此反应与实验室制乙烯的反应方向相反,但不是可逆反应。

(3) 乙烯与 H₂ 的加成: 乙烯加氢成乙烷

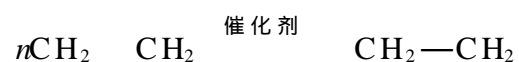


解读 1:该反应是加成反应,也是还原反应,因为:
 $\overset{-2}{\text{C}}_2\overset{+1}{\text{H}}_4 + \overset{0}{\text{H}}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \overset{-3}{\text{C}}_2\overset{+1}{\text{H}}_6$
 解读 2:与得氧失氧相反,有机物得氢被还原,失氢被氧化。

(4) 乙烯与卤化氢的加成



(5) 乙烯的聚合反应——自身加成反应



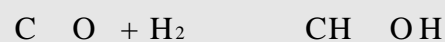
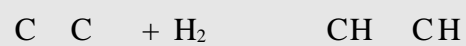
解读 1:聚乙烯(—CH₂—CH₂—)中有很多分子,每个分子的 n 值可以相同,也可以不同,因而是混合物。
 解读 2:类推可知,所有人工合成的高分子化合物(高聚物)都是混合物。

三、加成反应的概念

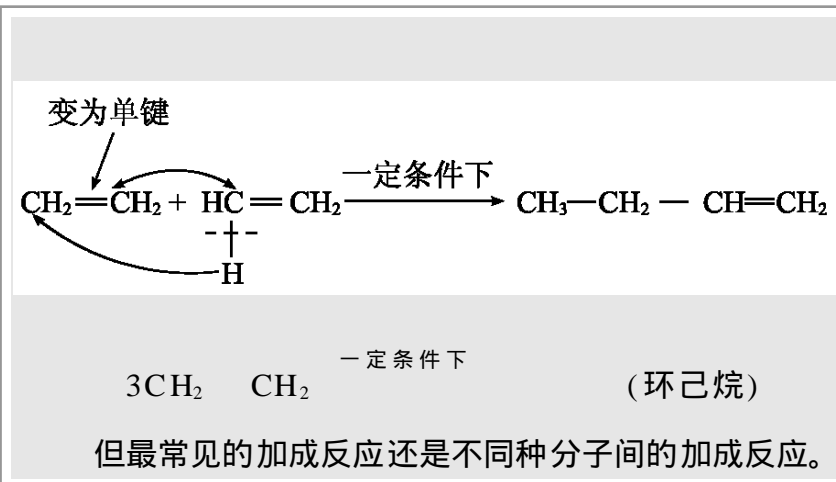
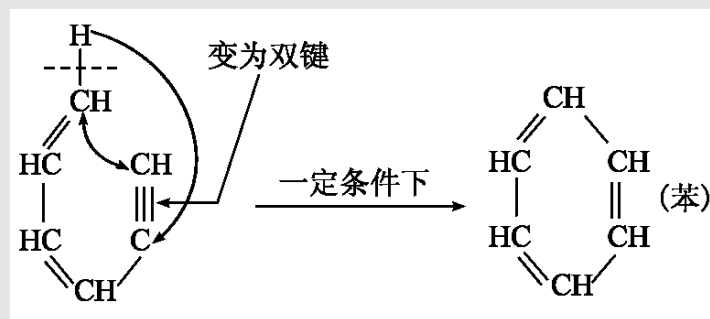
有机分子中双键(或三键)两端的碳原子与其他原子或原子团直接结合生成新的化合物的反应,叫做加成反应。

(1) 层析法理解加成反应的概念

解读 1:“两端的碳原子”,包括两端的两个碳原子和两端的一个碳原子两种情况。如下列两类反应都是加成反应:

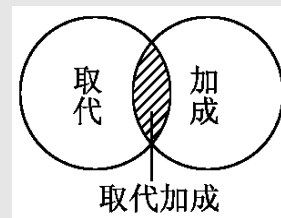


解读 2:“其他原子或原子团”可以是分子内的,也可以是分子间的,可以是同种分子间的,也可以是不同种分子间的。如下列三个反应也都是加成反应:



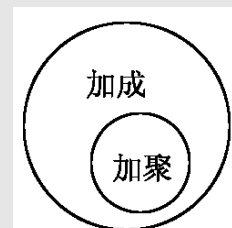
(2) 对比法理解加成反应的概念

解读 1:加成反应与取代反应的关系
 加成反应与取代反应呈交叉关系(如图),有的反应既是取代反应,也是加成反应(又叫取代加成反应),如上列反应。



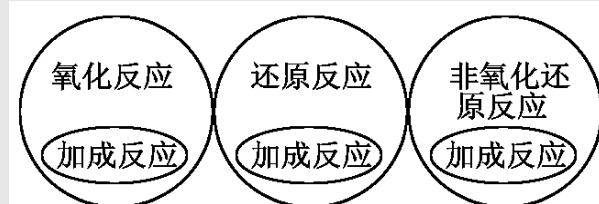
图

解读 2:加成反应与加聚反应的关系
 加聚反应是加成聚合反应和简称,加聚反应一定是加成反应,但加成反应不一定是加聚反应。其关系如图。



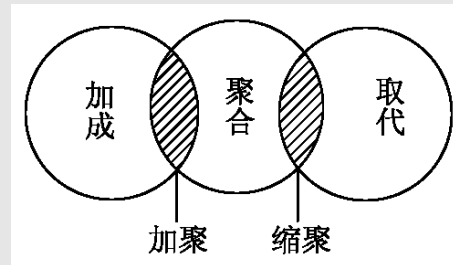
图

解读 3:加成反应与氧化还原反应的关系



图

解读 4:加成反应与聚合反应的关系
 聚合反应有两类:只生成高分子化合物的是加聚反应;既生成高分子化合物,又生成小分子物质的是缩聚反应。加聚反应一定是加成反应,缩聚反应不一定是加成反应。其关系如图



图

