



丛书主编 陈东旭

2006

同步辅导用书

高二 下册

依据教育部最新《教学大纲》编写

学习的艺术

化学

吉林文史出版社

学习的艺术

化 学

江西金太阳教育研究所

主 编:王 骏

副主编:徐 昀 胡一平 陈 虹 卢晓春

编 委:(按姓氏笔划排列)

王 骏 卢晓春 刘俊初 汤红渠

张 骏 杨 超 陈 虹 陈卫良

罗伟志 胡一平 徐 昀 蔡桂娥

吉林文史出版社

图书在版编目(CIP)数据

学习的艺术. 高二化学. 下册 / 陈东旭主编. —长春: 吉林文史出版社, 2005. 10
ISBN 7-80702-311-2

I. 学... II. 陈... III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 115210 号

书 名	学习的艺术(高二)
丛书主编	陈东旭
责任编辑	周海英
出版发行	吉林文史出版社
地 址	长春市人民大街 4646 号 130021
印 刷	江西印刷集团公司
规 格	787 mm × 1092 mm
开 本	16 开本
印 张	125 印张
字 数	3625 千字
版 次	2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-80702-311-2
定 价	150.00 元



成功者说:“学而有道。”那么,何为学之“道”?“道”在何方?让我们一起来翻开金太阳教育研究所倾情打造的《学习的艺术》一书吧!书中的讲解深入浅出,翔实高效;练习新颖别致,难易适中,这就是问题的答案。

古人常说,授人以鱼,不如授人以渔。《学习的艺术》这套丛书,在经过长期、广泛、细致地调研的基础上,集合全国一大批教学一线的名师,将他们的教学心得、复习方法和应试技巧融于书中,让大家在学习中懂得更多的艺术,考试更轻松。

本丛书以课时为编写单元,与实际教学保持同步使用。

中学化学的学习主要包括三个方面:一是知识,二是能力,三是贯穿在过程中的科学素养、人文精神。因此我们在本书的内容安排上力求紧扣实质,去掉不必要的形式。具体设置的栏目主要有**课前导航**通过和化学相关章节有关的科技生产生活知识的科普性趣味性介绍,拓展视野,激发学习兴趣,培养探究精神,孕育人文情怀。

知识精析使学生全面掌握课时基础知识,整体把握教材内容,突破重点,剖析难点,解决知识障碍。

实验浅谈通过对课本演示实验的剖析、拓展或者对典型实验习题的解析、点评,帮助学生从课本出发,以应用为目的,积累有关实验方方面面的技能和动手能力。

规律技巧通过恰当的归纳,配以“典型例题+变式训练”的形式使学生学会对知识的灵活运用,掌握各种解题技巧,积累能力素质。

回忆总结通过每节课的关键词、句快速帮助学生回忆起整节课的知识,以点带面,有效地复习这节课的内容。

同步达标精心挑选的习题,具有良好的针对性、代表性、典型性和新颖性。难、中、易比例恰当,题量合适,有效帮助学生巩固基础知识,训练能力。

本章小结 (1)知识网络:将本章基础知识以网络形式表现,帮助考生建立知识框架,实现知识的系统化、清晰化;(2)接触高考:通过对高考试题的详细解析,让学生经过亲身体验了解高考题的特点,消除高考的神秘感,增强自信心;(3)单元检测题:习题具有较好的新颖性,良好的覆盖面、区分度,对本章内容从知识到能力进行充分的综合性检阅。

一位名师能引领你走进科学的殿堂,一本好书能改变你一生的命运。认真研读这套丛书吧,拥有她,你会领略到学习的艺术,她会成为你的良师益友,会照亮你前进的道路。愿《学习的艺术》助你顺利走向高考。

编者

2005年10月



Contents

第五章 烃	(1)
第1课时 甲烷	(1)
第2课时 烷烃(一)	(5)
第3课时 烷烃(二)	(9)
第4课时 乙烯 烯烃	(13)
第5课时 乙炔 炔烃	(17)
第6课时 苯 芳香烃(一)	(20)
第7课时 苯 芳香烃(二)	(23)
第8课时 石油的分馏	(26)
第9课时 本章小结	(29)
第六章 烃的衍生物	(32)
第10课时 溴乙烷 卤代烃(一)	(32)
第11课时 溴乙烷 卤代烃(二)	(35)
第12课时 溴乙烷 卤代烃(三)	(39)
第13课时 乙醇 醇类(一)	(42)
第14课时 乙醇 醇类(二)	(46)
第15课时 有机物分子式和结构式的确定(一)...	(50)
第16课时 有机物分子式和结构式的确定(二)...	(54)
第17课时 有机物分子式和结构式的确定(三)...	(58)
第18课时 苯酚	(61)
第19课时 乙醛 醛类	(65)
第20课时 乙酸 羧酸(一)	(69)
第21课时 乙酸 羧酸(二)	(72)
第22课时 乙醇 苯酚 乙醛的性质	(76)



Contents

第23课时	乙酸乙酯的制取 肥皂的制取...	(79)
第24课时	同系物 同分异构体	(80)
第25课时	有机推断	(84)
第26课时	有机合成	(88)
第27课时	本章小结	(93)
第七章	糖类 油脂 蛋白质	(96)
第28课时	葡萄糖 蔗糖	(96)
第29课时	淀粉 纤维素	(99)
第30课时	油脂	(102)
第31课时	蛋白质	(105)
第32课时	实验九 葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素的性质	(109)
第33课时	实验十 蛋白质的性质	(110)
第34课时	本章小结	(112)
第八章	合成材料	(115)
第35课时	有机高分子简介	(115)
第36课时	合成材料	(118)
第37课时	新型有机高分子材料	(121)
第38课时	实验十一 实验习题	(123)
第39课时	本章小结	(127)
参考答案		(129)

第五章 烃

第1课时 甲烷



课前导航

科学家最近发现一种新能源——“可燃冰”，它的主要成分是甲烷与水分子的结晶水合物($\text{CH}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。其形成过程：埋于海底地层深处的大量有机物在缺氧环境中，厌氧性细菌把有机物分解，最后形成石油和天然气(石油气)，在海底的低温与高压下形成了类似冰的透明晶体，这就是“可燃冰”。

最有可能形成可燃冰的区域是：①高纬度的冻土层。如美国的阿拉斯加、俄罗斯的西伯利亚都已有发现，而且俄罗斯已开采了近20年。②海底大陆架斜坡。如美国和日本的近海海域、加勒比海沿岸及我国南海和东海海底均有储藏，估计我国黄海海域和青藏高原的冻土带也有储藏。据估计，全世界甲烷水合物的储量是目前煤、石油和天然气储量的两倍，其中，海底的甲烷水合物储量占99%。

如何开采甲烷水合物呢？

由于甲烷水合物是分散分布在岩石的孔隙中，难以开采。目前提出开采的设想有：①热解法；②降压法；③置换法。

不管用哪种方法开采，都必须保证甲烷水合物中的甲烷不逸散到大气中，否则将引起灾难性后果。目前，世界各国科学家都在加紧研究这一技术课题。



知识精析

1. 有机化合物

(1)指含碳元素的化合物，简称有机物(但 CO 、 CO_2 、碳酸及其盐、金属碳化物如 CaC_2 、金属氰化物如 KCN 等由于组成和性质与无机物相似，故属于无机物)。

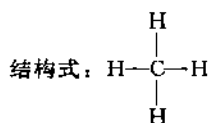
(2)有机物与无机物的特点比较

特点与性质	有机物	无机物
种类	很多(大约 3000 万种)	比有机物少(10 多万种)
溶解性	多数不溶于水而易溶于有机溶剂	多数可溶于水而难溶于有机溶剂
耐热性	多数熔点较低，不耐热，受热易分解	多数熔点较高，耐热，受热难分解
可燃性	多数易燃烧	多数难燃烧
是否为电解质	多数为非电解质，不电离	多数是电解质，水溶液或熔化时能导电
化学键	多数为极性键或非极性键	多数为离子键或共价键
晶体类型	多数为分子晶体	多数为离子晶体
化学反应	复杂，缓慢，副反应多，一般用“ $\xrightarrow{\quad}$ ”	简单，速率快，副反应少，一般用“ $\xrightarrow{\quad}$ ”

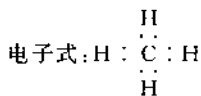
有机物一般含碳(含碳的化合物不一定都属于有机物)，碳原子最外层有4个电子，不易形成离子化合物，而易形成共价化合物；碳原子的半径小，共价键牢固，并可形成碳碳单键、双键、叁键，也能形成碳环，且能形成长链并伴有支链，在空间也可折叠、旋转等，所以化合物的种类和数目比无机物的多。

2. 甲烷的分子结构

分子式： CH_4



(用“—”表示一对共用电子的图式叫结构式)

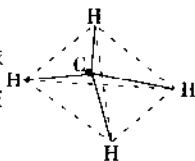


空间构型: 正四面体结构

任意两碳氢键间夹角都是 $109^{\circ}28'$, 为非极性分子。

3. 甲烷的物理性质与存在

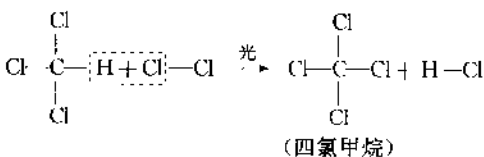
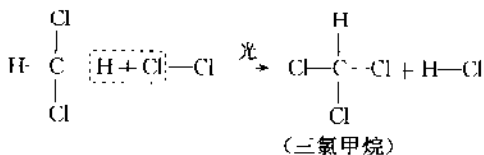
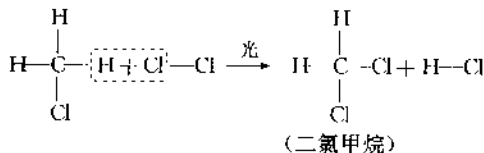
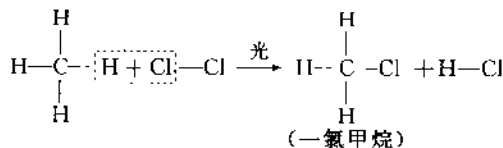
(1) 甲烷是没有颜色、没有气味的气体, 密度是 $0.718 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 比空气轻, 极难溶于水。



(2) 沼气(由池底部产生)、坑道气(由煤矿的坑道产生)、天然气(地下深处)一般含甲烷 $80\% \sim 95\%$ 。

4. 甲烷的化学性质

(1) 取代反应

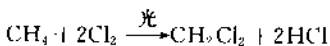


注意:

① 逐步取代, 往往得 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 及 HCl , 且 HCl 最多。

② CH_3Cl 为气态, CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 为液态。

③ 1 分子 Cl_2 反应, 只能生成 1 分子 HCl , 如:



(2) 氧化反应

甲烷气体易燃烧, 甲烷完全燃烧生成二氧化碳和水, 化学方程式为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 同时放出大量的热, 伴有淡蓝色火焰。但不能使酸性高锰酸钾溶液、溴水褪色。

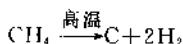
甲烷在空气或氧气中达到一定的含量, 遇火焰或火花时极易发生爆炸, 酿成事故。因此, 在点燃甲烷之前一定要先检验甲烷的纯度, 只有甲烷的纯度符合安全点燃的要求时才能点燃。

注意: 凡是点燃易燃易爆的气体, 都必须在点燃之前先检验其纯度。对纯度不符合安全点燃要求的气体, 绝对不允许点燃。

检验甲烷纯度的方法:

用排水法将甲烷气体收集于试管中, 使气体体积超过试管容积的 $\frac{2}{3}$ 。用拇指堵紧试管口, 移向火焰, 当试管口靠近火焰时松开拇指。若仅听到很小的响声, 说明甲烷气体的纯度符合在空气中安全点燃的要求; 若听到尖锐的爆鸣声, 则甲烷气体的纯度不符合在空气中安全点燃的要求。对纯度不符合安全点燃要求的气体, 要继续制取、检验, 直至其纯度达到安全点燃的要求时方可点燃。

(3) 分解反应



注: 隔绝空气条件下加热至 1000°C , 甲烷分解生成氢气和炭黑(橡胶工业的一种原料)。

5. 取代反应

(1) 定义: 有机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。

(2) 特点:

① 可与单质或化合物取代, 反应“有进有出”, 产物必为两种或两种以上, 与无机化学中的复分解反应和置换反应有相似之处, 但不属于复分解反应和置换反应。

② 反应的进行受催化剂、温度、光照等外界条件影响较大。

③ 逐步取代, 很多反应是可逆的, 反应后得到多种取代物的混合物。

第五章 烃

6. 取代反应和置换反应的区别

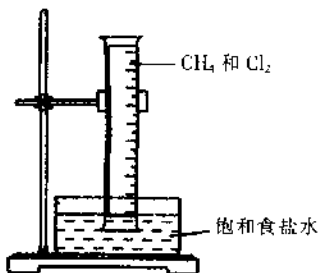
类别 区别	取代反应	置换反应
例	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
定义	有机物分子里的原子或原子团被其他原子或原子团所代替的反应	一种单质跟一种化合物反应,生成另一种单质和另一种化合物的反应
反应物	一种化合物和另一种化合物或单质	一种单质和一种化合物
生成物	一般为两种化合物	另一种单质和另一种化合物
反应中电子得失	不一定发生电子转移,因此不一定是氧化还原反应	一定发生电子转移,一定是氧化还原反应
反应是否可逆	有不少是可逆反应	一般是不可逆反应

实验浅谈

甲烷与氯气发生取代反应的实验

步骤:

取一个 100 mL 的量筒,用排饱和食盐水的方法先后收集 20 mL CH_4 和 80 mL Cl_2 (如图),放在光亮的地方,观察现象。



现象:

(1)量筒内 Cl_2 的黄绿色渐渐消失,有白雾产生。

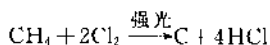
(2)约 3 min 之后,量筒内壁上出现了浅黄色油状液滴,量筒内水面上升,水槽中析出少量晶体。

结论:

在光照的条件下, CH_4 和 Cl_2 发生化学反应,生成了易溶于水的气体(HCl)和难溶于水的油状的无色液体(因 Cl_2 部分溶解于其中而显浅黄色)。

注意:

(1) CH_4 与 Cl_2 的混合气切忌用日光直射或其他强光直射。否则,要发生如下爆炸反应:



(2)为了便于观察现象,量筒要洗涤干净,提高其透明度。

(3) CH_4 与 Cl_2 的体积比以 1:4 为宜,若此比值过大或过小,会因 CH_4 或 Cl_2 过剩而导致实验现象不明显。

(4) HCl 溶解于水促使少量 NaCl 晶体析出。



规律技巧

典例 1 下列说法中正确的是 ()

- A. 有机物都是从有机体中分离出来的物质
- B. 有机物都是共价化合物
- C. 有机物不一定都不溶于水
- D. 有机物不具备无机物的性质

解析:有机物不一定要从有机体中分离出来,如用

无机物可制取有机物: $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow[\text{加热, 加压}]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OH}$

(甲醇),有些有机盐如 CH_3COONa 、 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 等属于离子化合物,乙醇、乙酸等有机物能溶于水,无机物与有机物没有绝对界限,必然有某些共同特点与性质。故答案为 C。

答案:C

变式训练 迄今为止,以下各族元素中生成化合物的种类最多的是 ()

- A. II A 族
- B. III A 族
- C. IV A 族
- D. V A 族

典例 2 将 1 mol CH_4 和一定物质的量的 Cl_2 混合均匀,以漫散光照射使 CH_4 与 Cl_2 发生取代反应。反应后 CH_4 与 Cl_2 均无剩余,且生成了等物质的量的 4 种取代物,则参加反应的 Cl_2 的物质的量为 ()

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

解析:解法一:由 C 守恒,则生成的 4 种取代产物的物质的量为 $\frac{1 \text{ mol}}{4} = 0.25 \text{ mol}$,故 4 种取代产物中 $n(\text{Cl}) = 0.25 \text{ mol} \times (1+2+3+4) = 2.5 \text{ mol}$,根据取代反应特点知, $n(\text{HCl}) = 2.5 \text{ mol}$,故参加反应的 Cl_2 的量为 2.5 mol

解法二:根据总化学方程式,

由生成相同物质的量的 4 种取代物可写出 $4\text{CH}_4 + 10\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{CHCl}_3 + \text{CCl}_4 + 10\text{HCl}$ 。因 CH_4 为 1 mol,故反应消耗 2.5 mol Cl_2 。

答案:C

变式训练 在光照条件下,将等物质的量的 CH_4 和 Cl_2 混合充分反应后,得到的产物中物质的量最多的是 ()

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

典例 3 将一定量的 CH_4 在 O_2 中点燃, CH_4 已完全反应,燃烧产物为 CO 、 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。此混合气体的质量为 49.6 g,当其缓缓通过足量干燥的 CaCl_2 时, CaCl_2 增重 25.2 g。则原燃烧产物中 CO_2 的质量为 ()

- A. 12.5 g B. 19.7 g
C. 13.2 g D. 24.4 g

解析: 在 CO 、 CO_2 、 H_2O 中被 CaCl_2 吸收的是 H_2O 。25.2 g H_2O 的物质的量是 1.4 mol,与之对应的 CH_4 是 0.7 mol。而 0.7 mol CH_4 燃烧生成的 CO 和 CO_2 共 0.7 mol。

CO 、 CO_2 的总质量为:

$$49.6 \text{ g} - 25.2 \text{ g} = 24.4 \text{ g}$$

CO 、 CO_2 的平均摩尔质量为:

$$24.4 \text{ g} \div 0.7 \text{ mol} \approx 35 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\begin{array}{ccc} 44 & & 7 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & 35 & \\ & \nwarrow \quad \searrow & \\ 28 & & 9 \end{array} \quad \frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CO})} = \frac{7}{9}$$

0.7 mol CO 、 CO_2 混合气体中含 CO_2 的物质的量:

$$0.7 \text{ mol} \times \frac{7}{16} \approx 0.3 \text{ mol}$$

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

答案:C

变式训练 某气态烃对空气的相对密度为 2。在氧气中充分燃烧 1.16 g 这种烃,并将所得产物依次通过装有无水氯化钙的干燥管和装有碱石灰的干燥管,两个干燥管的质量分别增重 1.8 g 和 3.52 g。求这种烃的分子式。

典例 4 将标准状况下甲烷和氧气的混合气体 224 mL,点燃完全燃烧,将生成的气体通入 100 mL $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的石灰水中,得到 0.1 g 白色沉淀。求混合气体中甲烷和氧气的体积比。

解析: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

$$\textcircled{1} \text{ 若 } \text{CO}_2 \text{ 不足,则 } n(\text{CO}_2) = \frac{0.1 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

$$10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_4) = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(\text{CH}_4) = 22.4 \text{ mL}$$

$$\therefore V(\text{CH}_4) : V(\text{O}_2) = 1 : 9$$

$\textcircled{2}$ 若 CO_2 过量,同时生成 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,则

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0.1 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + (0.1 \text{ L} \cdot 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} -$$

$$\frac{0.1 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}) \times 2 = 0.003 \text{ mol}$$

$$V(\text{CH}_4) = 0.003 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 67.2 \text{ mL}$$

$$\therefore V(\text{CH}_4) : V(\text{O}_2) = 3 : 7$$

答案:3:7

[回忆总结]

1. 有机物、烃的概念及判断,有机物的特点。
2. 甲烷的结构、电子式、物理性质和化学性质。
3. 甲烷的取代反应实验的现象和原理。
4. 取代反应的定义、取代反应与置换反应的区别。

第2课时 烷烃(一)



课前导航

在冬季使用液化石油气和管道煤气时会发现火焰小,甚至点燃都比较困难。原来其燃气的主要成分是甲烷、乙烷和丙烷,还含少量的丁烷。丁烷的沸点是 -0.5°C ,在冬季,气温低不易汽化,燃烧困难。机动车在冬季不易发动的原因也是如此。



知识精析

1. 烷烃

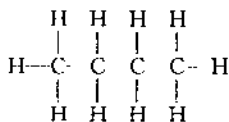
(1)定义:只含碳碳单键和碳氢键的链烃。

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

烷烃中含氢量最高的是甲烷,随着 n 增大,含氢量逐渐降低。

(2)特点:所有碳原子间都以单键相连成链状(若成环,则为环烷烃),所以烷烃又叫饱和链烃。

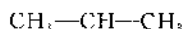
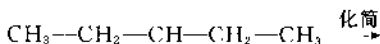
(3)结构式:将每一对共用电子都用“—”表示出来的式子,即要标示出全部的共价键。如正丁烷:



结构简式:省略部分或全部用“—”表示的单键的结构式。

如: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 或 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

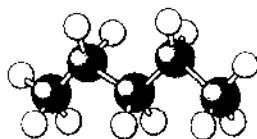
写结构简式时,要避免分子结构混淆不清,如:



$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$ 是正确的,而化简为 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHC}_3\text{H}_7$ 则不正确,因为 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 包括 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 和 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ 两种不同

的基团结构。

(4)空间结构(以正戊烷为例):



球棍模型

可以看出: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 等的碳链并不是直线的,从球棍模型可以看出是类“锯齿”状曲折的。

饱和烃包括烷烃和环烷烃。烷烃是链烃,如乙烷、丙烷、丁烷等;环烷烃是烃分子中部分或全部的碳原子连成一个或多个碳环,如环丁烷、甲基环丁烷等,显然烷烃和环烷烃的通式不同。环烷烃比同碳原子数的烷烃少2个H,通式为 C_nH_{2n} ($n \geq 3$),性质与烷烃类似。

(5)有机物结构和组成的比较

种类	实例	涵义	应用范围
分子式	C_2H_6	用元素符号表示物质分子组成的式子,可反映出一个分子中原子的种类和数目,不能表示真实的分子结构	多用于研究分子晶体
最简式 (实验式)	乙烷的最简式为 CH_3	①表示物质组成的各元素原子最简整数比的式子 ②由最简式可求最简相对分子质量	有共同组成的物质

种类	实例	涵义	应用范围
电子式	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} : \text{C} : \text{C} : \text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	用小黑点等记号代替电子,表示原子最外层电子成键情况的式子	多用于表示离子型、共价型的物质
结构式	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	①具有化学式所能表示的意义,能反映物质的结构 ②表示分子中原子的结合或排列顺序的式子,但不表示空间构型	①多用于研究有机物的性质 ②由于能反映有机物的结构,有机反应常用结构式表示
结构简式(示性式)	CH_3-CH_3	结构式的简便写法,着重突出结构特点(官能团)	同“结构式”
球棍模型	(见课本)	小球表示原子,短棍表示价键	用于表示分子的空间结构(立体形状)
比例模型	(见课本)	用不同体积的小球表示不同的原子大小	用于表示分子中各原子的相对大小和结合顺序

(6) 烷烃的物理性质

① $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ 为气态, $\text{C}_5 \sim \text{C}_{16}$ 为液态。(新戊烷在常温常压下也是气体)

② 熔点、沸点、密度随碳原子数增多而逐渐升高。

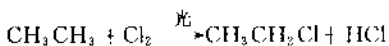
③ 对于相同碳原子数的烷烃,支链越多,沸点越低。

④ 难溶于水,液态烷烃比水轻。

(7) 烷烃的化学性质(类似甲烷)

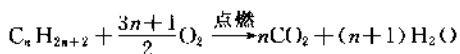
① 稳定性:常温下与 KMnO_4 酸性溶液、溴水、强酸、碱等不反应。

② 取代:与 X_2 光照下取代,其分子中有 n 个氢原子,则最多可与 n 个 X_2 分子反应。



③ 点燃(氧化)

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



2. 同系物

(1) 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。

(2) 结构相似指含相同数目、相同特征的特征原子或原子团,而不是结构相同。

(3) 组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团,即要符

合同一个通式。

注意:①同系物一定结构相似,但结构相似的不一定是同系物。如丙烷与新戊烷 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$,前者无支链,后者有支链,但两者碳原子之间均以单链结合成链状,结构相似,为同系物。直链分子与有支链的分子,只要全是单键链状,在判断同系物时仍当做相似结构;新戊烷 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ 与正戊烷 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ 结构相似却不是同系物,因它们不相差 CH_2 。

②同系物具有相同的分子组成通式。但通式相同的有机物,不一定互为同系物,如:
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (正丁烷) 与
 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ (异丁烷) 都是烷烃,但它们不属于

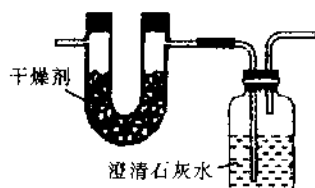
同系物关系,原因是它们在分子组成上没有什么差别。

③同系物组成元素相同,同系物之间相对分子质量相差 $14n$ 。

④同系物结构相似,化学性质一般相似。

实验浅谈

已知某种气态矿物燃料含有碳和氢两种元素,为测定该矿物燃料中两种元素的质量比,可将该矿物燃料放入足量的氧气中燃烧,并使产生的气体全部通入如图所示装置中,得到如下表所列的实验结果(假设气体完全被吸收)。



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

根据实验数据回答:

(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 的质量为 _____ g。

(2)气态矿物燃料中碳、氢元素的质量比是 _____,物质的量之比是 _____,它的分子式为 _____。

解析:显然反应后生成的 H_2O 全被干燥剂吸收,石灰水完全吸收反应生成的 CO_2 。

$$\text{则 } m(\text{H}_2\text{O}) = 102.9 \text{ g} - 101.1 \text{ g} = 1.8 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 314.2 \text{ g} - 312.0 \text{ g} = 2.2 \text{ g}$$

气态矿物燃料中

$$m(\text{C}) = \frac{2.2 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.6 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = \frac{1.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.2 \text{ g}$$

$$m(\text{C}) : m(\text{H}) = 3 : 1$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{0.6 \text{ g}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{0.2 \text{ g}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 : 4$$

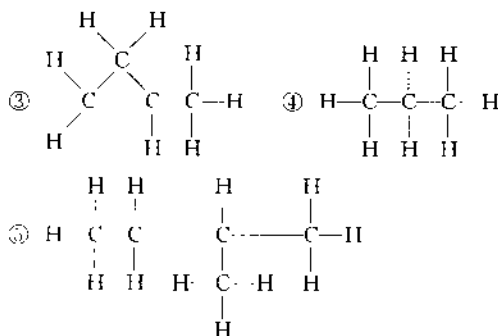
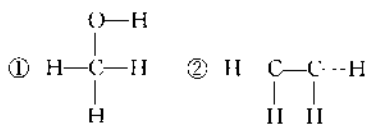
答案:(1)1.8;2.2 (2)3:1;1:1; CH_4

点评:该题即展示了确定烃分子式的一般方法,通过分别测定烃完全燃烧后的水和二氧化碳的质量,从而确定一定质量有机物中 $m(\text{C})$ 和 $m(\text{H})$,再进一步求出 $n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{m(\text{C})}{12} : \frac{m(\text{H})}{1}$,从而确定烃的最简式,另外通过其他方法确定烃的相对分子质量 M ,即可确定烃的分子式(最简式) $_n$ 。



规律技巧

典例1 以结构式表示的下列各物质中,属于烷烃的是 ()



A. ②③④⑤

B. ③④⑤

C. ①②③

D. ④⑤

解析:烷烃是烃中的一类碳氢化合物,而①不是烃类;烷烃中碳原子间都以单键相结合成链状且碳原子的剩余价键全部由氢原子来饱和,因②中含碳碳双键,③中含碳环,它们都不属于烷烃。故本题答案为D。

答案:D

变式训练 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. 随着碳原子的增加,烷烃的熔、沸点逐渐升高

典例2 ①丁烷 ②2-甲基丙烷 ③戊烷

④2-甲基丁烷 ⑤2,2-二甲基丙烷的沸点排列顺序正确的是 ()

A. ①>②>③>④>⑤

B. ⑤>④>③>②>①

C. ③>④>⑤>①>②

D. ②>①>⑤>④>③

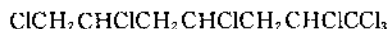
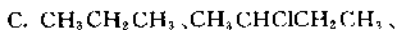
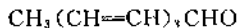
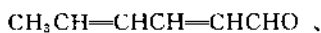
解析:对于烷烃而言,碳原子数越多的,分子间作用力大,沸点较高,即③、④、⑤>①、②;对于碳原子数相同的烷烃,支链越多,沸点越低,即①>②,③>④>⑤。综合排序可得本题的答案为C。

答案:C

典例3 如果定义有机物的同系列是一表示为 $\text{A[W]}_n\text{B}$ (其中 $n=0,1,2,3,\dots$) 的化合物。式中 A、B 为任意基团(或为氢原子),W 为 2 价的有机基团,称为同系列的系差。同系列化合物的性质呈规律性变化。下列四组化合物中,不能称为同系列的是 ()

A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3$

B. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$ 、



解析: 本题主要考查对信息的理解和运用能力。

解答本题可根据所学同系物的概念及题给的信息对照选项逐一进行审查,便可找到答案。选项 A 中, A 为 $-\text{CH}_3$, B 也为 $-\text{CH}_3$, W 为 $-\text{CH}_2-$, 它们的组成通式是 $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_n\text{CH}_3$, 它们是同系列; B 选项中, A 为 $-\text{CH}_3$, B 为 $-\text{CHO}$, W 为 $-\text{CH}=\text{CH}-$, 它们的组成通式是 $\text{CH}_3[\text{CH}=\text{CH}]_n\text{CH}_3$, 它们是同系列; D 选项中, A 为 $-\text{ClCH}_2$, B 为 $-\text{CHClCH}_2$, W 为 $-\text{CHClCH}_2-$, 它们的组成通式是 $\text{ClCH}_2[\text{CHClCH}_2]_n\text{CHClCH}_2$, 它们是同系列; 只有 C 中的物质没有组成通式, 不能称为同系列。

答案: C

变式训练 下列说法中正确的是 ()

- A. 相邻的任何同系物都相差一个 CH_2 原子团
- B. 同系物中各元素的质量分数相同
- C. 同系物的性质相似, 结构相同
- D. 相对分子质量相差 14 或 14 的整数倍的一定是同系物

典例 4 下列数据是有机物的相对分子质量, 可能互为同系物的一组是 ()

- A. 16, 28, 40, 52
- B. 16, 30, 58, 72
- C. 16, 30, 44, 58
- D. 16, 32, 48, 54

解析: 同系物是结构相似, 分子组成上相差一个或几个“ $-\text{CH}_2-$ ”原子团的物质, 而“ $-\text{CH}_2-$ ”原子团的相对分子质量为 14, 故本题应从有机物的相对分子质量之差是否是 14 的整数倍, 也就是组成是否相差若干个“ $-\text{CH}_2-$ ”原子团这一特征去分析。

答案: BC

变式训练 某气态烷烃在标准状态下密度是 $1.96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 其中含碳 81.8%。该气态烷烃的分子式是 ()

- A. 甲烷
- B. 乙烷
- C. 丙烷
- D. 丁烷

典例 5 将 0.2 mol 某烷烃完全燃烧后, 生成的气体缓缓通入盛有 $0.5 \text{ L } 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液中, 生成的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的物质的量之比为 1:3, 则该烷烃为 ()

- A. 丁烷
- B. 乙烷

C. 甲烷

D. 丙烷

解析: $n(\text{NaOH}) = 0.5 \text{ L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \text{ mol}$ 。

设生成的 Na_2CO_3 的物质的量为 x , 生成的 NaHCO_3 的物质的量为 y , 则:

$$\begin{cases} 2x + y = 1 \\ \frac{x}{y} = \frac{1}{3} \end{cases}$$

解此方程组得 $x = 0.2 \text{ mol}$, $y = 0.6 \text{ mol}$

0.2 mol 烷烃中含 C 的物质的量为 $x + y = 0.2 \text{ mol} + 0.6 \text{ mol} = 0.8 \text{ mol}$ 。所以 1 mol 烷烃中含 4 mol C, 该烷烃为丁烷。

答案: A

变式训练 20 °C 某气态烃与氧气混合装入密闭容器, 点燃爆炸后又恢复到 20 °C, 此时容器内气体的压强为反应前的一半, 经 NaOH 吸收后, 容器内几乎变为真空, 则此烃的分子式可能是 ()

- A. C_2H_4
- B. CH_4
- C. C_4H_8
- D. C_2H_6

[回忆总结]

1. 烷烃的定义、判断、结构式、结构简式、电子式和最简式的书写。
2. 烷烃的空间结构、物理性质、递变规律和化学性质。
3. 同系物的定义和判断方法。

第3课时 烷烃(二)



课前导航

从有机物数量的增加来看,可以知道的有机化学的发展速度是惊人的。1910年,人类发现的有机物的总量仅仅15万种,到1916年时,达到了175万种,1993年科学家宣布发现(合成)了第1000万种有机物。

只有碳、氢、氧、氮、硫等数种化学元素就可以构成上千万种的物质,其中一个重要原因就是:在有机物中广泛存在着同分异构现象。

就烷烃而言,甲烷、乙烷、丙烷没有同分异构体,丁烷有2种同分异构体,戊烷有3种同分异构体,己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷的同分异构体数目分别为5、9、18、35和75,随着碳原子数的增多,同分异构体的数目在急剧增加,据计算,二十烷的同分异构体数目为366319个。烷烃的这些同分异构体仅仅是“碳链异构”,比较复杂的有机物除了“碳链异构”外,还有“官能团位置异构”和“类别异构”等,可见同分异构现象是使有机物种类繁多的重要因素。

不仅仅有机物中存在同分异构体现象,一些无机物也有同分异构体。例如:氰酸($\text{H}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{N}$)和雷酸($\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$)就是同分异构体。



知识精析

1. 烃基

(1) 烃分子去掉一个或几个氢原子后剩余的部分叫烃基。常用“R—”表示,如果是一元饱和烃基,“R—”的通式为: $-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ($n \geq 1$)。例如: CH_3 甲基、 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 乙基、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 丙基、 $\begin{array}{c} \text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 异丙基、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 丁基。

注意:烃基是含有未成对电子的原子团,例如:

$-\text{CH}_3$ 的电子式为 $\text{H} \times \begin{array}{c} \text{H} \\ \times \\ \text{C} \\ \times \\ \text{H} \end{array} \cdot$, 则1 mol CH_3 中含有

9 mol 电子。

(2) 根与基的比较

	根	基
存在	电解质的组成部分	有机物(非电解质的组成部分)
产生	电解质发生电离时产生	有机反应的中间产物
特点	不能单独存在,但稳定,与带相反电荷的离子构成物质	不能单独存在,且寿命很短,与其他“基”共同构成物质
电性	带电的原子团	不带电的原子团
举例	$\text{OH}^- [\times \ddot{\text{O}} \times \text{H}]^-$	$-\text{OH} \cdot \ddot{\text{O}} \times \text{H}$

注意:基不具有根相应的化学性质,如 $-\text{Cl}$ 不能使 AgNO_3 溶液产生白色沉淀。

2. 烷烃的命名(系统命名法)

烷烃的命名是各类烃命名的基础,命名时应注意把握以下:“长、多、近、前、小”五个特点。

(1) 选主链

① 主链要长:即应选碳原子数最多的碳链作主链。

② 支链要多:即当两链的碳原子数相同时,支链多的作主链。

(2) 编号

① 支链要近:应从距支链近的一端对碳原子编号。

② 简单在前:若不同的支链距主链两端等长,应从靠近简单支链的一端对碳原子编号。

③ 和数要小:若相同的支链距主链两端等长,应以支链位号之和最小的一端对碳原子编号。

(3) 书写命名

① 把支链(烷基)作为取代基,取代基的位号用“2, 3, 4, …”表示。

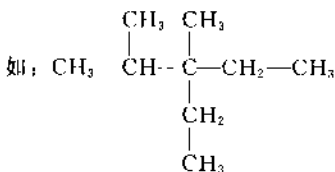
② 相同取代基要合并,并用“二、三、四……”表示。

③ 位号之间要用“,”隔开。

④ 名称中阿拉伯数字与汉字之间必须用短线“—”隔开。

⑤ 若有多种取代基,不管其位号大小如何,都需要把简单的取代基写在前面。

⑥ 最终以主链碳原子数目为依据命名为某烷。



名称是 2,3-二甲基 3-乙基戊烷

烷烃命名记忆口诀：

选主链，称某烷；编号位，定支链；取代基，写在前；
注位置，短线连；不同基，简在前；相同基，合并算。

3. 同分异构体

(1) 化合物具有相同的分子式，但具有不同结构式的现象叫同分异构现象。具有同分异构现象的化合物互称为同分异构体。

同分异构体的特点如下：

① 分子式相同：表示元素组成、原子个数相同。

② 不同结构式：原子排列顺序或空间结构有一定的差异。

③ 化学性质、物理性质都有差异，而且比较复杂。

注意：同分异构体具有相同的分子式、相同的相对分子质量；但相对分子质量相同的物质不一定为同分异构体。如甲醛(HCHO)与乙烷(C_2H_6)。

(2) 同分异构体的判断。

一看分子式相同，二看结构不同。注意从两个方面考虑：一是原子或原子团的连接顺序；二是原子的空间排列形状。

(3) 同分异构体的书写。

一般采用“减链法”，概括为“两注意、三原则、四句话”。

两注意：选择最长的碳链为主链；找出中心对称线。

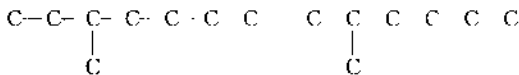
三原则：对称性原则、有序性原则、互补性原则。

四句话：主链由长到短；支链由整到散；位置由心到边；排布由对到邻。

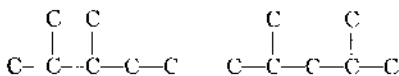
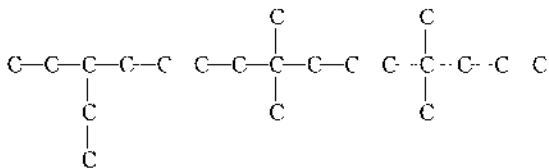
下面以 C_7H_{16} 为例写出它的所有的同分异构体(为便于观察省略掉氢原子)。

a. 将碳原子连成直链 $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$

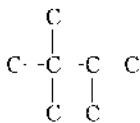
b. 取下一个 C 原子，依次连接在母链中心对称线一侧的几个 C 原子上，注意不能接在两端。



c. 又从母链上取下一个 C 原子，这两个 C 原子相连(整连)或分开(散连)依次连在母链所剩下的几个 C 原子上。



d. 又从母链上取下两个 C 原子，仿效第 c 步书写。



从母链上取下的碳原子数不得多于母链所剩部分 C 原子数。

e. 经检查，无遗漏及重交，用 H 补齐 C 的四价即得。

4. 同位素、同素异形体、同系物和同分异构体概念辨析

	同位素	同素异形体	同系物	同分异构体
概念外延	原子	单质	有机物	化合物
概念内涵	相同	质子数	元素	结构相似
	相异	中子数	原子数或原子排列方式	分子组成相差一个或几个 CH_2
通式	—	—	相同	相同
分子式	—	不同	不同	相同
物理性质	不同	不同	不同	不同
化学性质	相同	相同	相似	不一定
示例	^1H 和 ^2H	金刚石和石墨	CH_4 和 C_2H_6	1-丁烯和 2-丁烯



实验浅谈

为测定某气态烷烃样品的平均相对分子质量，设计了如下实验：

① 取一个配有胶塞的洁净、干燥的锥形瓶，准确称量，得质量为 m_1 ；

② 往锥形瓶中通入干燥的该烷烃样品，塞好胶塞，准确称量；重复操作，直到前后两次称量结果基本相同，得质量为 m_2 ；

③ 往锥形瓶中加满水，塞好胶塞，称量得质量为 m_3 。

已知实验均在同温同压下进行，水的密度为 $\rho(\text{水})(\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$ ，空气的密度为 $\rho(\text{空气})(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$ ，空气的相对分子质量为 29.0。回答下列问题：

(1) 本实验的原理是什么？

(2) 步骤②为什么要重复操作，直到前后两次称量



结果基本相同?

(3)具体说明本实验中怎样做到每次测量都是在相同体积下进行?

(4)由实验结果求该烷烃的平均相对分子质量。(列出算式)

解析:(1)本实验的依据就是阿伏加德罗定律,同温同压下,相同体积的两种气体,其相对分子质量之比等于其质量比: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}$ 。

(2)用排空气法收集烷烃,难以观察瓶内空气是否完全被排出,只有当前后两次实验结果均差不多时,才能尽量保证瓶内空气已被排出,减少实验误差。

(3)这是具体操作中的小窍门,学生不亲自实验,很难想到这样的办法。这也是考查学生实验创新能力的方面。

$$(4) \begin{cases} m_1 = m(\text{瓶}) + m(\text{空气}) & ① \\ m_2 = m(\text{瓶}) + m(\text{烃}) & ② \\ m_3 = m(\text{瓶}) + m(\text{水}) & ③ \end{cases}$$

$$③ - ① \text{ 得: } m_3 - m_1 = m(\text{水}) - m(\text{空气})$$

$$\therefore m(\text{水}) \gg m(\text{空气})$$

$$\therefore m(\text{水}) \approx m_3 - m_1$$

$$\therefore V(\text{瓶}) = \frac{m_3 - m_1}{\rho(\text{水})}$$

$$③ - ② \text{ 得: } m_3 - m_2 = m(\text{水}) - m(\text{烃})$$

$$\begin{aligned} \therefore m(\text{烃}) &= m(\text{水}) - m_3 + m_2 \\ &= (m_3 - m_1) - m_3 + m_2 \\ &= m_2 - m_1 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{该烃的 } M = \frac{m(\text{烃})}{m(\text{空气})} \times 29 = \frac{m_2 - m_1}{\rho(\text{空气}) \cdot V(\text{瓶})} \times 29 = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \times \frac{\rho(\text{水})}{\rho(\text{空气})} \times 29$$

答案:(1)根据阿伏加德罗定律,同温同压下,同体积的两种不同气体的相对分子质量之比等于它们的质量之比。

(2)为了保证瓶内的空气已完全排出,瓶内要充满样品气体。

(3)第一次称量前,锥形瓶塞紧胶塞后,在瓶口处的胶塞上作一记号,以后每次测量,胶塞塞入瓶口的位置都以此为准。

$$(4) 29 \times \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \times \frac{\rho(\text{水})}{\rho(\text{空气})}$$

点评:a. 注意阿伏加德罗定律,气体有关公式在有机化学中的运用,这点在有机化学中非常频繁;b. 注意积累有关实验实际操作知识,如本实验的(2)、(3)问。



规律技巧

典例1 下列说法中正确的是 ()

- A. 凡是分子组成相差一个或几个 CH_2 原子团的物质,彼此一定是同系物
- B. 两种化合物组成元素相同,各元素质量分数也相同,则两者一定是同分异构体
- C. 相对分子质量相同的几种化合物,互称为同分异构体
- D. 组成元素的质量分数相同,且相对分子质量也相同的不同化合物,互为同分异构体

解析:A忽略了同系物的其他特征,如结构相似等等,所以错误;B以烃为例,只能得出分子中的碳、氢个数比相同,而这种情况下分子式不一定相同,如 C_2H_2 和 C_6H_6 ,所以错;C相对分子质量相同的物质分子式不一定相同,如 C_2H_6 和 HCHO 相对分子质量均为 30,所以错;D中条件可以推出分子式相同,既为不同化合物,一定互为同分异构体,选D。

答案:D

变式训练1 下列说法中正确的是 ()

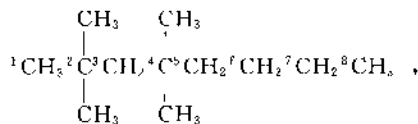
- A. 相对分子质量相同的物质一定是同种物质
- B. 分子式相同的不同有机物一定是同分异构体
- C. 具有同一通式的物质属于同系物
- D. $^{35}\text{Cl}_2$ 与 $^{37}\text{Cl}_2$ 互为同素异形体

典例2 下列有机物的命名中正确的是 ()

- A. 3-甲基丁烷
- B. 2,2,4,4-四甲基辛烷
- C. 2-乙基丁烷
- D. 1,1,3-三甲基戊烷

解析:A不符合烷烃命名规则,按它的命名结构简

式为 $^1\text{CH}_3-^2\text{CH}_2-^3\text{CH}-^4\text{CH}_3$, 而该物质的起点碳原子应选离支链最近的一端(右端),应左命名为 2-甲基丁烷,A错;按B的命名写结构简式为



各项选择均符合命名规则,B对;按C的命名写结构简式为 $^1\text{CH}_3-^2\text{CH}-^3\text{CH}_2-^4\text{CH}_3$, 显然主链没有选择最长碳



链,该物质正确命名为 3-甲基戊烷,C错;按D命名 1号碳原子上连有支链,错误。此外此类题还需注意不符合碳原子只能形成四个价键的特点的错误,如 2,2,2-三甲基丁烷,按此命名有机物的 2号碳原子要