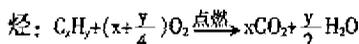


有机物燃烧耗氧量问题分析

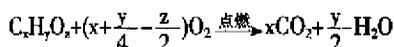
范鹏洁

有机物完全燃烧的试题是中学有机化学的常见题型,也是高考有机化学的热点内容,但许多考生对这些知识点往往容易产生混淆,现将其规律归纳总结如下:

有机物完全燃烧的通式:



烃的衍生物:



一、有机物的质量一定时

1. 烃类物质 (C_xH_y) 完全燃烧的耗氧量与 $\frac{y}{4}$ 成正比。
2. 有机物完全燃烧时生成的 CO_2 或 H_2O 的物质的量一定,则有机物中含碳或氢的质量分数一定;若混合物总质量一定,不论按何种比例混合,完全燃烧后生成的 CO_2 或 H_2O 的物质的量保持不变,则混合物中各组分含碳或氢的质量分数相同。

3. 燃烧时耗氧量相同,则两者的关系为:同分异构体或最简式相同。

【例 1】下列各组有机物完全燃烧时耗氧量不相同的是

- A. 50g 乙醇和 50g 甲醚
- B. 100g 乙炔和 100g 苯
- C. 200g 甲醛和 200g 乙酸
- D. 100g 甲烷和 100g 乙烷

【解析】A 中的乙醇和甲醚互为同分异构体, B、C 中两组物质的最简式相同。

【答案】D

【例 2】下列各组混合物中,无论二者以什么比例混合,只要总质量一定,完全燃烧时生成 CO_2 的质量也一定的是

- A. 甲烷、辛醛
- B. 乙炔、苯乙烯
- C. 甲醛、甲酸甲酯
- D. 苯、甲苯

【解析】混合物总质量一定,无论按什么比例混合,完全燃烧后生成 CO_2 的质量保持不变,要求混合物中各组分含碳的质量分数相同。B、C 中的两组物质的最简式相同,碳的质量分数相同, A 中碳的质量分数也相同。

【答案】D

【例 3】分别取等质量的 CH_4 和 A (某饱和一元醇)、B (某饱和一元醛)、C (某稠环芳香烃含氧衍生物),若它们完全燃烧,分别生成了物质的量相同的 CO_2 。则:

(1) A 的分子式为 _____; B 的分子式为 _____, C 的分子式为 _____ (C 的分子式有多种可能,只写相对分子质量最小的一种)。

(2) 写出符合上述要求的分子式时, CH_4 和 A、B、C 的分子组成必须满足的条件是 _____ (以 n 表示碳原子数, m 表示氧原子数,只写通式)。

【解析】A、B、C 中的碳的质量分数与甲烷中相同, (1) 中 A、B 的分子式只要结合醇、醛的通式就可以求出答案。稠环芳香烃中最简单的是萘,通过增加氧原子维持含碳的质量分数不变可推出 C; (2) 的通式推导抓住每少 16 个氢原子增加一个氧原子即可。

【答案】(1) $A. C_9H_{20}O$ B. $C_8H_{16}O$ C. $C_{10}H_8O_2$

(2) $C_nH_{4n-16m}O_m$

二、有机物的物质的量一定时

1. 比较判断耗氧量的方法步骤: ①若属于烃类物质,根据分子中碳、氢原子个数越多,耗氧量越多直接比较;若碳、氢原子数都不同且一多一少,则可以按 1 个碳原子与 4 个氢原子的耗氧量相当转换成碳或氢原子个数相同后再进行比较即可。②若属于烃的含氧衍生物,先将分子中的氧原子结合氢或碳改写成 H_2O 或 CO_2 的形式,即将含氧衍生物改写为 $C_xH_y \cdot (H_2O)_n$ 或 $C_xH_y \cdot (CO_2)_m$ 或 $C_xH_y \cdot (H_2O)_n \cdot (CO_2)_m$ 形式,再按①比较 C_xH_y 的耗氧量。

2. 有机物完全燃烧时生成的 CO_2 或 H_2O 的物质的量一定,则有机物中碳原子或氢原子的个数一定;若混合物总物质的量一定,不论按何种比例混合,完全燃烧后生成的 CO_2 或 H_2O 的量保持不变,则混合物中各组分中碳或氢原子的个数相同。

【例 4】相同物质的量的下列有机物,充分燃烧,消耗氧的物质的量相同的是

- A. C_3H_4 和 C_2H_6
- B. C_3H_6 和 C_3H_8O
- C. $C_3H_6O_2$ 和 C_3H_8O
- D. C_3H_8O 和 $C_3H_6O_2$

【解析】A 中 C_3H_4 的耗氧量相当于 C_2H_6 , B、C、D 中的 C_3H_8O 可改写为 $C_3H_6 \cdot (H_2O)$, C 中的 $C_3H_6O_2$ 可改为

$C_3H_2 \cdot (H_2O)_2$, D 中的 $C_4H_6O_2$ 可改为 $C_3H_6 \cdot (CO_2)$, 显然答案为 B、D。

【答案】 B、D

【例 5】 有机物 A、B 只可能是烃或烃的含氧衍生物, 等物质的量的 A 和 B 完全燃烧时, 消耗 O_2 的物质的量相等, 则 A 和 B 的相对分子质量相差不可能为 (n 为正整数)

- A. $8n$ B. $14n$ C. $18n$ D. $44n$

【解析】 A 中的一个碳原子被 B 中的四个氢原子代替, A 和 B 的相对分子质量相差 8 的倍数, 即答案 A。如果 A 和 B 的分子组成相差若干个 H_2O 或 CO_2 , 耗氧量也不变, 即分别对应答案 C 和 D。

【答案】 B

【例 6】 有机化合物 A、B 分子式不同, 它们只可能含碳、氢、氧元素中的两种或三种, 如果将 A、B 无论以何种比例混和, 只要其物质的量之和不变, 完全燃烧时所消耗的 O_2 和生成的 H_2O 的物质的量也不变, 那么, A、B 组成必须满足的条件是_____; 若 A 是 CH_4 , 则符合上述条件的化合物 B 中, 相对分子质量最小的是 (写出分子式) _____, 并写出相对分子质量最小的含有甲基 ($-CH_3$) 的 B 的两种同分异构体的结构简式。

【解析】 A、B 无论以何种比例混和, 只要其物质的量之和不变, 完全燃烧时生成的 H_2O 的物质的量也不变, 说明 A、B 中氢原子个数相同, 所消耗的 O_2 也不变, 则相差的碳原子应表示为 $(CO_2)_n$ 。

【答案】 A、B 的分子式中氢原子数相同, 且相差 n 个碳原子, 同时相差 $2n$ 个氧原子 (n 为正整数); $C_2H_4O_2$, CH_3COOH 、 $HCOOCH_3$ 。

三、一定量的有机物完全燃烧, 生成的 CO_2 和消耗的 O_2 的物质的量之比一定时

1. 生成的 CO_2 的物质的量小于消耗的 O_2 的物质的量的情况。

【例 8】 某有机物的蒸气完全燃烧时, 需要三倍于其体积的 O_2 , 产生二倍于其体积的 CO_2 , 则该有机物可能是 (体积在同温同压下测定)

- A. C_2H_4 B. C_2H_5OH
C. CH_3CHO D. CH_3COOH

【解析】 产生的 CO_2 与耗氧的体积比为 2:3, 设该有机物为 1mol, 则含 2mol 的 C 原子, 完全燃烧时只能消耗 2mol 的 O_2 , 剩余的 1mol O_2 必须由氢原子消耗, 所以氢原子为 4mol, 即该有机物可以是 A, 从耗氧量相当的原则可知 B 也正确。

【答案】 A、B

2. 生成 CO_2 的物质的量等于消耗 O_2 的物质的量的情况。

有机物符合通式为: $C_n \cdot (H_2O)_m$

3. 生成的 CO_2 的物质的量大于消耗的 O_2 的物质的量的情况。

两种特殊情况: (1) 若 CO_2 和 O_2 体积比为 4:3, 其通式为 $(C_2O)_n \cdot (H_2O)_m$ 。

(2) 若 CO_2 和 O_2 体积比为 2:1, 其通式为: $(CO)_n \cdot (H_2O)_m$ 。

四、有机物完全燃烧时生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量之比一定时

有机物完全燃烧时, 若生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量之比为 $a:b$, 则该有机物中碳、氢原子的个数比为 $a:2b$, 该有机物是否存在氧原子, 有几个氧原子, 还要结合燃烧时的耗氧量或该物质的摩尔质量等其他条件才能确定。

【例 9】 某有机物在 O_2 中充分燃烧, 生成的水蒸气和 CO_2 的物质的量之比为 1:1, 由此可以得出的结论是

- A. 该有机物分子中 C、H、O 原子个数比为 1:2:1
B. 分子中 C、H 原子个数比为 1:2
C. 有机物必定含 O
D. 无法判断有机物是否含 O

【解析】 因生成的水蒸气和 CO_2 的物质的量之比为 1:1, 根据上述规律可知该有机物中 C、H 原子个数比为 1:2。

【答案】 B、D

【例 10】 某烃完全燃烧后, 生成 CO_2 和水的物质的量之比为 $n:(n-1)$, 此烃可能是

- A. 烷烃 B. 单烯烃 C. 炔烃 D. 苯的同系物

【解析】 因生成的 CO_2 和水蒸气的物质的量之比为 $n:(n-1)$, 根据上述规律可知该有机物中 C、H 原子个数比为 $n:2(n-1)$, 炔烃符合此条件。

【答案】 C

五、有机物完全燃烧前后气体体积的变化

1. 气态烃 (C_xH_y) 在 $100^\circ C$ 及其以上温度完全燃烧时气体体积变化规律与氢原子个数有关。

- ①若 $y=4$, 燃烧前后体积不变, $\Delta V=0$;
②若 $y>4$, 燃烧前后体积增大, $\Delta V=\frac{y}{4}-1$;
③若 $y<4$, 燃烧前后体积减少, $\Delta V=1-\frac{y}{4}$ 。

2. 气态烃 (C_nH_m) 完全燃烧后恢复到常温常压时气体体积的变化直接用烃类物质燃烧的通式通过差量法确定即可。

【例 11】两种气态烃以任意比例混合，在 105°C 时 1 L 该混合烃与 9 L 氧气混合，充分燃烧后恢复到原状态，所得气体体积仍是 10 L，下列各组混合烃中不符合此条件的是

- A. CH_4 、 C_2H_4 B. CH_4 、 C_3H_6
C. C_2H_4 、 C_3H_6 D. C_2H_2 、 C_3H_6

【解析】要使反应前后压强体积不变，只要氢原子个数可以等于 4 并保证能使 1 体积该烃能在 4 体积 O_2 里完全燃烧即可。

【答案】B、D

3. 液态有机物 (大多数烃的衍生物及碳原子数大于 4 的烃) 的燃烧如果燃烧后水为液态则燃烧前后气体体积的变化为：氢原子的耗氧量减去有机物本身提供的氧原子数的 $\frac{1}{2}$ 。

【例 12】取 3.40g 只含羟基、不含其他官能团的

液态饱和多元醇，置于 5.00L 的 O_2 中，经点燃，醇完全燃烧。反应后气体体积减少 0.560L，将气体经 CaO 吸收，体积又减少 2.8L (所有体积均在标况下测定)。则：3.4g 醇中 C、H、O 的物质的量分别为：C_____、H_____、O_____；该醇中 C、H、O 的原子个数之比为_____。

【解析】设 3.40g 醇中含 H、O 原子的物质的量分别为 x 和 y 则：

$$x+16y=3.40g-\frac{2.80L}{22.4L/mol}\times 12g/mol \quad ①$$

$$\frac{x}{4}-\frac{y}{2}=\frac{0.56L}{22.4L/mol} \quad ②$$

①、②联立可得： $x=0.300\text{mol}$ ， $y=0.100\text{mol}$ ，进而求得原子个数比。

【答案】3.4g 醇中 C、H、O 的物质的量分别为 0.125 mol、0.300 mol、0.100 mol；该醇中 C、H、O 的原子个数之比为 5:12:4。

(作者单位：河南省镇平市第一高级中学)

责任编辑 李平安

作文靓题集锦

阅读下面材料，根据要求作文。

1. 在第 28 届奥运会上，中国体育代表团以 32 枚金牌历史性地位列金牌榜第二位，跻身“第一集团”。其中，刘翔获得奥运会男子 110 米栏冠军。这是中国运动员在奥运会男子田径项目中获得的第一枚金牌，是中国田径的历史性突破。

2005 年 3 月，在北京召开的 2004 年度国家科学技术奖励大会上，由中南大学校长黄伯云院士领导的课题组以“高性能炭/炭航空制动材料的制备技术”获得国家技术发明奖一等奖。

请以“个人努力与团体成功”为话题写一篇文章。题目自拟，文体不限，不少于 800 字。

2. 人和自然息息相通。我们常常把感情投射给自然，于是就有了“感时花溅泪，恨别鸟惊心”的感慨，也有了“但愿人长久，千里共婵娟”的期待。“天人合一”越来越成为我们所追求的一种生活状态。

试以“客观存在与人的心理感受”为话题写一篇文章。立意自定，文体自选，题目自拟，不少于 800 字。

3. 古人说：“君子使用人才如同人们使用器物一样，各取他们的长处。”“尺有所短，寸有所长。”每个人都有自己的缺点和优点。用人方面如此，现实生活中我们常常也会遇到有关优点和缺点的问题。

请以“看到别人的长处和看清自己的缺点”为话题写

一篇文章。立意自定，文体自选，题目自拟，800 字左右。

4. 有一只乌鸦打算往东方飞，途中遇到一只鸽子，双方都停在一棵树上休息。鸽子见乌鸦飞得很辛苦，就关切地问：“你要飞到哪里去？”乌鸦愤愤不平地说：“其实我不想离开这里，可是这里的居民都嫌我的叫声不好听，所以我想飞到别的地方去。”鸽子好心地告诉乌鸦：“别白费力气了！如果你不改变自己的声音，飞到哪里都不会受到欢迎的。”

生活中往往就是这样，如果你无法改变周围的环境，唯一的方法就是改变自己。请以“改变环境与改变自己”为话题写一篇文章。立意自定，标题自拟，文体自选，不少于 800 字。

5. 若想成功，便从积累经验开始。(熟语)

智慧是经验的女儿。(达·芬奇)

穷则变，变则通，通则久。(《易经》)

创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。(江泽民)

请以“继承传统与开拓创新”为话题写一篇不少于 800 字的文章。立意自定，文体自选，题目自拟。

6. 一个小女孩爬在窗台上，看见窗外有人正在埋葬她心爱的小狗，不禁泪流满面，悲痛不已。她的外祖父见状，连忙引她到另一个窗口，让她欣赏他的玫瑰花园。果然小女孩的愁云为之一扫，心情开朗起来。老人托起外孙女的下巴说：“孩子，你原来开错了窗户。”

生活中，我们不也常常开错“窗户”吗？

根据以上材料，结合自己的生活经历和见闻，以“别开错‘窗户’”为话题，自拟题目，写一篇 800 字以上的文章。

(阿琳辑)

责任编辑 彭琳