

# 例谈有机物燃烧十大规律

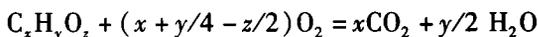
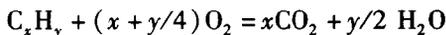
■ 王维德

**摘要:**有关有机物燃烧的计算是中学有机化学基础中的常见题型,也是高考中的热点和难点之一,许多学生对这些知识点往往容易产生混淆,要快速而准确地解决此类问题,应熟悉十个方面的规律。

**关键词:**规律;有机物;燃烧

## 一、气态烃燃烧体积的变化

燃烧通式为:



若水为液体,燃烧后体积缩小,减小值只与烃中氢原子数目有关;若水为气体,总体积变化也只与氢原子数目有关: $N(H) = 4, V_{前} = V_{后}$ ;  $N(H) > 4, V_{前} < V_{后}$ ;  $N(H) < 4, V_{前} > V_{后}$ .

**例 1** 体积为 10 mL 的某气态烃,在 50 mL 足量  $O_2$  里完全燃烧,生成液态水和体积为 35 mL 气体(气体体积均在同温同压下测定),此烃的分子式是( )

- (A)  $C_2H_4$       (B)  $C_2H_2$   
(C)  $C_3H_6$       (D)  $C_3H_8$

**解析:**因为水为液体,由燃烧通式得出体积差为  $(1 + y/4)$ ,由差量法求得  $y = 6$ ,选(C)。

## 二、烃的物质的量与燃烧产物中 $CO_2$ 和 $H_2O$ 的物质的量的关系

$n(\text{烷烃}) = n(H_2O) - n(CO_2)$ ; 烯烃:  $n(H_2O) = n(CO_2)$ ;  $n(\text{炔烃}) = n(CO_2) - n(H_2O)$ 。

**例 2** 由两种烃组成的混合物,已知其中之一为烯烃。燃烧 1 mol 该混合物,测得产生  $CO_2$  4.0 mol 及  $H_2O$  4.4 mol,试求混合烃的组成情况。

**解析:**烯烃:  $n(H_2O) = n(CO_2)$ , 所以得出  $n(\text{烷烃}) = n(H_2O) - n(CO_2) = 0.4 \text{ mol}$ 、 $n(\text{烯烃}) = 0.6 \text{ mol}$ , 设烷烃为  $C_mH_{2m+2}$ 、烯烃为  $C_nH_{2n}$ , 得出  $0.4m + 0.6n = 4 \text{ mol}$ , 讨论有 3 组符合题意,即:  $m = 2$  和  $n = 7$ ;  $m = 4$  和  $n = 4$ ;  $m = 6$  和  $n = 1$ 。

## 三、等质量的不同烃完全燃烧消耗 $O_2$ 及生成 $CO_2$

和  $H_2O$  的情况

$N(C)/N(H)$  个数比越大,生成  $CO_2$  越多;  $N(H)/N(C)$  值越大,生成水越多,消耗  $O_2$  也越多;实验式相同的不同烃,上述三者对应都相等。

**例 3** 完全燃烧某混合气体,所产生的  $CO_2$  的质量一定大于燃烧相同质量丙烯所产生  $CO_2$  的质量,该混合气体是( )

- (A) 乙炔、乙烯      (B) 乙炔、丙烷  
(C) 乙烷、环丙烷      (D) 丙烷、丁烯

**解析:**烯烃和环烷烃  $N(C)/N(H) = 1/2$ ; 烷烃  $N(C)/N(H) < 1/2$ ; 炔烃  $N(C)/N(H) > 1/2$ , 所以炔烃与炔烃或炔烃与烯烃的组合, C 的质量分数大于烯烃, 选(A)。

## 四、总质量一定的两种有机物以任意比混合,完全燃烧消耗 $O_2$ 及生成 $CO_2$ 和 $H_2O$ 为定值

$CO_2$  或  $H_2O$  为定值,两种有机物满足 C 或 H 的质量分数相等,包括实验式相同的情况;消耗  $O_2$  不变,满足实验式相同。

**例 4** 某种含三个碳原子以上的饱和一元醛 A 和某种一元醇 B, 无论以何种比例混合, 只要总质量一定, 完全燃烧生成  $CO_2$  和  $H_2O$  的质量不变。(1) 醇 B 应符合的组成通式? (2) 醇 B 的分子结构满足的条件是什么?

**解析:**(1) 饱和一元醛的通式为  $C_nH_{2n}O$ , 与醇混合燃烧符合题干条件, 二者实验式应相同, 由此推出二者通式也相同; (2) 与饱和一元醇的通式相比, 此醇分子中应含有一个碳碳双键或一个碳环。

## 五、等物质的量的不同有机物完全燃烧, 消耗 $O_2$ 及生成 $CO_2$ 和 $H_2O$ 相等

$CO_2$  或  $H_2O$  相等, 分子式中碳原子或氢原子个数相等; 消耗  $O_2$  相等, 燃烧通式中  $O_2$  系数相等, 或将分子式变形, 提出  $(CO_2)_m(H_2O)_n$  后剩余部分相等。

**例 5** 燃烧等物质的量的有机物 A 和乙醇用去等



量的  $O_2$ , 此时乙醇反应后生成的水量是 A 的 1.5 倍, A 反应后生成的  $CO_2$  是乙醇的 1.5 倍, A 是 ( )

- (A)  $CH_3CHO$  (B)  $C_2H_5COOH$   
(C)  $CH_2 = CHCOOH$  (D)  $CH_3 - CH(CH_3) - OH$

解析: 由乙醇分子中 C、H 的个数, 可确定 A 的分子式为  $C_3H_4O_x$ , 再由消耗  $O_2$  相等, 可确定 A 中氧原子为 2, 选(C).

### 六、总物质的量一定的不同有机物以任意比混合

总物质的量一定的不同有机物以任意比混合: ①消耗  $O_2$  和生成水为定值: 两分子式满足  $N(H)$  相等, 相差  $n$  个 C, 同时相差  $2n$  个 O. ②消耗  $O_2$  和生成  $CO_2$  为定值: 两分子式满足  $N(C)$  相等, 相差  $n$  个 O, 同时相差  $2n$  个 H.

例 6 有机物 A、B 分子式不同, 它们只可能含 C、H、O 中的两种或三种. 如果将 A、B 不论以何种比例混合, 只要物质的量之和不变, 完全燃烧时, 消耗的  $O_2$  和生成的水的物质的量也不变. (1) A、B 组成必须满足的条件? (2) 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? 并写出含有  $-CH_3$  的 B 的两种同分异构体?

解析: (1) 两分子式满足  $N(H)$  相等, 相差  $n$  个 C, 同时相差  $2n$  个 O. (2) B 比  $CH_4$  多一个 C, 两个 O, 分子式为  $C_2H_4O_2$ , 结构简式为:  $CH_3COOH$  和  $HCOOCH_3$ .

### 七、根据有机物完全燃烧消耗 $O_2$ 与 $CO_2$ 的物质的量之比, 推导有机物可能的通式

将  $C_aH_bO_c$  提出若干个水后, 有三种情况:  $V(O_2)/V(CO_2) = 1$ , 通式为  $C_a(H_2O)_n$ ;  $V(O_2)/V(CO_2) > 1$ , 通式为  $(C_aH_x)_m(H_2O)_n$ ;  $V(O_2)/V(CO_2) < 1$ , 通式为  $(C_aO_x)_m(H_2O)_n$ .

例 7 现有一类只含 C、H、O 的有机物, 燃烧时所消耗  $O_2$  和生成的  $CO_2$  的体积比为 5:4 (相同状况), 按照上述要求, 该化合物的通式可表示为? (最简化的通式) 并写出这类化合物相对分子质量最小的物质的结构简式?

解析: 因为  $V(O_2)/V(CO_2) = 5:4 > 1$ , 所以通式为  $(C_aH_x)_m(H_2O)_n$  的形式, 再由 C 和 H 消耗  $O_2$  的关系可得出通式为:  $(CH)_m(H_2O)_n$ , 即  $CH_3CHO$ .

### 八、根据有机物完全燃烧生成水与 $CO_2$ 的量或比例, 推导分子式或通式

根据  $CO_2$  与  $H_2O$  的物质的量多少或比值, 可以知道 C、H 原子个数比, 结合有无其他原子, 可以写出有机物的分子式或通式.

例 8 某有机物在  $O_2$  中充分燃烧, 生成物  $n(H_2O):n(CO_2) = 1:1$ , 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: 由  $H_2O$  和  $CO_2$  的物质的量比可以确定通式为:  $C_nH_{2n}O_x$ , 无法确定氧. 选(B)(D).

### 九、有机物燃烧产物与 $Na_2O_2$ 反应

分子式能改写为  $(CO)_mH_{2n}$  形式的物质, 完全燃烧后的产物与过量  $Na_2O_2$  反应, 固体增加的质量与原物质的质量相等.

例 9 某温度下  $m$  g 仅含三种元素的有机物在足量  $O_2$  充分燃烧. 其燃烧产物立即与过量  $Na_2O_2$  反应, 固体质量增加了  $m$  g.

- (1) 下列物质中不能满足上述结果的是 ( )  
(A)  $C_2H_6O_2$  (B)  $C_6H_{12}O_6$   
(C)  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (D)  $(C_6H_{10}O_5)_n$

(2) A 是符合上述条件且相对分子质量最小的有机物, 则 A 的结构简式为\_\_\_\_\_.

解析: 只要分子式能改写为  $(CO)_mH_{2n}$  形式的物质就满足题意(1)选(C)(D); (2) A 为  $HCHO$ .

### 十、不完全燃烧问题

有机物不完全燃烧产物中会有  $CO$  生成, 而  $CO$  不能被碱石灰等干燥剂吸收.

例 10 1 L 丙烷与  $x$  L  $O_2$  混合点燃, 丙烷完全反应后, 生成混合气体为  $a$  L (在  $120^\circ C$ ,  $1.01 \times 10^5 Pa$  时测定). 将  $a$  L 混合气体通过足量碱石灰后, 测得剩余气体体积为  $b$  L. 若  $a - b = 6$ , 则  $x$  的值为 ( )

- (A) 4 (B) 4.5 (C) 5.5 (D) 6

解析: 假设 1 L 丙烷完全燃烧, 应产生 3 L  $CO_2$  和 4 L 水蒸气, 通过足量碱石灰后全被吸收, 因此  $a - b = 7$ , 由此断定为不完全燃烧, 再经原子守恒可确定  $x = 4.5$ . 选(B).

[黑龙江省鸡西市第一中学 (158100)]