

例谈有机物燃烧十大规律

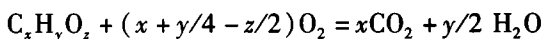
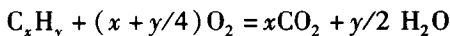
■ 王维德

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)]