

解析有关醛的计算题

浙江省嘉兴外国语学校 314001 郑兆峰

一、通式法

通式法是根据醛分子式的通式,利用其元素间有关量的关系建立比例关系或等量关系,从而进行求解。

例1 由甲醛、乙醛、丙醛组成的混合物中,氢元素的质量分数为9%,则氧元素的质量分数为()。

- A. 16% B. 37%
C. 48% D. 无法计算

解析 因饱和一元醛分子式的通式为 $C_nH_{2n}O$,则甲醛、乙醛、丙醛无论以何种比例混合, $N(C):N(H) = 1:2$, $m(C):m(H) = 12:2 = 6:1$;则氧元素的质量分数 $w(O) = 100\% - 9\% - 6 \times 9\% = 37\%$ 。故答案为 B。

例2 某饱和一元醛(RCHO)中含碳元素的质量是含氧元素质量的3.75倍,则此醛可能的结构有()。

- A. 2种 B. 3种 C. 4种 D. 8种

解析 饱和一元醛分子式的通式为 $C_nH_{2n}O$,由题意可知 $12n = 16 \times 3.75$,解得 $n = 5$,即该醛的分子式为 $C_5H_{10}O$;醛 $C_5H_{10}O$ 即为 C_4H_9-CHO ,因 C_4H_9- 有4种异构体,则该醛可能有4种结构。故答案为 C。

二、分子式变形法

分子式法是将醛的分子式变形为便于应用的等价形式,找出有关元素间量的关系或隐含的解题信息,从而进行求解。

例3 由乙炔和乙醛蒸气组成的混合气体,经测定其中碳元素的质量分数为72%,则混合气体中氧元素的质量分数为()。

- A. 19.56% B. 22.65%
C. 32.00% D. 无法计算

解析 将乙醛的分子式 C_2H_4O 变形为 $C_2H_2 \cdot H_2O$,因混合气中碳元素的质量分数为72%,则乙炔(C_2H_2)和乙醛混合气中“ C_2H_2 ”的质量分数为 $72\% \times 26/24 = 72\% \times 13/12 = 78\%$,从

而得混合气中氧元素的质量分数为 $(1 - 78\%) \times 16/18 = 19.56\%$ 。故答案为 A。

例4 由乙炔和乙醛蒸气组成的混合气体 $V L$,当其完全燃烧时,消耗相同条件下氧气的体积为()。

- A. $2V L$ B. $2.5V L$ C. $3V L$ D. 无法计算

解析 将乙醛的分子式 C_2H_4O 变形为 $C_2H_2 \cdot H_2O$ 可知,乙醛中的“ H_2O ”燃烧时不消耗氧气,则等体积的乙炔和乙醛蒸气完全燃烧时的耗氧量相等;根据燃烧规律可知,1体积 C_2H_2 完全燃烧时消耗相同条件下的氧气2.5体积,则由乙炔和乙醛蒸气组成的混合气体 $V L$ 完全燃烧时消耗相同条件下氧气的体积为 $2.5V L$ 。故答案为 B。

三、关系式法

关系式法是根据醛与有关物质反应的相互关系,找出相关物质间的计量关系,从而列比例进行计算。

例5 3 g 某饱和一元醛与足量的银氨溶液反应,结果析出43.2 g 银,则该醛为()。

- A. 甲醛 B. 乙醛 C. 丙醛 D. 丁醛

解析 假设该醛不是甲醛,设醛的物质的量为 n 。因 $n(Ag) = 43.2 g \div 108 g/mol = 0.4 mol$,由关系式“ $RCHO \sim 2Ag$ ”得, $1 mol:2 mol = n:0.4 mol$,解得 $n = 0.2 mol$;从而得该醛的摩尔质量为 $3 g \div 0.2 mol = 15 g/mol$,而乙醛、丙醛、丁醛的摩尔质量均大于 $15 g/mol$,则假设错误,该醛应为甲醛,由关系式“ $HCHO \sim 4Ag$ ”可知,3 g(即 $0.1 mol$) 甲醛与足量的银氨溶液反应可生成 $0.4 mol Ag$,符合题意。故答案为 A。

例6 2.75 g 某饱和一元醛与足量的新制 $Cu(OH)_2$ 反应,结果生成9 g Cu_2O 沉淀,则该醛为()。

- A. 戊醛 B. 丁醛 C. 丙醛 D. 乙醛

解析 设该醛的分子式为 $C_nH_{2n}O$ 。由关系式“ $C_nH_{2n}O \sim Cu_2O$ ”得, $(14n + 16) g:144 g =$

2.75 g:9 g 解得 $n=2$,即该醛为乙醛。故答案为 D。

例 7 在质量为 91.80 g 的洁净烧瓶中,加入两种饱和一元醛 A 和 B(不含甲醛)的混合液 4.68 g,向混合液中加入足量的银氨溶液,并水浴加热,经充分反应后,过滤、仔细洗涤、干燥,称得烧瓶和固体质量共 108.00 g。已知 B 比 A 的相对分子质量大 14。问 A 和 B 各是什么醛?

解析 设饱和一元混合醛的平均分子式为 $C_nH_{2n}O$ 。由关系式“ $C_nH_{2n}O \sim 2Ag$ ”得 $(14n + 16) : 2 \times 108 g = 4.68g : (108.00 g - 91.80 g)$,解得 $n=3.3$; 又因 B 比 A 的相对分子质量大 14,即 B 比 A 分子中多 1 个碳原子,则 A 为丙醛, B 为丁醛。故答案为 A 是丙醛, B 是丁醛。

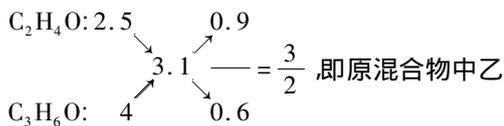
四、十字交叉法

十字交叉法常用于求算由两种醛组成的混合体系中各成分含量比的计算。对于由两种醛组成的混合体系,若能找到相应量的一个“最大值”、一个“中间值”和一个“最小值”,都可用十字交叉法求解。

例 8 由 5 mol 乙醛与丙醛组成的混合物在氧气中完全燃烧,需消耗标准状况下氧气的体积为 347.2 L,则原混合物中乙醛与丙醛的物质的量之比为()。

- A. 3:2 B. 2:3 C. 1:1 D. 无法计算

解析 1 mol C_2H_4O (即 $C_2H_2 \cdot H_2O$) 完全燃烧需消耗 2.5 mol O_2 , 1 mol C_3H_6O (即 $C_3H_4 \cdot H_2O$) 完全燃烧需消耗 4 mol O_2 , 而 1 mol 乙醛与丙醛组成的混合物完全燃烧消耗 3.1 mol $[(347.2 L \div 22.4 L/mol) \div 5 = 3.1 mol] O_2$ 。则



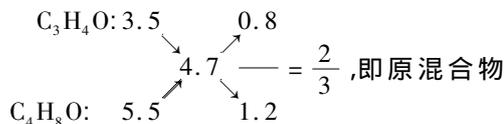
醛与丙醛的物质的量之比为 3:2。故答案为 A。

例 9 由 5 mol 丙烯醛(即 $CH_2=CHCHO$) 与丁醛组成的混合物在氧气中完全燃烧,需消耗 23.5 mol 氧气,则原混合物中丙烯醛与丁醛的物质的量之比为()。

- A. 3:2 B. 2:3 C. 1:3 D. 3:1

解析 1 mol C_3H_4O (即 $C_3H_2 \cdot H_2O$) 完全燃烧需消耗 3.5 mol O_2 , 1 mol C_4H_8O (即

$C_4H_6 \cdot H_2O$) 完全燃烧需消耗 5.5 mol O_2 , 而 1 mol 丙烯醛与丁醛组成的混合物完全燃烧消耗 4.7 mol O_2 。则



中丙烯醛与丁醛的物质的量之比为 2:3。故答案为 B。

五、综合法

综合法是综合应用两种或两种以上的方法,进行求解。

例 10 由某饱和一元醛和饱和一元酮(通式为 $C_mH_{2m}O$ $m \geq 3$, 分子中含有羰基,不能被银氨溶液或新制氢氧化铜氧化)组成的混合物共 0.5 mol,其质量为 23.4 g; 此混合物与足量的银氨溶液反应析出 86.4 g 银。通过计算推断混合物的可能组成及质量。

解析 由题意可知,醛和酮的平均摩尔质量为 $23.4 g \div 0.5 mol = 46.8 g/mol$; 由于酮 $C_mH_{2m}O$ 中 $m \geq 3$, 则最简单的酮为丙酮,其相对分子质量为 58; 根据平均值原理可知,混合物中醛的相对分子质量只能是小于 46.8 的甲醛(相对分子质量为 30)或乙醛(相对分子质量为 44)。

若醛为甲醛,设甲醛的物质的量为 x 。由关系式“ $HCHO \sim 4Ag$ ”得 $1 mol : 4 \times 108 g = x : 86.4 g$ 解得 $x=0.2 mol$; 则 $m(\text{甲醛}) = 0.2 mol \times 30 g/mol = 6 g$ $m(\text{酮}) = 23.4 g - 6 g = 17.4 g$; 酮的物质的量为 $0.5 mol - 0.2 mol = 0.3 mol$ 酮的摩尔质量为 $17.4 g \div 0.3 mol = 58 g/mol$ 即酮的相对分子质量为 58 则 $14m + 16 = 58$ 解得 $m=3$ 故酮为丙酮。

若醛为乙醛,设乙醛的物质的量为 y 。由关系式“ $CH_3CHO \sim 2Ag$ ”得 $1 mol : 2 \times 108 g = y : 86.4 g$, 解得 $y=0.4 mol$; 则 $m(\text{乙醛}) = 0.4 mol \times 44 g/mol = 17.6 g$ $m(\text{酮}) = 23.4 g - 17.6 g = 5.8 g$; 酮的物质的量为 $0.5 mol - 0.4 mol = 0.1 mol$ 酮的摩尔质量为 $5.8 g \div 0.1 mol = 58 g/mol$, 即酮的相对分子质量为 58 则 $14m + 16 = 58$ 解得 $m=3$ 故酮为丙酮。

故答案为甲醛 6 g、丙酮 17.4 g 或乙醛 17.6 g、丙酮 5.8 g。

(收稿日期:2018-02-10)