

求解有机混合物元素质量分数五法

南京市南航附中 210000 田 琪
南京市大厂高级中学 210044 林尤宏

有机混合物中通常含 C、H、O 三种元素, 从数学角度讲, 必须已知其中两种元素的质量分数才能求出第三种元素的质量分数。但是, 混合物中各物质的元素质量组成是一定的, 所以从化学角度来挖掘隐藏在化学式中的信息, 就可以从一种元素的质量分数求出另两种元素的质量分数, 甚至可直接求出三种元素的质量分数。现根据混合物的不同组成, 分类归纳其求解方法。

一、最简组成相同直接求解

若几种有机物的最简式相同, 则 C、H、O 元素的质量比一定, 可根据最简式直接求出 C、H、O 的质量分数。

例 1 某一温度下, 将 1g 乙炔、5g 苯乙烯依次溶于 10g 苯中, 所得混合溶液中氢元素的质量分数为()。

- A. 15.8% B. 15.4%
C. 7.9% D. 7.7%

解析 因为乙炔、苯、苯乙烯的最简组成即实验式都为“CH”, 所以任意比混合各元素的质量分数不变

$$\begin{aligned} w(\text{H}) &= (A_r(\text{H}) / M_r(\text{CH})) \times 100\% \\ &= \frac{1}{13} \times 100\% \\ &= 7.7\% \end{aligned}$$

答案: D

巩固练习 1

把 1 mol 甲醛溶于 2 mol 冰醋酸之后, 再加入 3 g 果糖所成混合物为 M。另取 1 L 甲酸甲酯和 3×10^{22} 个葡萄糖分子混合成为 N 的混合物。最后, 取出 7% 的 M 和 8% 的 N 再进行混合, 得混合物 Q。求 Q 中碳元素的质量分数。

小结 最简组成(实验式)相同的通常有以下几类:

1. 单烯烃、环烷烃: CH_2
2. 乙炔、苯、苯乙烯、立方烷(C_8H_8): CH

3. 甲醛、乙酸、甲酸甲酯、乳酸($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)、葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$): CH_2O

二、两元素成定比以一当二

若几种有机物中的某两种元素具有相同的比值, 则运用此定比关系, 即可求出各元素的质量分数。

例 2 有乙烯、乙醛和乙酸甲酯组成的混合物, 取一定量进行分析, 得知混合物中碳的质量分数为 57.5%, 求混合物中氧的质量分数。

解析 它们的分子式分别为 C_2H_4 、 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ 和 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, 其中碳和氢的质量比相同 $m(\text{C}) : m(\text{H}) = 6 : 1$

因为 $w(\text{C}) = 57.5\%$,

$$\text{所以 } w(\text{H}) = 57.5\% \times \frac{1}{6} = 9.6\%$$

$$\begin{aligned} w(\text{O}) &= 1 - 57.5\% - 9.6\% \\ &= 32.9\% \end{aligned}$$

巩固练习 2

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是()。

- A. 16% B. 37%
C. 48% D. 无法计算

小结 两种元素成定比的通常有以下几种类型:

1. 单烯烃、环烷烃、醛、酮、酸、酯: $(\text{CH}_2)_n\text{O}_m$
2. 甲醛、乙酸、甲酸甲酯、葡萄糖、蔗糖、淀粉等: $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$
3. 乙炔、苯、苯酚、乙二醛、乙二酸等: $(\text{CH})_n\text{O}_m$

三、变换组成成定比各个击破

几种有机物分子中不存在定比形式, 但经过分子式的变换, 可化成定比形式, 则可用此定比关系求解。

例 3 有苯、苯乙烯、甲醛和葡萄糖组成的混合物, 经测定含碳元素质量分数为 51.9%, 则此混合物中含氧的质量分数为()。

- A. 48.1% B. 8.65%
C. 41.3% D. 无法计算

解析 将 C_6H_6 、 C_8H_8 、 CH_2O 、 $C_6H_{12}O_6$ 变换成 $(CH)_6$ 、 $(CH)_8$ 、 $(CH)(HO)$ 、 $(CH)_6(HO)_6$ 就可立即得出

$$w(CH) = 51.9\% \times \frac{13}{12} = 56.2\%$$

$$w(HO) = 1 - 56.2\% = 43.8\%$$

$$w(O) = 43.8\% \times \frac{16}{17} = 41.3\%$$

答案: C

巩固练习 3

由某单烯烃和乙醇、乙醚组成的混合物,测得含氧元素质量分数为 21.6%,则此混合物中,含碳元素的质量分数为____,含氢元素质量分数为____。

小结 可化成定比形式的通常有以下几种类型:

1. 烯、环烷烃(C_nH_{2n}) + 醇、醚($C_mH_{2m+2}O$):
 $(CH_2)_n (CH_2)_m \cdot H_2O$
2. 乙炔 + 苯 + 醇或醚($C_mH_{2m+2}O$):
 $(CH)_2 (CH)_6 (CH)_m \cdot H_{m+2}O$
3. 乙炔 + 苯 + 醛或酮($C_mH_{2m}O$):
 $(CH)_2 (CH)_6 (CH)_m \cdot H_mO$
4. 乙炔 + 苯 + 羧酸或酯($C_mH_{2m}O_2$):
 $(CH)_2 (CH)_6 (CH)_m \cdot H_mO_2$
5. 乙炔 + 苯 + 葡萄糖($C_6H_{12}O_6$):
 $(CH)_2 (CH)_6 (CH)_6 \cdot (HO)_6$

四、某元素质量分数相同等量替换

若各组分分子式中某元素的原子个数相同,且相对分子质量相等,则各组分中该元素的质量分数也相等,亦等于混合物中该元素的质量分数。

例 4 甲苯和甘油组成的混合物中,若含碳的质量分数为 60%,那么可推断氢元素的质量分数为()。

- A. 5% B. 17.4%
C. 8.7% D. 无法计算

解析 两者化学式分别为 C_7H_8 和 $C_3H_8O_3$,物质组成不符合定比形式,也不能通过变式化成定比,仔细分析发现 C_7H_8 比 $C_3H_8O_3$ 多 4 个碳原子少 3 个氧原子,相对分子质量恰好相等,都为 92,

且分子中都含有 8 个氢原子,所以氢元素的质量分数为:

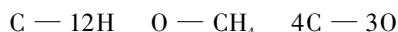
$$\frac{8 \times 1}{92} \times 100\% = 8.7\%$$

答案: C

巩固练习 4

尿素($CO(NH_2)_2$)和乙酸组成的混合物中,若含氧的质量分数为 40%,那么可推断氢元素的质量分数是____,碳元素的质量分数是____。

小结 观察化学式判断相对分子质量是否相等,可参考以下几种替换形式:



五、两种物质混合先确定物质的量之比

只有两种物质组成的混合物,因各物质中元素的质量分数都一定,又已知某元素的平均质量分数,就可求出两物质的物质的量之比,从而求出其它元素的质量分数。

例 5 已知由乙醇和乙酸组成的混合物中,氧的质量分数为 42.1%,求含碳和氢的质量分数。

解析 设混合物中 C_2H_6O 和 $C_2H_4O_2$ 的物质的量比为 $x:y$,依题意得

$$\frac{16x + 16 \times 2y}{46x + 60y} \times 100\% = 42.1\%$$

$$\text{解得 } x:y = 2:1$$

$$w(C) = \frac{2 \times 2 \times 12 + 1 \times 2 \times 12}{2 \times 46 + 1 \times 60} \times 100\%$$

$$= 47.4\%$$

$$w(H) = 1 - 42.1\% - 47.4\% = 10.5\%$$

巩固练习 5

已知由苯酚和硝基苯组成的混合物中,碳的质量分数为 66.4%,求出含氮的质量分数为____;含氧的质量分数为____。

巩固练习答案:

1. 40%; 2. B;
3. 64.9%, 13.5%;
4. 6.7%, 53.3%;
5. 6.5%; 22.1%。

(收稿日期: 2016-11-03)