

仅由有机物的相对分子质量求分子式的方法

湖北省枣阳市第二中学 (441200) 王星元

一、仅由烃的相对分子质量(M)求分子式的方法

方法:

烃的相对分子质量(M)

$$\frac{M}{12} = n \frac{m}{12}$$
 烃的分子式为

$C_n H_m$

$$= (n-1) \frac{m+12}{12}$$

烃的分子式为 $C_{(n-1)} H_{(m+12)}$

……直到氢原子数不超过碳原子数的 2 倍加 2 为止.

例 1 某烃的相对分子质量为 92, 求该烃的分子式.

$$\text{解 } \frac{M}{12} = \frac{92}{12} = 7 \frac{8}{12}$$

则烃的分子式为 $C_7 H_8$

例 2 某烃的相对分子质量为 128, 该烃的分子式可能为 ____ 或 ____.

$$\begin{aligned} \text{解 } \frac{M}{128} = \frac{128}{12} &= 10 \frac{8}{12} \quad \text{分子式为 } C_{10} H_8 \\ &= 9 \frac{20}{12} \quad \text{分子式为 } C_9 H_{20} \end{aligned}$$

故所求烃的分子式为 $C_{10} H_8$ 及 $C_9 H_{20}$

二、仅知烃的含氧衍生物的相对分子质量求分子式的方法

方法: 首先求出与该相对分子质量相等的烃的分子式, 然后采用相对式量相等的等量代换法代换. 即: $CH_4 \sim O$ 或 $4C \sim 3O$ 代换求出烃的含氧衍生物的分子式.

例 3 某含 C、H、O 三种元素化合物的相对分子质量为 44, 求它的分子式.

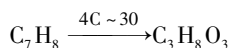
$$\text{解 首先 } \frac{M}{12} = \frac{44}{12} = 3 \frac{8}{12} \quad \text{烃的分子式 } C_3 H_8$$

然后: $C_3 H_8 \xrightarrow{CH_4 \sim O} C_2 H_4 O$ 所求分子式为 $C_2 H_4 O$

例 4 某烃的含氧衍生物的相对分子质量为 92, 求它的可能分子式.

$$\text{解 首先 } \frac{M}{12} = \frac{92}{12} = 7 \frac{8}{12} \quad \text{烃的分子式 } C_7 H_8$$

然后 $C_7 H_8 \xrightarrow{CH_4 \sim O} C_6 H_4 O \xrightarrow{4C \sim 3O} C_2 H_4 O_4$



所求有机物的分子式为 $C_6 H_4 O$ 、 $C_2 H_4 O_4$ 、 $C_3 H_8 O_3$

例 5 某有机物的相对分子质量为 58, 完全燃烧只生成 CO_2 和水, 按要求写出有机物的简式.

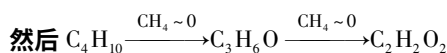
(1) 若为烃, 可能的结构简式为 ____.

(2) 若为烃的含氧衍生物, 分子结构中含有 $-CH_3$, 则可能的结构简式为 ____.

(3) 分子中无 $-CH_3$, 又无 $-OH$, 可发生银镜反应的结构简式 ____.

(4) 分子中有羟基, 无碳碳双键的结构简式为 ____.

$$\text{解 } \frac{M}{12} = \frac{58}{12} = 4 \frac{10}{12} \quad \text{则烃的分子式为 } C_4 H_{10}$$



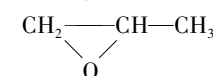
有机物的分子式可能为:

$C_4 H_{10}$ 、 $C_3 H_6 O$ 、 $C_2 H_2 O_2$.

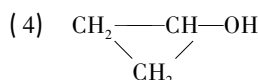
根据题意及所求分子式, 其结构简式分别为:

(1) $CH_3 CH_2 CH_2 CH_3$ $CH_3 CH(CH_3) CH_3$

(2) $CH_3 CH_2 CHO$ $CH_3 COCH_3$



(3) $OHC - CHO$

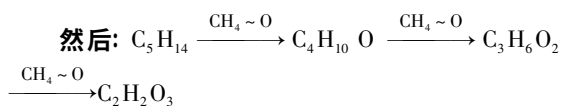


注意 若某相对分子质量无相应的烃, 可用同样的方法求出碳氢原子数, 此时氢原子数可以比碳原子数的 2 倍加 2 多, 虚拟一个不存在的烃 " $C_n H_m$ ", 然后再用等量代换法代换.

如: 某烃的含氧衍生物的相对分子质量为 74, 求它可能的分子式.

$$\text{解 首先 } \frac{M}{12} = \frac{74}{12} = 6 \frac{2}{12} = 5 \frac{14}{12} \quad \text{虚拟烃的分子式}$$

为 " $C_5 H_{14}$ ".



故可能的分子式为 $C_4H_{10}O$ 、 $C_3H_6O_2$ 、 $C_2H_2O_3$ 。

三、由有机物相对分子质量及部分元素的原子个数求有机物分子式的方法

方法 首先求出除已知元素的原子个数外, 剩余碳氢原子的组成 C_nH_m , 然后再加上已知元素的原子个数, 即得分子式。碳氢原子的组成 C_nH_m 的求法:

$$\frac{\text{相对分子质量} - \text{已知元素原子总式量}}{12} = n \quad \frac{m}{12}$$

例6 某含 C、H 和卤素元素的化合物的相对分子质量为 48, 写出其结构简式。

解 由相对分子质量为 48 可知, 化合物中所含卤素元素只能是氟, 且一分子化合物中只含一个氟原子。

$$\text{则: } \frac{48 - 1 \times 19}{12} = 2 \quad \frac{5}{12}$$

故分子式为 C_2H_5F

结构简式为: $CH_3 - CH_2F$

例7 有机物 A 仅含有 C、H、N 三种元素, 其相对分子质量不超过 200, 其中氮元素的质量分数为 10.85%。求:

(1) 有机物的相对分子质量为 ____ (取整数值)

(2) 写出 A 所有可能的分子式 ____。

(3) 关于 A 的下列说法正确的是()

- a. 可能是芳香族化合物
- b. 可能使溴的四氯化碳溶液褪色
- c. 晶体的熔点可能很高
- d. 分子结构中可能只含单键

解析 设一分子 A 含有 n 个 N 原子

$$\text{则 } M_{(A)} = \frac{14n}{10.85\%} = 129n$$

$$\text{当 } n=1 \quad M_{(A)} = 129$$

$$\text{当 } n \geq 2 \quad M_{(A)} > 200 \quad (\text{不合题意})$$

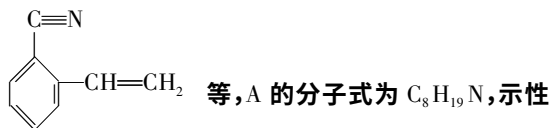
故 A 的相对分子质量为 129

$$(2) \text{ 由 } \frac{129 - 1 \times 14}{12} = 9 \quad \frac{7}{12} \text{ 分子式为 } C_9H_7N$$

$$= 8 \quad \frac{19}{12} \quad \text{分子式为 } C_8H_{19}N$$

故 A 可能的分子式为 C_9H_7N 、 $C_8H_{19}N$ 。

(3) A 的分子式为 C_9H_7N , 可能的结构有

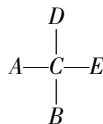


式为 $C_8H_{17} - NH_2$ 等, 烃基为饱和烃基, 只有单键。

答案 a、b、d。

例8 已知某化合物甲, 分子中只含 C、H、O 三种元素, 其中 C、H 的质量分数合计为 78.4%。又知甲分子中有一个碳原子, 它的 4 个键分别连接在 4 个不同的原子或原子团上。

如下图所示:



其中 A、B、D、E 互为不相同的原子或原子团。

(1) 写出甲的分子式。

(2) 写出甲的可能结构简式。

解析 (1) 甲中氧的质量分数为

$$1 - 78.4\% = 21.6\%$$

设一分子甲中含 n 个氧原子

则甲的相对分子质量为:

$$M = \frac{16n}{21.6\%} = 74n$$

$$\text{当 } n=1, M=74, \text{ 则 } \frac{74 - 1 \times 16}{12} = 4 \quad \frac{10}{12}$$

甲的分子式为 $C_4H_{10}O$

$$\text{当 } n=2, M=148, \text{ 则 } \frac{148 - 2 \times 16}{12} = 9 \quad \frac{8}{12}$$

甲的分子式为 $C_9H_8O_2$

当 $n=3, M=222$, 则

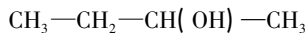
$$\frac{222 - 3 \times 16}{12} = 14 \quad \frac{6}{12} = 13 \quad \frac{18}{12}$$

甲的分子式为 $C_{14}H_6O_3$ 或 $C_{13}H_{18}O_3$

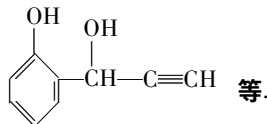
.....

(2) 符合题意甲的结构简式可能为:

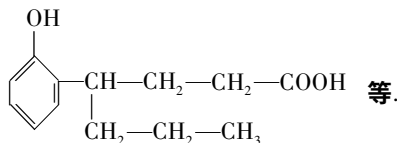
当 $n=1$ 时, 有



当 $n=2$ 时, 有



当 $n=3$ 时, 有



.....

(收稿日期: 2015-05-01)