

例析有机计算的类型

黑龙江省大庆实验中学 163311 冀 芳

考查类型一：确定有机化合物的分子式

确定有机物的分子式是有机计算题中较为常见的题型,该类题通常会以两种形式给出所求化合物的信息条件,一是直接给出物质组成元素具有的百分比含量或质量之比,二是以有机物燃烧或反应的形式间接给出其产物的量。因此在求解时需要针对特定的情形采用特定的方法,前者可以采用最简式法、摩尔质量法,后者则可以采用燃烧通式法或者差量法。

1. 已知元素的含量

例 1 已知某一气态烃所含碳元素和氢元素的质量之比为 6:1,且在同等温度和压强条件下,其密度为氢气的 14 倍,试求该气态烃的分子式。

解析 根据元素的质量之比,采用最简分式法求解。同温同压下,气体的密度比等于摩尔质量比,因此该气态烃的摩尔质量 $M = 2 \text{ g/mol} \times 14 = 28 \text{ g/mol}$,已知 $n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} = 1 : 2$,则最简式为 CH_2 ,实验式应为 $(\text{CH}_2)_n$,其中式量为 14,则 $n = 28/14 = 2$,所以该气态烃的分子式为 C_2H_4 。

例 2 已知某有机物含有 C、H、O 三种元素,且各元素质量之比为 54.5%:9.1%:36.4%,又知其气体的标准状态下的密度为 3.94 g/L,试求其分子式。

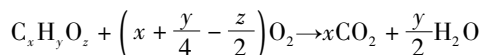
解析 利用摩尔质量法求解,该有机物的摩尔质量为 $M = 3.94 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L/mol} = 88 \text{ g/mol}$,各元素的物质的量为: $n(\text{C}) = 1 \text{ mol} \times 88 \text{ g/mol} \times$

$54.5\% / 12 \text{ g/mol} = 4 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = 1 \text{ mol} \times 88 \text{ g/mol} \times 9.1\% / 1 \text{ g/mol} = 8 \text{ mol}$, $n(\text{O}) = 1 \text{ mol} \times 88 \text{ g/mol} \times 36.4\% / 16 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol}$ 。所以该有机物的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 。

2. 已知燃烧或反应产物

例 3 已知某气态烃在标准状况下的密度为 1.34 g/L,为确定其分子式,使 1.5 g 该物质与氧气充分燃烧,并将产物气体通过盛有浓硫酸的洗气瓶,再通过装有碱石灰的干燥管,结束后称量发现洗气瓶质量增加了 0.9 g,干燥管质量增加了 2.2 g,最后测得尾气中仅有氧气,试求该气态烃的分子式。

解析 根据有机物的燃烧反应化学方程式求解,其摩尔质量为 $M = 1.34 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L/mol} = 30 \text{ g/mol}$,浓硫酸可以吸收反应生成的 H_2O ,碱石灰的干燥管吸收 CO_2 ,因此可得 $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.05 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = 0.05 \text{ mol}$,反应化学方程式为:



其中 $\frac{30}{1.5} = \frac{x}{0.05}$, $\frac{30}{1.5} = \frac{y/2}{0.05}$,解得 $x = 1$, $y = 2$,

相对分子质量为 30,则 $z = 1$,所以该有机物的分子式为 CH_2O 。

例 4 在标准状态下将 10 mL 的某气态烷烃与 80 mL 的氧气混合后通入一容积恒定为 90 mL 的容器内,已知氧气足量,将容器内气体点燃会发生爆炸,反应结束后测得容器的压强为初始时的 55.56%,试求该气态烷烃的分子式。

► 2. 等质量的下列物质与足量稀硝酸反应,放出 NO 物质的量最多的是()。

- A. FeO B. Fe_2O_3
C. FeSO_4 D. Fe_3O_4

3. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值,下列说法正确的是()。

A. 23g Na 与足量 H_2O 反应完全后可生成 N_A 个 H_2 分子

B. 1 mol Cu 和足量热浓硫酸反应可生成 N_A 个 SO_3 分子

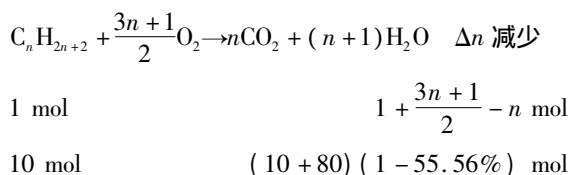
C. 标准状况下,22.4 L N_2 和 H_2 混合气中含 N_A 个原子

D. 3 mol 单质 Fe 完全转变为 Fe_3O_4 ,失去 $8N_A$ 个电子

参考答案: 1. AC 2. A 3. D

(收稿日期: 2018-06-25)

解析 由于已知的是反应结束后的压强变化,恒温恒容状态下的压强之比等于物质的量之比,使用差量法,烷烃反应的化学方程式为:



解得 $n=5$, 所以该气态烷烃的分子式 C_5H_{12} 。

求解有机物的分子式包含两类信息,一是有机物所含有的元素,二是确定分子中各原子的个数,虽然求解的方法有很多种,但基本都是按照先确定元素,再确定原子个数的思路进行的。另外,由于方法都有其各自的特点以及适用条件,因此需要特定问题特定分析,灵活选用。

考查类型二:计算有机混合物的元素质量分数

有机物一般由两种或两种以上元素组成,由于有机物组成元素的原子个数有一定的关系,使得混合物元素之间的质量分数也存在一定的关系。该类题型通常会给出有机混合物的组成物质及其中一种元素的质量分数,要求计算其他元素的质量分数。

例 5 已知某混合气体中含有 C_3H_7OH 和 C_6H_{12} ,一定温度下测得碳元素的质量分数为 78%,试求混合气体中氢元素的质量分数。

解析 采用变形法,将 C_3H_7OH 变形为 $C_3H_6 \cdot H_2O$,则混合气体的所有组成都可以用 $(CH_2)_n \cdot H_2O$ 的形式来表示,碳元素的质量分数为 78%,则含氢的质量分数为 13%,进而可知名义上含“ H_2O ”的质量分数为 $1-78%-13%=9%$,其中含有氧的质量分数为 $9% \times 16/18=8%$ 。

例 6 已知某混合物中含甲酸乙酯和乙烯,一定条件下测得碳元素的质量分数为 58.5%,试求混合气体中氢元素的质量分数。

解析 甲酸乙酯和乙烯的分子式分别为 $C_3H_6O_2$ 、 C_2H_4 ,碳和氢原子的个数之比均为 1:2,碳和氢元素的质量之比就为 6:1,已知碳元素的质量分数为 58.5%,则氢元素的质量分数为 9.75%,氧元素的质量分数为 $1-58.5%-9.75%=31.75%$ 。

计算有机物的元素质量分数一般有上述两种方法,方法的使用是建立在有机混合物的物质元

素的原子个数之比相同基础之上,因此使用条件较为严格。而变形法具有普遍适用性,求解时只需提取共有元素和原子个数关系即可,需要注意的是:要正确区分质量之比和原子个数之比,确保求解的准确。

考查类型三:比较有机物的耗氧量

有机物含有碳和氢元素,进行燃烧时会对应的消耗氧气,因此衍生出比较有机物的耗氧量的计算题,一般该类题型有两种形式,一是比较等质量的有机物耗氧量,二是比较等物质的量的有机物耗氧量,对于不同的条件需要采用对应的方法。

例 7 将质量相等的下列有机物进行充分燃烧,其中消耗氧气质量最大的是()。

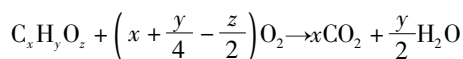
- A. C_6H_6 B. C_2H_6 C. C_3H_8 D. C_7H_{12}

解析 分析可知 12 g 的碳元素燃烧消耗氧气的物质的量为 1 mol,而 12 g 的氢元素燃烧消耗氧气为 3 mol,因此可知等质量的碳元素和氢元素,后者消耗的氧气质量更大,则只需要将选项物质变为 CH_x 的形式即可, x 的值越大等质量状态下消耗氧气的质量就越大。改写后 C_6H_6 —— CH , C_2H_6 —— CH_3 , C_3H_8 —— $CH_{8/3}$, C_7H_{12} —— $CH_{12/7}$,显然 $x=3$ 最大,故答案为 B。

例 8 将 1 mol 的下列有机物进行完全燃烧,其中消耗氧气物质的量最大的是()。

- A. C_3H_4 B. C_2H_5OH C. CH_3OH D. CH_3CH_3

解析 因为是等物质的量的比较,可以借助燃烧通式



根据比例关系可知,1 mol 的有机物 $C_xH_yO_z$ 燃烧将消耗 $x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}$ mol 的氧气,只需计算选项中有有机物对应的 $x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}$ 值大小即可,分析可知 1 mol 的 C_3H_4 消耗 4 mol 氧气,最大,故答案为 A。

比较机物的耗氧量有两种形式,等质量条件下的比较需要采用改写分析法,而等物质的量条件下的比较采用燃烧通式法较为容易,在计算时必须建立在特定条件上,没有条件限制的分析是无意义的。在计算时还需区分有机物的质量与物质的量,等物质的量有机物所含元素质量可能相同也可能不同,但不能将其混淆。(收稿日期:2018-06-25)