

# 结晶水合物知识点和考点\*

江苏省海安县李堡镇初级中学 226631 卢 勇

在初中化学中,结晶水合物的知识点相对较少并且较为分散,是一类难于理解和掌握的物质,在处理这类问题时,往往学生出现一些模糊认识。为了让学生更好地理解与掌握结晶水合物,本文对知识点进行归纳并对考点举例分析。

## 一、结晶水合物知识

### 1. 结晶水合物含义

结晶水是从溶液中结晶析出时晶体里结合着一定数目的水分子,这样的水分子叫结晶水,含有结晶水的物质,便叫做结晶水合物。例如晶碱( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )等。此类物质的命名方法是:先把结晶水分子个数念出来,中间用“合”字连接,最后说出盐的名称。如晶碱应叫“十水合碳酸钠”,胆矾( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )叫做五水合硫酸铜。根据定组成定律可知:每种晶体从溶液中结晶析出时,分子内所结合的水分子个数是固定的。如硫酸铜从溶液中结晶析出时,每个 $\text{CuSO}_4$ 分子结合着5个水分子,而不能是别的数目,故结晶水合物是纯净物。

### 2. 结晶水合物结构特点

从结构上看,结晶水合物 $A \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 中的化合物与水分子之间的结合力并不强,相对其他分子而言,化合物与水分子间的作用力较弱,当给其加热或在常温下结晶水合物就会失去部分或全部结晶水。如给胆矾加热,它会失去全部结晶水,晶碱的风化现象也是这一原因。

结晶水合物加热或在常温下能失去部分或全部结晶水。

任何物质溶解于水时都要发生以下两个过程,一是物质的分子或离子受到水分子的吸引作用向水中扩散;二是溶解到水中的溶质分子或离子与水分子化合形成水合分子或水合离子的过程。当改变外界条件时,从溶液中会析出晶体,有些水合分子或水合离子相对结合的比较牢固,这样的微粒从水中结晶时会克服大量水分子的吸引力作用,将其结合的水分子随其结晶析出,这样的

晶体便会带有结晶水。如 $\text{CuSO}_4$ 和 $\text{FeSO}_4$ 等在从溶液中析出时会带有结晶水。而另一些水合分子或水合离子间结合的不十分牢固,其从溶液里析出时,不能克服大量水分子的吸引力作用,而失去了结合的水分子,这样的晶体就不含有结晶水,如 $\text{NaCl}$ 与 $\text{KNO}_3$ 。

### 3. 常见的结晶水合物

胆矾(或蓝矾): $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  绿矾: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  石膏: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  明矾: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  晶碱: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,结晶水合物还有许多,这里不一一列举。

### 4. 结晶水合物的相对分子质量和其中的结晶水的质量分数的计算

设某一结晶水合物的化合通式 $A \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,先按化学式计算出无水物 $A$ 的相对分子质量,再计算出 $n$ 个水分子的相对分子质量和,最后相加,即为结晶水合物的相对质量,亦即为质量。至于计算其中结晶水的质量分数应按下列通用公式进行。结晶水的质量分数用 $w$ 表示:

$$w = \frac{nM_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(A \cdot n\text{H}_2\text{O})} \times 100\%$$

### 5. 多个结晶水合物的分子个数和相对分子质量的表示

要表示一种微粒个数的多少,需要在其化学符号的最前面写上其个数,但是,结晶水合物的分子式是由两部分组成,即应把整个化学式用括号括住,在括号前面写上个数,如表示3个胆矾分子,应写成 $3(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ ,不可写成 $3\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。要计算多个结晶水合物分子的相对分子质量,只需算出一个分子的相对分子质量,然后乘以个数。

## 二、结晶水合物考点分析

### 考点1: 化学式

根据守恒原理建立起结晶水、结晶水合物与无水物之间的关系式,然后依据相关量进行计算求值。

例1 把38%的MgCl<sub>2</sub>溶液100 g,小心蒸发掉18.8 g水后,正好形成氯化镁的结晶水合物(MgCl<sub>2</sub> · xH<sub>2</sub>O),求x的值。

解析 依题意知MgCl<sub>2</sub>的质量=100 g × 38%,当蒸发掉18.8 g水后,正好形成结晶水合物MgCl<sub>2</sub> · xH<sub>2</sub>O的质量是(100 - 18.8) g,因关系式:

$$\begin{array}{l} \text{MgCl}_2 \quad \sim \quad \text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \\ 95 \qquad \qquad \qquad 95 + 18x \\ 100 \text{ g} \times 38\% \quad (100 - 18.8) \text{ g} \\ \frac{95}{100 \text{ g} \times 38\%} = \frac{95 + 18x}{(100 - 18.8) \text{ g}} \end{array} \text{解得 } x = 6$$

考点2:结晶水合物溶解度

结晶水合物溶解于水时,结晶水变成了溶剂,它的溶解度一般是指无水物的溶解度。

例2 把一定量CuSO<sub>4</sub>加到60℃的100 g水中,在此温下充分搅拌过滤后可得125 g CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O晶体和77 g滤液,求:

- (1) 加入CuSO<sub>4</sub>的质量;
- (2) 60℃时CuSO<sub>4</sub>的溶解度。

解析 本题涉及质量守恒定律、结晶水合物化学式和溶解度计算的综合题。求解过程中,需要首先依据质量守恒定律可以求出加入CuSO<sub>4</sub>的质量是:

$$\begin{aligned} 125 \text{ g} + 77 \text{ g} - 100 \text{ g} &= 102 \text{ g} \\ \text{那么 } 77 \text{ g} \text{ 滤液中含有 } \text{CuSO}_4 \text{ 的质量是:} \\ 102 \text{ g} - 125 \text{ g} \times \frac{M_r(\text{CuSO}_4)}{M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} &= 102 \text{ g} - \\ 125 \text{ g} \times \frac{160}{250} &= 22 \text{ g} \end{aligned}$$

再设60℃时CuSO<sub>4</sub>的溶解度是s,因为

$$\frac{s}{100 \text{ g}} = \frac{22 \text{ g}}{(77 - 22) \text{ g}} \text{ 解得 } s = 40 \text{ g}$$

例3 某结晶水合物的化学式是R · mH<sub>2</sub>O,它的相对分子质量是M,在t℃时μ g该结晶水合物溶于b g水达到饱和,在此温度下,溶质R的溶解度是( )。

- A.  $a/(b+a) \times 100$
- B.  $[100a(M-18n)]/(bM+18an)$
- C.  $[a(M-18n)]/(bM+18n)$
- D.  $[a(M-18n)]/(M+n)$

解析 设t℃时R的溶解度是s,那么

$$\begin{aligned} \frac{s}{100} &= \frac{(M-18n)/M \times a \text{ g}}{b \text{ g} + (18n/M) \times a \text{ g}} \\ \text{解得 } s &= [100a(M-18n)]/(bM+18an) \text{ g} \\ \text{所以答案选 B.} \end{aligned}$$

例4 在20℃时,将57.2 g的晶碱溶解在62.6 g水中恰好配成饱和溶液,求Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>在20℃时的溶解度。

解析 晶碱中的结晶水溶解于水后进入水中,是溶剂组成的成分,故要按步骤计算。

$$\begin{aligned} 57.2 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \text{ 中结晶水的质量是:} \\ 57.2 \times \frac{10M_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} \times 100\% \\ = 57.2 \text{ g} \times \frac{180}{286} \times 100\% = 36 \text{ g} \end{aligned}$$

则其中含Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>质量为57.2 g - 36 g = 21.2 g。由溶解度定义可得(设在20℃时Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶解度为s):

$$\frac{21.2 \text{ g}}{(36 + 62.6) \text{ g}} = \frac{s}{100 \text{ g}}$$

$$\text{解得 } s = 21.5 \text{ g}$$

考点3:结晶水合物质量分数

结晶水合物溶于水时,溶质是无水物,它的溶液的溶质质量分数

$$w_B = \frac{m_{\text{无水物}}}{m_{\text{溶剂}} + m_{\text{结晶水合物}}} \times 100\%$$

例5 25 g CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O溶解于75 g水中,所得溶液中溶质的质量分数为\_\_\_\_\_。

解析 结晶水合物CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O溶解于水后完全形成水合离子,这时在溶液中的溶质是CuSO<sub>4</sub>,不再是CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O,所以结晶水合物中的结晶水在溶解后进入溶剂,不再是溶质的组成成份,所以要先将结晶水合物中的结晶水质量求出,然后再求出在水溶液中的真正溶质的质量,最后利用公式求得此溶液的质量分数。

$$\begin{aligned} 25 \text{ 克胆矾中结晶水质量为:} \\ 25 \text{ g} \times \frac{5M_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \times 100\% \\ = 25 \text{ g} \times \frac{90}{250} \times 100\% = 9 \text{ g} \end{aligned}$$

故所得溶液的质量分数是

$$\frac{25 \text{ g} - 9 \text{ g}}{25 \text{ g} + 75 \text{ g}} \times 100\% = 16\%$$

(收稿日期:2017-01-10)