

与量有关的离子方程式的书写分类

高英华

(山大华特卧龙学校, 山东沂南 276300)

摘要: 离子方程式的书写是高考的热点之一, 本文将中学阶段介绍的与量有关的离子方程式进行分类总结, 点拨书写技巧。

关键词: 离子方程式的书写; 离子反应的类型; 化学教学

文章编号: 1005-6629(2011)08-0059-03

中图分类号: G632.479

文献标识码: B

离子方程式的书写是高考的热点之一。每年的高考题, 凡是涉及离子方程式方面的, 一般都与“量”发生关系。例如“过量”、“适量”、“足量”、“少量”、“定量”及“隐含量”等, 做题时要谨防落入“量”的陷阱。为便于同学们掌握记忆, 笔者根据多年的教学经验, 将中学阶段出现的与“量”有关的离子方程式进行分类总结。离子方程式有如下3大类:

1 弱酸酸式盐的复合反应型

弱酸酸式盐参与的反应, 常因反应物量的不同而导致反应产物不同, 书写此类反应离子方程式时, 量不足的物质参加反应的离子的物质的量之比一定要与其化学式相符合, 而足量的物质参加反应的离子的物质的量之比不一定与化学式相符。若无明确用量, 用任何一种反应物作为过量写出的离子反应方程式均正确。

书写此类与反应物用量有关的离子方程式, 较好的方法当首推“设1法”。就是将“不足量反应物的化学式”前面的配平系数设定为“1”, 在此起点上再去推导出其他物质(包括另一种过量的反应物和产物)的配平系数。配平后, 若有分数, 则可乘以最小公倍数化整。

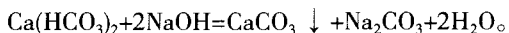
(1) 弱酸酸式盐与碱的反应

反应过程为: 首先是盐中酸式根离子(如 HCO_3^-) 与 OH^- 反应生成酸根离子(如 CO_3^{2-}) 和水, 即 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 然后是酸根与盐的阳离子或碱的阳离子反应, 两个离子反应复合起来即为总的离子方程式。若碱有 OH^- 剩余(或加入过量的碱), 则溶液中有两种阳离子、两种阴离子存在, 根据离子反应发生的条件, 反应向生成溶解度最小的物质方向进行。

例如: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 NaOH 的反应

①少量的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液滴入 NaOH 溶液中。运用“设1法”, 将反应物中不足量 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的系数首先设定为“1”, 如 1 mol $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 含有 2 mol HCO_3^- ,

与 OH^- 发生中和反应, 共消耗 2 mol OH^- , 从而确定 NaOH 前面的系数为 2, 得出如下结果。化学反应为:



对应的离子方程式为: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}.$

②少量的 NaOH 溶液滴入 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中, 利用“设1法”, 可以很快得出离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。其中 Ca^{2+} 与 HCO_3^- 的离子数之比不符合化学式 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 想想为什么?

属于这种类型的离子方程式还有 HS^- 、 HSO_3^- 、 HCO_3^- 等离子所对应的盐与碱的反应。

特殊情况:

① $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 与 (a) 过量的 NaOH 溶液 (b) 少量的 NaOH 溶液反应

(a) 当 NaOH 过量时, 溶液中存在 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 4 种离子。生成沉淀的反应有 $\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{MgCO}_3$, $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2$ 。但因 MgCO_3 的溶解度比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的大, 因此反应向生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的方向进行。总的离子方程式为: $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_3^{2-}$

(b) 当 NaOH 量少时, 不存在上述问题, 反应为: $\text{Mg}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

② $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液与 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液的反应

此反应无论哪个过量, 离子方程式都是: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 可以用“设1法”试着写一下。

(2) 弱酸酸式盐与强酸酸式盐的反应

中学阶段要求掌握的强酸酸式盐就是 NaHSO_4 , 此类出现的反应一般就是 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液的反应。下面可利用“设1法”写出此反应的离子方程式:

①当少量的 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液混合, 反应的离子方程式是: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_3^{2-}$

②当足量的 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液混合, 反应的离子方程式是: $\text{Ba}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

2 单一组分的连续反应型

该类反应的反应物中有一种组分发生反应, 且会与过量的物质发生连续反应。在书写离子方程式时只需注意题目所给的条件, 判断产物是否与过量物质继续反应且正确确定产物即可。主要有以下 6 类:

(1) 多元弱酸盐与强酸的反应

因为多元弱酸根结合氢离子时是分步结合, 所以当多元弱酸盐遇到强酸, 若强酸不足则转化为酸式酸根, 若强酸足量则转化为弱酸。

例如: Na_2CO_3 溶液与盐酸的反应

①少量的溶液滴入盐酸中, 反应的离子方程式为: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

②少量的盐酸滴入 Na_2CO_3 溶液中, 反应的离子方程式为: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$ 。

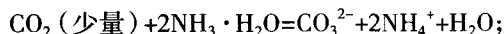
属于这种类型的离子方程式还有 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 等离子所对应的盐与酸的反应。

(2) 二氧化碳与可溶性碱的反应

一般规律是: 若可溶性碱溶液中通入的二氧化碳量少, 反应产物是碳酸根离子 (CO_3^{2-}); 若通入的二氧化碳量多, 反应产物是碳酸氢根离子 (HCO_3^-); 若题目没有明确的量, 任何一种产物均可以。

例如: 将二氧化碳通入氢氧化钠溶液中反应的离子方程式是: CO_2 (少量) $+ 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$; CO_2 (过量或足量) $+ \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$ 。

将二氧化碳通入氨水中的反应是:



若将二氧化碳改成二氧化硫, 反应情况类似, 同学们可仿照写出。

特殊情况: 把二氧化碳通入到苯酚钠溶液中, 无论二氧化碳量多或量少, 反应的离子方程式都是: $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HCO}_3^-$ 。

(3) 可溶性铝盐与碱的反应

书写与铝有关的离子方程式时, 只要熟记“ $\text{Al}(\text{OH})_3$ 两性, 既能溶于强酸又能溶于强碱, 但不溶于碳酸或氨水等弱酸或弱碱”, 即能正确判断铝的存在形式。

以 AlCl_3 溶液与 NaOH 溶液反应为例:

若 AlCl_3 溶液中加入的 NaOH 溶液量少, 则反应的

离子方程式为: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$;

若加入的 NaOH 溶液量多, 则反应的离子方程式是: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

特殊情况: 若碱为氨水, 则无论量多还是量少, 反应的离子方程式都是: $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$, 出现这种情况的原因是因为生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶解弱碱氨水所致。

(4) 可溶性偏铝酸盐与酸的反应

以偏铝酸钠 (NaAlO_2) 溶液与盐酸反应为例:

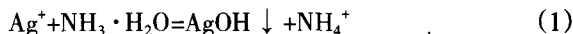
若 NaAlO_2 溶液中加入的盐酸量少, 反应的离子方程式是: $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

若加入的盐酸量多, 反应的离子方程式是: $\text{AlO}_2^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

但若向偏铝酸钠溶液中通入 CO_2 , 反应离子方程式就与通入的 CO_2 量有关, 如通入的 CO_2 量多, 反应的离子方程式是 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$, 如通入的 CO_2 量少, 就变成: $2\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$

(5) 硝酸银溶液与氨水的反应

氨水逐滴加入硝酸银溶液中直至产生的白色沉淀恰好溶解为止所制得的溶液叫银氨溶液, 反应过程中牵涉两个离子反应:



故题目设计的离子反应有:

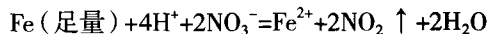
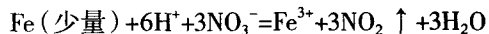
向硝酸银 (AgNO_3) 溶液中滴加少量氨水, 反应的离子方程式是: $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow + \text{NH}_4^+$

向硝酸银 (AgNO_3) 溶液中滴加过量氨水, 反应的离子方程式是: $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{H}_2\text{O}$, 即以上式 (1) 与式 (2) 的加和。

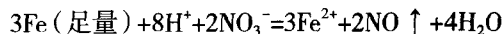
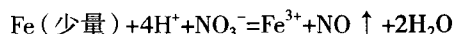
(6) 铁与浓硫酸、浓硝酸、稀硝酸的反应

浓硫酸及浓、稀硝酸均为氧化性酸, 并且氧化性很强, 能将铁氧化成高价铁离子 Fe^{3+} 。但当铁过量时, 过量的铁与 Fe^{3+} 发生 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 的反应, 铁的产物为 Fe^{2+} 。故铁的量可影响反应方程式的书写。

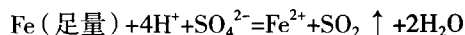
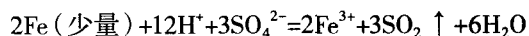
与浓硝酸:



与稀硝酸:



与浓硫酸:



例析化学计算中的转化策略

柴 勇

(滕州市第一中学西校, 山东滕州 277500)

摘要: 通过例题分析了化学计算中的转化策略: 由局部转化为整体; 由复杂转化为简单; 由隐含转化为显露; 由文字转化为图示。

关键词: 化学计算; 转化策略

文章编号: 1005-6629(2011)08-0061-02

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

化学计算是高考中的必考内容,也是历年高考考生失分较多的地方,大部分考生并不是计算能力缺失,而是不会进行有效的转化,本文对化学计算中的转化策略进行了全面的分析,希望对考生有所帮助。

1 由局部转化为整体

复杂的化学问题,往往是由一些小问题组合而成,若将这些小问题孤立起来,逐个分析解决,不但耗时费力,且易出错。如能抓住实质,把所求问题转化为某一整体状态进行研究,则可简化思维程序,收到事半功倍之效。

例1 有一包 FeSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的固体混合物,已测得铁元素的质量分数为 31%,则混合物中硫元素的质量分数是_____。

解析: 这是一道利用化学式计算物质中某元素质量分数的常见题。学生熟知的解题模式是先分别求出两化合物中硫元素的质量,再相加得到混合物中硫元素的质量,进而算出硫元素在混合物中的质量分数,但运算复杂,计算量大。如果克服思维定势,开拓思路,把 S 和 O 组成的原子团 (SO_4) 看成是一个整体(化局部为整体),由于铁元素占混合物的质量分数为 31%,则

另一部分(即 SO_4),质量分数为 69%,由于



$$96 \quad 32$$

$$69\% \quad ?$$

所以硫元素占混合物的质量分数为 $69\% \times 32/96 = 23\%$ 。

例2 有一放置在空气中的 KOH 固体,经测定,其中含 KOH 84.9%, KHCO_3 5.1%, K_2CO_3 2.38%, H_2O 7.62%。将此样品若干克投入 98 克 10% 的盐酸中,待反应完全后,再需加入 20 克 10% 的 KOH 溶液方能恰好中和。求蒸发中和后的溶液可得固体的质量。

解析: 此题提供数据多,根据有关化学反应方程式逐一分步求解,计算繁杂,失误率高。如果抛开那些纷繁的数据和局部细节,将溶液看成一个整体(化局部为整体),则无论是 KOH、 K_2CO_3 还是 KHCO_3 ,与盐酸反应最终均生成 KCl。由于 KCl 中的 Cl^- 全部来自于盐酸,故可得关系式:



$$36.5 \quad 74.5$$

$$98\text{g} \times 10\% \quad ?$$

做题时一定要谨记。

3 多组分的先后或复合反应型

复盐与碱的反应(复合反应型)

中学阶段见过的一种复盐就是硫酸铝钾,其中铝离子和硫酸根是两种可发生离子反应的组分: $\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlO}_2^-$, $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$ 。当硫酸铝钾遇到氢氧化钡就会因后者量的不同产生不同的反应现象。

(1)当少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液滴入 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中,运用“设 1 法”,得出离子方程式为:



反应后的溶液中仍有未沉淀的 SO_4^{2-} ,所以当

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 过量后, SO_4^{2-} 会继续转化为 BaSO_4 沉淀,同时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 会继续溶解。

(2)当过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液滴入 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中,离子方程式为:



命题者在设计题目时往往利用不同反应类型,从不同角度考查与量有关的离子方程式书写。两种溶液相互滴加顺序不同,可能产生不同现象。实际也是两种试剂相对量不同引起的。希望同学们在学习的过程中用心留意,仔细分析,透过现象,看出本质,真正掌握与量有关的反应。