

直接法书写与量有关的离子方程式

董 顺

(砀山中学, 安徽砀山 235300)

摘要: 离子间有竞争的反应, 方程式往往与量有关。总结了与量有关的离子方程式书写的一种程序化方法——直接法。介绍了直接法书写与量有关的离子方程式的一般步骤及其应用案例。该方法书写与量有关的离子方程式模式固定, 易于操作, 准确度高。

关键词: 直接法; 与量有关; 离子方程式书写; 中学化学教学

文章编号: 1005-6629(2016)7-0079-03

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

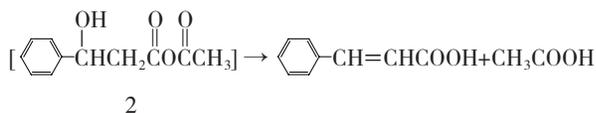
1 由一道高考试题说起

例1 (2009 全国II) 含有 $a \text{ mol FeBr}_2$ 的溶液中, 通入 $x \text{ mol Cl}_2$ 。下列各项为通 Cl_2 过程中, 溶液内发生反应的离子方程式, 其中不正确的是

- A. $x=0.4a, 2\text{Fe}^{2+}+\text{Cl}_2=2\text{Fe}^{3+}+2\text{Cl}^-$
 B. $x=0.6a, 2\text{Br}^-+\text{Cl}_2=\text{Br}_2+2\text{Cl}^-$
 C. $x=a, 2\text{Fe}^{2+}+2\text{Br}^-+2\text{Cl}_2=\text{Br}_2+2\text{Fe}^{3+}+4\text{Cl}^-$
 D. $x=1.5a, 2\text{Fe}^{2+}+4\text{Br}^-+3\text{Cl}_2=2\text{Br}_2+2\text{Fe}^{3+}+6\text{Cl}^-$

解析: 由于还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 应 Fe^{2+} 先被氧化, 容易判断 B 选项不正确。

对于以上四个选项所对应的离子方程式怎样才能通过一种固定的模式快速书写出来呢?



在本题中, 给出了反应方程式及反应物的物质的量之比, 因此在不了解反应机理的情况下, 对于这样的超纲题型, 不宜从反应机理的角度入手, 而只需根据质量守恒定律, 推断出 A 的分子式

为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$, 不饱和度 $\Omega = \frac{7 \times 2 + 2 - 6}{2} = 5$, 根据生成物的信息可推得 A 为苯甲醛。

在笔者任教的班级, 在解答此题时, 多数学生认为 A 是苯甲醇, 当被问及理由时, 学生大多是停留在对反应原理的无根据的猜测。可见, 计算这种定量研究的方法在有机推断技巧中还处于被忽略或被低层次应用阶段, 因此, 在教学中, 还需多鼓励学生从定性和定量的不同角度去分析和理解有机反应, 避免因研究方法单一化、理解片面化而造成

2 已有的与量有关的离子方程式的书写方法

目前高中化学教材中在涉及与量有关的离子反应时, 只是指出反应物相对量不同、顺序不同, 发生的离子反应也不同^[1], 并没有给出该类离子方程式书写的具体方法。

而文献中出现了多种书写技巧——定 1 法、分段讨论法、借助数轴分析法、过程分析法、根据反应类型分类讨论法^[2-11] 等等, 这里不再介绍。这些方法都有其各自的适用范围, 其中定 1 法的应用范围最广, 它适用于“少量”和“过量”两个极端时的方程式书写, 但对于介于二者之间的情况并不适用。

成学生对计算型推断的不敏感而束手无策。

有机推断题目层出不穷, 信息变化多端, 然而, 在教学过程中, 多注意从结构决定性质角度、反应条件角度、反应机理角度以及定量角度等加以训练, 形成一定的思维方法和解题程序, 同时注意灵活性, 避免唯经验化和思维的僵化, 以提高学生的化学素养。

参考文献:

- [1] 魏红. 如何解高考试卷中的有机推断题 [J]. 中学化学教学参考, 2015, (14): 66~67.
 [2][3][6] 王积涛, 胡青眉, 张宝申, 王永梅. 有机化学 [M]. 天津: 南开大学出版社, 1993: 344, 347, 523.
 [4] 宋心琦主编. 普通高中课程标准实验教科书·有机化学基础(选修)(第2版) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2007: 108~109.
 [5] 黄茂灵. 高中生学习有机化学的思维障碍及其解决策略研究 [D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2015.

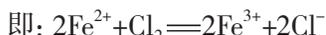
3 直接法书写与量有关的离子方程式的尝试

对于例 1 中的各选项尝试用直接法书写。

A 选项, $x=0.4a$, 反应物直接书写如下:



由于还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, $0.4a \text{ mol Cl}_2$, 只能氧化 $0.8a \text{ mol}$ 的 Fe^{2+} , 此时 Br^- 尚未参与反应, 上述反应方程式改写为:

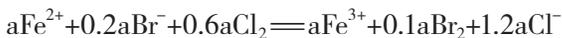


当 $x \leq 0.5a$ 时 (即 Cl_2 少量), 只氧化 Fe^{2+} , 均为该方程式。

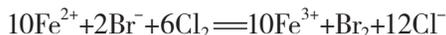
B 选项, $x=0.6a$, 反应物直接书写如下:



由于还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, $0.6a \text{ mol Cl}_2$, 首先将 $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 完全氧化, 然后再氧化 $0.2a \text{ mol}$ 的 Br^- , 上述反应方程式改写为:



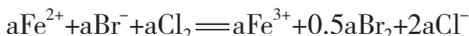
系数同乘以 $10/a$ 得:



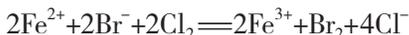
C 选项, $x=a$, 反应物直接书写如下:



由于还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, $a \text{ mol Cl}_2$, 首先将 $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 完全氧化, 然后再氧化 $a \text{ mol}$ 的 Br^- , 上述反应方程式改写为:



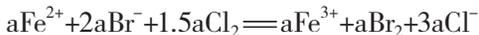
系数同乘以 $2/a$ 得:



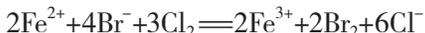
D 选项, $x=1.5a$, 反应物直接书写如下:



由于还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, $1.5a \text{ mol Cl}_2$, 首先将 $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 完全氧化, 然后再氧化 $2a \text{ mol}$ 的 Br^- , 上述反应改写为:



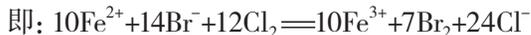
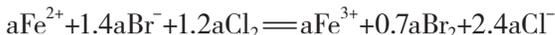
系数同乘以 $2/a$ 得:



当 $x \geq 1.5a$ 时 (即 Cl_2 过量), 均为该方程式。

对于例 1 试题中, x 取 $0.5a \sim 1.5a$ 之间的任意值均对应一个方程式。

比如, $x=1.2a$ 时, 反应方程式如下:



4 直接法书写与量有关的离子方程式的一般步骤及示例

4.1 一般步骤

第一步: 以物质的量为化学计量系数将反应物以离子形式 (易溶于水的强电解质) 或化学式直接书写出来, 化学计量系数可以是整数或小数, 也可以是含字母的代数式。

第二步: 根据离子反应发生的先后顺序, 结合各反应物的化学计量系数, 确定生成物及其化学计量系数, 并把等号两端相同的离子等量消去。

第三步: 将各化学计量系数化为最简整数比。

4.2 具体示例

4.2.1 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的反应

例 2 (2012·重庆、四川理综改) 向 $10 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中, 滴加等浓度 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 $x \text{ mL}$ 。写出下列情况下反应的离子方程式:

A. $x=10$ 时, _____

B. $x=20$ 时, _____

C. $x=30$ 时, _____

解析: $x=10$ 时, 为 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等物质的量反应:



与 OH^- 反应的先后顺序为 $\text{Al}^{3+} > \text{NH}_4^+ > \text{Al}(\text{OH})_3$

2 mol OH^- 能与 $2/3 \text{ mol Al}^{3+}$ 反应, 此时 NH_4^+ 尚未参与反应, 上述反应方程式改写为:

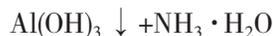
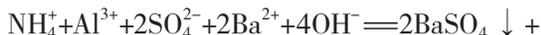


系数同乘以 3 得:



当 $0 < x \leq 15$ 时 (即氢氧化钡少量), 均为该方程式。

$x=20$ 时, 为 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 按物质的量 1:2 反应:



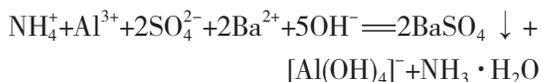
$x=30$ 时, 为 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 按物质的量 1:3 反应:



与 OH^- 反应的先后顺序为 $\text{Al}^{3+} > \text{NH}_4^+ > \text{Al}(\text{OH})_3$

6 mol OH^- 能与 1 mol Al^{3+} 和 1 mol NH_4^+ 反应生

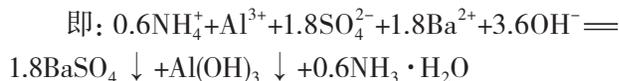
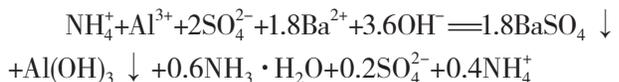
成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 并有 1mol OH^- 剩余, 上述反应改写为:



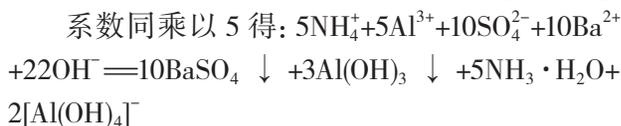
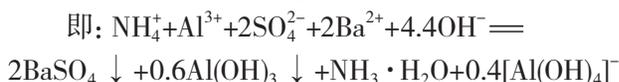
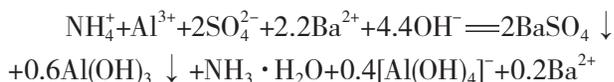
当 $x \geq 25$ 时 (即氢氧化钡过量), 均为该方程式。

对于例 2 试题中, x 取 15~25 之间的任意值均对应一个方程式。

比如 x 取 18 时:



再如 x 取 22 时:



4.2.2 NaHSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的反应

例 3 10mL $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与等浓度 $x\text{ mL}$ NaHSO_4 溶液混合。写出下列情况下反应的离子方程式:

A. $x=10$ B. $x=15$ C. $x=20$

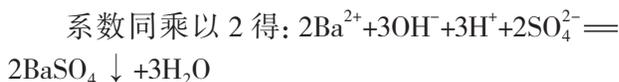
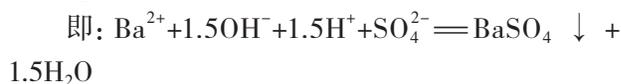
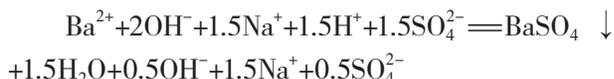
解析: A. $x=10$ 时:



此时, 溶液中的溶质为 NaOH 。

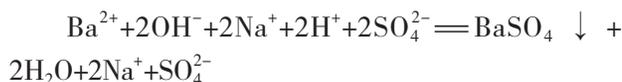
当 $x \leq 10$ 时 (NaHSO_4 少量), 均为该方程式。

B. $x=15$ 时:



此时, 溶液中的溶质为等浓度 NaOH 和 Na_2SO_4 。

C. $x=20$ 时:

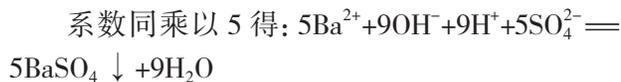
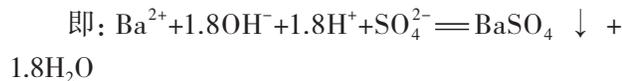
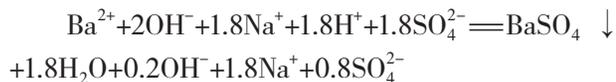


此时, 溶液中的溶质为 Na_2SO_4 。

当 $x \geq 20$ 时 (NaHSO_4 过量), 均为该方程式。

对于例 3 试题中, x 取 10~20 之间的任意值均对应一个方程式, 溶质为 NaOH 和 Na_2SO_4 。

比如 x 取 18 时:



5 结语

直接法书写与量有关的离子方程式以离子间反应的先后顺序及各离子间的定量关系为立足点, 按固定的程序书写与量有关的离子方程式, 原理简单、操作方便, 更利于认识离子反应的本质。

参考文献:

- [1] 施华, 王娟. 华东师范大学第二附属中学创新班和理科班用·化学(高中下册)[M]. 上海: 上海教育出版社, 2012: 57.
- [2] 董顺. 与量有关的离子反应方程式的书写[J]. 数理化学学习(高三版), 2013, (4): 52.
- [3] 董顺, 高昌海. 数轴在化学中的应用[J]. 中学化学, 2014, (1): 40~42.
- [4] 董顺. SO_2 与 Na_2S 溶液反应的理论分析[J]. 化学教学, 2012, (12): 76~77.
- [5] 吴海君. 氧化还原反应离子方程式中的定性与定量[J]. 中学化学教学参考, 2015, (3): 65.
- [6] 杨再雍, 李明玉. 例解“以少定一”法在定量离子反应方程式书写中的应用[J]. 考试周刊, 2013, (83): 141.
- [7] 鲁名峰. 与量有关的离子方程式的书写[J]. 中学化学教学参考, 2010, (7): 57~58.
- [8] 谢培轩. 离子反应的定量分析[J]. 湖州师专学报(自然科学), 1999, (6): 44~46.
- [9] 曾晓勇. 谈定量型离子反应方程式的书写[J]. 理科考试研究(高中版), 2001, (12): 44~45.
- [10] 施银辉. 定量型离子方程式的书写归纳[J]. 数理化学解题研究, 2016, (1): 73~74.
- [11] 徐珑迪. 用元素消去法配平氧化还原反应方程式[J]. 化学教学, 2015, (10): 88~90.