

# 信息型化学(离子)

## 方程式的解答策略

■江西 张丽芹 胡建树

纵观近几年的高考试题,不难发现命题者更加重视对化学用语的考查,更凸现对信息型化学(离子)方程式书写的考查,它能较好地考查同学们对化学方程式的书写能力。

信息型化学(离子)方程式是指同学们在教材或练习中不曾涉及的,但可根据化学原理,结合给定条件书写的一类方程式.其特点是题干中常以反应现象、物质性质、元素价态变化、氧化剂(还原剂)得失电子数目等信息呈现出来,要求同学们以此判断产物,从而正确书写化学(离子)方程式.要解决好这类试题,除同学们要有扎实的基础外,对化学信息还要有敏锐的接受、分析、推理、整合能力,所以平时要有针对性地进行思维训练。

现从知识储备及常考类型例析两个方面来分析、总结,希望对同学们的学习有一定的帮助。

### 一、知识储备

#### 1. 水溶液中常见氧化剂或还原剂对应的产物

氧化剂	还原产物	还原剂	氧化产物
$\text{ClO}^-$ 、 $\text{HClO}$ $\text{Cl}_2$ 、 $\text{ClO}_2$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_3$ $\text{SO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{OH}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{S}$
$\text{MnO}_4^- (\text{H}^+)$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{I}^-$	$\text{I}_2$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{H}^+)$	$\text{Cr}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$

#### 2. 氧化还原反应的书写步骤

(1) 找出氧化剂和还原剂。

(2) 从反应现象、物质性质、价态变化、得失电子等角度推断氧化(还原)产物。

(3) 利用电子(电荷、原子)守恒配平。

**例1** As 可与  $\text{NaClO}$  在碱性溶液中反应,当消耗 1 mol 还原剂时,消耗 2.5 mol 氧化剂,转移 5 mol 电子,试写出离子方程式:\_\_\_\_\_。

**分析:**由“消耗 1 mol 还原剂时,转移 5 mol 电子”知砷的价态变为 +5 价,氧化产物为  $\text{AsO}_3^-$ 。由“消耗 2.5 mol 氧化剂,转移 5 mol 电子”,知氯的价

态变为 -1 价,还原产物为  $\text{Cl}^-$ 。又砷结合氧原子数目增加,氧原子来自  $\text{OH}^-$ ,写出离子方程式的雏形为  $\text{As} + \text{ClO}^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AsO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ,再配平得  $2\text{As} + 5\text{ClO}^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{AsO}_3^- + 5\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

#### 3. 方程式中 $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 的处理形式与技巧

(1) 某元素结合氧原子的数目增加,有可能来自  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{O}^{2-}$ ),如氯气与亚硫酸钠水溶液的反应为  $\text{Cl}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$  或来自  $\text{OH}^-$  ( $2\text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}^{2-}$ ),如过氧化氢在碱性溶液中把  $\text{CrO}_2^-$  氧化为  $\text{CrO}_4^{2-}$  的反应为  $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{CrO}_2^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 某元素结合氧原子的数目减少,在酸性溶液中往往消耗  $\text{H}^+$  ( $2\text{H}^+ + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ ),如酸性溶液中存在反应  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

#### 4. 水解原理

水解反应在高考试题中经常出现,可以说是源于课本但又高于课本,所以同学们要吃透水解的定义:水解反应是另一化合物与水反应,该化合物分解为两部分,其中一部分与水中氢结合,而另一部分与水水中的羟基结合。

(1) 盐类水解原理:①弱酸阴离子分步水解,如溶液中存在反应  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HS}^- + \text{OH}^-$  (第一步)、 $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{OH}^-$  (第二步);②弱碱阳离子一步水解:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$ 。

(2) 非盐类水解原理:①离子型化合物的水解规律为把离子型化合物 ( $\text{CaC}_2$ ) 拆成阴离子 ( $\text{C}_2^{2-}$ ) 和阳离子 ( $\text{Ca}^{2+}$ ),阴离子与  $\text{H}^+$  结合,即  $\text{C}_2^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2$ ,阳离子与  $\text{OH}^-$  结合,即  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ ,所以有  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$ ;类似的还有  $\text{Al}_2\text{S}_3$ 、 $\text{Mg}_3\text{N}_2$ 、 $\text{NaH}$  等。

②共价化合物的水解规律:分析共价化合物



(ICl)中带电情况,带部分正电荷的离子(I)结合水电离的OH<sup>-</sup>形成HIO,则带部分负电荷的离子(Cl)结合水电离的H<sup>+</sup>形成HCl,则有ICl+H<sub>2</sub>O=HIO+HCl,类似的还有PCl<sub>3</sub>、PCl<sub>5</sub>、BCl<sub>3</sub>、SiCl<sub>4</sub>等。

二、常考类型例析

1. 借助反应现象,推断反应产物

**例2** 向盛有KI溶液的试管中加入少许CCl<sub>4</sub>后,滴加氯水,CCl<sub>4</sub>层变成紫色.如果继续向试管中滴加氯水,振荡,CCl<sub>4</sub>层会逐渐变浅,最后变成无色.完成下列填空:

(1)写出并配平CCl<sub>4</sub>层由紫色变成无色的化学反应方程式:\_\_\_\_\_.

(2)整个过程中的还原剂是\_\_\_\_\_.

(3)把KI换成KBr,则CCl<sub>4</sub>层变为\_\_\_\_\_色;继续滴加氯水,CCl<sub>4</sub>层的颜色没有变化.Cl<sub>2</sub>、HIO<sub>3</sub>、HBrO<sub>3</sub>氧化性由强到弱的顺序是\_\_\_\_\_.

**分析:**开始滴加氯水,CCl<sub>4</sub>层变紫色,I<sup>-</sup>被氧化成I<sub>2</sub>;继续滴加氯水时,CCl<sub>4</sub>层会逐渐变浅,最后变成无色,则I<sub>2</sub>进一步被Cl<sub>2</sub>氧化成HIO<sub>3</sub>.

(1)I<sub>2</sub>+5Cl<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O=10HCl+2HIO<sub>3</sub>.

(2)整个过程中I元素的化合价均升高,故还原剂是KI和I<sub>2</sub>两种.

(3)KI换成KBr时,得到Br<sub>2</sub>,在CCl<sub>4</sub>中呈红棕色;继续滴加氯水时,颜色不变,可知氯水不能将Br<sub>2</sub>氧化成HBrO<sub>3</sub>,故其氧化性强弱顺序为HBrO<sub>3</sub>>Cl<sub>2</sub>>HIO<sub>3</sub>.

**答案:**(1)I<sub>2</sub>+5Cl<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O=10HCl+2HIO<sub>3</sub>

(2)KI、I<sub>2</sub> (3)红棕 HBrO<sub>3</sub>>Cl<sub>2</sub>>HIO<sub>3</sub>

**例3** 向CuSO<sub>4</sub>溶液中逐滴加入过量KI溶液,观察到产生白色沉淀,溶液变为棕色.再向反应后的混合物中不断通入SO<sub>2</sub>气体,溶液逐渐变成无色.则下列分析中正确的是( ).

A. 白色沉淀是CuI<sub>2</sub>,棕色溶液含有I<sub>2</sub>

B. 滴加KI溶液时,转移1 mol e<sup>-</sup>时生成了0.5 mol白色沉淀

C. 通入SO<sub>2</sub>时,SO<sub>2</sub>与I<sub>2</sub>反应,I<sub>2</sub>作还原剂

D. 上述实验条件下,物质的氧化性强弱顺序为Cu<sup>2+</sup>>I<sub>2</sub>>SO<sub>2</sub>

**分析:**颜色变为棕色,应生成I<sub>2</sub>,I<sup>-</sup>被氧化,只有Cu<sup>2+</sup>可能被还原,白色沉淀是CuI,反应为2Cu<sup>2+</sup>+4I<sup>-</sup>=2CuI↓+I<sub>2</sub>①,A项错误;转移1 mol e<sup>-</sup>的同时生成1 mol白色沉淀,B项错误;通入SO<sub>2</sub>时发生反应SO<sub>2</sub>+I<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=2HI+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>②,I<sub>2</sub>为氧化剂,C项错误;由反应①②综合分析可知物质的氧化性强弱

顺序为Cu<sup>2+</sup>>I<sub>2</sub>>SO<sub>2</sub>,D项正确.答案:D.

**点评:**物质的颜色、气味、溶解性等特征物理性质或特征化学性质都会成为解题的关键,所以平时大家要多积累.

2. 利用题给数据,巧用守恒分析

**例4** 某氮肥厂氨氮废水中的氮元素多以NH<sub>4</sub><sup>+</sup>和NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O的形式存在,该废水的处理流程如图1:

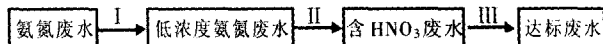


图1

过程III:一定条件下,向废水中加入CH<sub>3</sub>OH,将HNO<sub>3</sub>还原成N<sub>2</sub>.若该反应消耗32 g CH<sub>3</sub>OH转移6 mol电子,写出过程III中反应的化学方程式为\_\_\_\_\_.

**分析:**反应消耗32 g CH<sub>3</sub>OH(即1 mol 甲醇)转移6 mol电子,说明CH<sub>3</sub>OH中碳元素化合价升高到+4价,对应氧化产物是CO<sub>2</sub>;CH<sub>3</sub>OH和HNO<sub>3</sub>反应生成了CO<sub>2</sub>及N<sub>2</sub>,反应为5CH<sub>3</sub>OH+6HNO<sub>3</sub>=5CO<sub>2</sub>+3N<sub>2</sub>+13H<sub>2</sub>O.

**答案:**5CH<sub>3</sub>OH+6HNO<sub>3</sub>=5CO<sub>2</sub>↑+3N<sub>2</sub>↑+13H<sub>2</sub>O

**例5** 调节FeCl<sub>2</sub>溶液的pH约为7,再加入淀粉KI溶液和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,溶液呈蓝色并有红褐色沉淀生成.当消耗2 mol I<sup>-</sup>时,共转移3 mol电子,该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_.

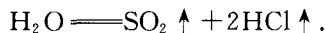
**分析:**由“加入淀粉KI溶液和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,溶液呈蓝色并有红褐色沉淀生成”,知生成物是I<sub>2</sub>和Fe(OH)<sub>3</sub>,则反应物为Fe<sup>2+</sup>、I<sup>-</sup>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.其中还原性强弱顺序为I<sup>-</sup>>Fe<sup>2+</sup>,故I<sup>-</sup>先全部被氧化,即消耗2 mol I<sup>-</sup>转移2 mol电子.题中明确指出“消耗2 mol I<sup>-</sup>时,共转移3 mol电子”,暗示消耗1 mol Fe<sup>2+</sup>转移1 mol电子,即2I<sup>-</sup>+Fe<sup>2+</sup>+ $\frac{3}{2}$ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=I<sub>2</sub>+Fe(OH)<sub>3</sub>↓,化学计量系数化整得4I<sup>-</sup>+2Fe<sup>2+</sup>+3H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=2I<sub>2</sub>+2Fe(OH)<sub>3</sub>↓.

**答案:**4I<sup>-</sup>+2Fe<sup>2+</sup>+3H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=2I<sub>2</sub>+2Fe(OH)<sub>3</sub>↓.

3. 联想化学原理,类比迁移作答

**例6** Li-SOCl<sub>2</sub>电池可用于心脏起搏器,该电池的电极材料分别为锂和碳,电解液是LiAlCl<sub>4</sub>-SOCl<sub>2</sub>.电池的总反应可表示为:4Li+2SOCl<sub>2</sub>=4LiCl+S+SO<sub>2</sub>.SOCl<sub>2</sub>易挥发,实验室中常用NaOH溶液吸收SOCl<sub>2</sub>,有Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>和NaCl生成.如果把少量水滴到SOCl<sub>2</sub>中,实验现象是\_\_\_\_\_,反应的化学方程式为\_\_\_\_\_.

**分析:**已知信息“NaOH+SOCl<sub>2</sub>=Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>+NaCl”中元素价态没变化,且NaOH反应生成了盐,说明反应过程中有酸生成,即SOCl<sub>2</sub>水解:SOCl<sub>2</sub>+



答案:出现白雾,有刺激性气体生成



**例7** X、Y、Z、W为含有相同电子数的分子或离子,均由原子序数小于10的元素组成,X有5个原子核.通常状况下,W为无色液体.已知: $\text{X} + \text{Y} \xrightarrow{\Delta} \text{Z} + \text{W}$ ,请回答:

液态Z和W的电离相似,都可电离出电子数相同的两种离子,液态Z的电离方程式是\_\_\_\_\_.

**分析:**由“W为无色液体且由原子序数小于10的元素组成”,可推知W为10电子的 $\text{H}_2\text{O}$ ;由“X有5个原子核和反应 $\text{X} + \text{Y} \xrightarrow{\Delta} \text{Z} + \text{W}$ ”,可推知X为 $\text{NH}_4^+$ 、Y为 $\text{OH}^-$ 、Z为 $\text{NH}_3$ .“W( $\text{H}_2\text{O}$ )可电离出电子数相同的两种离子,即 $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ ”,类比迁移到液态Z( $\text{NH}_3$ )的电离方程式为 $2\text{NH}_3(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_2^- + \text{NH}_4^+$ .

答案: $2\text{NH}_3(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_2^- + \text{NH}_4^+$ .

#### 4. 深刻理解信息,分层推理解题

**例8** 某工厂废水中含 $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,其毒性较大.某研究性学习小组为了变废为宝,将废水处理得到磁性材料 $\text{Cr}_0.5\text{Fe}_{1.5}\text{FeO}_4$ ,设计了如图2所示的实验:

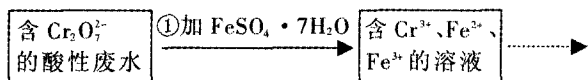


图2

第①步反应的离子方程式是\_\_\_\_\_.

**分析:**“含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的酸性废水”经过第①步加 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 后,得到“含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的溶液”,根据信息知道 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 $\text{Fe}^{2+}$ 发生了氧化还原反应, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原为 $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化为 $\text{Fe}^{3+}$ ,离子方程式是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ .

答案: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ .

**例9** 亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )是一种重要的含氯消毒剂,主要用于水的消毒以及砂糖、油脂的漂白与杀菌.图3是过氧化氢法生产亚氯酸钠的工艺流程图:

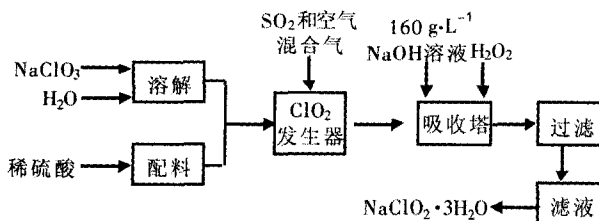


图3

已知:① $\text{NaClO}_2$ 的溶解度随温度升高而增大,适当条件下可结晶析出 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

②纯 $\text{ClO}_2$ 易分解爆炸,一般用稀有气体或空气稀释到10%以下安全.

③ $160 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$ 溶液是指160 g  $\text{NaOH}$ 固体溶于水所得溶液的体积为1 L.

分别写出生成器内的离子方程式:\_\_\_\_\_.

吸收塔内的化学方程式:\_\_\_\_\_.

**分析:**要写出该题中发生反应的方程式,必须理解工艺流程图中的含义,即发生器中加入了 $\text{NaClO}_3$ 溶液和稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,并鼓入 $\text{SO}_2$ 和空气混合气提供还原剂,将 $\text{NaClO}_3$ 还原成 $\text{ClO}_2$ ,所以有 $\text{SO}_2 + 2\text{ClO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{ClO}_2$ .在吸收塔内加入了 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{NaOH}$ 溶液、 $\text{H}_2\text{O}_2$  3种物质,过滤后滤液中有 $\text{NaClO}_2$ ,说明在吸收塔内反应生成了 $\text{NaClO}_2$ . $\text{ClO}_2$ 被还原为 $\text{NaClO}_2$ , $\text{H}_2\text{O}_2$ 被氧化成 $\text{O}_2$ ,即 $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ .

答案: $\text{SO}_2 + 2\text{ClO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{ClO}_2$

$2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

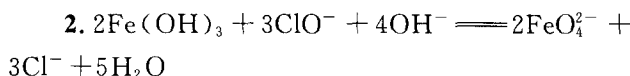
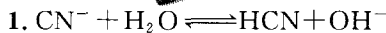
**点评:**此类“化工流程图”题型在课改中体现突出,要从文字、化工流程图中捕捉有效信息,依据加入的物质,生成的产物,分析其反应原理,书写方程式.

### 练一练

1. 通常状况下,X、Y和Z是三种气态单质.X的组成元素是第3周期原子半径最小的元素(稀有气体元素除外);Y和Z均由元素R组成,反应 $\text{Y} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{Z} + \text{H}_2\text{O}$ 常作为Y的鉴定反应.气体 $(\text{CN})_2$ 与X化学性质相似,也能与 $\text{H}_2$ 反应生成 $\text{HCN}$ (其水溶液是一种酸). $\text{KCN}$ 溶液显碱性,原因是(用离子方程式表示)\_\_\_\_\_.

2. 高铁酸钠( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ )是一种新型饮用水消毒剂,其生产方法之一是在强碱性溶液中用 $\text{NaClO}$ 氧化 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 生成高铁酸钠、氯化钠和另一种常见化合物,该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_.

### 参考答案



(责任编辑 肖博)

