

浅谈氧化还原反应方程式的书写方法

湖北省枣阳市第二中学

(441200)

王星元

有关氧化还原反应方程式的书写,是高中化学教学的重点,是每年高考的热点,学生学习的难点.氧化还原反应方程式包括两个方面,一是化学方程式,二是离子方程式.其书写的关键也有两点:一是确定反应物及生成物,二是配平反应的方程式.下面谈谈氧化还原反应方程式的书写方法,重点谈谈反应物及生成物的确定方法.

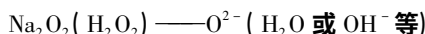
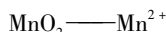
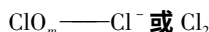
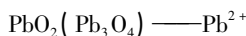
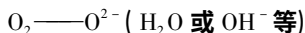
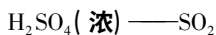
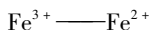
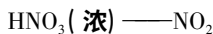
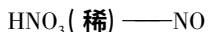
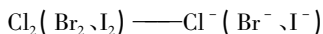
一、反应物及生成物的书写要点

1. 确定氧化剂及还原剂、氧化产物及还原产物

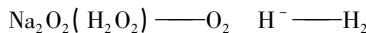
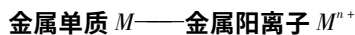
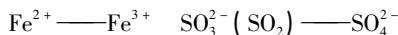
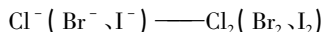
首先,根据题目已知条件,明确氧化剂、还原剂、氧化产物及还原产物的部分或全部;对于不易明确确定的可采用以下方法确定.

(1) 熟知常见的氧化剂及其还原产物、还原剂及其氧化产物.

常见氧化剂及其还原产物为:



常见还原剂及其氧化产物为:



(2) 在水溶液中进行反应,被氧化及被还原的元素形成的阳离子要与溶液中的阴离子(若无其他阴离子则是溶液中 H_2O 电离的 OH^-) 组成产物盐或碱;被氧化及被还原的元素形成的阴离子要与溶液中的阳离子(若无其他阳离子则是溶液中 H_2O 电离的 H^+) 组成产物盐或酸, O_2 或过氧化物被还原所得的负二价氧(O^{2-}) 在水溶液中不能单独存在,

►景,有些学生不加分析便生搬硬套,苯酚和溴水反应生成白色沉淀,从而落入陷阱,错选答案 A.但对于有实验经验的学生都会在实验过程中如果加入过量的苯酚溶液会迟迟不能出现白色沉淀,而产生过着急的心理,留下了深刻的印象.正确答案应为 B.

例 10 用 pH 试纸测定溶液 pH 的正确操作是 ().

A. 将一小块试纸放在表面皿上,用玻璃棒蘸取少量待测液点在试纸上,再与标准比色卡对照.

B. 将一小块试纸用蒸馏水润湿后放在表面皿上,用玻璃棒蘸取少量待测液点在试纸上,再与标准比色卡对照.

C. 将一小条试纸在待测液中蘸一下,取出后放在表面皿上,与标准比色卡对照.

D. 将一小条试纸先用蒸馏水润湿后,在待测液中蘸一下,取出后与标准比色卡对照.

本题陷阱 “实验基本操作”

分析 该题是一道实验基本操作题,看似容易作答,但出错率比较高,其原因是,在平时的学习中很少做实验或做实验时,马马虎虎,敷衍了事,不关注细节,不能严格按照实验操作的步骤进行,没有养成良好的科学态度,而落入题设的陷阱之中.正确的操作应该是:将一小块干燥的试纸放在玻璃片或表面皿上,用玻璃棒蘸取少量待测液点到试纸上,用将 pH 试纸与标准比色卡对照.正确答案应为 A.

策略 在平时的学习中,如果不做实验,只是教师“说实验”,学生“看实验”“背实验”“记结论”来对付考试,很难会注意到实验中的细节问题.能否处理好实验细节问题与平时的实验训练以及长期训练后积累的实验经验有着一定的联系.因此,平时学生在做实验时,要养成良好的科学态度,感受、体验实验的每一个细节问题,这样的实验操作能力也才得到相应的提高.

(收稿日期:2015-01-13)

除结合成酸根、氧化物或难溶物外,一般在酸性溶液中与 H^+ 结合成水,在中性或碱性溶液中与 H_2O 结合形成 OH^- 生成碱。

(3) 在水溶液中进行的反应,若能明确氧化剂及还原产物,而又无其它还原剂,则考虑溶剂水做还原剂,氧化产物为 O_2 。若能明确还原剂及氧化产物,而又无其它氧化剂,则考虑溶剂水做氧化剂,还原产物为 H_2 。如: NaBH_4 与水反应生成 NaBO_2 ,且反应前后 B 的化合价不变,写出反应的化学方程式。分析方法是: NaBH_4 与水反应后生成 NaBO_2 ,Na、B 的化合价均未变,因负一价的 H 在水溶液中不能存在,必被氧化为 H_2 ,但又没有其它氧化剂,则必定是溶剂水(H^+)做氧化剂,把负一价的 H 氧化为 H_2 ,自身也被还原为 H_2 。故反应方程式为: $\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2 \uparrow$ 。

2. 确定非氧化还原反应的反应物及生成物

(1) 明确反应的介质:

化学方程式中指明具体介质酸或碱一般作为反应物参与反应。

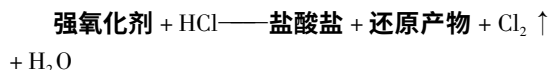
离子方程式中:酸性溶液指有强酸参与反应或有强酸生成,即有 H^+ 参与反应或生成物中有 H^+ ;碱性溶液指有强碱参与反应或有强碱生成,即有 OH^- 参与反应或生成物中有 OH^- 。

(2) 氧化剂、还原剂中:没有发生氧化还原反应的元素形成的阳离子要与溶液中的阴离子(若无其他阴离子则是溶液中 H_2O 电离的 OH^-)组成产物盐或碱;没有发生氧化还原反应的元素形成的阴离子要与溶液中的阳离子(若无其他阳离子则是溶液中 H_2O 电离的 H^+)组成产物盐或酸。负二价的氧除结合成酸根、氧化物或难溶物外,一般在酸性溶液中与 H^+ 结合成水,在中性或碱性溶液中与 H_2O 结合形成 OH^- 生成碱。

(3) 反应物及生成物中的 H_2O : 有的反应有 H_2O 参加或生成;①若反应物中有酸或碱,氧化产物及还原产物不含氢,则生成物中一般有 H_2O ;若生成物中有酸或碱,氧化剂及还原剂不含氢,则反应物中一般有水参加反应。若反应物和生成物中均有氢,不能明显确定那一方有水,则先配平氧化剂还原剂及氧化产物还原产物等物质的系数;然后观察,若一方多出 H 和 O 原子,则另一方补 H_2O 。②根据离子电荷守恒,结合介质的酸碱性,在离子方程式的一边补 H^+ 或 OH^- ,另一边补 H_2O 。③当还原剂转化为氧化产物时氧原子数增加,若氧化剂不含氧,则增加的氧原子在酸性或中性介质中来源于 H_2O ,在碱性介质可视为来源于碱(OH^-)。

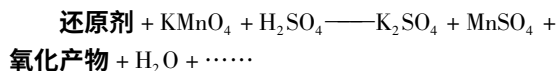
3. 几类常见的氧化还原反应

(1) 浓盐酸与一些强氧化剂反应

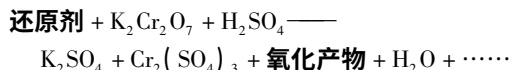


常见强氧化剂有: MnO_2 、 KMnO_4 、 KClO_3 、 NaClO 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 PbO_2 、 Pb_3O_4 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 等等。

(2) 酸性的 KMnO_4 溶液与一些还原剂反应:



(3) 酸性的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 与一些还原剂反应:



(2)、(3) 中省略部分是还原剂中有未发生氧化还原反应的金属离子与硫酸根组成的盐,其中常用的还原剂为: HCl 、 KI 、 H_2O_2 、 FeS 、 FeSO_4 、 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 Na_2SO_3 、 H_2S 、 Cu_2S 、 Na_2O_2 等等。

二、氧化还原反应方程式书写步骤

1. 写出部分或全部反应物及生成物

根据条件写出已告知的反应物、生成物,以及根据氧化还原反应反应规律推理确定的反应物及生成物。

2. 配已知物质的系数

根据化合价升降总数相等配氧化剂、还原剂、氧化产物及还原产物的系数。用守恒法观察配其他物质的系数。

3. 确定开始难确定的反应物或生成物并配平

用守恒法观察确定开始难确定的物质如 H_2O 以及离子方程式中的 H^+ 、 OH^- 等;然后配平即可。

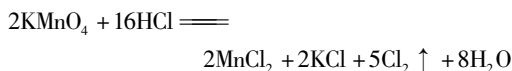
三、典例分析

例 1 写出 KMnO_4 与浓盐酸反应的化学方程式。

解析 强氧化剂 KMnO_4 把 HCl 氧化为 Cl_2 ,本身被还原为 Mn^{2+} , Mn^{2+} 与溶液中的阴离子 Cl^- 组成 MnCl_2 ,未发生氧化还原反应的 K^+ 与溶液中的阴离子 Cl^- 组成 KCl , KMnO_4 中负二价的氧要与溶液中的 H^+ 结合成 H_2O 。则有关反应物、生成物如下:

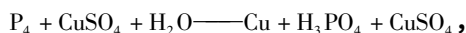


配平上述反应即可得所求化学方程式:

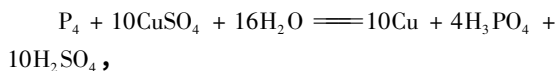


例 2 写出白磷(P_4)与硫酸铜溶液反应生成铜及磷的最高价含氧酸的化学方程式。

解析 根据题目信息,可明确氧化剂为 CuSO_4 ,还原剂为 P_4 ,氧化产物为 H_3PO_4 ,还原产物为 Cu ; CuSO_4 中 Cu^{2+} 还原为 Cu ,则 SO_4^{2-} 必与溶液中的阳离子 H^+ 组成 H_2SO_4 ;生成物中有酸,则反应物中必有 H_2O ;则反应物及生成物如下:



配平上述反应即可得所求化学方程式:

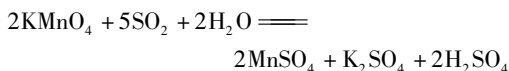


例3 将白磷(P_4)与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成 PH_3 气体和 $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$,写出白磷与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应化学方程式_____.

解析 写出已知的反应物及生成物: $\text{P}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{PH}_3 + \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$,配已知物质系数: $2\text{P}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$;用守恒法观察右边H、O原子比左边多,则左边应补 H_2O ,然后配平即可. $2\text{P}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{PH}_3 + 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$

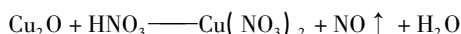
例4 SO_2 通入 KMnO_4 溶液中,溶液的紫色褪去,则反应的化学方程式为_____.

解析 根据规律, SO_2 在水溶液中的氧化产物为 H_2SO_4 ,在酸性条件下 KMnO_4 的还原产物为 Mn^{2+} , Mn^{2+} 及 K^+ 要与溶液中生成的阴离子 SO_4^{2-} 组成盐 MnSO_4 及 K_2SO_4 , KMnO_4 还原为 Mn^{2+} 后,其中负二价的氧可能全部与 SO_2 结合转化为 SO_4^{2-} ,也可能有与 H^+ 结合成 H_2O ,故产物中是否还有 H_2SO_4 不太明朗.则可确定的反应物及生成物且根据化合价升降相等配系数为: $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$,用守恒法观察左边S原子比右边多,说明右边还有 H_2SO_4 ,则左边还需加 H_2O .然后配平即可.

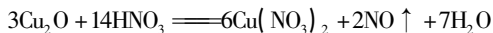


例5 氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程.下面是一个还原过程的反应式: $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$; KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质能使上述还原过程发生.写出该氧化还原反应的方程式_____.

解析 要使还原过程发生,必须使用还原剂,提供的四种物质中,只有 Cu_2O 具有还原性,故所求物质为 Cu_2O .根据还原过程的反应式,氧化剂为 HNO_3 . HNO_3 将 Cu_2O 氧化为 Cu^{2+} ,本身还原为 NO , Cu^{2+} 与溶液中的阴离子 NO_3^- 组成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, Cu_2O 中的氧及 HNO_3 转化为 NO 后多出的氧要与溶液中的 H^+ 结合成 H_2O (反应物中有酸,则生成物中有 H_2O).则有关反应物、生成物组成反应如下:



配平上述反应即可得所求化学方程式:



例6 实验室可由软锰矿(主要成分为 MnO_2)制备 KMnO_4 ,方法如下:软锰矿与过量固体 KOH 和 KClO_3 在高温下反应,生成锰酸钾(K_2MnO_4)和

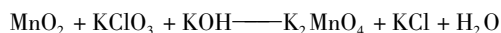
KCl ;用水溶解,滤去残渣,滤液酸化后, K_2MnO_4 转化 MnO_2 和 KMnO_4 ;滤去 MnO_2 沉淀,浓缩滤液,结晶得到深紫色的针状 KMnO_4 .请回答:

(1) 软锰矿制备 K_2MnO_4 的化学方程式_____;

(2) K_2MnO_4 制备 KMnO_4 的离子方程式_____;

(3) KMnO_4 能与热的经硫酸酸化的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应生成 Mn^{2+} 和 CO_2 ,反应的化学方程式是_____.

解析 (1) 题目已知反应物及主要生成物,反应物有碱,则生成物有 H_2O ,则有关反应物、生成物组成反应如下:



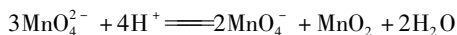
配平上述反应即可得所求化学方程式:



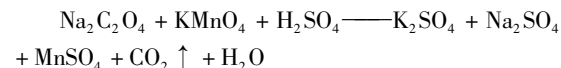
(2) 在酸性溶液中,则 H^+ 参加反应,产物中有水.反应物、生成物组成反应如下:



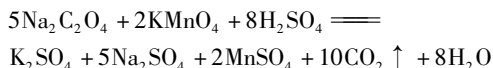
配平上述反应即可得所求离子方程式:



(3) KMnO_4 把 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 氧化为 CO_2 ,本身被还原为 Mn^{2+} ,生成的 Mn^{2+} 及未发生氧化还原反应的 K^+ 、 Na^+ 与溶液中的阴离子 SO_4^{2-} 组成 MnSO_4 、 K_2SO_4 及 Na_2SO_4 , KMnO_4 中的氧与溶液中的 H^+ 结合成 H_2O .则有关反应物、生成物组成反应如下:

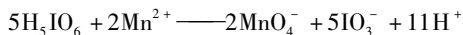


配平上述反应即可得所求化学方程式:

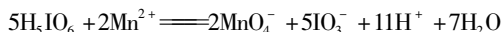


例7 25°C 时, $\text{pH}=2$ 的高碘酸(H_5IO_6)溶液与 $\text{pH}=12$ 的 NaOH 溶液等体积混合后所得溶液呈酸性, 0.01mol/L 的碘酸(HIO_3)或高锰酸(HMnO_4)溶液与 $\text{pH}=12$ 的 NaOH 溶液等体积混合后,所得溶液呈中性,则高碘酸是_____(填强酸弱酸).且已知高碘酸和硫酸锰(MnSO_4)在溶液中反应生成高锰酸、碘酸和硫酸,反应的离子方程式为_____.

解析 由题意可知,高碘酸是弱酸,高锰酸、碘酸是强酸.则离子反应的主要反应物及生成物已明确;由于反应物及生成物均有酸,不太明朗那一方有水,先用化合价升降相等法配氧化剂、还原剂,氧化产物及还原产物系数,再用离子电荷守恒配 H^+ 系数.



经观察,左边H、O原子比右边多,则右边应补 H_2O ,然后配平即可.



(收稿日期:2015-01-13)