

# “氧化还原反应”复习导航

河南省鲁山县第三高级中学 (467300) 师殿峰

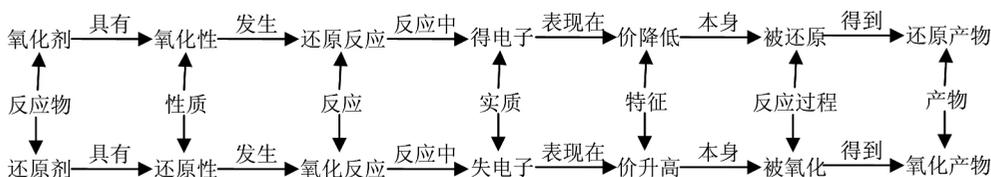
## 一、知识归纳

### (1) 基本概念

#### 1. 氧化还原反应的基本概念及其相互联系

概念	定义	注意事项
氧化还原反应	有电子转移(得失或偏移)的化学反应叫做氧化还原反应.其本质是发生电子转移(得失或偏移).其特征是有元素的化合价发生变化	凡是有元素化合价发生变化(升降)的化学反应就是氧化还原反应;而元素化合价没有发生变化的化学反应就是非氧化还原反应
非氧化还原反应	没有电子转移(得失或偏移)的化学反应叫做非氧化还原反应	
氧化剂	在氧化还原反应中,得到电子(或电子对偏向)的物质,即所含元素化合价降低的物质是氧化剂	氧化剂和还原剂(有时可能是同一物质)是对反应物而言,二者同时存在,且在反应中同时转化为产物
还原剂	在氧化还原反应中,失去电子(或电子对偏离)的物质,即所含元素化合价升高的物质是还原剂	
氧化性	在氧化还原反应中,氧化剂具有得到电子(或电子对偏向)的性质叫做氧化性	氧化性与还原性是对反应物的性质而言,氧化剂具有氧化性,能将还原剂氧化成氧化产物;还原剂具有还原性,能将氧化剂还原成还原产物
还原性	在氧化还原反应中,还原剂具有失去电子(或电子对偏离)的性质叫做还原性	
被氧化	在氧化还原反应中,还原剂失去电子(或电子对偏离),所含元素的化合价升高,本身被氧化	被氧化与被还原是对反应过程而言,二者同时发生,且存在于同一反应体系中
被还原	在氧化还原反应中,氧化剂得到电子(或电子对偏向),所含元素的化合价降低,本身被还原	
氧化反应	物质失去电子(或电子对偏离)的反应,即物质所含元素化合价升高的反应叫做氧化反应	氧化反应和还原反应是对反应而言,二者同时发生,同时存在于同一反应体系中.在氧化还原反应中,氧化剂发生还原反应,还原剂发生氧化反应
还原反应	物质得到电子(或电子对偏向)的反应,即物质所含元素化合价降低的反应叫做还原反应	
氧化产物	通过氧化反应得到的产物(还原剂被氧化所得到的产物)为氧化产物	氧化产物与还原产物(有时可能是同一物质)是对生成物而言,二者同时产生,且存在于同一反应体系中
还原产物	通过还原反应得到的产物(氧化剂被还原所得到的产物)为还原产物	

#### (2) 相互联系



#### 2. 氧化还原反应与四种基本类型反应的关系

根据氧化还原反应和四种基本类型反应的概念可知,化合反应和分解反应只有部分属于氧化还原反应(有单质参加的化合反应和有单质生成的分解反应一定属于氧化还原反应),置换反应一定属于氧化还原反应,复分解反应一定属于非氧化还原反应.氧化还原反应与四种基本类型反应的关系可用图1表示.

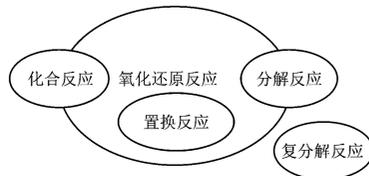
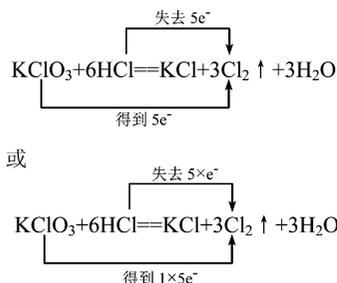


图1

#### 3. 电子转移情况的两种表示方法

(1) “双线桥”法:用一条“线桥”表示氧化反应,

箭头由还原剂指向氧化产物;用另一条“线桥”表示还原反应,箭头由氧化剂指向还原产物;且两条箭头的两端分别对准同种元素.在表示氧化反应的“线桥”上标明失去电子总数“ $ne^-$ ”或“ $a \times be^-$ ”(其中, $a$ 表示失去电子的原子数, $be^-$ 表示每个原子失去的电子数;且 $a \times be^- = ne^-$ ),在表示还原反应的“线桥”上标明得到电子总数“ $ne^-$ ”或“ $a' \times b'e^-$ ”(其中, $a'$ 表示得到电子的原子数, $b'e^-$ 表示每个原子得到的电子数;且 $a' \times b'e^- = ne^-$ ),且得失电子数相等.如:



注意:①线桥从方程式左端指向右端;②箭头指向不表示电子的得失,一定要标明“得到”或“失去”.

(2)“单线桥”法:箭头由还原剂指向氧化剂,箭头两端对准得失电子的元素.在“线桥”上标明转移电子的总数“ $ne^-$ ”或“ $a \times be^-$ ”(其中, $a$ 表示失去电子的原子数, $be^-$ 表示每个原子失去的电子数;且 $a \times be^- = ne^-$ ).如:



注意:因箭头指向已经包含电子的得失,则不必标明“得到”或“失去”.

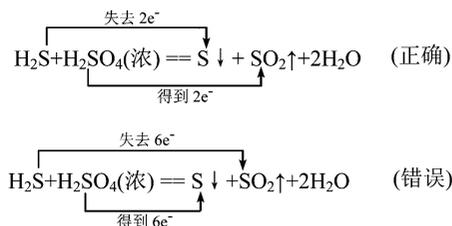
#### 4. 氧化还原反应的八大基本规律

(1)表现性质规律:当元素具有可变化合价时,一般来说,处于最高价态时只有氧化性,处于最低价态时只有还原性,处于中间价态时既有氧化性又有还原性.如:浓硫酸中的 $\overset{+6}{S}$ 只有氧化性, $\text{H}_2\text{S}$ 中的 $\overset{-2}{S}$ 只有还原性, $\text{SO}_2$ 中的 $\overset{+4}{S}$ 和单质硫中的 $\overset{0}{S}$ 既有氧化性又具有还原性.

(2)性质强弱规律:在氧化还原反应中,强氧化剂+强还原剂=弱氧化剂(氧化产物)+弱还原剂(还原产物),即氧化剂的氧化性比氧化产物强,还原剂的还原性比还原产物强.如由反应 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 可知, $\text{KMnO}_4$ 的氧化性比 $\text{Cl}_2$ 强, $\text{HCl}(\text{浓})$ 的还原性比 $\text{MnCl}_2$ 强.

(3)反应先后规律:同一氧化剂与多种还原剂(物质的量浓度相同或相近)的溶液反应时,首先被氧化的是还原性较强的物质;同一还原剂与多种氧化剂(物质的量浓度相同或相近)的溶液反应时,首先被还原的是氧化性较强的物质.如:将 $\text{Cl}_2$ 通入物质的量浓度相同的 $\text{KBr}$ 和 $\text{KI}$ 的混合溶液中, $\text{Cl}_2$ 首先与 $\text{KI}$ 反应;将锌粉加入到物质的量浓度相同的 $\text{CuCl}_2$ 和 $\text{FeCl}_2$ 的混合溶液中,锌粉首先与 $\text{CuCl}_2$ 反应.

(4)价态归中规律:在归中反应(发生在不同物质分子间或同种物质分子内不同价态的同一元素之间的氧化还原反应,叫做归中反应)中,元素价态的变化遵循“高价+低价→中间价”(中间价态可以相同,也可以不同)的规律,但不会出现交错现象.例如:



(5)歧化反应规律:在歧化反应(发生在同一物质分子内、同一价态的同一元素之间的氧化还原反应,叫做歧化反应)中,元素价态的变化一定遵循“中间价→高价+低价”的规律.具有多种价态的元素(如氯、溴、碘、氮、硫和磷元素等)均可发生歧化反应.

(6)电子守恒规律:在氧化还原反应中,氧化剂得到的电子数与还原剂失去的电子相等.这是进行氧化还原反应计算的理论依据.

(7)价态升降规律:在氧化还原反应中,还原剂中被氧化的元素的化合价升高,氧化剂中被还原的元素的化合价降低,且化合价升高的值与化合价降低的值相等(这一规律可简称为:还原剂价升高,氧化剂价降低,且化合价升降值相等).这是化合价升降法配平氧化还原反应方程式的理论依据.

(8)“间位”反应规律:当元素具有可变化合价时,同种元素相邻价态的物质之间不能发生氧化还原反应,而同种元素相间价态的物质之间一般能够发生氧化还原反应.如: $\text{H}_2\text{S}$ 与 $\text{S}$ 、 $\text{S}$ 与 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 与 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 之间都不能发生氧化还原反应,而 $\text{H}_2\text{S}$ 与 $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 与 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 、 $\text{S}$ 与 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 之间均可发生氧化还原反应.

#### 5. 判断物质氧化性与还原性强弱的九种方法

(1)根据金属活动性顺序表判断:在金属活动性顺序表中,从左到右单质的还原性逐渐减弱,阳离

子(铁指  $\text{Fe}^{2+}$ ) 的氧化性逐渐增强.

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au  
 单质的还原性逐渐减弱 阳离子的氧化性逐渐增强

(2) 根据非金属活动性顺序表判断: 在非金属活动性顺序表中, 从左到右非金属单质的氧化性逐渐减弱, 其阴离子的还原性逐渐增强.

$\text{F}_2 \text{Cl}_2 \text{Br}_2 \text{I}_2 \text{S}$   
 单质的氧化性逐渐减弱 阴离子的还原性逐渐增强

(3) 根据元素的价态判断: 一般来说, 含有同一元素不同价态的物质, 价态越高氧化性越强, 价态越低还原性越强. 如: 氧化性:  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{SO}_2(\text{H}_2\text{SO}_3) > \text{S}$  还原性:  $\text{H}_2\text{S} > \text{S} > \text{SO}_2$ . 但应注意, 氯元素的含氧酸随着氯元素价态的升高氧化性减弱(即氧化性:  $\text{HClO} > \text{HClO}_2 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_4$ ).

(4) 根据氧化还原反应方程式判断: 见上述“性质强弱规律”.

(5) 根据反应条件判断: 不同的氧化剂与同一还原剂反应得到相同的氧化产物, 若对外界条件要求越低, 氧化剂的氧化性越强; 若对外界条件要求越高, 氧化剂的氧化性越弱. 如由反应  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{O}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow[450^\circ\text{C}]{\text{CuCl}_2} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  可知, 氧化性:  $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ .

(6) 根据产物的价态判断: ①在相同的条件下, 不同的氧化剂与同一还原剂反应, 所得氧化产物的价态越高, 氧化剂的氧化性越强. 如由反应  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$  和  $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$  可知, 氧化性:  $\text{Cl}_2 > \text{S}$ . ②在相同条件下, 不同的还原剂与同一氧化剂反应, 所得还原产物的价态越低, 还原剂的还原性越强. 如由反应  $8\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{H}_2\text{S} \uparrow + 4\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$  和  $2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{SO}_2 \uparrow + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  可知, 还原性:  $\text{HI} > \text{HBr}$ .

(7) 根据浓度判断: 一般来说, 同一氧化剂(或还原剂) 浓度越大其氧化性(或还原性) 越强. 如: 氧化性: 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4 >$  稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 浓  $\text{HNO}_3 >$  稀  $\text{HNO}_3$ , 浓氨水  $>$  稀氨水; 还原性: 浓盐酸  $>$  稀盐酸.

(8) 根据原电池的正负极判断: 在原电池中, 作负极的金属的还原性一般比作正极的金属的还原性强.

(9) 根据元素周期表判断: ①同周期从左到右, 金属单质的还原性依次减弱. 如还原性:  $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$ . ②同主族从上到下, 金属单质的还原性依次增强. 如还原性:  $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$ . ③同主族从上

到下, 非金属单质的氧化性依次减弱. 如氧化性:  $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ .

## 二、高考题例析

1. 考查氧化还原反应的有关概念

例1 (2011年江苏化学卷)  $\text{NaCl}$  是一种化工原料, 可以制备一系列物质(见图2). 下列说法正确的是( ).

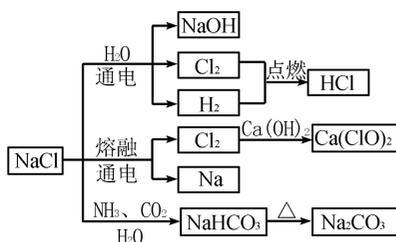


图2

- A.  $25^\circ\text{C}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  在水中的溶解度比  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的大
- B. 石灰乳与  $\text{Cl}_2$  的反应中,  $\text{Cl}_2$  既是氧化剂, 又是还原剂
- C. 常温下干燥的  $\text{Cl}_2$  能用钢瓶贮存, 所以  $\text{Cl}_2$  不与铁反应
- D. 图2 中所示转化反应都是氧化还原反应

解析  $25^\circ\text{C}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  在水中的溶解度比  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的小, A 项错误;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与  $\text{Cl}_2$  反应生成  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2$  既是氧化剂又是还原剂, B 项正确;  $\text{Cl}_2$  具有强氧化性, 在点燃或加热条件下能与铁反应生成  $\text{FeCl}_3$ , C 项错误; 反应  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$  和  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  中元素的化合价均没有发生变化而属于非氧化还原反应(其余反应均有元素的化合价发生变化而属于氧化还原反应), D 项错误. 故答案为 B.

例2 (2012年上海化学卷) 火法炼铜首先要焙烧黄铜矿, 其反应为:  $2\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{SO}_2$ , 下列说法正确的是( ).

- A.  $\text{SO}_2$  既是氧化产物又是还原产物
- B.  $\text{CuFeS}_2$  仅作还原剂, 硫元素被氧化
- C. 每生成 1 mol  $\text{Cu}_2\text{S}$ , 有 4 mol 硫被氧化
- D. 每转移 1.2 mol 电子, 有 0.2 mol 硫被氧化

解析 由反应方程式可知, 在反应中  $\text{CuFeS}_2$  中 Cu 的化合价降低被还原为  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{CuFeS}_2$  中 1/4 的 S 化合价升高被氧化为  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$  在反应后化合价降低被还原为  $\text{SO}_2$ ; 则  $\text{SO}_2$  既是氧化产物又是还原产物, A 项正确;  $\text{CuFeS}_2$  既是氧化剂又是还原剂, B 项错误; 每生成 1 mol  $\text{Cu}_2\text{S}$ , 有 1 mol S 被氧化, C 项错误;

由反应可知每转移  $6\text{mol e}^-$  有  $1\text{mol S}$  被氧化, 则每转移  $1.2\text{mol}$  电子有  $0.2\text{mol}$  硫被氧化, D 项正确. 故答案为 A、D.

2. 考查有关物质的氧化性或还原性

例 3 (2008 年上海化学卷) 下列物质中, 按只有氧化性, 只有还原性, 既有氧化性又有还原性的顺序排列的一组是( ).

- A.  $\text{F}_2$ 、K、HCl      B.  $\text{Cl}_2$ 、Al、 $\text{H}_2$   
C.  $\text{NO}_2$ 、Na、 $\text{Br}_2$     D.  $\text{O}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$

解析 对于 A 项,  $\text{F}_2$  只有氧化性, K 只有还原性, HCl 既有氧化性又有还原性; 对于 B 项,  $\text{Cl}_2$  既有氧化性又有还原性, Al 只有还原性,  $\text{H}_2$  既有氧化性(与活泼金属反应)又有还原性; 对于 C 项,  $\text{NO}_2$  既有氧化性又有还原性, Na 只有还原性,  $\text{Br}_2$  既有氧化性又有还原性; 对于 D 项,  $\text{O}_2$  只有氧化性,  $\text{SO}_2$  既有氧化性又有还原性,  $\text{H}_2\text{O}$  既有氧化性又有还原性; 则只有 A 项符合题意. 故答案为 A.

例 4 (2011 年上海化学卷) 高铁酸钾 ( $\text{K}_2\text{FeO}_4$ ) 是一种新型的自来水处理剂, 它的性质和作用( ).

- A. 有强氧化性, 可消毒杀菌, 还原产物能吸附水中杂质  
B. 有强还原性, 可消毒杀菌, 氧化产物能吸附水中杂质  
C. 有强氧化性, 能吸附水中杂质, 还原产物能消毒杀菌  
D. 有强还原性, 能吸附水中杂质, 氧化产物能消毒杀菌

解析 在高铁酸钾 ( $\text{K}_2\text{FeO}_4$ ) 分子中, Fe 为 +6 价(铁元素的最高价), 则高铁酸钾有强氧化性, 可消毒杀菌; 其还原产物  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体具有吸附性, 则能吸附水中杂质. 故答案为 A.

3. 考查有关物质氧化性或还原性强弱的比较

例 5 (2002 年广东、河南、广西化学卷)  $R$ 、 $X$ 、 $Y$  和  $Z$  是四种元素, 其常见化合价均为 +2 价, 且  $X^{2+}$  与单质  $R$  不反应;  $X^{2+} + Z = X + Z^{2+}$ ;  $Y + Z^{2+} = Y^{2+} + Z$ . 这四种离子被还原成 0 价时表现的氧化性由强到弱的顺序为( ).

- A.  $R^{2+} > X^{2+} > Z^{2+} > Y^{2+}$   
B.  $X^{2+} > R^{2+} > Y^{2+} > Z^{2+}$   
C.  $Y^{2+} > Z^{2+} > R^{2+} > X^{2+}$   
D.  $Z^{2+} > X^{2+} > R^{2+} > Y^{2+}$

解析 因  $X^{2+}$  与单质  $R$  不反应, 则  $R^{2+}$  与单质  $X$  可以反应:  $R^{2+} + X = X^{2+} + R$ ; 根据“氧化剂的氧化性比氧化产物强”的规律可知, 氧化性:  $R^{2+} > X^{2+}$ 、 $X^{2+}$

$> Z^{2+}$ 、 $Z^{2+} > Y^{2+}$ , 则氧化性由强到弱的顺序为  $R^{2+} > X^{2+} > Z^{2+} > Y^{2+}$ . 故答案为 A.

例 6 (2004 年全国春季理综卷) 已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应:  $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$ ; 由此可以确定  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$  三种离子的还原性由强到弱的顺序是( ).

- A.  $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$       B.  $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$   
C.  $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$       D.  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$

解析 根据“还原剂的还原性比还原产物强”的规律可知, 还原性:  $\text{Fe}^{2+} > \text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ; 则还原性由强到弱的顺序为  $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ . 故答案为 A.

4. 考查氧化还原反应的先后顺序

例 7 (2009 年全国理综卷 II) 含有  $a\text{mol}$   $\text{FeBr}_2$  的溶液中, 通入  $x\text{mol}$   $\text{Cl}_2$ . 下列各项为通  $\text{Cl}_2$  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.  $x = 1.5a$   $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$

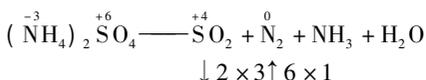
解析 因  $\text{Fe}^{2+}$  的还原性比  $\text{Br}^-$  强, 则  $\text{Cl}_2$  先氧化  $\text{Fe}^{2+}$ , 当  $\text{Fe}^{2+}$  全部反应后, 再氧化  $\text{Br}^-$ :  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ,  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ; 其总反应为  $2\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 2\text{Br}_2$ . 当  $x/a \leq 0.5$  时,  $\text{Cl}_2$  仅氧化  $\text{Fe}^{2+}$ , A 项正确; 当  $x/a \geq 1.5$  时,  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Br}^-$  全部被  $\text{Cl}_2$  氧化, D 项正确; 当  $0.5 < x/a < 1.5$  时, 则要分步书写离子方程式, 然后进行叠加得总离子方程式. 对于 B 项, 当  $x = 0.5a$  时,  $\text{Cl}_2$  刚好把  $\text{Fe}^{2+}$  全部氧化, 而当  $x = 0.6a$  时, 显然  $\text{Cl}_2$  还要氧化  $\text{Br}^-$ , 而 B 项没有表示出  $\text{Cl}_2$  与  $\text{Fe}^{2+}$  的反应, B 项不正确. 对于 C 项,  $a\text{mol}$   $\text{Fe}^{2+}$  先被  $0.5\text{mol}$   $\text{Cl}_2$  氧化:  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ; 剩余  $0.5\text{mol}$   $\text{Cl}_2$  再将  $\text{Br}^-$  氧化:  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ; 叠加得总离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$ , C 项正确. 故答案为 B.

5. 考查氧化还原反应方程式的配平

例 8 (2008 年全国理综卷 II) ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> $\text{SO}_4$  在高温下分解, 产物是  $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2$  和  $\text{NH}_3$ , 在该反应的化学方程式中, 化学计量数由小到大的产物分子依次是( ).

- A. SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>      B. N<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>  
 C. N<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O      D. H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>

解析 因为 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → SO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + N<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub>, 此反应是一个自身氧化还原反应, 可从还原产物和氧化产物入手, 找出元素化合价的变化值 (“↑”表示元素化合价升高, “↓”表示元素化合价降低; 下同) 根据其最小公倍数使化合价升降值相等, 先确定出还原产物和氧化产物的化学计量数, 再确定出氧化剂和还原剂的化学计量数, 最后配平其他物质的化学计量数, 即:



可先确定出 SO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 的化学计量数分别为 3 和 1, 再确定出 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的化学计量数为 3, 最后确定出 NH<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>O 的化学计量数分别为 4 和 6; 即: 3(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  $\xrightarrow{\text{点燃}}$  3SO<sub>2</sub> + N<sub>2</sub> ↑ + 4NH<sub>3</sub> ↑ + 6H<sub>2</sub>O. 从而得化学计量数由小到大的产物分子依次是 N<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O. 故答案为 C.

6. 考查氧化还原反应与四种基本类型反应的关系

例 9 (2009 年福建理综卷) 下列类型的反应, 一定发生电子转移的是( ).

- A. 化合反应      B. 分解反应  
 C. 置换反应      D. 复分解反应

解析 因化合反应和分解反应只有部分属于氧化还原反应, 置换反应一定属于氧化还原反应, 复分解反应一定属于非氧化还原反应; 而氧化还原反应一定发生电子转移, 则置换反应一定发生电子转移. 故答案为 C.

7. 考查氧化还原反应的有关计算

例 10 (2012 年海南化学卷) 将 0.195 g 锌粉加入到 20.0 mL 的 0.100 mol · L<sup>-1</sup> MO<sub>2</sub><sup>+</sup> 溶液中, 恰好完全反应, 则还原产物可能是( ).

- A. M      B. M<sup>2+</sup>      C. M<sup>3+</sup>      D. MO<sup>2+</sup>

解析 设还原产物中 M 的化合价为 x. 因 Zn - 2e<sup>-</sup> → Zn<sup>2+</sup>, MO<sub>2</sub><sup>+</sup> + (5 - x)e<sup>-</sup> → M<sup>x+</sup>; 则根据得失电子守恒原则得, (0.195 g ÷ 65 g · mol<sup>-1</sup>) × 2 = 0.100 mol · L<sup>-1</sup> × 20.0 × 10<sup>-3</sup> L × (5 - x), 解得 x = +2, 即还原产物可能为 M<sup>2+</sup>. 故答案为 B.

例 11 (2013 年上海化学卷) 一定量的 CuS 和 Cu<sub>2</sub>S 的混合物投入足量的 HNO<sub>3</sub> 中, 收集到气体 V L (标准状况), 向反应后的溶液中(存在 Cu<sup>2+</sup> 和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 加入足量 NaOH, 产生蓝色沉淀, 过滤, 洗涤, 灼烧, 得到 CuO 12.0 g. 若上述气体为 NO 和 NO<sub>2</sub> 的混合物, 且体积比为 1 : 1, 则 V 可能为( ).

- A. 9.0 L      B. 13.5 L      C. 15.7 L      D. 16.8 L

解析 若全部是 CuS, 其物质的量为 n(CuS) = n(CuO) = 12 g ÷ 80 g · mol<sup>-1</sup> = 0.15 mol; 设生成 NO 和 NO<sub>2</sub> 的物质的量均为 x(下同). 因 HNO<sub>3</sub> + 3e<sup>-</sup> → NO, HNO<sub>3</sub> + e<sup>-</sup> → NO<sub>2</sub>, CuS - 8e<sup>-</sup> → SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 则根据得失电子守恒原则得, 3x + x = 0.15 mol × 8, 解得 x = 0.3 mol; 从而得气体体积 V = (0.3 mol + 0.3 mol) × 22.4 L · mol<sup>-1</sup> = 13.44 L. 若全部是 Cu<sub>2</sub>S, 其物质的量为 n(Cu<sub>2</sub>S) = 1/2 × n(CuO) = 1/2 × (12 g ÷ 80 g · mol<sup>-1</sup>) = 0.075 mol; 因 HNO<sub>3</sub> + 3e<sup>-</sup> → NO, HNO<sub>3</sub> + e<sup>-</sup> → NO<sub>2</sub>, Cu<sub>2</sub>S - 10e<sup>-</sup> → Cu<sup>2+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 则根据得失电子守恒原则得, 3x + x = 0.075 mol × 10, 解得 x = 0.1875 mol; 从而得气体体积 V = (0.1875 mol + 0.1875 mol) × 22.4 L · mol<sup>-1</sup> = 8.4 L. 因实际是 CuS 和 Cu<sub>2</sub>S 的混合物, 则 8.4 L < V < 13.44 L. 故答案为 A.

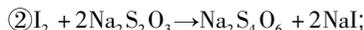
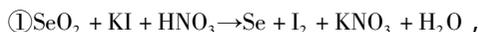
8. 综合考查氧化还原反应的有关知识

例 12 (2012 年上海化学卷) 二氧化硒(SeO<sub>2</sub>) 是一种氧化剂, 其被还原后的单质硒可能成为环境污染物, 通过与浓 HNO<sub>3</sub> 或浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 反应生成 SeO<sub>2</sub> 以回收 Se. 完成下列填空:

(1) Se 和浓 HNO<sub>3</sub> 反应的还原产物为 NO 和 NO<sub>2</sub>, 且 NO 和 NO<sub>2</sub> 的物质的量之比为 1 : 1, 写出 Se 和浓 HNO<sub>3</sub> 的反应方程式\_\_\_\_\_.

(2) 已知: Se + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(浓) → 2SO<sub>2</sub> ↑ + SeO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O, 2SO<sub>2</sub> + SeO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O → Se + 2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + 4H<sup>+</sup>; SeO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(浓)、SO<sub>2</sub> 的氧化性由强到弱的顺序是\_\_\_\_\_.

(3) 回收得到的 SeO<sub>2</sub> 的含量可以通过下面的方法测定:



配平方程式①, 标出电子转移的方向和数目.

(4) 实验中, 准确称量 SeO<sub>2</sub> 样品 0.1500 g, 消耗了 0.2000 mol · L<sup>-1</sup> 的 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 溶液 25.00 mL, 所测定的样品中 SeO<sub>2</sub> 的质量分数为\_\_\_\_\_.

解析 (1) 由题意可知 Se 与浓 HNO<sub>3</sub> 反应, Se 被氧化为 +4 价的 H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub> 还原为 NO 与 NO<sub>2</sub> (其物质的量之比为 1 : 1), 则根据守恒原则可得其反应方程式为 Se + 2HNO<sub>3</sub>(浓) → H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> + NO ↑ + NO<sub>2</sub> ↑.

(2) 应用“氧化剂的氧化性比氧化产物强”的规律可知, 氧化性: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(浓) > SeO<sub>2</sub>; 应用“氧化剂的氧化性比还原剂强”的规律可知, 氧化性: SeO<sub>2</sub> > SO<sub>2</sub>; 则氧化性由强到弱的顺序是 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(浓) > SeO<sub>2</sub> > SO<sub>2</sub>.

(3) 从氧化剂和氧化产物入手, 用化合价升

# 例析化学基本概念中的六大考点

山东省滕州市第一中学西校 (277500) 柴勇

化学基本概念是化学知识中的重要组成部分,也是历年高考命题中的必考内容,下面将其常见考点总结如下。

### 考点1 物质的组成、性质和分类

例1 下列与化学概念有关的说法正确的是( )。

- A. 化合反应均为氧化还原反应
- B. 金属氧化物均为碱性氧化物
- C. 催化剂能改变可逆反应达到平衡的时间
- D. 石油是混合物,其分馏产品汽油为纯净物

解析 有单质参加的化合反应为氧化还原反应,否则不一定为氧化还原反应,如  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$  等;大多数金属氧化物为碱性氧化物,但也有的是酸性氧化物,如  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  等,也有的是两性氧化物,如  $\text{Al}_2\text{O}_3$  等;催化剂能改变可逆反应的速率,故可改变其达到平衡的时间;石油是混合物,其分馏产品汽油仍为混合物。答案: C

例2 下列叙述中正确的是( )。

- A. 如图1装置接通电源导电时,发生的是物理变化
- B. 溶液和胶体的本质区别是丁达尔效应
- C. 无论是在物理变化

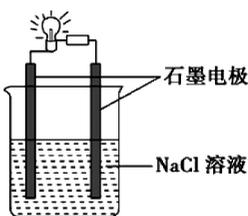


图1

中还是在化学变化中,原子的种类均不会发生变化。D. “酸可以除锈”、“洗涤剂可以去油”都是发生了化学变化

解析 A项,电解质溶液的导电过程是电解质溶液的电解过程,为化学变化;B项,胶体和溶液的本质区别是分散质粒子的直径大小;C项,原子是化学反应中的最小微粒,在物理变化和化学变化中原子的种类都不会发生变化;D项,酸除锈是化学变化,洗涤剂去油是物理变化。答案: C

### 考点2 化学用语

例3 下列化学式既能表示物质的组成,又能表示物质分子式的是( )。

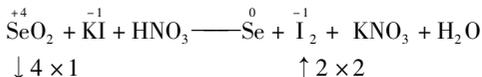
- A.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- B.  $\text{SiO}_2$
- C.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
- D. Cu

解析  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  属于离子晶体,  $\text{SiO}_2$  属于原子晶体, Cu 属于金属晶体,它们的晶体中均不存在独立的小分子,只有  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  是分子化合物,晶体时属于分子晶体,所以  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  既表示了物质的组成,又表示物质的分子式。答案: C

例4 下列分子的电子式书写正确的是( )。

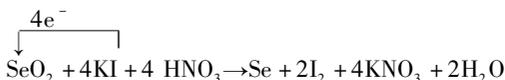
- A. 氨:  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \text{N} : \text{H} \end{array}$
- B. 四氯化碳:  $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \vdots \\ \text{Cl} : \text{C} : \text{Cl} \\ \vdots \\ \text{Cl} \end{array}$
- C. 氮:  $\text{N} : : \text{N} : : \text{N}$
- D. 二氧化碳:  $\text{O} : : \text{C} : : \text{O}$

### ►降法配平:



可先确定出  $\text{SeO}_2$  和  $\text{I}_2$  的化学计量数分别为 1 和 2,再确定出 KI 和 Se 的化学计量数分别为 4 和 1,最后依次确定出  $\text{KNO}_3$ 、 $\text{HNO}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的化学计量数分别为 4、4 和 2;即  $\text{SeO}_2 + 4\text{KI} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Se} + 2\text{I}_2 + 4\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

其电子转移的方向和数目用单线桥法可表示为:

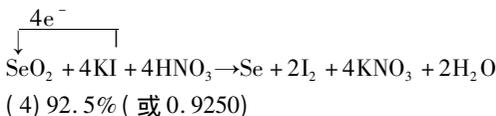


(4) 设样品中  $\text{SeO}_2$  的质量为  $m(\text{SeO}_2)$ 。由反应  $\text{SeO}_2 + 4\text{KI} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Se} + 2\text{I}_2 + 4\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{I}_2 +$

$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$  得关系式 “ $\text{SeO}_2 \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ” 则  $111\text{g} : 4\text{mol} = m(\text{SeO}_2) : 0.2000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \times 10^{-3}\text{L}$  解得  $m(\text{SeO}_2) = 0.13875\text{g}$ ,从而得样品中  $\text{SeO}_2$  的质量分数为  $\omega(\text{SeO}_2) = \omega(0.13875\text{g} \div 0.1500\text{g}) \times 100\% = 92.50\%$ 。

故答案为:

- (1)  $\text{Se} + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{NO} \uparrow + \text{NO}_2 \uparrow$ ;
- (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{SeO}_2 > \text{SO}_2$ ;
- (3)



(收稿日期: 2014-02-19)