

## 衔接点 08 氧化还原反应的一般规律

### 1. 价态规律

#### (1) 表现规律

氧化还原反应中有化合价升高的元素，必有化合价降低的元素。有失电子的物质必有得电子的物质同时存在，氧化反应和还原反应共同存在于统一体中。当元素具有可变化合价时，一般处于最高价态时只具有氧化性，处于最低价态时只具有还原性，处于中间价态时既具有氧化性又具有还原性。如：浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的 S 只具有氧化性， $\text{H}_2\text{S}$  中的 S 只具有还原性，单质 S 既具有氧化性又具有还原性。一般来说，含有同种元素不同价态的物质，价态越高氧化性越强(氯的含氧酸除外)，价态越低还原性越强。如氧化性：浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\text{SO}_2(\text{H}_2\text{SO}_3)$ ，S；还原性： $\text{H}_2\text{S} > \text{S} > \text{SO}_2$ 。

#### (2) 价态中规律

含不同价态同种元素的物质间发生氧化还原反应时，该元素价态的变化一定遵循“高价+低价——中间价”，而不会出现交错现象。

例如：



#### (3) 歧化规律

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。其反应规律是：所得产物中，该元素一部分价态升高，一部分价态降低，即“中间价→高价+低价”。具有多种价态的元素(如氯、硫、氮和磷元素等)均可发生歧化反应，如： $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

### 2. 先后规律

同一氧化剂与含多种还原剂(物质的量浓度相同)的溶液反应时，首先被氧化的是还原性较强的物质；同一还原剂与含多种氧化剂(物质的量浓度相同)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  $\text{NaBr}$  和  $\text{NaI}$  的混合液中， $\text{Cl}_2$  首先与  $\text{NaI}$  反应；将过量铁粉加入到物质的量浓度相同的  $\text{Fe}^{2+}$ 、和  $\text{Cu}^{2+}$  的混合溶液中，Fe 首先与  $\text{Fe}^{3+}$  反应。 $\text{FeBr}_2$  中通入  $\text{Cl}_2$ ， $\text{HBr}$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$  中通入  $\text{Cl}_2$ 。

### 3. 守恒规律

还原剂失去电子总数=氧化剂得到电子总数或氧化剂化合价降低的总数=还原剂化合价升高的总数。

#### ✕实验探究

例. 近年来新闻媒介不断报道有人误将亚硝酸钠( $\text{NaNO}_2$ )当食盐用，发生中毒事件甚至造成死亡。亚硝



酸钠中 N 为 +3 价，处于中间价态，既有氧化性又有还原性，在酸性环境中可以还原高锰酸钾，使  $\text{KMnO}_4$  溶液的紫色褪去。在酸性环境中还可以将  $\text{I}^-$  氧化成  $\text{I}_2$ ， $\text{I}_2$  能使淀粉变蓝。为了区别食盐和亚硝酸钠，老师提供了下表中的试剂、操作供学生选择。

| 试剂                           | 操作                                              |
|------------------------------|-------------------------------------------------|
| ① $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液 | A. 把样品放入 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液中，再加入淀粉溶液    |
| ② $\text{KMnO}_4$ 溶液         | B. 把样品放入 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液中，溶解后再加入所选试剂 |
| ③ $\text{KI}$ 溶液             | C. 把样品放入水中，溶解后再加入所选试剂                           |
| ④ $\text{AgNO}_3$ 溶液         | D. 把样品放入盐酸中再加入所选试剂                              |
| ⑤ 淀粉溶液                       |                                                 |

(1) 如何判断被检验的样品是食盐？

(2) 请用两套方案判断被检验的样品是亚硝酸钠。

方案一：试剂及操作：\_\_\_\_\_，现象：\_\_\_\_\_。

方案二：试剂及操作：\_\_\_\_\_，现象：\_\_\_\_\_。

(3) 某同学检验样品是亚硝酸钠时采用了②、D 的组合，是否可行？

## 跟踪训练

### 准确性训练

1. 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、 $\text{HCl}$

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】 $\text{F}_2$  的最高价为 0 价，只有氧化性，金属钾只有还原性，在  $\text{HCl}$  中  $\text{H}^{+1}$  处于最高价，有氧化性， $\text{Cl}^{-1}$  处于最低价，有还原性，故  $\text{HCl}$  既有氧化性又有还原性。

2. 往含有  $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$  四种离子的溶液中加入足量镁粉，最先得到的还原产物是 ( )

A.  $\text{H}_2$

B. Fe

C. Cu

D. Ag

【答案】D

【解析】根据反应先后规律，镁粉与氧化性最强的  $\text{Ag}^+$  先反应。

3. 在反应  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  中，若有 32 g 硫生成则转移电子为 ( )

A. 6 mol

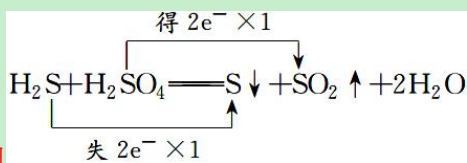
B. 2 mol

C. 3 mol

D. 4 mol



【答案】B



【解析】由  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  知，生成 32 g 硫(1 mol)转移电子 2 mol。

4. 下列说法中，正确的是

( )

- A. 氧化剂本身被还原，生成氧化产物
- B. 氧化剂是在反应中得到电子(或电子对偏向)的物质
- C. 还原剂在反应时所含元素的化合价降低
- D. 在一个反应中，氧化剂和还原剂不可能是同一物质

【答案】B

【解析】氧化剂本身被还原，应生成还原产物，A 错；还原剂在反应时所含元素的化合价应升高，C 错；在一个反应中，氧化剂和还原剂可能是同一物质，如氯酸钾分解制备氧气，氯酸钾既是氧化剂又是还原剂，D 错。

5. 下列物质属于常见氧化剂的一组是

( )

- A.  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$
- B.  $\text{O}_2$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、C、 $\text{H}_2$
- C. Na、K、 $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、CO
- D.  $\text{CuO}$ 、CO、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{H}_2$

【答案】A

【解析】常作氧化剂的有  $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、浓硫酸、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{FeCl}_3$  等，常作还原剂的有 C、 $\text{H}_2$ 、CO、Zn、Al、Fe 等。

### 敏捷性训练

6. 已知氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{SO}_4^{2-}$ ，下列说法或离子方程式正确的是

( )

- A.  $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
- B.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  可写成  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{Fe}_3\text{I}_8$  可写成  $\text{FeI}_2 \cdot 2\text{FeI}_3$
- C. 还原性： $\text{Fe}^{2+} > \text{SO}_2 > \text{I}^-$
- D. 反应  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + 2\text{HI} = \text{I}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  不能进行

【答案】A

【解析】 $\text{Fe}^{3+}$  氧化性大于  $\text{SO}_4^{2-}$ ，故 A 反应可以发生且满足各项守恒。A 正确； $\text{Fe}^{3+}$  氧化性大于  $\text{I}_2$ ，故  $\text{Fe}^{3+}$  可将  $\text{I}^-$  氧化成  $\text{I}_2$ ，故  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{I}^-$  因发生氧化还原反应不能共存，不存在  $\text{FeI}_2$ ，B 选项错；还原性  $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ ，C 选项错误；浓硫酸和稀硫酸性质差异很大，表现强氧化性，D 中反应可以发生。故选 A。

7. 在含有  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{AgNO}_3$  的溶液中加入适量锌粉，首先置换出的是

( )

- A. Mg
- B. Cu
- C. Ag
- D.  $\text{H}_2$



【答案】C

【解析】由金属活动性顺序可知， $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{H}^+$ 的氧化性由强到弱的顺序为  $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Mg}^{2+}$ ，故混合液与锌粉反应时，首先置换出  $\text{Ag}$ 。

8. 从海水中可以提取溴，主要反应为： $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ，下列说法正确的是 ( )

- A. 溴离子具有氧化性
- B. 氯气具有还原性
- C. 该反应属于复分解反应
- D. 氯气的氧化性比溴单质强

【答案】D

【解析】本题通过  $\text{Cl}_2$  与  $\text{Br}^-$  的反应方程式综合考查氧化还原反应的有关概念及反应类型的判断。溴离子已达 8 电子稳定结构，不可能具有氧化性，A 错；从反应式可看出  $\text{Cl}_2$  得电子，是氧化剂，B 错；该反应属有单质参加的氧化还原反应，C 错；氯气将  $\text{Br}^-$  氧化为  $\text{Br}_2$ ，说明  $\text{Cl}_2$  的氧化性比溴单质强。

9. 下列有关氧化还原反应的叙述正确的是 ( )

- A. 金属单质在氧化还原反应中只能作还原剂
- B. 化合物中某元素处于最高价,该化合物只能被还原
- C. 失电子越多的还原剂,其还原性越强
- D. 非金属单质只能作氧化剂

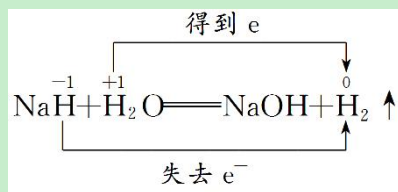
【答案】A

【解析】化合物中金属元素只有正化合价，故金属单质在氧化还原反应中只能作还原剂，非金属元素既有正化合价也有负化合价，故既可作氧化剂又可作还原剂，A 正确，D 错误；化合物中某元素处于最高价，该元素只能被还原，而该化合物还含有其他元素，故还可能作还原剂被氧化，B 错误；反应中，越容易失电子，其还原性越强，与失去电子的多少无关，C 错误。

10. 氢化钠( $\text{NaH}$ )是一种生氢剂，可发生反应： $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ，对这一反应的描述正确的是 ( )

- A.  $\text{NaH}$  是氧化剂
- B. 生成 1 mol  $\text{H}_2$  转移 2 mol 电子
- C.  $\text{NaOH}$  是还原产物
- D. 氧化产物和还原产物的质量比是 1 : 1

【答案】D



【解析】标出反应情况：再由各反应物及生成物价态可知， $\text{NaH}$  中的氢由反应前的 -1 价变为反应后  $\text{H}_2$  中的 0 价，化合价升高，被氧化，相应生成物为氧化产物， $\text{H}_2\text{O}$  中的一个氢由反应前的 +1 价变为反应后  $\text{H}_2$  中的 0 价，化合价降低，被还原，相应生成物为还原产物。从图示很明显的得出生成 1 mol  $\text{H}_2$  应转移 1 mol 电子。

## 广阔性训练

11. 一定条件下， $\text{RO}_3^-$  和氟气( $\text{F}_2$ )可发生如下反应： $\text{RO}_3^- + \text{F}_2 + 2\text{OH}^- = \text{RO}_4^- + 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，从而可知在  $\text{RO}_3^-$  中，



元素 R 的化合价是 ( )

- A. +4                      B. +5                      C. +6                      D. +7

【答案】B

【解析】由电荷守恒： $n+2=1+2$ ， $n=1$ ，在  $\text{RO}_3^-$  中 R 显 +5 价。

12. 氮化铝 (AlN) 广泛应用于电子、陶瓷等工业领域。在一定条件下，AlN 可通过反应  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{AlN} + 3\text{CO}$  合成。下列叙述正确的是 ( )

- A. 上述反应中， $\text{N}_2$  是还原剂， $\text{Al}_2\text{O}_3$  是氧化剂    B. 上述反应中，每生成 1 mol AlN 需转移 3 mol 电子  
C. AlN 中氮元素的化合价为 +3                      D. AlN 的摩尔质量为 41 g

【答案】B

【解析】该反应中氮元素化合价降为 -3 价，碳元素化合价升高为 +2 价，故  $\text{N}_2$  为氧化剂，C 为还原剂，A、C 错误；摩尔质量的单位为 g/mol，D 错误。

13. 下列说法正确的是 ( )

- A. 金属单质在反应中只能作还原剂，非金属单质只能作氧化剂  
B. 失电子多的金属还原性强  
C. 某元素从化合态到游离态，该元素一定被还原  
D. 氧化还原反应中一定存在电子的转移

【答案】D

【解析】A、金属单质在反应中只能作还原剂，正确，应为金属只有正价，无负价，而非金属单质在反应中既可做氧化剂又可作还原剂，应为大多数非金属单质既有正价又有负价，故 A 错；失电子越容易，物质的还原性越强，与失电子多少无关，故 B 错误；元素从化合态到游离态，该元素不一定被还原，如  $\text{KClO}_3 \xrightarrow{+5} \text{O}_2^0$  氧元素被氧化， $\text{CuSO}_4 \xrightarrow{+2} \text{Cu}^0$  铜元素被还原，故 C 错；氧化还原反应本质就是电子的转移，故 D 正确。

4. 铋(Bi)位于元素周期表中 V A 族，其价态为 +3 时较稳定，铋酸钠( $\text{NaBiO}_3$ )溶液呈无色。现取一定量的硫酸锰( $\text{MnSO}_4$ )溶液，向其中依次滴加下列溶液，对应的现象如表所示：

| 加入溶液 | ①适量铋酸钠 | ②过量的双氧水    | ③适量 KI 淀粉溶液 |
|------|--------|------------|-------------|
| 实验现象 | 溶液呈紫红色 | 紫红色消失，产生气泡 | 溶液变成蓝色      |

则  $\text{NaBiO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化性由强到弱的顺序为 ( )

- A.  $\text{I}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{NaBiO}_3$                       B.  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{NaBiO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$   
C.  $\text{NaBiO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{I}_2$                       D.  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{NaBiO}_3$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$

【答案】C

【解析】依题意：①  $\text{NaBiO}_3$  能将  $\text{MnSO}_4$  中的  $\text{Mn}^{2+}$  氧化成  $\text{MnO}_4^-$ ，溶液由无色变成紫红色，说明  $\text{NaBiO}_3$  的



氧化性强于  $\text{KMnO}_4$  的；②  $\text{MnO}_4^-$  能将  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化成  $\text{O}_2$ ，说明  $\text{KMnO}_4$  的氧化性强于  $\text{H}_2\text{O}_2$  的；③  $\text{H}_2\text{O}_2$  能将  $\text{KI}$  氧化成  $\text{I}_2$ ， $\text{I}_2$  遇淀粉溶液显蓝色，说明  $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化性强于  $\text{I}_2$  的。

5. 实验室常利用以下反应制取少量氮气： $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{N}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，关于该反应的下列说法不正确的是

( )

A.  $\text{NaNO}_2$  的氧化性大于  $\text{N}_2$

B. 每生成 1 mol  $\text{N}_2$ ，转移的电子的物质的量为 6 mol

C.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的还原性大于  $\text{N}_2$

D. 氮元素既被氧化又被还原

【答案】B

【解析】分析  $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{N}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NaNO}_2$  是氧化剂， $\text{NH}_4\text{Cl}$  是还原剂， $\text{N}_2$  既是氧化产物，又是还原产物。根据氧化还原反应的基本规律可知 A、C、D 都正确；B. 每生成 1 mol  $\text{N}_2$ ，转移电子的物质的量为 3 mol，B 错误。

### 灵活性训练

16. 在泡沫橡胶的制造中，要利用下列反应放出氧气： $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ ，其中  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( )

A. 是氧化剂

B. 是还原剂

C. 既是氧化剂，又是还原剂

D. 既不是氧化剂，又不是还原剂

【答案】C

【解析】 $\text{H}_2\text{O}_2$  中氧元素是 -1 价，水中氧元素是 -2 价，氧气中氧元素是 0 价，故  $\text{H}_2\text{O}_2$  既作氧化剂，又作还原剂。

17. 过氧化氢俗名双氧水，医疗上利用它有杀菌消毒作用来清洗伤口。对于下列涉及  $\text{H}_2\text{O}_2$  的反应（未配平）， $\text{H}_2\text{O}_2$  仅体现氧化性的反应是 ( )

A.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2$

B.  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

C.  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

D.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

【答案】D

【解析】A 选项  $\text{H}_2\text{O}_2$  为生成物，未体现氧化性；B 选项  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$  体现了  $\text{H}_2\text{O}_2$  的还原性；C 选项  $\text{H}_2\text{O}_2$  既作氧化剂，又作还原剂；D 选项  $\text{H}_2\text{O}_2$  作氧化剂，体现了  $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化性。

18. 溴酸盐在国际上被定位为 2B 级潜在致癌物。从 2009 年 10 月 1 日起，我国实行矿泉水新标准，首次规定矿泉水中溴酸盐的含量最高不得超过  $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知  $\text{KBrO}_3$  可发生下列反应： $2\text{KBrO}_3 + \text{I}_2 = 2\text{KIO}_3 + \text{Br}_2$ ，下列有关溴酸钾的说法不正确的是 ( )

A. 溴酸钾既有氧化性又有还原性

B. 该反应说明  $\text{I}_2$  也可以置换出  $\text{Br}_2$

C. 该反应说明  $\text{I}_2$  的还原性强于  $\text{Br}_2$

D. 该反应与  $2\text{KI} + \text{Br}_2 = 2\text{KBr} + \text{I}_2$  相矛盾

【答案】D

【解析】A 项， $\text{KBrO}_3$  中 Br 为 +5 价，处于中间价态，既有氧化性又有还原性，A 正确；此反应中还原剂



是  $I_2$ ，还原产物是  $Br_2$ ，故  $I_2$  的还原性强于  $Br_2$ ，B、C 正确；D 项，从  $2KI + Br_2 = 2KBr + I_2$  可判断出氧化性： $Br_2 > I_2$ ，这与  $I_2$  的还原性强于  $Br_2$  并不矛盾，因此 D 项错。

19. 实验室将  $NaClO_3$  和  $Na_2SO_3$  按物质的量之比 2:1 倒入烧瓶中，用水浴加热，同时滴入  $H_2SO_4$ ，产生棕黄色气体 X，反应后测得  $NaClO_3$  和  $Na_2SO_3$  恰好完全反应，则 X 为 ( )

- A.  $Cl_2$                       B.  $Cl_2O$                       C.  $ClO_2$                       D.  $Cl_2O_3$

【答案】C

【解析】化合价的变化： $Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4$  中 S 元素的化合价由 +4 升高到 +6；根据氧化还原反应规律，则  $NaClO_3$  中 Cl 元素的化合价必降低，可设降低到  $x$  价，由得失电子守恒可得关系式： $2 \times (5 - x) = 1 \times (6 - 4)$ ，解得  $x = 4$ ，答案 C。

20. R、X、Y、Z 四种元素，它们的常见化合价均为 +2 价，且  $X^{2+}$  与单质 R 不反应， $X^{2+} + Z = Z^{2+} + X$ ， $Y + Z^{2+} = Y^{2+} + Z$ ，这四种离子被还原成零价时，表现的氧化性大小符合 ( )

- 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.  $Z^{2+} > X^{2+} > R^{2+} > Y^{2+}$

【答案】A

【解析】根据反应  $X^{2+} + Z = Z^{2+} + X$  知氧化性  $X^{2+} > Z^{2+}$ ，由  $Y + Z^{2+} = Y^{2+} + Z$  知氧化性  $Z^{2+} > Y^{2+}$ ，又  $X^{2+}$  与单质 R 不反应。则有氧化性  $R^{2+} > X^{2+}$ ，综上所述则有氧化性大小为： $R^{2+} > X^{2+} > Z^{2+} > Y^{2+}$ 。