

## 第3讲 氧化还原反应

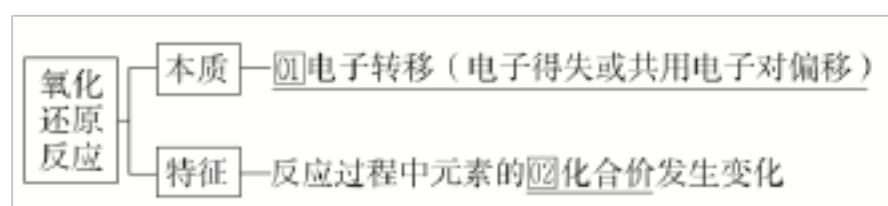
### 复习目标

1. 了解氧化还原反应的本质和特征。
2. 了解常见的氧化剂和还原剂。
3. 理解氧化性、还原性的比较方法。

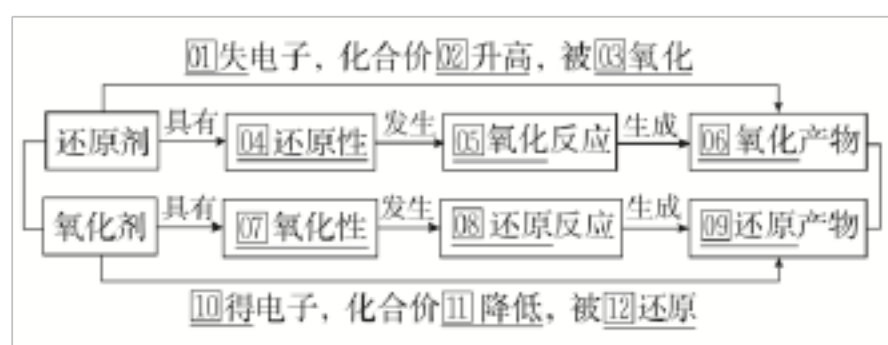
### 考点一 氧化还原的基本概念

#### 基础 自主夯实

#### 1. 氧化还原反应的本质和特征



#### 2. 相关概念及其关系



例如，反应  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  中，氧化剂是 [13]  $\text{MnO}_2$ ，还原剂是 [14]  $\text{HCl}$ ，氧化产物是 [15]  $\text{Cl}_2$ 。盐酸表现的性质是 [16] 还原性和酸性。

#### 3. 氧化还原反应与四种基本反应类型间的关系



(1) [05] 有单质参加的化合反应属于氧化还原反应。

(2) 06 有单质生成的分解反应属于氧化还原反应。

#### 4. 常见的氧化剂和还原剂

##### (1) 常见的氧化剂

包括某些活泼的非金属单质、变价元素中高价态元素的化合物或离子、过氧化物等。

氧化剂	卤素单质 $X_2$	HClO	$O_2$	$HNO_3$
常见还原产物	$X^-$	<u>01</u> $Cl^-$ 或 $Cl_2$	$O^{2-}$ 、 $O_2^{2-}$ 等	<u>02</u> $NO$ 或 $NO_2$
氧化剂	浓硫酸	$MnO_4^- (H^+)$	$Fe^{3+}$	$Cr_2O_7^{2-}$
常见还原产物	<u>03</u> $SO_2$	<u>04</u> $Mn^{2+}$	$Fe^{2+}$ 或 $Fe$	$Cr^{3+}$

##### (2) 常见的还原剂

包括某些活泼的金属单质、某些非金属单质、变价元素中低价态元素的化合物或离子等。

还原剂	Al	$H_2$	$SO_2$	$SO_3^{2-}$	$H_2S$	$I^-$	$Fe^{2+}$
氧化产物	$Al^{3+}$	$H^+$	$SO_3$ 或 $SO_4^{2-}$	<u>05</u> $SO_4^{2-}$	S 或 $SO_2$	$I_2$	<u>06</u> $Fe^{3+}$

(3) 既有氧化性又有还原性的物质：变价元素中间价态的化合物或离子。如：

具有中间价态的物质	氧化产物	还原产物
$Fe^{2+}$	<u>07</u> $Fe^{3+}$	<u>08</u> $Fe$
$SO_3^{2-}$	<u>09</u> $SO_4^{2-}$	<u>10</u> $S$
$H_2O_2$	<u>11</u> $O_2$	<u>12</u> $H_2O$

其中， $Fe^{2+}$ 、 $SO_3^{2-}$  主要表现 13 还原性， $H_2O_2$  主要表现 14 氧化性。

**误点查正** 请指出下列各说法的错因

(1) 氧化还原反应中有一种元素被氧化时，一定有另一种元素被还原。

错因：化合价的升降可出现在同一种元素中。

(2)氧化还原反应中，反应物不是氧化剂就是还原剂。

错因：反应物也可不发生化合价变化，例： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$  中的  $\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水发生氧化还原反应时， $\text{Na}_2\text{O}_2$  只作氧化剂。

错因： $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应， $\text{Na}_2\text{O}_2$  中氧元素化合价既有升高又有降低。

(4)工业上利用合成氨实现人工固氮不涉及氧化还原反应。

错因： $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$  有元素化合价的变化，属于氧化还原反应。

(5)置换反应不一定是氧化还原反应。

错因：置换反应都是氧化还原反应。

## 课堂 精讲答疑

### 1. 深度理解氧化还原反应

(1)氧化还原反应概念间的关系：熟记八个字：“氧、得、降、还，还、失、升、氧”氧化剂、得电子、化合价降低、被还原；还原剂、失电子、化合价升高、被氧化。

(2)有单质参加或生成的反应不一定属于氧化还原反应，如  $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$ 。

(3)某元素由化合态变为游离态时，该元素不一定被还原(被氧化)，因为元素处于化合态时，其化合价可能为正价，也可能为负价。

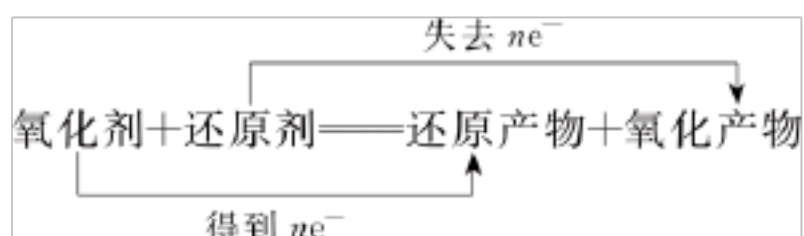
如： $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}$  时，铜元素被还原， $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$  时，氯元素被氧化。

(4)氧化还原反应中的反应物不一定是氧化剂或还原剂，但在氧化还原反应中一定有氧化剂和还原剂，氧化剂和还原剂可以是不同的物质，也可以是同一种物质。

(5)同一种氧化剂(或还原剂)所对应的还原产物(或氧化产物)不是一成不变的,而是决定于氧化剂(或还原剂)的性质、反应条件、反应物的浓度、反应介质的酸碱性等多种因素。如  $\text{KMnO}_4$  在酸性溶液中的还原产物一般是  $\text{Mn}^{2+}$ ; 在中性或碱性溶液中的还原产物一般是锰的较高价态的化合物, 如  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{MnO}_4$  等。

## 2. 氧化还原反应中电子转移的表示方法

### (1)双线桥法



注意事项: ①箭头必须由反应物指向生成物, 且两端对准同种元素; ②得失电子总数必须相等。

### (2)单线桥法



注意事项: ①箭头必须由还原剂中失电子的元素指向氧化剂中得电子的元素; ②箭头方向表示电子转移的方向; ③在“桥”上标明转移的电子总数。

## 题组 巩固提升

### 角度一 氧化还原反应概念辨析

1. (2022 吉林市高三第二次调研)水所参与的下列反应中,属于氧化还原反应,且水既不作氧化剂也不作还原剂的是( )

A.  $\text{SO}_2$  与水反应

B.  $\text{NO}_2$  与水反应

C.  $\text{Na}$  与水反应

D.  $\text{Fe}$  与水蒸气反应

答案 B

2. 被称为万能还原剂的  $\text{NaBH}_4$  溶于水并和水反应:  $\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaBO}_2$

+4H<sub>2</sub>↑。下列说法中，正确的是( )

- A. NaBH<sub>4</sub> 既是氧化剂又是还原剂
- B. NaBH<sub>4</sub> 是氧化剂，H<sub>2</sub>O 是还原剂
- C. 硼元素被氧化，氢元素被还原
- D. 被氧化的元素与被还原的元素质量之比为 1 : 1

答案 D

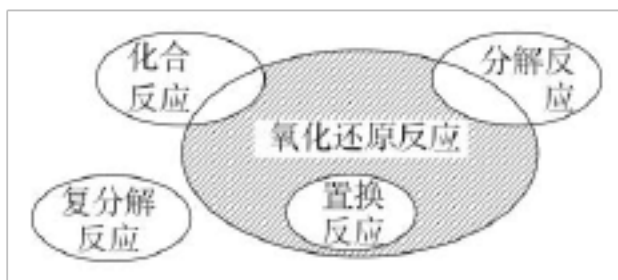
角度二 氧化还原反应与四种基本反应类型的关系

3. 下列反应不属于四种基本反应类型，但属于氧化还原反应的是( )

- A.  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
- B.  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$
- C.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- D.  $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$

答案 C

4. 氧化还原反应与四种基本反应类型的关系如图所示，则下列化学反应属于阴影部分的是( )

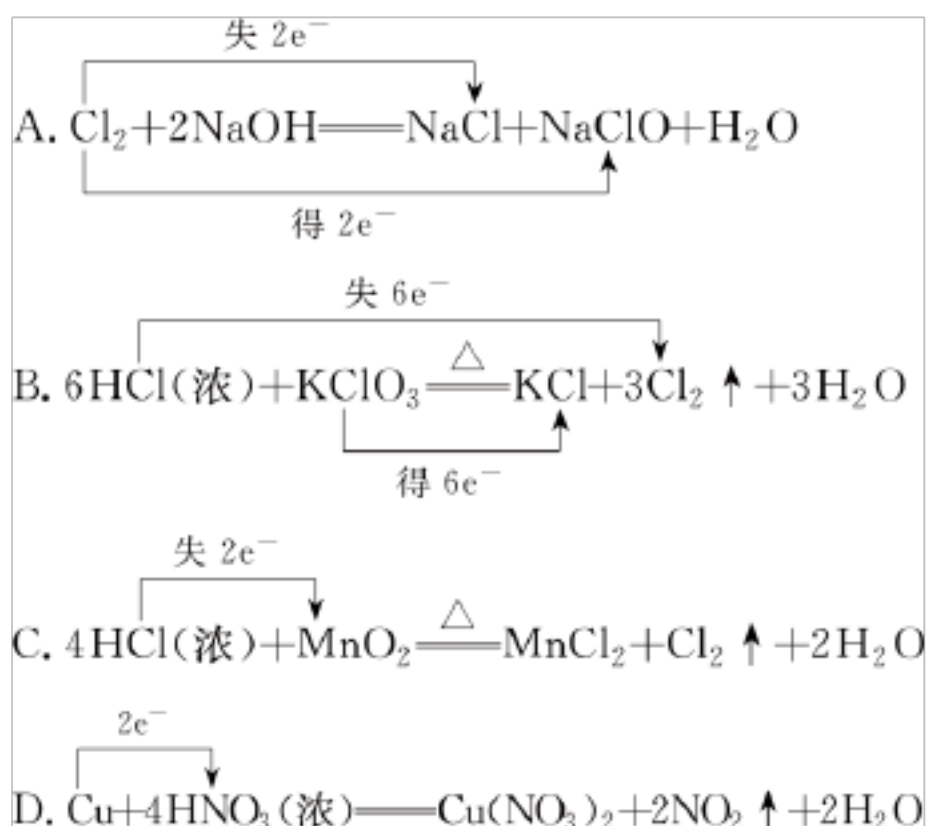


- A.  $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{KCl}$
- B.  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- C.  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- D.  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

答案 D

角度三 氧化还原反应中电子转移的表示方法

5. 下列化学反应中电子转移方向、数目表示正确的是( )

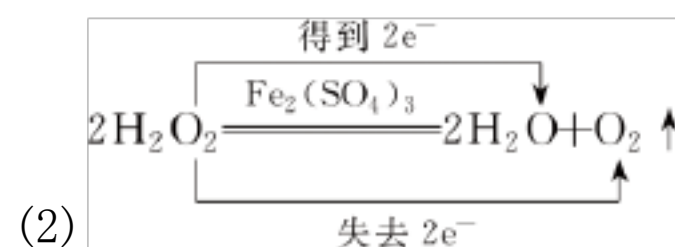
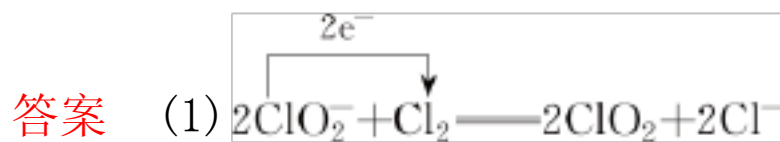


答案 D

6. (1)  $\text{ClO}_2$  常用于水的净化, 工业上可用  $\text{Cl}_2$  氧化  $\text{NaClO}_2$  溶液制取  $\text{ClO}_2$ 。写出该反应的离子方程式, 并用单线桥标出电子转移的方向和数目:

\_\_\_\_\_。

(2)  $\text{H}_2\text{O}_2$  在  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  催化下发生分解反应, 写出  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解反应方程式并用双线桥标出电子转移的方向和数目: \_\_\_\_\_。



方法技巧 分析氧化还原反应的方法

(1) 一般思路

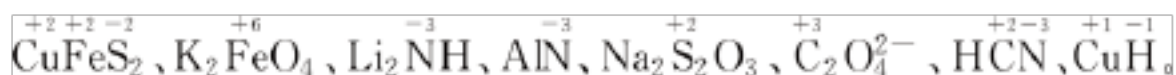
找变价 → 判类型 → 分升降 → 定其他。

(2) 找变价”是关键的一步, 特别是不同反应物中含有同种元素的氧化还原反



应，必须弄清元素化合价的变化情况。基本方法是先标出熟悉元素的化合价，再根据化合物中各元素正负化合价代数和为零的原则求解其他元素的化合价。

(3)近几年高考中一些特殊物质中元素化合价：



## 考点二 物质氧化性、还原性强弱的判断

### 基础 自主夯实

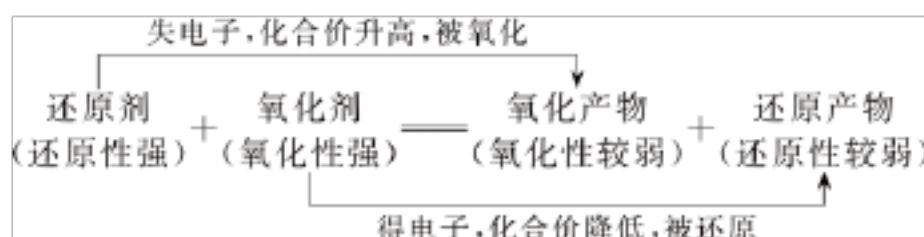
#### 1. 氧化性、还原性的概念

(1)氧化性是指物质[01]得电子的性质(或能力)；还原性是指物质[02]失电子的性质(或能力)。

(2)氧化性、还原性的强弱取决于物质得、失电子的[03]难易程度，与得、失电子的[04]数目无关。如  $\text{Na} - e^- \rightleftharpoons \text{Na}^+$ 、 $\text{Al} - 3e^- \rightleftharpoons \text{Al}^{3+}$ ，但根据金属活动性顺序表，Na 比 Al 活泼，更易失去电子，所以 Na 比 Al 的还原性强。

#### 2. 氧化性、还原性强弱的比较方法

##### (1)依据氧化还原反应方程式判断



氧化性：氧化剂[01] > 氧化产物；

还原性：还原剂[02] > 还原产物。

##### (2)依据反应条件及反应的剧烈程度判断

当不同的氧化剂(或还原剂)与同一还原剂(或氧化剂)反应时，反应越易进行，则对应的氧化剂(或还原剂)的氧化性(或还原性)越强，反之越弱。如：

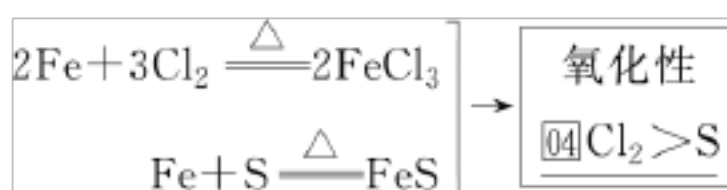




氧化性： $\boxed{03}\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$ 。

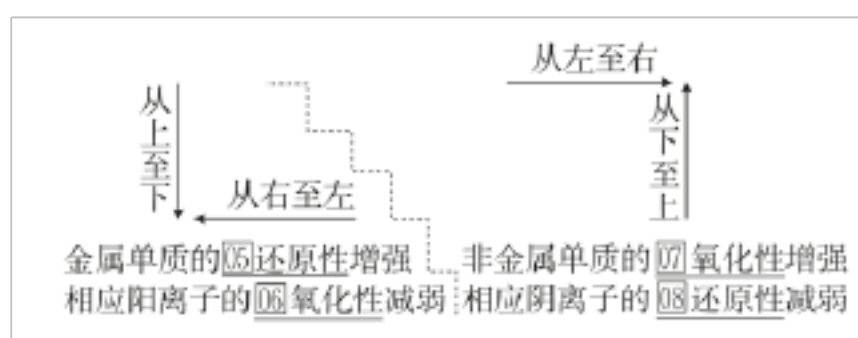
(3)依据相同条件下氧化还原反应的程度判断

不同氧化剂作用于同一种还原剂，氧化产物价态高的其氧化性强。例如：



(4)依据金属性、非金属性强弱判断

①根据元素周期表判断



②根据金属活动性顺序表判断

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au
$\xrightarrow{\text{⑨还原性逐渐减弱}}$
$\text{K}^+ \text{Ca}^{2+} \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+} \text{Al}^{3+} \text{Zn}^{2+} \text{Fe}^{2+} \text{Sn}^{2+} \text{Pb}^{2+} (\text{H}^+) \text{Cu}^{2+} (\text{Fe}^{3+}) \text{Hg}^{2+} \text{Ag}^+$
$\xrightarrow{\text{⑩氧化性逐渐增强}}$

③根据非金属性强弱判断

$\text{F}_2 \quad \text{Cl}_2 \quad \text{Br}_2 \quad \text{I}_2 \quad \text{S}$
$\xrightarrow{\text{得电子能力逐渐减弱, ⑪氧化性逐渐减弱}}$
$\text{F}^- \quad \text{Cl}^- \quad \text{Br}^- \quad \text{I}^- \quad \text{S}^{2-}$
$\xrightarrow{\text{失电子能力逐渐增强, ⑫还原性逐渐增强}}$

(5)根据价态判断粒子的氧化性和还原性

元素处于最高价态，只有 $\boxed{13}$ 氧化性；元素处于最低价态，只有 $\boxed{14}$ 还原性；

元素处于中间价态，既有 $\boxed{15}$ 氧化性又有 $\boxed{16}$ 还原性，但主要表现一种性质。

**误点查正** 请指出下列各说法的错因

(1)金属原子失去的电子数越多，金属的还原性越强。

错因：还原性强弱与失电子数目无关。



(2)同一元素不同价态的化合物中，元素的化合价越高，氧化性越强。

错因：例：氧化性： $\text{HClO} > \text{HClO}_4$ 。

(3)阳离子只有氧化性，阴离子只有还原性。

错因： $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性， $\text{MnO}_4^-$ 具有强氧化性。

(4)元素的非金属性越强，其相应单质越活泼。

错因：元素的非金属性与其单质的活泼性无必然联系。

(5)具有氧化性的物质一定是氧化剂。

错因：S 单质具有氧化性，但其与  $\text{O}_2$  反应时作还原剂。

### 课堂 精讲答疑

#### 1. 依据电化学原理判断物质氧化性、还原性的强弱

(1)原电池：一般情况下，两种不同的金属构成原电池的两极，还原性：负极材料  $>$  正极材料。

(2)电解池：用惰性电极电解混合溶液时，在阴极先放电的阳离子的氧化性较强，在阳极先放电的阴离子的还原性较强。

#### 2. 根据影响因素判断氧化性、还原性强弱的方法

(1)浓度：同一种物质浓度越大，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  $\text{HNO}_3$ ，还原性：浓盐酸  $>$  稀盐酸。

(2)温度：同一种物质，温度越高其氧化性越强。如热的浓硫酸的氧化性比冷的浓硫酸的氧化性强。

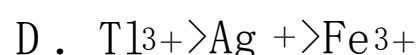
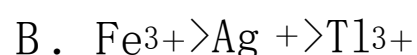
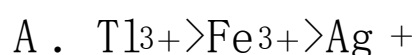
(3)酸碱性：同一种物质，所处环境酸(碱)性越强其氧化性(还原性)越强。

例如：为了提高  $\text{KMnO}_4$  的氧化性，需酸化处理，所加入的酸为稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

## 题组 巩固提升

角度一 氧化性、还原性强弱的判断

1. 铊(Tl)盐与氰化钾(KCN)被列为A级危险品。已知下列反应在一定条件下能够发生: ① $Tl^{3+} + 2Ag \rightleftharpoons Tl^+ + 2Ag^+$ , ② $Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Ag + Fe^{3+}$ , ③ $Fe + 2Fe^{3+} \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$ , 下列离子氧化性强弱顺序正确的是( )



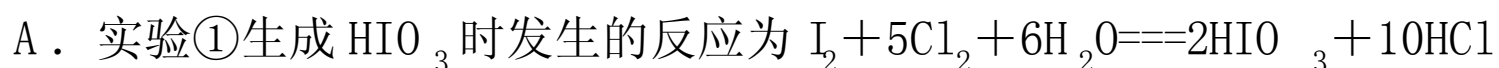
答案 D

2. 某同学设计完成了以下两个实验:

①向盛有KI溶液的试管中加入少许 $CCl_4$ 后滴加氯水, $CCl_4$ 层变成紫色。继续向试管中滴加氯水,振荡, $CCl_4$ 层会逐渐变浅,最后变成无色(生成了 $HIO_3$ )。

②向盛有KBr溶液的试管中加入少许 $CCl_4$ 后滴加氯水, $CCl_4$ 层变成红棕色。继续向试管中滴加氯水,振荡, $CCl_4$ 层的颜色没有变化。

下列说法不正确的是( )



B. 实验②中当 $CCl_4$ 层变成红棕色时可通过分液的方法获得 $Br_2$ 的 $CCl_4$ 溶液

C. 由上述实验得出 $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$ 的氧化性由强到弱的顺序是 $Cl_2 > Br_2 > I_2$

D. 由上述实验得出 $Cl_2$ 、 $HIO_3$ 、 $HBrO_3$ 的氧化性由强到弱的顺序是 $HBrO_3 > Cl_2 > HIO_3$

答案 C

### 易错警示

(1)元素处于最高价态时只有氧化性,但不一定有强氧化性,如 $Na^+$ 、 $SO_4^{2-}$ ;

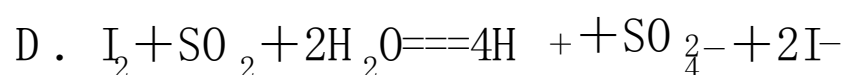
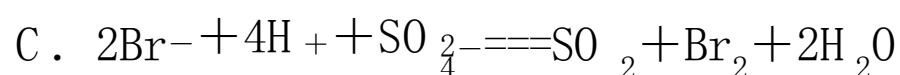
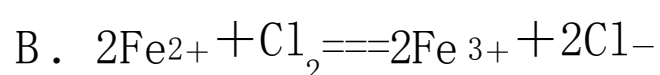
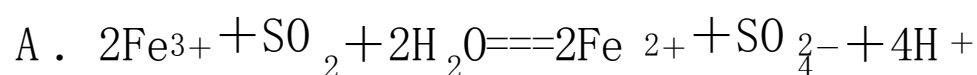
同理，元素处于最低价态时也不一定具有强还原性，如  $\text{Cl}^-$ 。

(2)依据金属活动性顺序判断阳离子的氧化性强弱时，要注意 Fe 对应的阳离子是  $\text{Fe}^{2+}$ ，而不是  $\text{Fe}^{3+}$ 。

(3)含有同种元素不同价态的物质，价态越高其氧化性不一定越强。如氧化性  $\text{HClO} > \text{HClO}_4$ 。

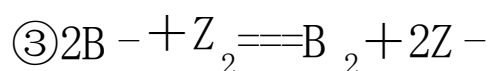
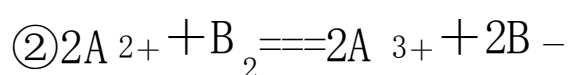
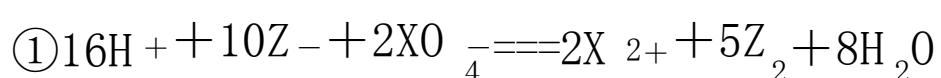
角度二 氧化性、还原性强弱的应用

3. 在一定条件下，下列微粒的还原性顺序为  $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{SO}_2$ ，由此判断以下各反应在溶液中不能发生的是( )



答案 C

4. 在室温下，发生下列几种反应：



根据上述反应，判断下列结论错误的是 ( )

A. 要除去含有  $\text{A}^{2+}$ 、 $\text{Z}^-$  和  $\text{B}^-$  混合溶液中的  $\text{A}^{2+}$ ，而不氧化  $\text{Z}^-$  和  $\text{B}^-$ ，应加入  $\text{Z}_2$

B. 还原性强弱顺序为  $\text{A}^{2+} > \text{B}^- > \text{Z}^- > \text{X}^{2+}$

C.  $\text{X}^{2+}$  是  $\text{XO}_4^-$  的还原产物， $\text{B}_2$  是  $\text{B}^-$  的氧化产物

D. 在溶液中可能发生反应:  $8H^+ + 5A_{2+} + XO_4^- \rightleftharpoons X_{2+} + 5A_{3+} + 4H_2O$

答案 A

解析 氧化还原反应中氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, 由反应①知氧化性:  $XO_4^- > Z_2$ ; 由反应②知氧化性:  $B_2 > A_{3+}$ ; 由反应③知氧化性:  $Z_2 > B_2$ , 则氧化性强弱顺序是  $XO_4^- > Z_2 > B_2 > A_{3+}$ , 所以要除去含有  $A_{2+}$ 、 $Z^-$  和  $B^-$  混合溶液中的  $A_{2+}$ , 而不氧化  $Z^-$  和  $B^-$ , 应加入  $B_2$ , 故 A 错误。

**方法技巧** 假设法突破氧化还原反应能否进行

先假设选项中的化学反应能够发生, 依据此反应判断出还原性(或氧化性)的强弱, 然后与题目提供的还原性(或氧化性)强弱顺序对照, 若二者表示的还原性(或氧化性)强弱顺序一致, 则此反应能够发生; 若不一致, 则此反应不能进行。

微专题 氧化还原反应的基本规律及应用



### 1. 先后规律及应用

(1)同时含有几种还原剂时  $\xrightarrow{\text{加入氧化剂}}$  将按照还原性由强到弱的顺序依次反应。如: 在  $FeBr_2$  溶液中通入少量  $Cl_2$  时, 因为还原性  $Fe^{2+} > Br^-$ , 所以  $Fe^{2+}$  先与  $Cl_2$  反应。

(2)同时含有几种氧化剂时  $\xrightarrow{\text{加入还原剂}}$  将按照氧化性由强到弱的顺序依次反应。如: 在含有  $Fe^{3+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $H^+$  的溶液中加入铁粉, 因为氧化性  $Fe^{3+} > Cu^{2+} > H^+$ , 所以铁粉先与  $Fe^{3+}$  反应, 然后依次为  $Cu^{2+}$ 、 $H^+$ 。

(3)越易失电子的物质, 失后就越难得电子; 越易得电子的物质, 得后就越难失电子。

(4)熟记常见的强弱顺序

氧化性： $\text{MnO}_4^- (\text{H}^+) > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{稀 H}_2\text{SO}_4 > \text{S}$ ，还原性： $\text{Mn}^{2+} < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{SO}_2 (\text{SO}_3^{2-}) < \text{S}^{2-}$ 。

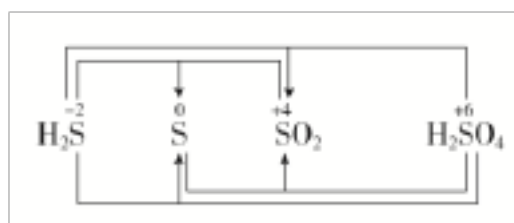
(5)应用：判断氧化性、还原性的强弱及氧化还原反应方程式的书写。

## 2. 价态规律及应用

### (1)价态归中规律思维模型

含不同价态的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 $\rightarrow$ 中间价”，而不会出现交叉现象。简记为“两相靠，不相交”。

例如，不同价态硫之间可以发生的氧化还原反应是



注： $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{H}_2\text{S}$  反应时，不会出现  $\text{H}_2\text{S}$  转化为  $\text{SO}_2$  而  $\text{H}_2\text{SO}_4$  转化为  $\text{S}$  的情况。

### (2)歧化反应规律思维模型

“中间价 $\rightarrow$ 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： $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

### (3)应用

①判断同种元素不同价态物质间发生氧化还原反应的可能性，如浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{SO}_2$  不发生反应。

②根据化合价判断反应体系中的氧化剂、还原剂及氧化产物、还原产物。

## 3. 守恒规律及应用

(1)氧化还原反应中氧化剂得到的电子总数与还原剂失去的电子总数相等，即

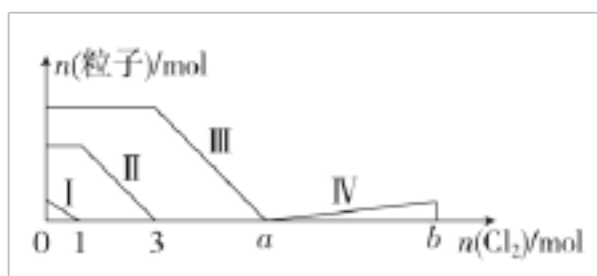
得失电子守恒。利用守恒思想，可不写化学方程式，不追究中间反应过程，只要把物质分为始态和终态，从得电子与失电子两个方面进行整体思考，便可迅速获得正确结果。

(2)应用：运用“守恒规律”可进行氧化还原反应方程式的配平，直接计算反应物与产物或转移电子的数量关系。

 专题精练

角度一 先后规律

1. 向含  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{Br}^-$  的溶液中通入过量的氯气，溶液中四种粒子的物质的量变化如图所示，已知： $b-a=5$ ，线段IV表示一种含氧酸，且I和IV表示的物质中含有相同的元素。下列说法不正确的是( )



- A. 线段II表示  $\text{Fe}^{2+}$  的变化情况
- B. 线段IV发生反应的离子方程式为  $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 12\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{IO}_3^- + 10\text{Cl}^- + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 根据图像可计算  $a=6$
- D. 原溶液中  $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{I}^-) : c(\text{Br}^-) = 2 : 1 : 3$

答案 B

2. 根据表中信息判断，下列说法不正确的是( )

序号	反应物	产物
①	$\text{KMnO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{K}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$ ……
②	$\text{Cl}_2$ 、 $\text{FeBr}_2$	$\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeBr}_3$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/337144136152010005>