

衔接点 07 氧化剂和还原剂

知识精讲

一、常见的氧化剂和还原剂

1. 常见的氧化剂

- (1) 活泼的非金属单质：如 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_2 、 O_3 ；
- (2) 元素处于高价态的化合物： $KClO_3$ 、 $KMnO_4$ 、 $K_2Cr_2O_7$ 、 HNO_3 、浓 H_2SO_4 ；
- (3) 高价态的金属阳离子： Fe^{3+} 、 Ag^+ 、 Cu^{2+} ；
- (4) 其它： $HClO$ 、漂白粉、 MnO_2 、 Na_2O_2 、 H_2O_2 、 NO_2 、银氨溶液、新制的 $Cu(OH)_2$ 。

2. 常见的还原剂

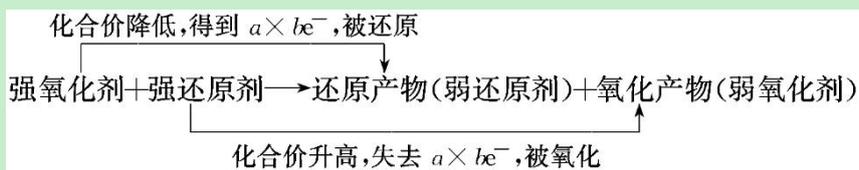
- (1) 典型的金属单质，如： K 、 Ca 、 Na 、 Mg 等
- (2) 某些非金属单质及其化合物，如： H_2 、 C 、 CO 等
- (3) 有变价元素的最低价态化合物，如： H_2S 、 HI 、 HBr 、 HCl 等
- (4) 非金属阴离子，如： S^{2-} 、 I^- 、 Br^- 、 Cl^- 等

二、氧化性和还原性相对强弱比较

氧化剂在反应里表现氧化性。氧化能力强弱是氧化剂得电子能力的强弱，不是得电子数目的多少，如浓硝酸的氧化能力比稀硝酸强，得到电子的数目却比稀硝酸少。

还原剂在反应里表现还原性。还原能力强弱是还原剂失电子能力的强弱，如钠原子失电子数目比铝原子少，钠原子的还原能力比铝原子强。

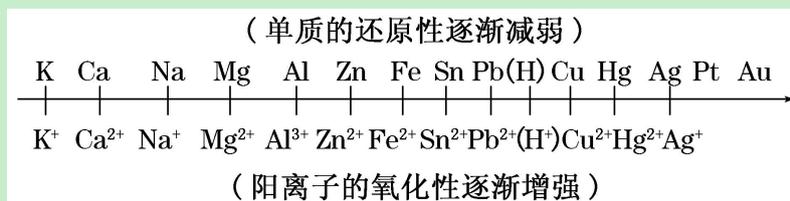
1. 根据氧化还原反应的方向判断：



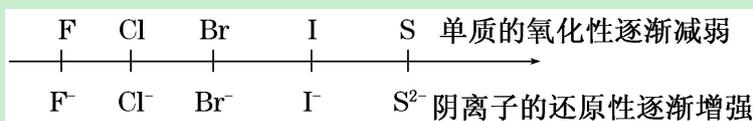
氧化性：氧化剂 > 氧化产物， 还原性：还原剂 > 还原产物。

2. 根据元素活动性顺序：

(1) 根据金属活动性顺序：

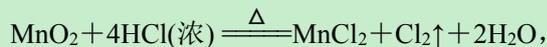


(1) 根据非金属活动性顺序：



3. 从反应所需条件和反应的剧烈程度来比较：

一般地，一组反应中，反应条件要求越低，反应越剧烈，对应反应物的氧化性或还原性越强。



从反应条件可以看出氧化剂的氧化能力： $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$ 。

4. 根据元素的价态：

①同种元素价态越高，一般，氧化性越强（如 $\text{Fe}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$ ）。但例外的，氧化性： $\text{HClO} > \text{HClO}_2 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_4$ 。

②同种元素价态越低，还原性越强（如 $\text{S}^{2-} > \text{S} > \text{SO}_2$ ）。

③最高价态只有氧化性，最低价态只有还原性，中间价态兼具氧化性和还原性。

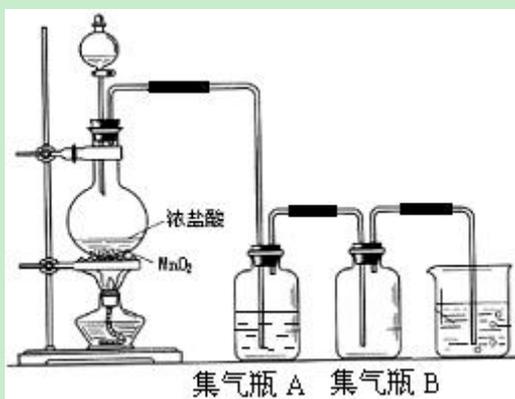
5. 浓度、温度、酸碱性等：

例如：浓 HNO_3 的氧化性 $>$ 稀 HNO_3 ，加热时浓 H_2SO_4 的氧化性增强，

KMnO_4 溶液在酸性条件下氧化增强等。

实验探究

例. 实验室中所用少量氯气是用下列方法制取的， $4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}_2\uparrow + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



试回答下列问题：

(1) 该反应是氧化还原反应吗？_____，如果是氧化还原反应，请指出_____是氧化剂，_____是还原剂，写出该反应的离子方程式_____。

(2) 集气瓶 A 中盛装的是饱和食盐水（注：氯气在饱和食盐水中溶解度很小，而氯化氢在饱和食盐水中的溶解度则很大），其作用是_____。

(3) 氯气溶于水显酸性，且氯气有毒，并有剧烈的刺激性，若吸入大量氯气，可中毒死亡，所以氯气尾气直接排入大气中，会污染环境。实验室中可采用_____溶液来吸收有毒的氯气。

(4) 一次实验中，用浓盐酸 80mL，其密度为 $1.19\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、HCl 的质量分数为 36.5%，跟 MnO_2 恰好完全反应，产生了 5.6L（标准状况下）的氯气。试计算浓盐酸的物质的量浓度和被氧化的 HCl 的物质的量。

✕实验探究

答案：



(2) 除去氯气中混有的HCl气体 (3) 浓氢氧化钠(浓碱)

$$\frac{80\text{mL} \times 1.19 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 36.5\%}{\frac{36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.16 \text{ L}}} = 11.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(4) 浓盐酸的物质的量浓度是：

被氧化的 HCl 的物质的量为： $(5.6\text{L}/22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2 = 0.5\text{mol}$ (提示：由化学反应方程式可知，氯气是氧化产物，1mol 氯气生成，则有 2mol 的 HCl 被氧化)。

跟踪训练

准确性训练

1. 已知：① $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ 根据①②两式判断各物质的氧化性由强到弱的顺序是

()

- A. $\text{FeCl}_3 > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$ B. $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$ C. $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3$ D. $\text{Cl}_2 > \text{I}_2 > \text{FeCl}_3$

【答案】B

【解析】反应①中氧化剂是 FeCl_3 ，氧化产物是 I_2 ，故氧化性是 $\text{FeCl}_3 > \text{I}_2$ ；反应②中氧化剂是 Cl_2 ，氧化产物是 FeCl_3 ，故氧化性是 $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3$ ，所以结论是氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$ 。

2. 根据下列反应的化学方程式，判断有关物质的还原性强弱顺序是 ()

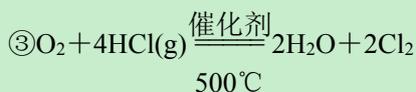


- A. $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{SO}_2$ B. $\text{Cl}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{SO}_2 > \text{I}^-$ C. $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_2$ D. $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$

【答案】D

【解析】根据反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，还原剂的还原性大于还原产物的还原性。第一个反应还原剂 (SO_2) 还原性大于还原产物 (HI)；第二个反应还原剂 (FeCl_2) 中的 Fe^{2+} 还原性大于还原产物 (FeCl_3) Cl^- ，第三个反应还原剂 (HI) 还原性大于还原产物 (FeCl_2 中的 Fe^{2+})。由以上分析得还原性顺序： $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$ 。

3. 下面三种方法都可以制得 Cl_2 ：



这三种氧化剂的氧化性由强到弱的顺序是 ()

- A. $\text{O}_2 > \text{MnO}_2 > \text{KMnO}_4$ B. $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$
 C. $\text{MnO}_2 > \text{KMnO}_4 > \text{O}_2$ D. $\text{O}_2 > \text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$

【答案】 B

【解析】由三个反应知，同样将 HCl 氧化为 Cl_2 ， KMnO_4 、 MnO_2 、 O_2 分别与其反应的反应条件依次升高，由此可知氧化性： $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

4. 下列各种物质，在氧化还原反应中通常只可作为氧化剂使用的是 ()

- A. SO_2 B. H_2SO_4 C. Cl_2 D. FeCl_2

【答案】 B

【解析】 SO_2 中硫元素的化合价为 +4 价，处于中间价态， SO_2 既可作氧化剂又可作还原剂； H_2SO_4 中的硫元素是 +6 价，氢是 +1 价，而氧元素在 H_2SO_4 中性质很稳定，通常不失电子，所以硫酸只能作氧化剂； Cl_2 的氯元素是 0 价，处于中间价态，氯气既可作氧化剂又可作还原剂； FeCl_2 中的铁元素是 +2 价，处于中间价态，既可作氧化剂又可作还原剂。

5. 下列变化需要加入还原剂才能实现的是 ()

- A. $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ B. $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$ C. $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ D. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2$

【答案】 A

【解析】加入还原剂，使之发生还原反应，化合价会降低。故本题可借助化合价的变化来加以判断，在上述变化过程中，某元素的化合价降低，则需加入还原剂来实现，答案选 A。

敏捷性训练

6. 为了实现下列各变化，需加入还原剂的是 ()

- A. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2$ B. $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3$ C. $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_3$ D. $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$

【答案】 D

【解析】A 中氯元素被还原，但其自身分解可完成此转化，无需加入还原剂；B 中无化合价变化，不需还原剂；C 中 Fe 元素化合价升高，需加入氧化剂；D 中碳元素化合价降低被还原，需加入还原剂。

7. 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

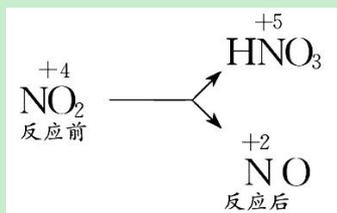
【答案】B

【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。

8. 在反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ，其中 H_2O 的作用是 ()
- A. 是氧化剂
 - B. 是还原剂
 - C. 既是氧化剂又是还原剂
 - D. 既不是氧化剂也不是还原剂

【答案】D

【解析】标出反应前后所有元素的化合价。 $3\overset{+4}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_2} + \overset{+1}{\text{H}}\overset{-2}{\text{O}} = 2\overset{+1}{\text{H}}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3} + \overset{+2}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}$



反应前后，化合价发生变化的元素： NO_2 既是氧化剂又是还原剂， H_2O 中因 H 元素和 O 元素反应前后化合价均无变化，故既不是氧化剂也不是还原剂。

9. 已知如下反应：① $2\text{BrO}_3^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{ClO}_3^-$ ，② $\text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，③ $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ，④ $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ 。下列各微粒氧化能力由强到弱的顺序正确的是 ()
- A. $\text{ClO}_3^- > \text{BrO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
 - B. $\text{BrO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{ClO}_3^- > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$
 - C. $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
 - D. $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Fe}^{3+} > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$

【答案】C

【解析】反应①中氧化剂是 BrO_3^- 、氧化产物是 ClO_3^- ，则氧化性 $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^-$ ；同理，由反应②知，氧化性 $\text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2$ ；由反应③知，氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ，由反应④知，氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ；综上所述，氧化性为： $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ 。

10. PbO_2 、 KMnO_4 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 Cu^{2+} 的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是 ()
- A. $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$
 - B. $10\text{Cl}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
 - C. $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
 - D. $5\text{Pb}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$

【答案】D

【解析】氧化性： $\text{PbO}_2 > \text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{CuCl}_2$ ，一个反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，还原剂的还原性大于还原产物的还原性，A 项中氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ，与条件相符，B 项中氧化性 $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2$ ，与条件相符；C 项中氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ，与条件相符；D 项中氧化性 $\text{MnO}_4^- > \text{PbO}_2$ ，与条件相符。故选 D。

广阔性训练

11. 下列微粒中，只有氧化性的是 ()

① S^{2-} ② Fe^{2+} ③ Fe^{3+} ④S ⑤ H^+ ⑥ Na^+ ⑦Mg

A. ①⑦ B. ②④ C. ③⑤⑥ D. ②④⑤⑥

【答案】C

【解析】元素在最高价时只有氧化性。 S^{2-} 在最低价， Fe^{2+} 处于中间价， Fe^{3+} 是最高价，S在中间价态， H^+ 在最高价， Na^+ 在最高价，Mg处于最低价，所以选C。

12. 苹果汁是人们喜爱的饮料。由于饮料中含有 Fe^{2+} ，现榨的苹果汁在空气中会由淡绿色变成棕黄色。若榨汁时加入维生素C，可有效防止这种现象的发生，这说明维生素C具有 ()

A. 氧化性 B. 还原性 C. 碱性 D. 酸性

【答案】B

【解析】苹果汁由淡绿色变为棕黄色是由于 Fe^{2+} (淡绿色)被氧化成 Fe^{3+} (棕黄色)。加入维生素C可防止这种现象的发生，说明维生素C可使 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} ，本身作还原剂，具有还原性。

13. 亚硝酸(HNO_2)在反应中既可作氧化剂，又可作还原剂。当它作氧化剂时，其还原产物可能是 ()

①NO ② NO_2 ③ HNO_3 ④ N_2 ⑤ NH_3

A. ①③ B. ①②④ C. ①④⑤ D. 全部

【答案】C

【解析】亚硝酸(HNO_2)中N元素化合价为+3价，如果它作氧化剂发生还原反应，其中N的化合价降低，分析① $\overset{+2}{N}O$ 、② $\overset{+4}{N}O_2$ 、③ $\overset{+5}{N}O_3$ 、④ $\overset{0}{N}_2$ 、⑤ $\overset{-3}{N}H_3$ 五种物质中N元素的化合价可知答案。

14. 下列叙述中正确的是 ()

- A. 氧化剂中的每一种元素在反应中都得到电子
- B. 还原剂在同一反应中既可以是反应物，也可以是生成物
- C. 失电子多的还原剂，还原性不一定强
- D. 阳离子只有氧化性，阴离子只有还原性

【答案】C

【解析】氧化剂中至少有一种元素得到电子，并不一定是每一种元素都得到电子，故A项错误；还原剂一定是反应物，在同一反应中，还原剂不可能做生成物，故B项错误；还原剂的还原性强弱与还原剂在反应中失去电子的数目无关，故C项正确；阳离子不一定只有氧化性，如 Fe^{2+} 具有还原性，阴离子不一定只有还原性，如 MnO_4^- 具有氧化性，故D项错误。



15. 已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} , Co_2O_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是 ()

- A. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ B. $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$
 C. $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ D. $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$

【答案】D

【解析】因为氧化性 $\text{Co}_2\text{O}_3 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$, 所以 Fe^{3+} 能将 I^- 氧化为 I_2 , A 项反应能发生; 由氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ 和还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$, Cl_2 能将 I^- 和 Fe^{2+} 都氧化, 但在 Cl_2 少量时只氧化还原性更强的 I^- , 所以 B 项也可以发生; Co_2O_3 能将 Cl^- 氧化为 Cl_2 , C 项反应也能发生; D 项 Cl_2 先氧化 I^- 再氧化 Fe^{2+} , 所以 D 项反应不能发生。

灵活性训练

16. 常温下, 下列三个反应均能发生: $\text{X}_2 + 2\text{W}^{2+} = 2\text{X}^- + 2\text{W}^{3+}$; $\text{Z}_2 + 2\text{X}^- = 2\text{Z}^- + \text{X}_2$; $2\text{W}^{3+} + 2\text{Y}^- = 2\text{W}^{2+} + \text{Y}_2$ 。则在相同条件下, 下列三个反应: ① $\text{Y}_2 + 2\text{X}^- = 2\text{Y}^- + \text{X}_2$; ② $\text{Z}_2 + 2\text{Y}^- = 2\text{Z}^- + \text{Y}_2$; ③ $2\text{W}^{3+} + 2\text{Z}^- = 2\text{W}^{2+} + \text{Z}_2$ 也能发生的是 ()

- A. 只有① B. 只有② C. ①和② D. ②和③

【答案】B

【解析】对于反应: 氧化剂+还原剂=氧化产物+还原产物, 有以下规律, 氧化性: 氧化剂>氧化产物; 还原性: 还原剂>还原产物, 这是判断物质氧化性、还原性强弱的依据, 单质或离子的氧化性: $\text{X}_2 > \text{W}^{3+}$, $\text{Z}_2 > \text{X}_2$, $\text{W}^{3+} > \text{Y}_2$, 所以, 氧化性强弱为 $\text{Z}_2 > \text{X}_2 > \text{W}^{3+} > \text{Y}_2$, 还原性强弱为 $\text{Y}^- > \text{W}^{2+} > \text{X}^- > \text{Z}^-$ 。再根据“一定条件下, 氧化性强的物质可以制取氧化性弱的物质, 还原性强的物质可以制取还原性弱的物质”判断, 反应①不能发生; 反应②能够发生; 反应③不能发生。

17. 在一定条件下, NO 跟 NH_3 可以发生反应: $\text{NO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平), 该反应中被氧化和被还原的氮元素的质量比是 ()

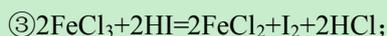
- A. 3:2 B. 2:1 C. 1:1 D. 2:3

【答案】D

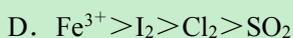
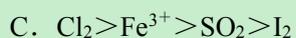
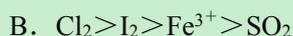
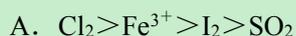
【解析】分析化合价变化可知, NO 中氮元素化合价由+2 价降低到 0, 得到 2 个电子, 被还原, NH_3 中氮元素化合价由-3 升高的 0, 失去 3 个电子, 被氧化。根据氧化还原反应中得失电子数相等原则, 可以得到以下关系式: $n(\text{NO}) \times 2 = n(\text{NH}_3) \times 3$, 被氧化和被还原的氮元素的质量比等于物质的量之比, 即 $n(\text{NH}_3) : n(\text{NO}) = 2:3$ 。

18. 已知下列几个反应的化学方程式:

- ① $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$; ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$;



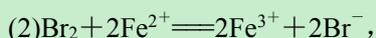
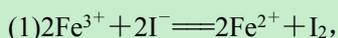
下列有关物质的氧化性的强弱排列顺序中正确的是 ()



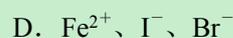
【答案】A

【解析】氧化性：由①知 $\text{Cl}_2>\text{I}_2$ ，由②知 $\text{Cl}_2>\text{Fe}^{3+}$ ，由③知， $\text{Fe}^{3+}>\text{I}_2$ ，由④知， $\text{I}_2>\text{SO}_2$ (因 I_2 作氧化剂， SO_2 作还原剂)。

19. 根据反应式：



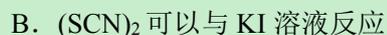
可判断离子的还原性从强到弱的顺序是 ()



【答案】B

【解析】在氧化还原反应中，还原剂的还原性>还原产物的还原性。由反应式(1)知，还原性： $\text{I}^->\text{Fe}^{2+}$ ；由反应式(2)知，还原性 $\text{Fe}^{2+}>\text{Br}^-$ ，故还原性 $\text{I}^->\text{Fe}^{2+}>\text{Br}^-$ 。

20. 硫氰 $[(\text{SCN})_2]$ 的化学性质和卤素 (X_2) 类似，称为拟卤素，如 $(\text{SCN})_2+\text{H}_2\text{O}=\text{HSCN}+\text{HSCNO}$ ，它们的阴离子的还原性强弱为 $\text{Cl}^-<\text{Br}^-<\text{SCN}^-<\text{I}^-$ 。下列说法不正确的是 ()



【答案】D

【解析】阴离子的还原性强弱顺序为 $\text{Cl}^-<\text{Br}^-<\text{SCN}^-<\text{I}^-$ ，故对应分子的氧化性强弱顺序为 $\text{Cl}_2>\text{Br}_2>(\text{SCN})_2>\text{I}_2$ ，故 $(\text{SCN})_2$ 不能将 Br^- 氧化，D 错误。