

氧化还原反应

江苏省灌南高级中学化学组

考纲解读

- 理解氧化还原反应的本质,了解氧化还原反应在生产、生活中的应用。
- 掌握物质氧化性、还原性相对强弱的比较方法。
- 能根据质量守恒、电子得失守恒、电荷守恒正确书写、配平氧化还原反应方程式,并能进行有关计算。

一、氧化还原反应的判断

1. 特征(判别依据):

反应前后元素化合价有变化的反应

2. 实质: 电子转移

3、四种基本类型反应与氧化还原反应的关系

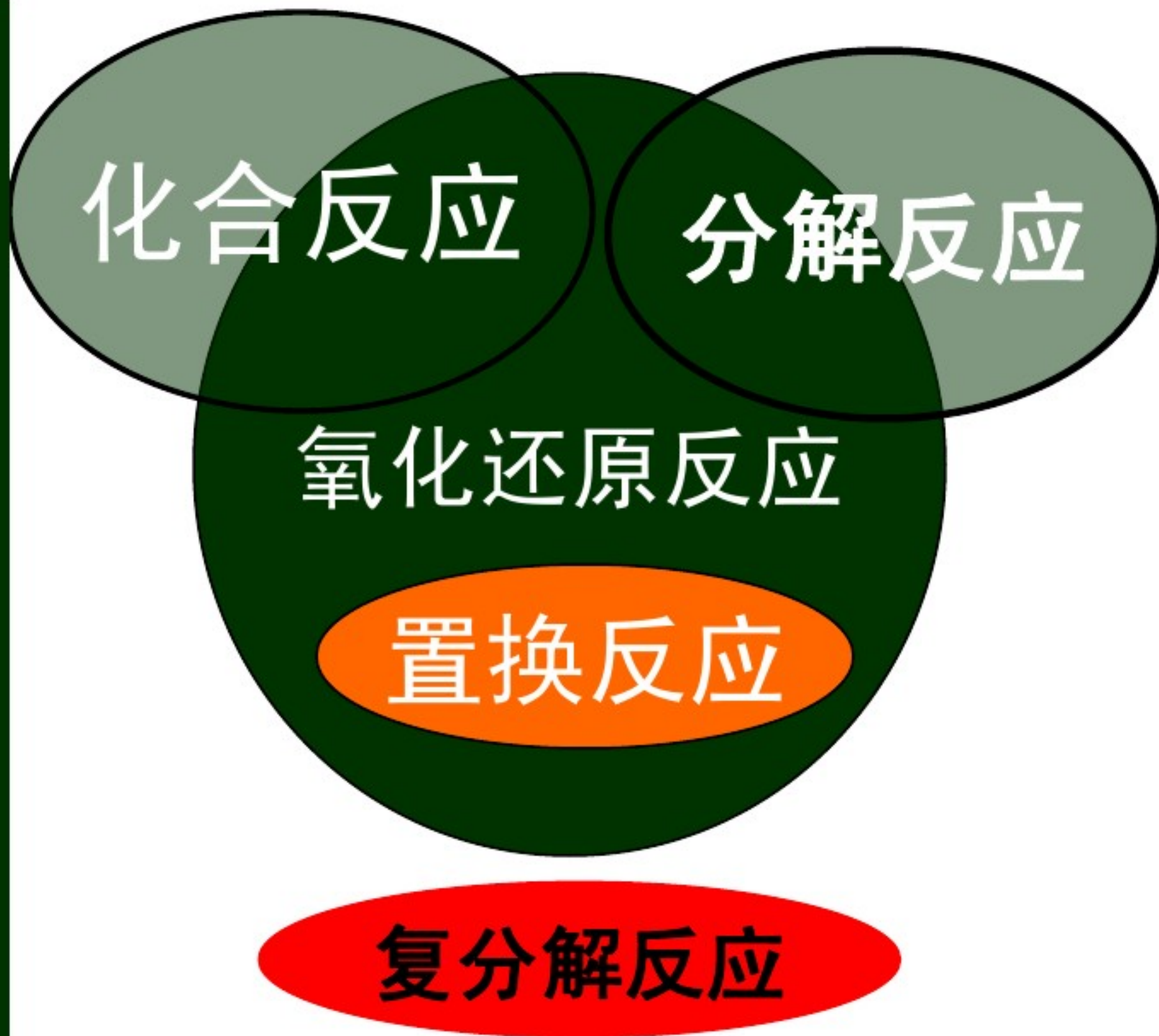
小结：

1、化合反应：可能是氧化还原反应，一般说，有单质参加的是氧化还原反应。

2、分解反应：可能是氧化还原反应，一般说，有单质生成的是氧化还原反应。

3、置换反应：全部是氧化还原反应

4、复分解反应：都是非氧化还原反应。



辨析1

分析下列四种说法的对错：

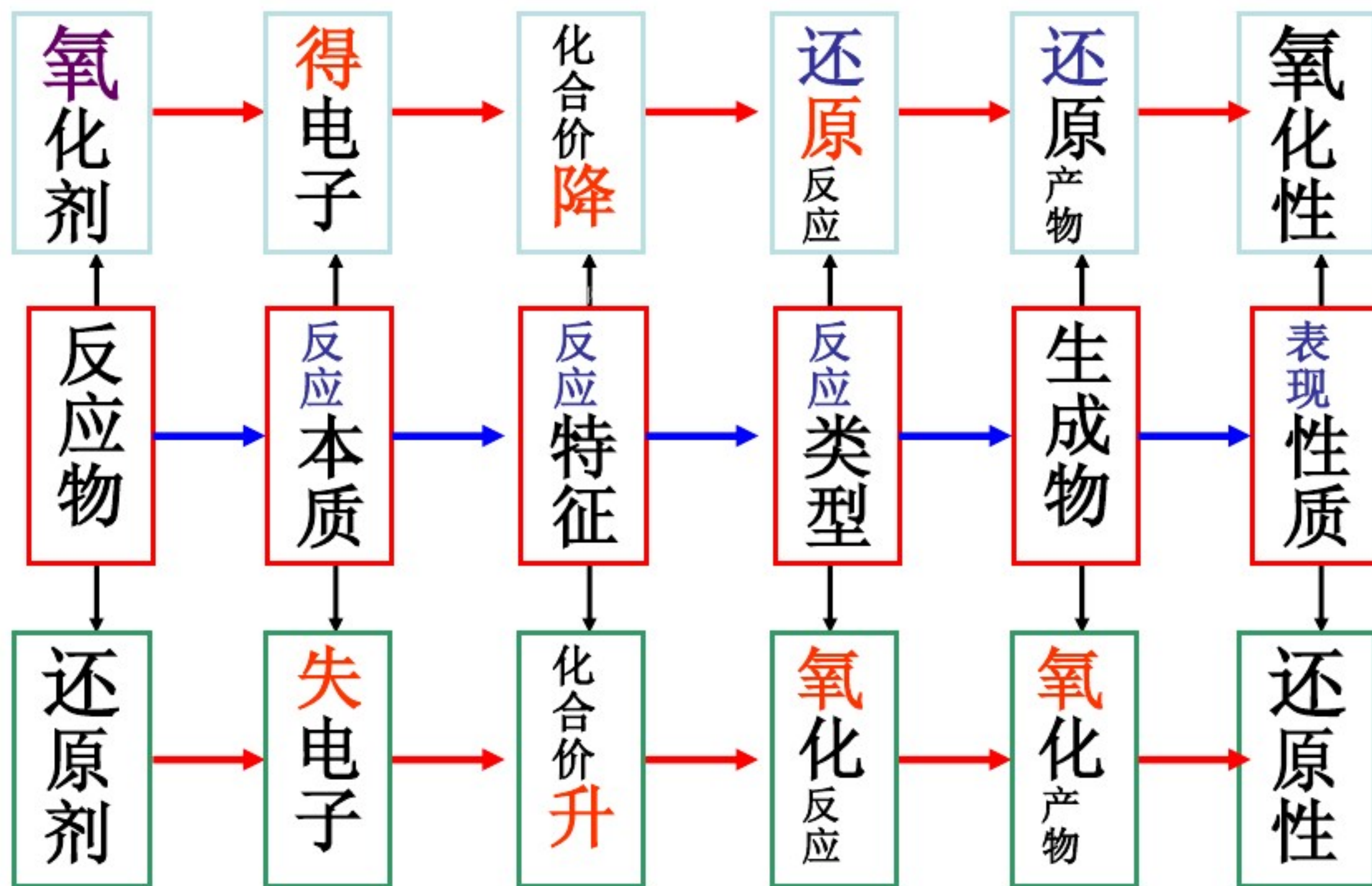
A.有单质参加和有单质生成的反应一定是氧化还原反应

B.元素从化合态变为游离态一定被还原

C.复分解反应不一定是氧化还原反应

D.金属离子被还原一定得到金属单质

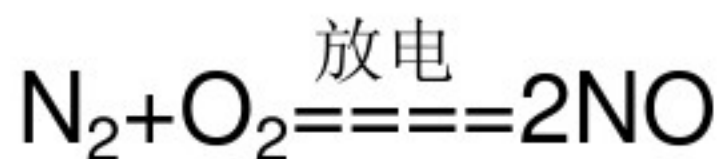
二、氧化还原反应的相关概念



失升氧、得降还，**剂性同**，其它反。

练习

- (09上海) 在下列变化①大气固氮 ②硝酸银分解 ③实验室制取氨气中,按氮元素被氧化、被还原、既不被氧化又不被还原的顺序排列,正确的是()
- **A.①②③** **B.②①③** **C.③②①**
D.③①②



辨析2

- 理解以下几个概念：
- 氧化反应
- 被氧化
- 氧化产物
- 氧化剂
- 抗氧化剂

三、氧化还原反应的表示方法及电子转移数目

双
线
桥

表示同一元素反应前后电子转移情况。箭头都是由反应物指向生成物，在线桥上**一定要注明“得”或“失”**

单
线
桥

表示反应中元素间电子转移的方向和数目。箭头方向一定是**由还原剂指向氧化剂**

辨析3

- 分析两种表示氧化还原反应方法的异同

1、双线桥法

2、单线桥法

四、常见氧化剂与还原剂

氧化剂

(1)活泼的非金属单质： Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_2 、 O_3 等

(2)某些高价氧化物： MnO_2 、 N_2O_5 、 SO_3 、 PbO_2 等

(3)某些高价含氧酸：浓 H_2SO_4 、 HNO_3 、 HClO 、 HClO_3 等

(4)元素处于高价的盐：硝酸盐(固)，
氯酸盐(固) KClO_3 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、
 $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{H}^+)$ 、 Fe^{3+} 、
 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 等

(5)具有—O—O—结构的过氧化物：
 Na_2O_2 、 H_2O_2

还原剂:

(1)金属单质 (除Au、Pt) : Na、K、Fe、Zn、Al、Cu等

(2)某些非金属单质: C、H₂、S、Si等

(3)元素低价态氧化物、氢化物:

CO、SO₂、NO、NH₃、PH₃

(4)元素低价态酸:

HCl、H₂S、HI、HBr、H₂SO₃、H₂C₂O₄

(5)元素**低价态**盐:

S^{2-} 、 I^- 、 Br^- 、 Cl^- 、 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+} 、等

(6)含**醛基**的有机物:

甲醛、乙醛、葡萄糖、甲酸、
甲酸某酯等

注意: 氧化剂和还原剂具有相对性, 不是一成不变的, 要具体分析。

辨析4

- 水参加的下列反应，哪些是氧化还原反应？
这些反应中水分别起什么作用？
- **A. $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$**
- **B. $2\text{Na}_2\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{NaOH}+\text{O}_2\uparrow$**
- **C. $\text{Na}_2\text{O}+\text{H}_2\text{O}=2\text{NaOH}$**
- **D. $3\text{NO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{HNO}_3+\text{NO}$**
- **E. $\text{NaH}+\text{H}_2\text{O}=\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$**
- **F. $2\text{F}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{HF}+\text{O}_2$**
- **G. $\text{Cl}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{HCl}+\text{HClO}$**
- **H. $\text{SO}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{H}_2\text{SO}_3$**

五、氧化性、还原性分析与比较

决定因素：得失电子的**难易**，而非**多少**！

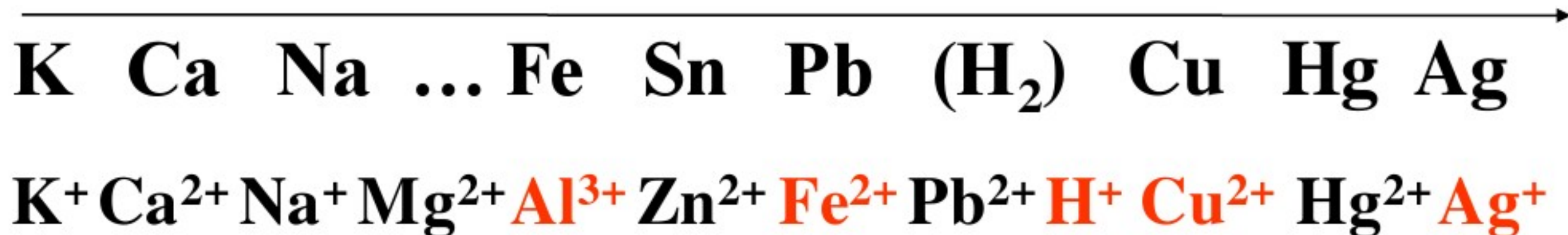
根据价态判断是否有氧化性、还原性
最**高**价，只有**氧**化性，
最**低**价，只有**还**原性；
中间价态，既有氧化性，又有还原性

氧化性还原性强弱比较

1、根据金属、非金属活动性

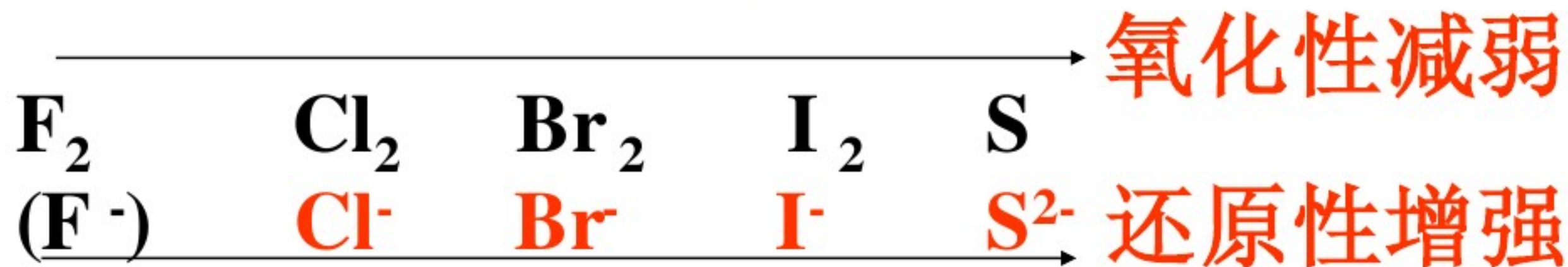
●金属活动性顺序表

还原性减弱



氧化性增强

●非金属活动性顺序表:

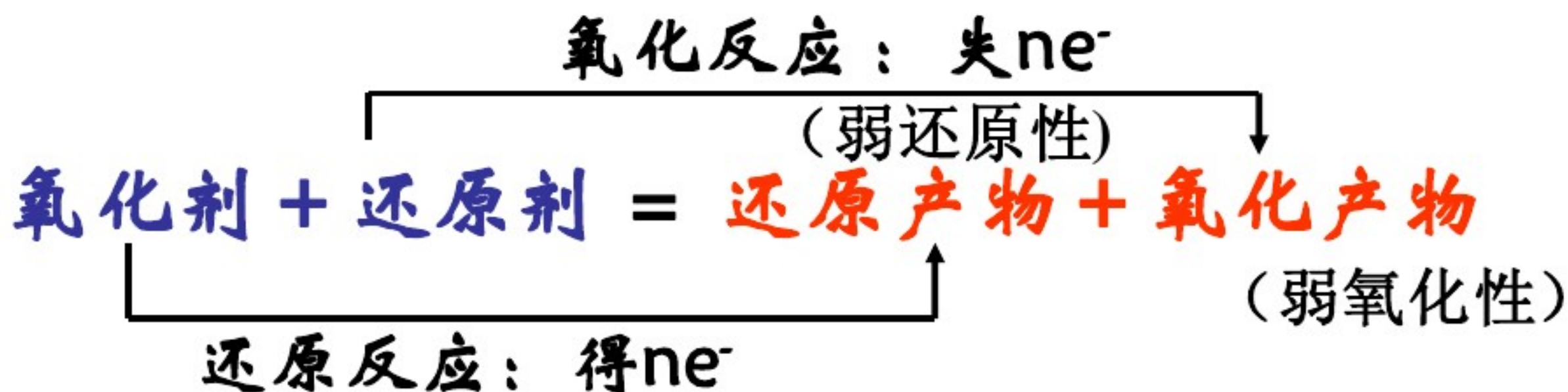


2. 根据元素在周期表中的位置

同周期：金属性减弱(还原性减)，非金属性增强(氧化性增)

同主族：金属性增强(还原性增)，非金属性减弱(氧化性减)

3. 根据氧化还原反应方向



氧化性：氧化剂 > 氧化产物

还原性：还原剂 > 还原产物

4. 根据反应条件:

温度、浓度、酸碱度

4.1 温度因素

一般来说, 升温可增强氧化剂的氧化性和还原剂的还原性

$\text{HNO}_3(\text{浓}) + \text{C}(\text{木炭})$ 在常温下不反应, 但在加热时则剧烈反应



4.2 浓度因素:

增大反应物浓度能使氧化剂的氧化性、还原剂的还原性增强

MnO_2 与浓盐酸反应生成 Cl_2 ，与稀盐酸不反应

铜与浓硝酸反应不加热就可进行，产物为 NO_2

铜与稀硝酸反应需加热才能进行，产物为 NO

不同氧化剂被还原的程度不能说明其氧化性强弱差异



反应物  生成物 



矛盾吗？

这两个反应不矛盾，说明浓硫酸的氧化性强于稀硫酸，稀硫酸不能氧化HBr。

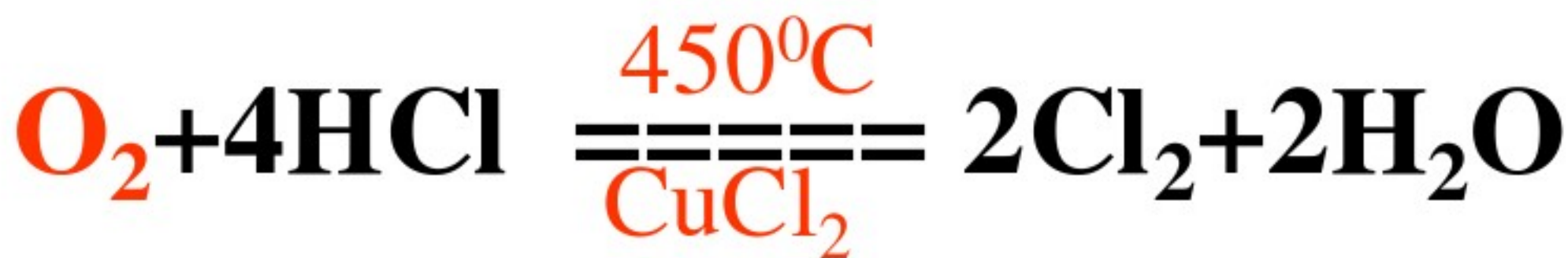
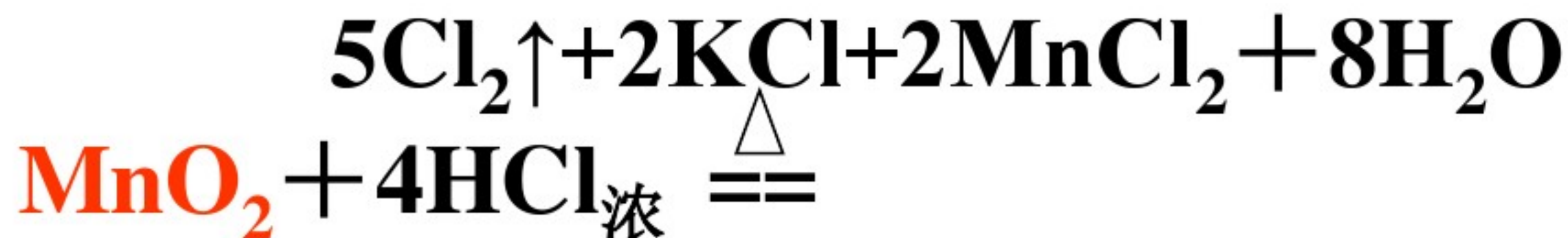
4.3 介质—酸碱性的影响:

① 含氧酸盐作氧化剂时, 在酸性条件下氧化性比在中、碱性的条件下强 (如 KMnO_4)

② NO_3^- 在酸性条件下显强氧化性, 在中、碱性溶液中不显氧化性。

4.4 反应条件

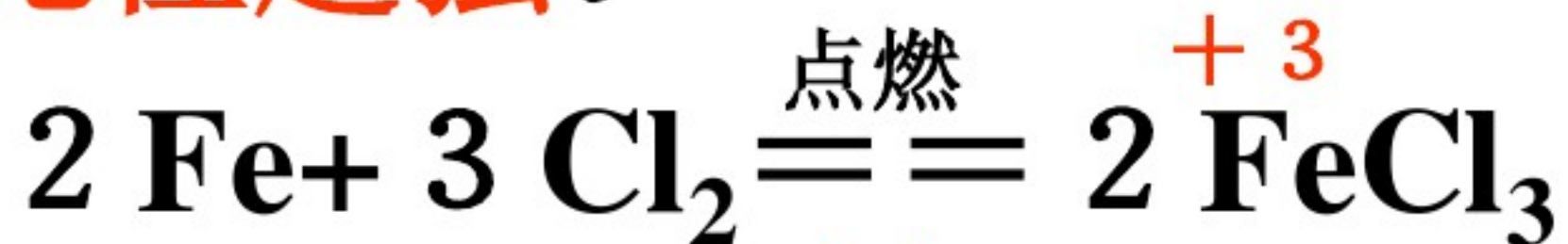
已知: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} (\text{浓}) ==$



氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$

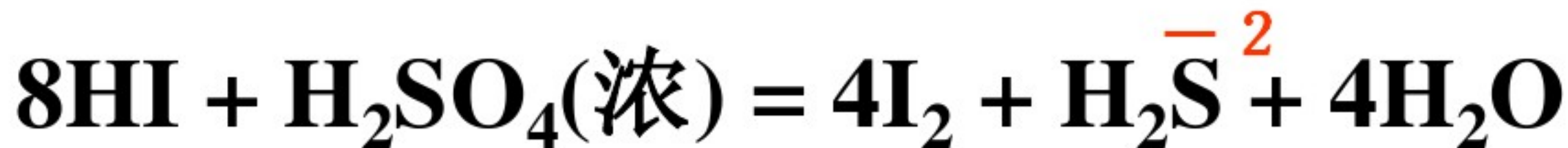
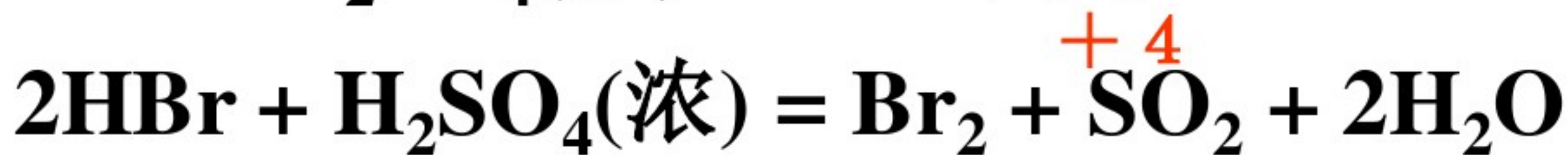
5. 根据反应进行的程度

① 同一还原剂分别与不同氧化剂反应，还原剂被氧化得越彻底的(化合价升高越高)，则氧化剂的氧化性越强。



氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$

② 同一氧化剂分别与不同还原剂反应，氧化剂被还原得越彻底的(化合价降低越低)，则还原剂的还原性越强。



还原剂的还原性: $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$

6、根据电极反应：

原电池**负极**或电解池**阳极**反应离子

还原性



还原性



原电池**正极**或电解池**阴极**反应离子

原电池中活泼金属作负极，被氧化：

电解池中还原性强离子在阳极（惰）氧化

六、氧化还原反应的基本规律

1. 先强后弱规律：

同一氧化剂与多种还原剂反应时，还原性较强的物质首先被氧化；

同一还原剂与多种氧化剂反应时，氧化性较强的物质首先被还原。

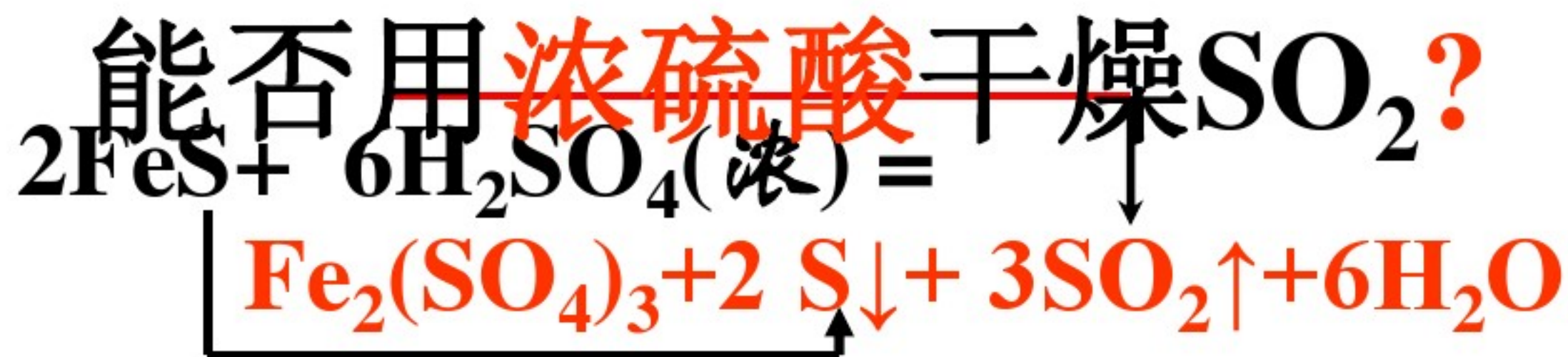
“五大”还原性离子及还原性的强弱



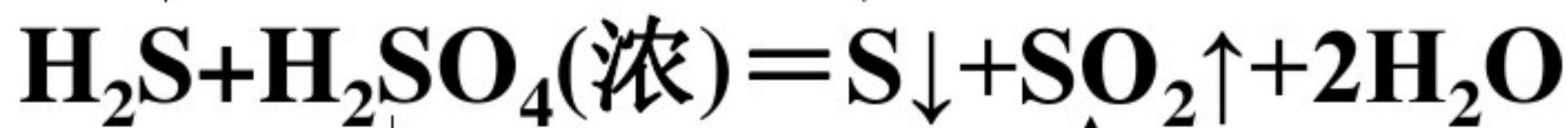
2. “价态归中”规律

同种元素的不同价态之间发生氧化还原反应——价态“只靠拢，不交叉”

但不同价态间需有中间价态存在；否则反应不能发生。如： $\text{NO}_2 + \text{HNO}_3$ 等不反应



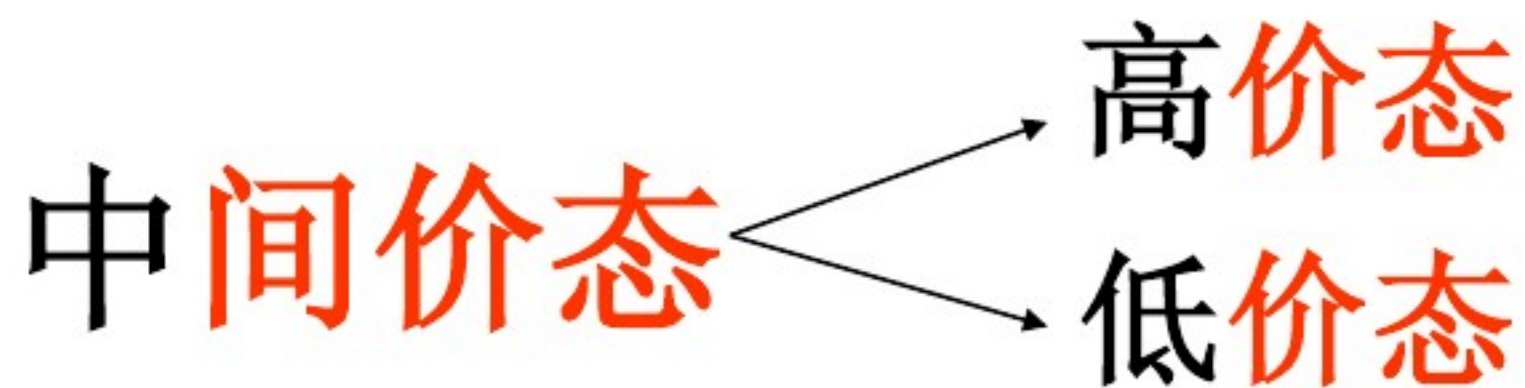
若反应后生成多种中间价态的产物，则遵从**相邻不交叉**的原则。



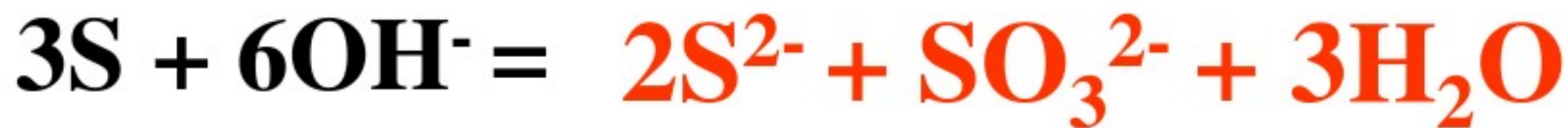


上述反应中氧化产物与还原产物的物质的量之比是多少?

3、歧化规律：



一般有：中间价态物质可以在碱液中歧化，而歧化产物又可以在酸液 中发生归中反应：



4、守恒规律

得失电子守恒

化合价升降守恒

得失电子守恒的表示方法为：

得电子
总数

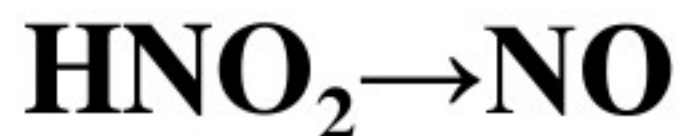
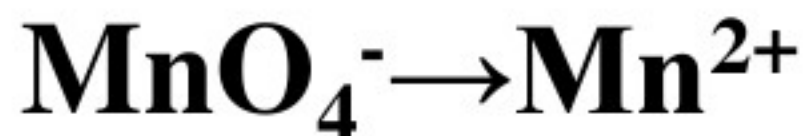
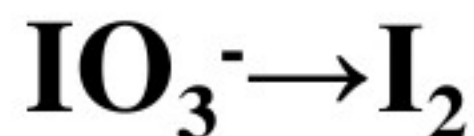
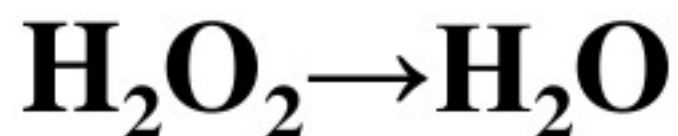
氧化剂的物质的量 \times 有元素化合价降低元素的原子个数 \times |化合价差值| $\times N_A$

等于

失电子
总数

还原剂的物质的量 \times 有元素化合价升高元素的原子个数 \times |化合价差值| $\times N_A$

例13、已知下列分子或离子在酸性条件下都能氧化KI，自身发生如下变化：



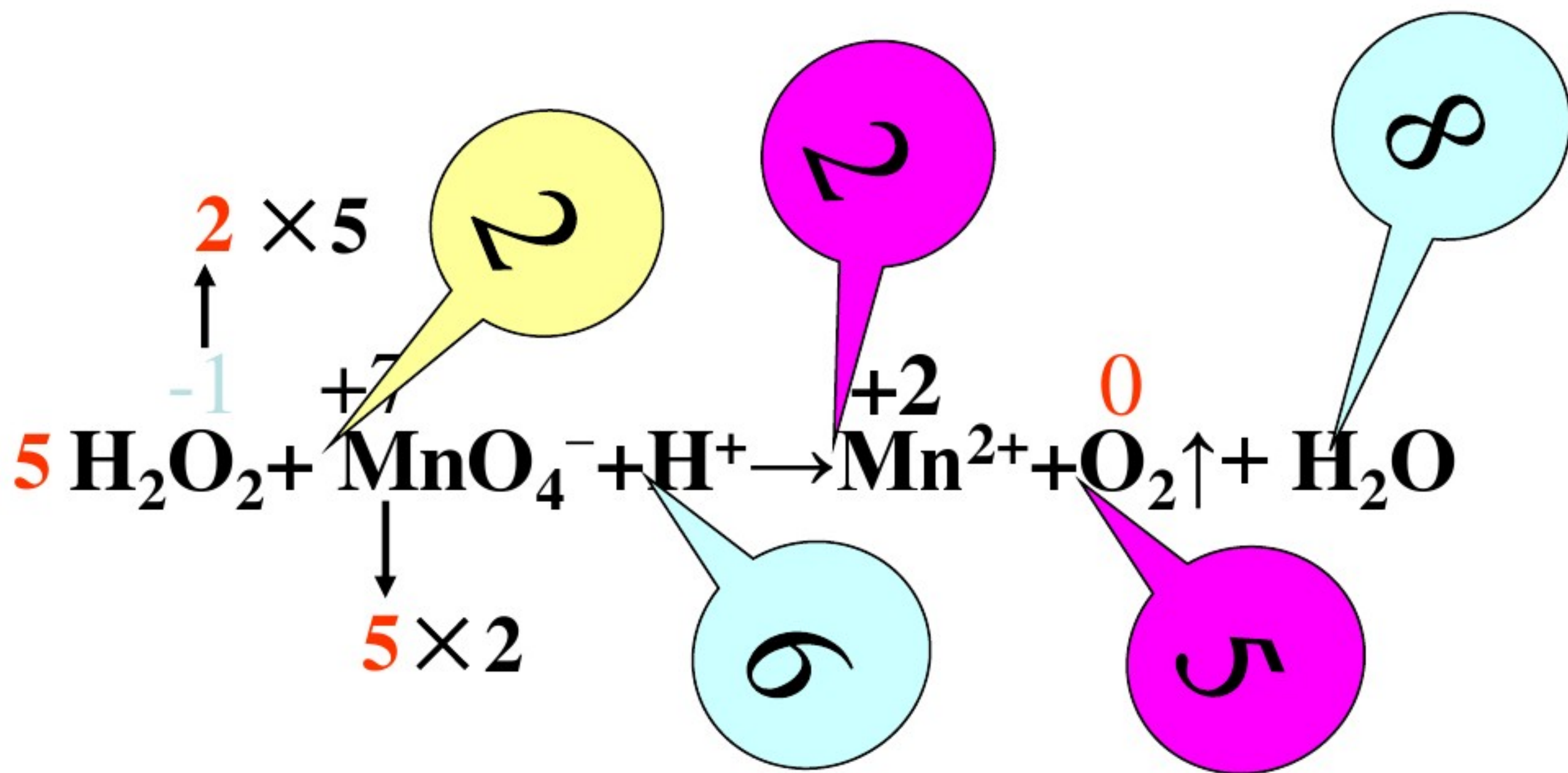
如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的KI，得到I₂最多的是 (**B**)

A H₂O₂ B IO₃⁻ C MnO₄⁻ D HNO₂

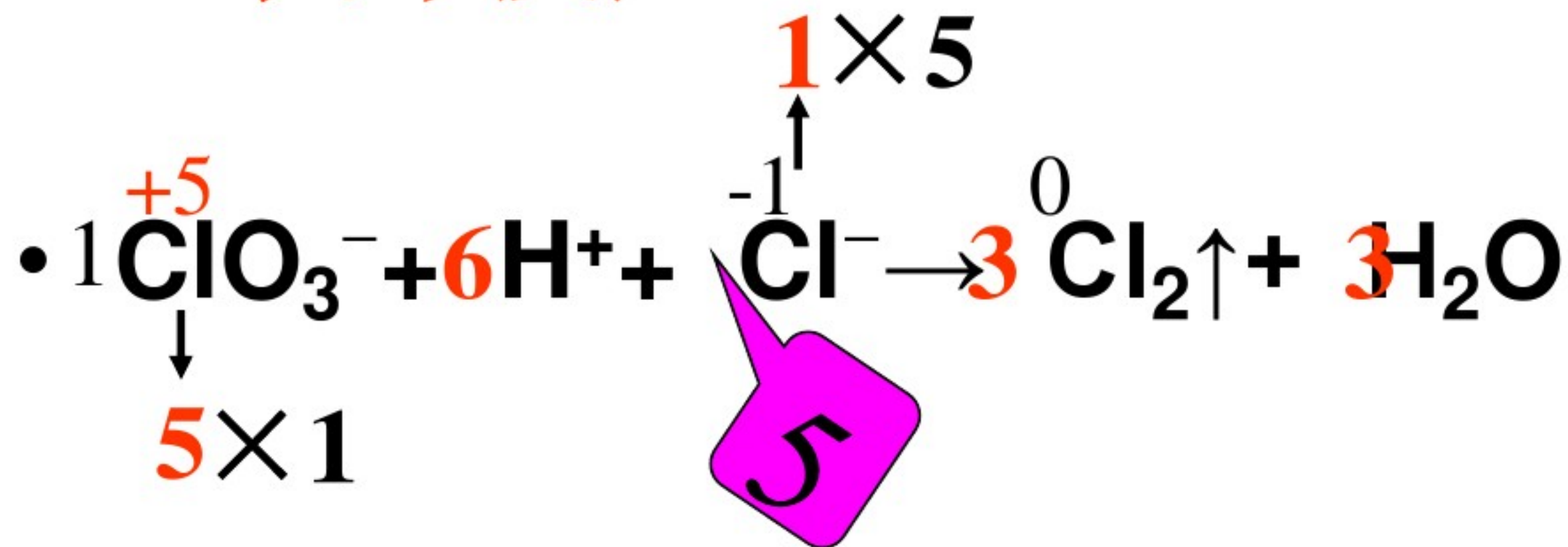
七、氧化还原反应方程式配平

1 正向配平--先配氧化剂、还原剂的系数

(1) 完全氧化还原反应:

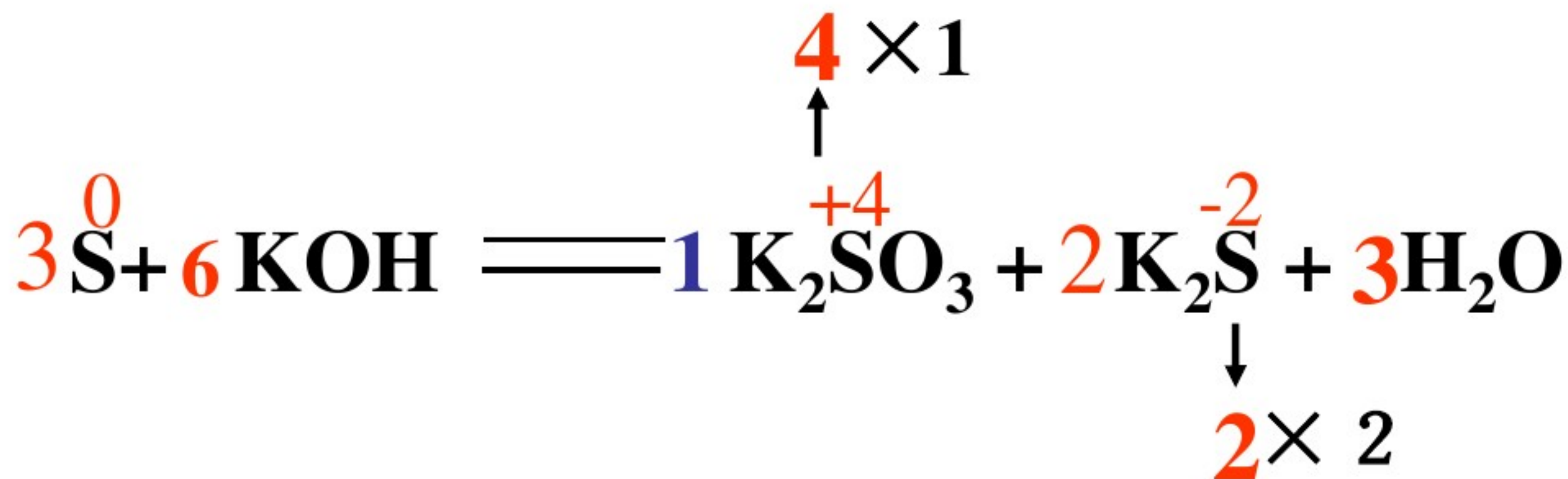


(2) 归中反应:



2. 逆向配平-----先配氧化产物、还原产物的系数

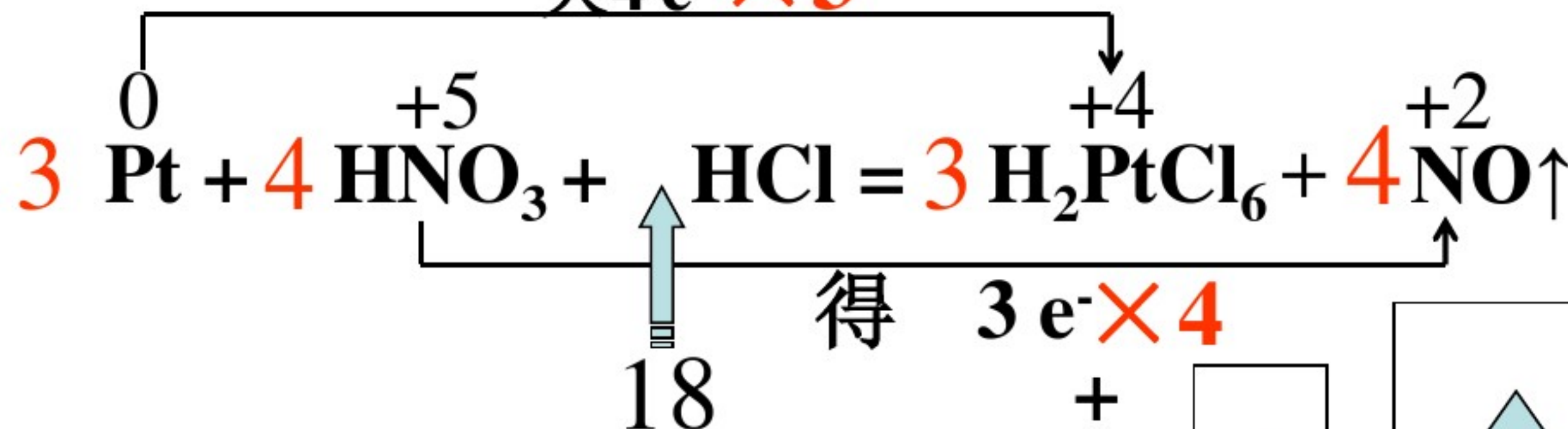
歧化反应和分解反应



3 缺项配平，缺啥补啥

(酸、碱、水)

失 $4e^- \times 3$



左H-22、O-12 右少H-16

右H--6、O-4 少O---8

8

H_2O

八、氧化还原反应有关计算

(一) 计算原则——守恒

{ 原子守恒
电荷守恒
电子守恒

(二) 基本考查形式

1. 氧化剂、还原剂或氧化产物、还原产物物质的量或物质的量比的计算

例1:在反应: $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{Cl}_2 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中, 被还原的氯原子和被氧化的氯原子的物质的量比为 ()

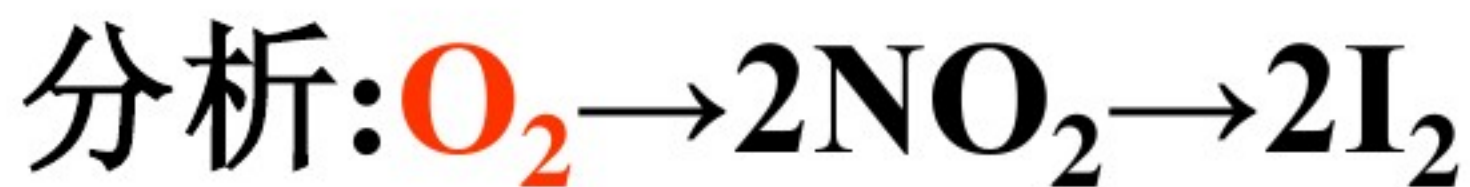
A. 6:1 B. 1:6 C. 5:1 D. 1:5

例:实验室里可通过以下反应来制取碘:



在这一过程中,每制取 1mol I_2 时,
所消耗氧化剂的质量为 (**D**)

A. 46g B. 32g C. 28g D. 16g



例3、在 $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_3 + 9\text{HF} + \text{O}_2\uparrow + \text{Br}_2$

- 反应中，若有 $7.5\text{mol H}_2\text{O}$ 参加反应，则
- 被 H_2O 还原的 BrF_3 为 (**B**)
- **A. 1mol B. 2mol C. 3mol D. 4.5mol**

分析：氧化产物有 1mol O_2 和 1mol HBrO_3

$\begin{array}{ccc} \uparrow \text{失} 4\text{e}^- & & \uparrow \text{失} 2\text{e}^- \\ 5\text{H}_2\text{O} \text{还原剂} & 2\text{H}_2\text{O} & \text{BrF}_3 \end{array}$

还原产物为 1mol Br_2 还原 2mol BrF_3 $\text{ne}^- = 6\text{mol}$

$1\text{mol H}_2\text{O}$ 还原 BrF_3 $2/3\text{mol}$

2. 氧化还原反应中未知化合价的计算

- **例:**某强氧化剂 $\text{XO}(\text{OH})^{2+}$ 被亚硫酸钠还原到较低价态, 如果还原24个 $\text{XO}(\text{OH})^{2+}$ 离子到较低价态, 需用含60个 SO_3^{2-} 离子的溶液, 那么X元素的最终化合价为 (**D**)

- **A. +3 B. +2 C. +1 D. 0**

分析:设X的最终化合价为n

$\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$, 失电子为: $n\text{e}^- = 60 \times 2 = 120$

$\text{XO}(\text{OH})^{2+} \rightarrow \text{X}^n$ 得电子为: $n\text{e}^- = 24 \times (5 - \text{n})$

据电子得失相等得: $24(5 - \text{n}) = 120$ 得 **n=0**

3. 物质的量浓度的计算

- **例:**已知还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ，往100mL溴化亚铁溶液中缓慢通入2.24L（标况下）氯气，反应完全后，溶液中有三分之一的溴离子被氧化成溴单质，则原溴化亚铁溶液的物质的量浓度为 **C**)
 - A. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ B. $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
 - C. $1.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ D. $1/3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

解析:设溴化亚铁的物质的量为X,据电子守恒得: $X+2X \times 1/3=0.1 \times 2$ $x=0.12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

4 氧化还原反应中产物组成的确定

例: 11.87g金属锡跟100mL12mol·L⁻¹·HNO₃共热一段时间, 完全反应后测定溶液中C(H⁺) = 8mol·L⁻¹, 溶液体积不变, 放出的气体在标准状况下为8.96L, 由此推断氧化产物可能是 (**B**)



分析: HNO₃还原 $\left[\begin{array}{l} \text{NO} \\ \text{NO}_2 \end{array} \right] \text{---} 0.4\text{mol}$

反应中共消耗硝酸 $n = 0.1\text{L} \times (12\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} - 8\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 0.4\text{mol}$ 说明此反应中硝酸仅作氧化剂

练1: 已知 $11\text{P}_4 + 60\text{CuSO}_4 + 96\text{H}_2\text{O} = 20\text{Cu}_3\text{P} + 24\text{H}_3\text{PO}_4 + 60\text{H}_2\text{SO}_4$, 若有9 mol的 CuSO_4 参加反应, 则被硫酸铜氧化的磷有

(**B**)

A. $3/4$ mol B. $9/20$ mol

C. $3/20$ mol D. $9/10$ mol

练2. m g铁和含 n g溶质的稀硝酸恰好完全反应，若有 $n/4$ g HNO_3 被还原为 NO ，则 $m:n$ 可以是 (**B、C**)

A. 1:5 B. 2:9 C. 1:3 D. 1:2

分析：因铁在反应中的化合价变化不知道，所以要进行讨论。

(1)若 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，则 $m/56 \times 2 = n/4 \times 63(5-3)$

解得 $m:n = 1:3$

(2)若 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ，则 $m/56 \times 3 = n/4 \times 63(5-3)$

解得 $m:n = 2:9$

(3)若 Fe 一部分转化为 Fe^{2+} ，一部分转化为 Fe^{3+} ，则 $m:n$ 的值应**介于**1:3和2:9之间

练3. 某温度下，将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中，反应得到 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 的混合液、经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为1:3，则 Cl_2 与 NaOH 溶液反应时被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为 (**D**)

A 21 : 5 B 11 : 3 C 3 : 1 D 4 : 1

分析：假设反应中生成 1 mol NaClO 和 3 mol NaClO_3 ，则有 $1 \times 1 + 3 \times 5 = 16 \text{ mol}$ 电子转移，由电子守恒可知，必有 16 mol Cl 原子被还原

则： $n(\text{还}) / n(\text{氧}) = 16 / 1 + 3 = 4 : 1$

5. 比较反应的次序:

同一还原剂(氧化剂)同时
和不同的氧化剂(还原剂)反
应时, **强**还原剂与**强**氧化剂
优**先**反应, 再与弱的氧化剂
(还原剂)反应。

例：在含等物质的量 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+} 等阳离子的溶液中逐渐加入 Zn 粉，反应依次为：



氧化性： $\text{Ag}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Al}^{3+}$

例．在含等物质的量浓度 S^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^- 等阴、阳离子的溶液中逐滴滴入氯水，反应如下。



结论：还原性强弱： $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$

例. 已知: $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ 现把等物质的量 CuSO_4 , FeCl_3 和 Zn 置于水中充分反应, 反应器中所得混和物除 SO_4^{2-} 和 Cl^- 外还含有 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cu

例. I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 Cl^- 、 H_2O_2 均有还原性, 它们在酸性溶液中还原性强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{I}^- < \text{SO}_2$, 则下反应不能发生的是 (**B、D**)

