衔接点 05　化学反应再认识

一、化学反应基本类型：

初中化学涉及的基本反应类型有四类，即化合反应、分解反应、置换反应、复分解反应。由两种或两种以上物质反应生成一种化合物的反应，称为化合反应，即“由多变一”的反应；一种化合物反应生成两种或两种以上物质的反应，称为分解反应，即“由一变多”的反应；一种单质与一种化合物反应，生成另一种单质与另一种化合物的反应，称为置换反应；两种化合物互相交换成分生成另外两种化合物的反应，称为复分解反应。

二、重要反应再认识：

1. 置换反应：

根据置换反应中单质的不同类型又可分为

② 较活泼的金属置换出较不活泼的金属，如 $Zn+CuSO_4=\!=\!=ZnSO_4+Cu$；

②较活泼的非金属置换出较不活泼的非金属，如 $C+H_2O\xlongequal{高温}CO+H_2$；

③非金属置换出金属，如 $H_2+CuO\xlongequal{高温}H_2O+Cu$；

③ 金属置换出非金属(常见为氢气)$Zn+2HCl=\!=\!=ZnCl_2+H_2\uparrow$。

溶液中金属所发生的置换反应，可根据金属活动顺序表进行推理。

A.排在 H 前面的金属可与盐酸、稀硫酸等酸反应生成盐和氢气(硝酸除外)；

B.排在前面的金属能把排在后面的金属从它的盐溶液中置换出来(K、Ca、Na 三种金属例外)，排在 Fe 前面的金属只能与其亚铁盐发生置换反应(铁盐一般不发生)，而铁与其后的金属盐溶液反应只生成对应的亚铁盐。

2.复分解反应：

根据复分解反应中化合物不同的组成类型又可分为：

② 金属氧化物和酸反应生成盐和水；

②酸和碱反应生成盐和水；

③ 盐和酸反应生成另一种盐和另一种酸；

④ 盐和碱反应生成另一种盐和另一种碱；

⑤ 盐和盐反应生成另两种新盐。

⑥ 【你能列举出相应的化学反应方程式吗？】。

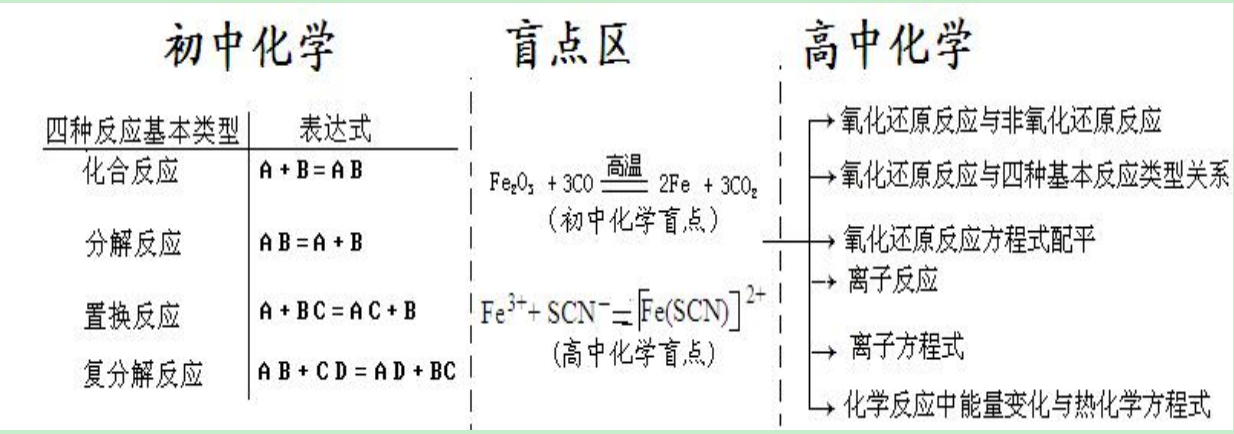
从生成物角度看，只有生成物中出现不溶性气体、不溶性沉淀或者有水生成时，复分解反应才能完全进行。

四类反应很重要，但并不能包含所有的化学反应，如 $Fe_2O_3+3CO\xlongequal{高温}2Fe+3CO_2$、$CH_4+2O_2\xlongequal{点燃}CO_2+2H_2O$，既不是置换反应，也不是复分解反应，碳、铁、氢气等可燃物与氧(气)的反应称为氧化反应或者可燃物的氧化

【你能写出对应的化学方程式吗？】。

当这种反应现象不易被察觉时，又称为缓慢氧化反应；而剧烈的、发光、发热的氧化反应就称为燃烧；二者的本质区别就是反应快慢不同。而 $Fe_2O_3+3CO\xlongequal{高温}2Fe+3CO_2$、$CuO+H_2\xlongequal{高温}Cu+H_2O$ 等反应中，金属氧化物失去氧转化为金属单质的过程，称为金属氧化物的还原。

[想一想] 1.在初中化学的学习中，我们知道化学反应的基本类型有四种，即分解、化合、置换和复分解。在这四类反应中，一定会有单质生成的是_____反应；可能会有氧化物生成的反应有_____类(填数字)。

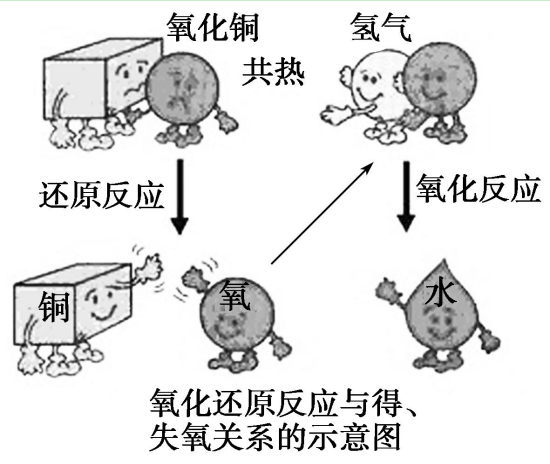


三、氧化反应、还原反应、氧化还原反应：

在初中，我们以是否有氧元素的得失判断是否发生氧化反应、还原反应。例如：$CuO+H_2\xlongequal{高温}Cu+H_2O$，在此反应中，氧化铜失去氧变成铜的过程，称为氧化铜的还原反应。

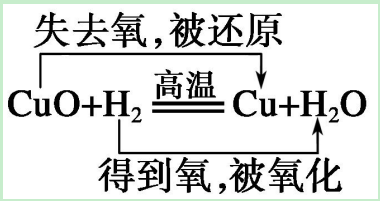
根据质量守恒定律，我们知道氧化铜失去的氧元素原子是不会消失的，它只是从氧化铜转移给了氢(气)，反过来看，氢气得到氧后形成了水，这种氢气得到氧的过程，也就是氢气的氧化过程，可称为氢气的氧化反应。

可见氧化过程和还原过程，不可能孤立的进行，它们总是相伴相生的，一个反应中存在氧化过程，就必然同时存在还原过程，我们把这种反应就称为氧化还原反应，下图较好的描述了氧化反应和还原反应的这种对立统一性。



氧化还原反应与得、失氧关系的示意图

这一过程常用下列方式表示，习惯上称为双线桥法。



[想一想] 2.在下列反应中，①至④均发生了“氧的得失过程”，是氧化还原反应。而⑤和⑥虽然反应物中也存在氧元素，但它们不属于氧化还原反应。请分别标出下列六个反应中各元素的化合价。

①$Fe_2O_3+3CO\xlongequal{高温}2Fe+3CO_2$

②$C+H_2O\xlongequal{高温}CO+H_2$

③$CH_4+2O_2\xlongequal{点燃}CO_2+2H_2O$

④$2CO+O_2\xlongequal{点燃}2CO_2$

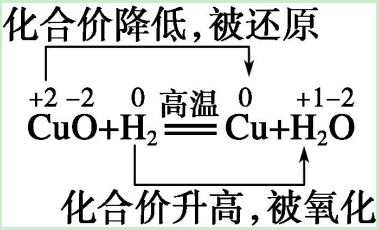
⑤$2NaOH+CO_2=\!=Na_2CO_3+H_2O$

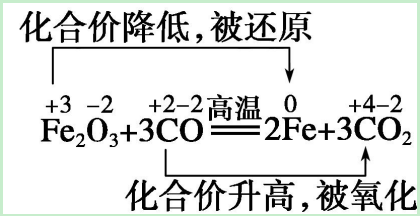
⑥$NaOH+HCl=\!=NaCl+H_2O$

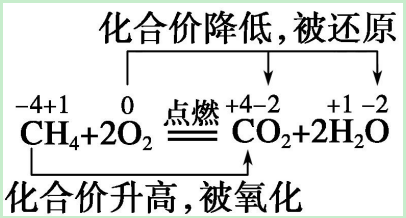
⑦$2Na+Cl_2=\!=2NaCl$

⑧$Zn+2HCl=\!=ZnCl_2+\ H_2\uparrow$

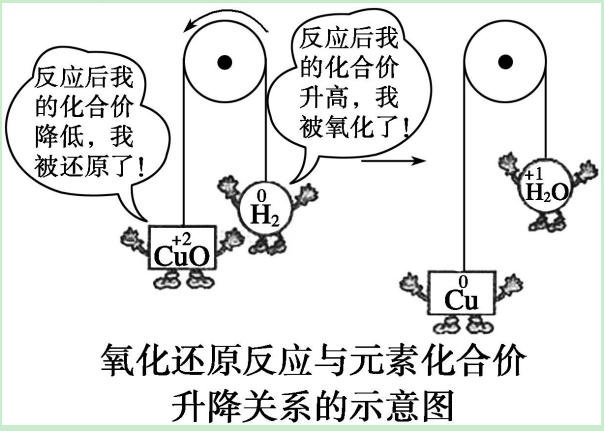
从以上过程可以看出，①至④的反应中，均存在化合价发生改变的元素，而且有一种元素化合价是升高的，同时有另一种元素的化合价是降低的；而⑤和⑥中元素的化合价均未发生改变。这表明“得失氧”并不是氧化还原反应的唯一判断依据，我们还可以从元素化合价是否发生改变来判断反应是否为氧化还原反应。在发生氧化还原反应的过程中，得氧过程对应于元素化合价升高的过程，而失氧过程对应于元素化合价降低过程，因此，我们可以把元素化合价升高的过程称为氧化反应(或氧化、被氧化)，而元素化合价降低的过程称为还原反应(或还原、被还原)，同样可以用“双线桥”简单表示氧化还原反应的这一特征。





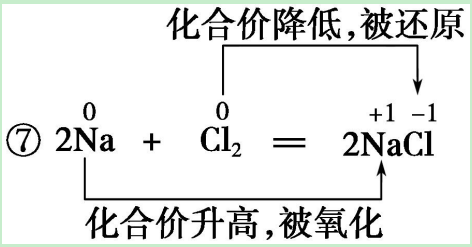


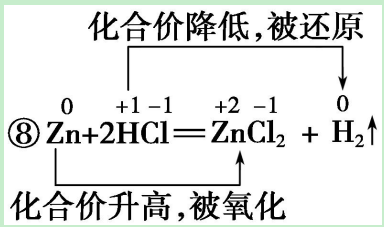
因为氧元素不能无中生有，也不会凭空消失，所以氧化反应和还原反应统一存在于一个完整的反应中。不可能发生只存在氧化过程而没有还原过程的反应，同样道理，由于任何物质中元素化合价代数和为 0，所以在一个反应中各物质中所有元素的化合价代数和也为 0。就是说，如果有一种元素的化合价升高了，为了维持“代数和为 0”的平衡，必然要存在化合价发生降低的元素。这种特点可用下图表示：



氧化还原反应与元素化合价升降关系的示意图

按元素化合价升降观点看，⑦和⑧也是氧化还原反应，它扩大了氧化还原反应的范畴，有利于更好的总结化学反应的基本类型，用分类思想简化化学的研究对象。⑦和⑧反应中化合价升降的“双线桥”可表示如下：





在反应⑦中，钠发生氧化反应，而氯气发生了还原反应；在反应⑧中，锌发生氧化反应，而氯化氢发生了还原反应。通常在氧化还原反应中，发生氧化反应的物质被称为还原剂，如⑦和⑧中的钠和锌；而发生还原反应的物质被称为氧化剂，如⑦和⑧中的氯气和氯化氢。氧化剂和还原剂也统一存在于同一氧化还原反应中，不可能存在只有氧化剂的氧化还原反应，也不可能存在只有还原剂的氧化还原反应。

[想一想] 3.判断下列反应是不是氧化还原反应。如果是氧化还原反应，则用“双线桥”表示出元素化合价的升降关系，指出氧化剂和还原剂。

①$2KMnO_4\xlongequal{\triangle}K_2MnO_4+MnO_2+O_2\uparrow$

②$CaCO_3\xlongequal{高温}CO_2\uparrow+CaO$

③$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$

④$CO_2+H_2O=\!=\!=H_2CO_3$

⑤$Cl_2+2KBr=\!=\!=Br_2+2KCl$

⑥$CO_2+2Mg\xlongequal{\triangle}2MgO+C$

⑦$CaCO_3+2HCl=\!=\!=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$

⑧$Fe(OH)_3+3HCl=\!=\!=FeCl_3+3H_2O$

⑨$Cl_2+2NaOH=\!=\!=NaCl+NaClO+H_2O$

②$MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

从中还可以发现一些规律：

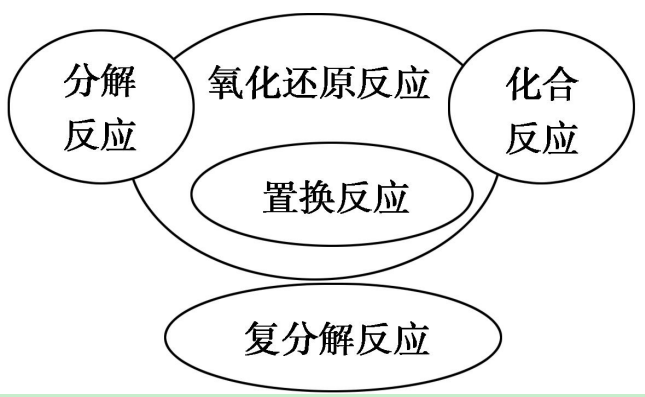
①置换反应一定是氧化还原反应(习惯上总结出有单质存在的反应一般是氧化还原反应，但有例外，如一定条件下氧气转化为臭氧的变化，$3O_2=\!=\!=2O_3$就不是氧化还原反应)。

②复分解反应一定不是氧化还原反应。

③分解反应和化合反应中只有部分是氧化还原反应。

④也有一些氧化还原反应不属于四类反应。

这种关系我们可用下列图示表示：



训练

准确性训练

1．氢氧化钾在我国古代纺织业长期作漂洗的洗涤剂，古人将贝壳(主要成分为碳酸钙固体)灼烧后的固体(主要成分是氧化钙)与草木灰(主要成分是碳酸钾)在水中相互作用，就生成了氢氧化钾。在上述反应过程中没有涉及的化学反应类型是(　　)

A．化合反应　　B．分解反应　　C．置换反应　　D．复分解反应

【答案】C

【解析】碳酸钙分解为 CaO 和 CO_2，CaO 和水化合成 $Ca(OH)_2$，$Ca(OH)_2$ 和 K_2CO_3 交换形成 KOH，显然无置换反应。

2．下列关于氧化还原反应的说法正确的是(　　)

A．被氧化的物质是氧化剂

B．置换反应一定是氧化还原反应

C．元素由化合态变为游离态时，该元素一定被还原

D．离子反应不可能是氧化还原反应

【答案】B

【解析】被氧化是指化合价升高的过程，氧化剂指含化合价降低元素的反应物，A 错；化合态如果呈正价，变为游离态过程就被还原，发生还原反应，化合态如果呈负价，变为游离态过程就被氧化，发生了氧化反应，C 错；锌和稀硫酸的反应，$Zn+2H^+=\!=Zn^{2+}+H_2\uparrow$，既是离子反应，也是氧化还原反应，D 错。

3．中国科技大学的钱逸泰教授等以 CCl_4 和金属钠为原料，在 700 ℃时制造出纳米级金刚石粉末，发生的反应是 $4Na+CCl_4=\!=C+4NaCl$。该成果被科学家们高度评价为“稻草变黄金”。同学们对此有下列一些“理解”，其中错误的是(　　)

A．金刚石属于金属单质

B．反应过程中元素种类没有改变

C．该反应属于氧化还原反应

D．该反应是置换反应

【答案】A

【解析】金刚石是非金属元素组成的单质。

4．下列说法正确的是(　　)

A．化合反应一定是氧化还原反应

B．分解反应一定是氧化还原反应

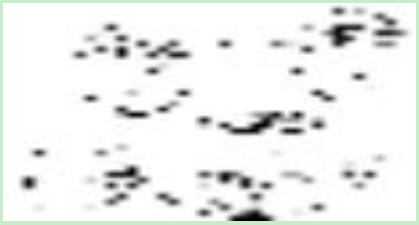
C．置换反应一定是氧化还原反应

D．复分解反应一定是氧化还原反应

【答案】C

【解析】一般存在单质的化合反应或分解反应是氧化还原反应，否则属于非氧化还原反应，A、B 错误；复分解反应一定不是氧化还原反应，D 错误。

5．氧化还原反应与四种基本反应类型的关系如下图所示，则下列化学反应属于区域 3 的是(　　)



A．$Cl_2+2KBr\xlongequal{\triangle}Br_2+2KCl$

B．$2NaHCO_3=\!=Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$

C．$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=4Fe(OH)_3$

D．$CuO+CO\xlongequal{\triangle}Cu+CO_2$

【答案】D

【解析】图中 3 表示这种反应不属于化合、分解、复分解和置换四类基本反应，但可归属于氧化还原反应。

敏捷性训练

6．氧化和还原发生在同一元素间的反应是(　　)

A．$Cl_2+2NaOH=\!=\!=NaCl+NaClO+H_2O$

B．$Fe+CuSO_4=\!=\!=FeSO_4+Cu$

C．$2KClO_3=\!=\!=2KCl+3O_2\uparrow$

D．$2H_2O\xlongequal{电解}2H_2\uparrow+O_2\uparrow$

【答案】A

【解析】氧化和还原发生在同一元素，也就是化合价升降发生在同一元素。

7．离子方程式 $H^++OH^-=\!=\!=H_2O$ 可表示的化学反应是(　　)

A．盐酸和氢氧化钡的反应

B．硝酸和氢氧化镁的反应

C．硫酸和氢氧化钡的反应

D．盐酸和氨水反应

【答案】A

【解析】B 中 $Mg(OH)_2$ 不溶于水，以固体形式存在，不能拆成离子，错误；C 中生成的硫酸钡不溶于水，以固体形式存在，不能拆成离子，错误；D 中氨水是弱电解质，只有极少分子发生电离，主要以 $NH_3\cdot H_2O$ 存在，不能拆成离子，错误。

8．下列反应中，不能用离子方程式 $Ba^{2+}+SO_4^{2-}=\!=\!=BaSO_4\downarrow$ 来表示的是(　　)

A．稀硫酸与硝酸钡溶液的反应

B．硫酸钾溶液与氯化钡溶液的反应

C．稀硫酸与氢氧化钡溶液的反应

D．硫酸钠溶液与硝酸钡溶液的反应

【答案】C

【解析】C 中除生成硫酸钡外，还生成了弱电解质水，离子方程式中一定还有 H_2O。

9．下列各组物质间的反应，既属于氧化还原反应，又属于离子反应的是(　　)

A．锌与稀硫酸　　B．盐酸与硝酸银溶液

C．氢气在氯气中燃烧　　D．氧化钠溶于水

【答案】A

【解析】一般有单质存在的反应是氧化还原反应，A 和 C 满足，在水溶液中发生的含电解质的反应是离子反应，A、B、D 满足。

10．离子方程式 $BaCO_3+2H^+=\!=\!=CO_2\uparrow+H_2O+Ba^{2+}$ 中的 H^+ 不能代表的物质是(　　)

①HCl　②H_2SO_4　③HNO_3　④$NaHSO_4$

⑤CH_3COOH

A．①②③　　B．③④⑤

C．②④⑤　　D．②③④

【答案】C

【解析】CH_3COOH 是弱电解质，不能拆分成离子；H_2SO_4 和 $NaHSO_4$ 中的硫酸根离子和钡离子能形成硫酸钡沉淀，硫酸钡不可拆分成离子，所以答案为 C。

广阔性训练

11．下列化学反应中，水只做氧化剂的是(　　)

A．$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$　　B．$Cl_2+H_2O=HCl+HClO$

C．$2F_2+2H_2O=4HF+O_2$　　D．$CaO+H_2O=Ca(OH)_2$

【答案】A

【解析】A. 该反应水中的氢元素由+1 价降为 0 价，只作氧化剂，A 符合题意；B. 该反应水中元素的化合价不发生变化，既不做氧化剂也不做还原剂，B 不符合题意；C. 该反应水中氧元素的化合价由-2 价升高为 0 价，只作还原剂，C 不符合题意；D. 该反应不是氧化还原反应，D 不符合题意；故答案选 A。

12．$A_2O_8^{2-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化，若反应后 $A_2O_8^{2-}$ 离子变为 AO_4^{2-} 离子，又知反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2∶1，Mn^{2+} 离子被氧化后 Mn 元素的化合价为

A．4　　B．5　　C．6　　D．7

【答案】C

【解析】假设 $A_2O_8^{2-}$ 中氧元素的化学价为-2，则 A 元素的化合价是+7 价，AO_4^{2-} 中 A 元素的化合价是+6 价，则 A 元素化合价降低 1 价，Mn^{2+} 是还原剂，设 Mn 元素的化合价升高到+x 价，则根据得失电子守恒有：2×1×2＝1×（x－2），得 x＝6，故答案选 C。

13．对于反应 $CaH_2+2H_2O=Ca(OH)_2+2H_2\uparrow$ 有下列判断，其中正确的是（　　）

①氢气只是氧化产物②氢气只是还原产物③水是氧化剂④氢化钙中的氢元素被还原⑤此反应中的氧化产物与还原产物的分子个数之比为 1∶1

A．①④　　B．②③⑤　　C．①　　D．③⑤

【答案】D

【解析】$CaH_2+2H_2O=Ca(OH)_2+2H_2\uparrow$，反应中 CaH_2 中氢元素从-1 价升高为 0 价，被氧化为氢气，做还原剂；H_2O 中氢原子化合价从+1 价降低为 0 价，被还原为 H_2，做氧化剂。

①氢气是氧化产物和还原产物，故①错误；②氢气是氧化产物和还原产物，故②错误；③H_2O 是氧化剂，故③正确；④CaH_2 中的氢元素被氧化，故④错误；⑤反应中的氧化产物与还原产物的分子个数之比为 1∶1，故⑤正确；综上所述：③⑤正确，故选 D。

14．绿色化学追求减少化工生产对环境造成的污染，下列物质中常被称为“绿色氧化剂”的是（　　）

A．$KMnO_4$　　B．H_2O_2　　C．HNO_3　　D．浓 H_2SO_4

【答案】B

【解析】A. $KMnO_4$ 的还原产物是 Mn^{2+}，对环境有一定的污染，故 A 不选；B. H_2O_2 的还原产物是水，不污染环境，故 B 选；C. HNO_3 的还原产物的 NO 或 NO_2，都是大气污染物，故 C 不选；D. 浓 H_2SO_4 的还原产物是 SO_2，会造成酸雨，故 D 不选。故选 B。

15．下列变化中必须加入还原剂才能实现的是（　　）

A．$HCl\rightarrow Cl_2$　　B．$MnO_4^-\rightarrow Mn^{2+}$　　C．$KClO_3\rightarrow O_2$　　D．$Fe\rightarrow Fe^{2+}$

【答案】B

【解析】加入还原剂使其他物质被还原，被还原的过程是物质所含元素的化合价降低。

A 氯元素的化合价升高，需要加入氧化剂，故 A 不选；B.锰元素的化合价降低，需要加入还原剂，故 B 选；C.氧元素的化合价升高，是被氧化的过程，故 C 不选；D.铁元素的化合价升高，需要加入氧化剂，故 D 不选。故选 B。

灵活性训练

16．下列说法正确的是（　　）

A．含有最高价态元素的化合物一定具有强氧化性

B．阳离子只有氧化性，阴离子只有还原性

C．元素原子在反应中失电子越多，还原性就越强

D．反应中同一反应物可能既可发生氧化反应又可发生还原反应

【答案】D

【解析】A、元素处于最高价，能得到电子，在化合物中不一定强具有氧化性，Na_2SO_4 中的 S 为＋6 价，但不表现强氧化性，故 A 错误；B、MnO_4^-是阴离子但具有强氧化性，Fe^{2+}既有氧化性又有还原性，故 B 错误；C、Na 原子在反应中失 1 个电子而 Al 原子失 3 个电子，但 Na 的还原性比 Al 强，故 C 错误；D、反应中同一反应物，既可能有元素的化合价升高，也可能有元素的化合价降低，反应中同一反应物可能既可发生氧化反应又可发生还原反应，故 D 正确；故选 D。

17．下列反应不属于氧化还原反应的是（　　）

A．$Cl_2+2KBr=Br_2+2KCl$

B．$2NH_4Cl+Ca(OH)_2\xlongequal{\triangle}CaCl_2+2NH_3\uparrow+2H_2O$

C．$3Mg+N_2\xlongequal{点燃}Mg_3N_2$

D．$2H_2O_2\xlongequal{MnO_2}2H_2O+O_2\uparrow$

【答案】B

【解析】A.$Cl_2+2KBr=Br_2+2KCl$ 中氯元素和溴元素化合价变化，属于氧化还原反应，A 错误；B.$2NH_4Cl+Ca(OH)_2\xlongequal{\triangle}CaCl_2+2NH_3\uparrow+2H_2O$ 中元素的化合价均不变化，不属于氧化还原反应，B 正确；C.$3Mg+N_2\xlongequal{点燃}Mg_3N_2$ 中镁元素和氮元素化合价变化，属于氧化还原反应，C 错误；D.$2H_2O_2\xlongequal{MnO_2}2H_2O+O_2\uparrow$中过氧化氢中的氧化合价变化，属于氧化还原反应，D 错误。故选 B。

18．氯气是一种重要的工业原料，工业上利用反应 $3Cl_2+2NH_3=N_2+6HCl$ 检查氯气管道是否漏气，下列说法错误的是（　　）

A．氧化产物为 N_2

B．该反应 NH_3 被还原

C．该反应 HCl 是还原产物

D．生成 1 mol N_2 有 6 mol 电子转移

【答案】B

【解析】A 和 B.反应中氮元素化合价又-3 价升高到 0 价，则反应中 NH_3 被氧化，氧化产物为 N_2，故 A 正确，B 错误；C.氯元素的化合价由 0 价降低到-1 价，发生还原反应，还原产物为 HCl，故 C 正确；D.氮元素化合价由－3 价升高到 0 价，则生成 1 mol N_2 时有 6 mol 电子转移，选项 D 正确。故选 B。

19．下列关于氧化还原反应的说法正确的是（　　）

A．氧化还原反应的实质是电子的转移

B．置换反应不一定是氧化还原反应

C．氧化剂发生氧化反应

D．化合反应不可能是氧化还原反应

【答案】A

【解析】A．氧化还原反应的特征为化合价变化，其实质是电子的转移，故 A 正确；B．置换反应是一种单质与一种化合物作用，生成另一种单质与另一种化合物的反应，一定有元素化合价变化，一定是氧化还原反应，故 B 错误；C．氧化剂被还原，发生还原反应，故 C 错误；D．部分化合反应如果有电子转移，表现为化合价升降的反应属于氧化还原反应，故 D 错误；答案选 A。

20．$LiAlH_4$ 是重要的储氢材料，可与水发生反应：$LiAlH_4+2H_2O=\!=\!=LiAlO_2+4H_2\uparrow$。下列说法中正确的是(　　)

A．氢气既是氧化产物又是还原产物

B．$LiAlH_4$ 既是氧化剂又是还原剂

C．若生成标准状况下 4.48 L H_2，则转移 0.4 mol 电子

D．还原剂与氧化剂的物质的量之比为 2∶1

解析：由反应方程式可知，$LiAlH_4$ 中 H 由－1 价升高为 0 价，被氧化，是还原剂，H_2O 中 H 由＋1 价降为 0 价，被还原，是氧化剂，氢气既是氧化产物又是还原产物，A 项正确、B 项错误；由反应方程式可知，每 1 mol $LiAlH_4$ 反应，转移 4 mol 电子，生成 4 mol H_2，若生成标准状况下 4.48 L(即 0.2 mol)H_2，则转移 0.2 mol 电子，C 项错误；$LiAlH_4$ 为还原剂，水为氧化剂，还原剂与氧化剂物质的量之比为 1∶2，D 项错误。答案：A