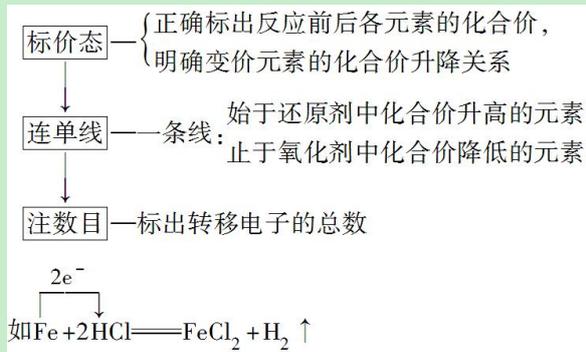


衔接点 09 氧化还原反应的表示

一、氧化还原反应中电子转移的表示方法：

1. **单线桥法**：表示氧化剂与还原剂之间电子转移的方向和总数。

(1) 基本步骤——“三步曲”。



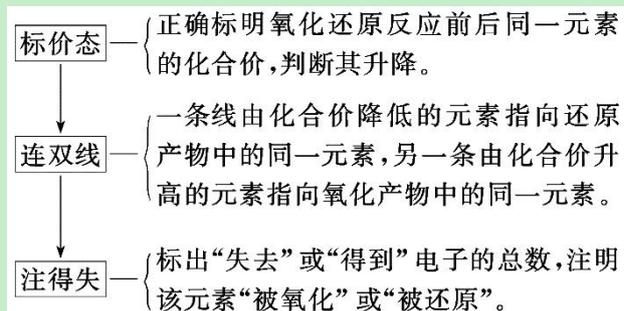
(2) 注意事项：

- ①单线桥表示反应物中变价元素原子得失电子的情况；
- ②不需标明“得”或“失”，只标明电子转移数目；
- ③箭头方向表示电子转移的方向；
- ④单线桥箭头从失电子的元素原子指向得电子的元素原子。

2. **双线桥法**：表示氧化剂及其还原产物、还原剂及其氧化产物之间电子转移情况。



(1) 双线桥法的基本写法思路：



(2) 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必须注明“得到”或“失去”的字样；
- ③还原剂失去电子总数与氧化剂得到电子总数相等；
- ④箭头方向不代表电子转移方向，仅表示电子转移前后的变化。

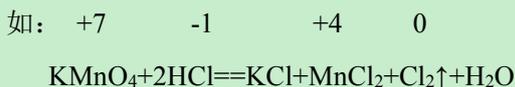
二、氧化还原反应方程式的配平

1. 配平原则：电子守恒、原子守恒、电荷守恒
2. 配平步骤（以高锰酸钾和浓盐酸反应制氯气为例）：

①标出化合价发生变化的元素的化合价。如：



②根据元素存在的实际形式调整发生了氧化还原反应的物质的系数，使之成1：1的关系。



③调整系数，使化合价升降总数相等。



④根据化合价升降总数相等确定发生氧化还原反应的物质的化学计量数。

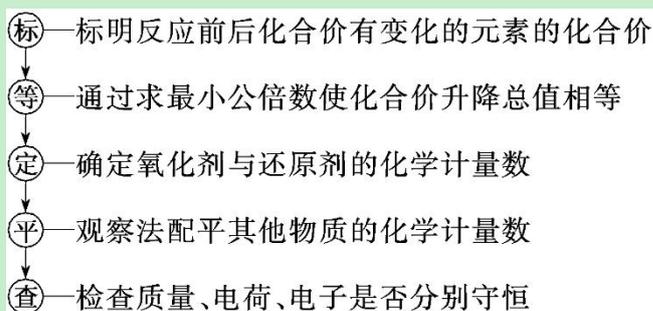


⑤利用元素守恒，用观察法配平没有参加氧化还原反应的其他物质的系数。



⑥检查方程式两边各原子的个数是否相等，离子方程式还要检查方程式两边的离子所带的电荷数是否相等。

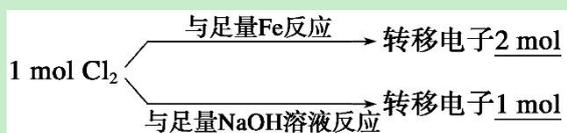
可以概括为以下要点：

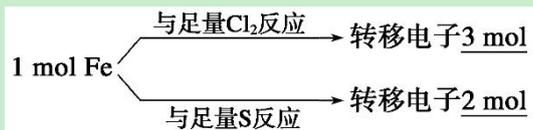


三、有关氧化还原反应计算

1. 有关电子转移数目的计算

确定反应中元素的化合价变化，找出氧化剂或还原剂的物质的量，以及1 mol 氧化剂得电子的物质的量或者1 mol 还原剂失电子的物质的量，即为转移电子的物质的量。例如：





2. 关于氧化剂、还原剂用量的计算。

(1) 计算的原则是：氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数。即常说的“电子得失守恒”。

(2) 计算方法：

- ①找出氧化剂、还原剂及相应的还原产物和氧化产物。
- ②找准一个原子或离子得失电子数。(注意化学式中粒子的个数)
- ③根据题中物质的物质的量和得失电子守恒列出等式。

$n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价-低价)} = n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价-低价)}$ 。

✕实验探究

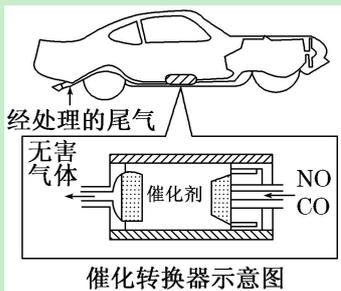
例. 现有中学化学中常见的几种物质：①O₂、②Mg、③CO、④WO₃、⑤W、⑥CO₂。

请回答下列问题：

(1) ①、②、③、④四种物质中常用作还原剂的有_____ (填序号)。

(2) 请将③、④、⑤、⑥对应物质填入下列横线上，以组成一个氧化还原反应方程式：_____ + _____ $\xrightarrow{\Delta}$ _____ + _____。

(3) 随着人们环保意识的增强，许多汽车都已经装上了如图所示的尾气处理装置。在催化剂的作用下，尾气中两种主要的有毒气体反应生成两种无害气体，两种无害气体均为空气中的成分，写出该反应的化学方程式：_____。该反应中_____是氧化剂。



✕知识拓展

常见的配平技巧

- 1. 正向配平——常规法：配平关键是确定一分子还原剂（氧化剂）化合价升高（降低）总数。
- 2. 逆向配平：此法最适用于某些物质（如硝酸、浓硫酸的反应）部分参加氧化还原反应、自身氧化还原反应及歧化反应的类型。
- 3. 整体标价法：当某一元素的原子在某化合物中有数个时，可将它作为一个整体对待，根据化合物中元素化合价代数和为零的原则予以整体标价。如 Na₂S_x，可按 S_x 的化合价总数为-2价，Fe₃O₄ 中三个 Fe



原子共为+8价确定升降标准。在氧化还原反应中，一种反应物中有两种或两种以上的元素化合价发生变化或几种不同物质中的元素化合价经变化后同存在于一种产物中。

4. 缺项配平：先配两剂及各自的氧化与还原产物，最后由质量守恒、电荷守恒确定所缺的物质的化学式（分子或离子）。一般补写酸、碱、水等。

跟踪训练

准确性训练

- 一定条件下，硝酸铵受热分解的化学方程式为： $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ （未配平），该反应中，被氧化与被还原的氮原子个数之比为（ ）

A. 5 : 3 B. 5 : 4 C. 1 : 1 D. 3 : 5
- 一定条件下，氨气与一氧化氮发生反应： $\text{NH}_3 + \text{NO} \longrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ （未配平）。在该反应中，被氧化与被还原的氮原子数之比为（ ）

A. 2 : 3 B. 3 : 2 C. 4 : 5 D. 5 : 6
- 实验室可通过以下反应制得 ClO_2 ： $2\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2\uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是（ ）

A. KClO_3 在反应中失去电子
 B. ClO_2 是氧化产物
 C. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 在反应中被氧化
 D. 1 mol KClO_3 参加反应有 2 mol 电子转移
- 对于反应 $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ （未配平），若有 0.1 mol KMnO_4 参加反应，下列说法正确的是（ ）

A. 其转移电子 0.5 mol B. 生成 Cl_2 0.5 mol
 C. 参加反应 HCl 为 16 mol D. Cl_2 是还原产物
- 在一定条件下，分别以高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢为原料制取氧气，当制得同温、同压下相同体积的氧气时，三个反应中转移的电子数之比为（ ）

A. 1 : 1 : 1 B. 2 : 2 : 1 C. 2 : 3 : 1 D. 4 : 3 : 2

敏捷性训练

- 在一定条件下， RO_3^- 和 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 RO_3^- 中，元素 R 的化合价是（ ）

A. +4 价 B. +5 价 C. +6 价 D. +7 价
- 有下列反应 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{K}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，在反应中还原产物与氧化产物的物质的量之比为（ ）



- A. 1:4 B. 1:3 C. 2:5 D. 3:2

3. 下列方程式中电子转移数目正确的是 ()

- A. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 转移 $3e^-$
 B. $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$, 转移 $5e^-$
 C. $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 转移 $6e^-$
 D. $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, 转移 $2e^-$

4. 钛(Ti)被称为继铁、铝之后的第三金属,以 TiO_2 制取 Ti 的主要反应有: ① $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$; ② $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$ 。下列叙述正确的是 ()

- A. 反应①是置换反应 B. 反应②是复分解反应
 C. 反应①中 TiO_2 是氧化剂 D. 反应②中金属镁具有还原性

5. NaNO_2 是一种食品添加剂,它能致癌。酸性 KMnO_4 溶液与 NaNO_2 反应的化学方程式为 $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2^- + \square \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ 。下列叙述中正确的是 ()

- A. 该反应中 NO_2^- 被还原 B. 反应过程中溶液的 pH 减小
 C. 生成 1 mol NaNO_3 需消耗 0.4 mol KMnO_4 D. \square 中的粒子是 OH^-

广阔性训练

1. 交警常用一种“酒精检测仪”检查司机是否酒后驾车,其反应原理为: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{CrO}_3(\text{红色}) + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{绿色}) + 2\text{CO}_2\uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$ 。若 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中碳的化合价为 -2,则对于该反应的说法正确的是 ()

- A. CrO_3 是氧化剂 B. 该反应为复分解反应
 C. 反应中转移的电子数为 $6e^-$ D. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中碳元素被还原

2. 三氟化氮(NF_3)是微电子工业中优良的等离子刻蚀气体,它在潮湿的环境中能发生反应: $3\text{NF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{NO} + \text{HNO}_3 + 9\text{HF}$ 。下列有关说法正确的是 ()

- A. NF_3 是氧化剂, H_2O 是还原剂 B. 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 2:1
 C. 若生成 0.2 mol HNO_3 , 则转移 0.2 mol 电子 D. NF_3 在潮湿的空气中泄漏会产生红棕色气体

3. Na_2FeO_4 是一种高效多功能水处理剂。一种制备 Na_2FeO_4 的方法可用化学方程式表示如下: $2\text{FeSO}_4 + 6\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2\uparrow$, 下列说法中不正确的是 ()

- A. Na_2O_2 在上述反应中只作氧化剂
 B. Na_2FeO_4 既是氧化产物又是还原产物
 C. Na_2FeO_4 处理水时,既能杀菌,又能在处理水时产生胶体净水
 D. 2 mol FeSO_4 发生反应时,共有 10 mol 电子发生转移

4. O_3 具有强氧化性,将 O_3 通入 KI 溶液中发生反应: $\text{O}_3 + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平),下列说法正确

的是 ()

- A. 配平后的离子方程式为 $2\text{O}_3 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - B. 每生成 1 mol I_2 转移电子 2 mol
 - C. O_2 是还原产物之一
 - D. 该反应能说明 O_2 的氧化性大于 I_2 的
5. 钛和钛合金在航空工业有重要应用。冶炼钛的过程中发生的反应之一为 $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 = \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ 。对此，下列说法错误的是 ()

- A. C 是还原剂
- B. TiO_2 是氧化剂
- C. 生成 1 mol TiCl_4 时，转移电子 4 mol
- D. 尾气必须净化处理

灵活性训练

1. 硫代硫酸钠可作为脱氯剂，已知 25.0 mL $0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224 mL(标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- ，则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化成 ()

- A. S^{2-}
- B. S
- C. SO_3^{2-}
- D. SO_4^{2-}

2. 已知 OCN^- 中每种元素都满足 8 电子稳定结构，在反应 $\text{OCN}^- + \text{OH}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)中，如果有 6 mol Cl_2 完全反应，则被氧化的 OCN^- 的物质的量是 ()

- A. 2 mol
- B. 3 mol
- C. 4 mol
- D. 6 mol

3. 锌与很稀的硝酸反应生成硝酸锌、硝酸铵和水。当生成 1 mol 硝酸锌时，被还原的硝酸的物质的量为

- A. 2 mol
- B. 1 mol
- C. 0.5 mol
- D. 0.25 mol

4. 24 mL 浓度为 $0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液恰好与 20 mL 浓度为 $0.02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液完全反应。已知 Na_2SO_3 可被 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化为 Na_2SO_4 ，则元素 Cr 在还原产物中的化合价为 ()

- A. +2
- B. +3
- C. +4
- D. +5

5. 用 0.1 mol/L 的 Na_2SO_3 溶液 30 mL 恰好将 2×10^{-3} mol 的 XO_4^- 还原，则元素 X 在还原产物中的化合价是

- A. +1
- B. +2
- C. +3
- D. +4