

第一部分 专题复习篇

专题4 氧化还原反应



1. 概念：氧化反应和还原反应，氧化剂和还原剂，氧化产物和还原产物。
2. 规律：反应的先后顺序，氧化性、还原性的强弱，电子得失守恒。
3. 转移电子数。
4. 氧化还原反应方程式的书写与配平。

核心考点回扣

高考题型 1 用“双线桥”理解氧化还原反应的概念

高考题型 2 氧化还原反应规律的应用

高考题型 3 氧化还原反应的综合应用

对于 $\square \text{Cu} + \square \text{HNO}_3(\text{稀}) = \square \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \square \text{NO} \uparrow + \square \text{H}_2\text{O}$ (未配平)

(1) Cu 在反应中 失 电子，发生 氧化 反应，是 还原 剂。

(2) HNO_3 在反应中 得 电子，被 还原，是 氧化 剂。

(3) 该反应的氧化产物是 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ，还原产物是 NO (填化学式)。

(4) 配平上述化学方程式。

答案 3 8 3 2 4

(5) 9.6 g 铜溶于足量稀硝酸中，转移电子数 0.3 N_A ，在标准状况下产生气体的体积为 2.24 L。

真题调研

1.(2016·上海, 13) O_2F_2 可以发生反应: $\text{H}_2\text{S} + 4\text{O}_2\text{F}_2 \rightarrow \text{SF}_6 + 2\text{HF} + 4\text{O}_2$, 下列说法正确的是 ()

A. 氧气是氧化产物

B. O_2F_2 既是氧化剂又是还原剂

C. 若生成 4.48 L HF, 则转移 0.8 mol 电子

✓ D. 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 1:4

2.(2014·山东理综，7) 下表中对应关系正确的是(?)

A	$\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$	均为取代反应
✓ B	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ <p>由油脂得到甘油 由淀粉得到葡萄糖</p>	均发生了水解反应
C	$\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$	均为单质被还原的置换反应
D	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$	均为水作还原剂的氧化还原

核心透析

解答氧化还原反应有关概念的试题并不难，只需坚持一种思想，用好一个关系，循着正确的思维程序，所有问题都可迎刃而解。

(1) 核心思想——对立统一思想

在一个氧化还原反应中，化合价有升就有降、电子有得就有失；氧化剂与还原剂、氧化产物与还原产物、氧化反应与还原反应共存于同一反应中。

(2) 关系式

得电子, 化合价降低,
被还原(发生还原反应)



失电子, 化合价升高,
被氧化(发生氧化反应)

(3) 解答氧化还原反应有关概念题的“三个步骤”

第一步：依据题意分析概念

“升失氧，降得还；剂性一致，其他相反。”“剂性一致”即氧化剂具有氧化性，还原剂具有还原性。“其他相反”即氧化剂被还原，发生还原反应，生成还原产物；还原剂被氧化，发生氧化反应，生成氧化产物。

第二步：依据规律判断反应的合理性

氧化还原反应遵循化合价互不交叉规律、强弱规律等。同学们应掌握化合价与氧化性的关系，“高价氧，低价还，中间价态两面转”。

第三步：利用电子守恒进行定量判断

有关氧化还原反应的定量问题，利用得、失电子守恒法可以简化计算过程。对于生疏的或多步氧化还原反应，可直接找出起始的氧化剂、还原剂和最终的还原产物、氧化产物，利用原子守恒和电子守恒，建立已知量与未知量的关系，快速列等式求解。

如：一定量的 Cu 与 HNO_3 完全反应产生 NO_x ，该 NO_x 又被氧化为 HNO_3 ，则 Cu 和 O_2 的关系为 $n(\text{Cu}) \times 2 = n(\text{O}_2) \times 4$ 。

考向 1 氧化还原反应概念的辨析

1. 下列化学应用中不涉及氧化还原反应的是 (?)

- A. 过氧化钠用作缺氧场所的供氧剂
- ✓ B. 热的纯碱溶液常用作物品表面油污洗涤剂
- C. 漂白粉常被用于疫区的环境消毒
- D. 铝热反应常被用于野外焊接钢轨

2. 氧化还原反应概念正误判断，正确的打“√”，错误的打“×”。

(1) 有化合价升降的化学反应一定是氧化还原反应 (√)

(2) 置换反应全部属于氧化还原反应，因为有单质参加和生成，化合价发生了变化 (√)

(3) 氧化还原反应一定属于四大基本反应类型 (×)

(4) 有单质参加或生成的化学反应一定是氧化还原反应 (×)

(5) 氧化还原反应中，反应物不是氧化剂就是还原剂 (×)

(6) 在氧化还原反应中，氧化剂和还原剂既可以是不同物质也可以是同种物质 (√)

- (7) 在氧化还原反应中，非金属单质都作氧化剂 (×)
- (8) 生成物中来源于氧化剂的是还原产物 (×)
- (9) 还原剂具有还原性，反应时本身被还原，发生还原反应 (×)
- (10) 元素从化合态变为游离态，该元素不一定被还原 (√)
- (11) 失电子越多，还原性越强，得电子越多，氧化性越强 (×)
- (12) 在同一氧化还原反应中，氧化剂的氧化性一定大于氧化产物的氧化性 (√)
- (13) 金属元素被还原，不一定得到金属单质 (×)
- (14) 含氧酸的价态越高，氧化性一定越强 () ×
- (15) 不容易得到电子的物质，肯定容易失去电子 ()

考向 2 氧化还原反应基本概念相互关系

3. 关于反应 $4\text{Al} + 3\text{TiO}_2 + 3\text{C} \rightleftharpoons 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{TiC}$ 的叙述正确的是 (?)

A. Al 是还原剂，TiC 是氧化产物

B. TiO_2 是氧化剂，TiC 是还原产物

✓ C. 反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比是 1:1

解析 根据反应方程式可知，Al 元素的化合价从 0 升高到 +3，失去 3 个电子，Al 为还原剂， Al_2O_3 为氧化产物，C 元素的化合价从 0 降低到 -4，得到 4 个电子，C 是氧化剂，TiC 为还原产物，故选项 D 正确。

4. 向硫酸铜溶液中通入足量 NH_3 后可得到深蓝色溶液 [溶质为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$] , 再向所得溶液通入 SO_2 至溶液呈微酸性发现有白色沉淀 Q 生成, 化学方程式为① $2\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 + 3\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NH}_4\text{CuSO}_3 \downarrow + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。 再将 Q 与足量的 $10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硫酸溶液混合微热, 则会发生如下反应: ② $2\text{NH}_4\text{CuSO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{?}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 对上述两个反应的有关分析中正确的是 ()

A. ①是非氧化还原反应, ②是氧化还原反应

B. 上述反应中 SO_2 的作用只相当于催化剂

C. 反应②中 CuSO_4 是氧化产物

真题调研

1.(高考选项组合题) 下列有关物质氧化性或还原性强弱的叙述错误的是(?)

A. 在 CO_2 中，Mg 燃烧生成 MgO 和 C，Mg 的还原性强于 C 的还原性 (2015·
江苏，4C)

B. 同主族元素的简单阴离子还原性越强，水解程度越大 (2013·天津理综，3C)

C. 将少量溴水加入 KI 溶液中，再加入 CCl_4 ，振荡，静置，可观察到下层液体呈紫

色，验证 Br_2 的氧化性强于 I_2 (2014·四川理综，4C)

D. 向 NaBr 溶液中滴入少量氯水和苯，振荡、静置，溶液上层呈橙红色，说明

2.[2013·广东理综，33(1)②③] 在实验室中用浓盐酸与 MnO_2 共热制取 Cl_2 并进行相关实验。

②将 Cl_2 通入水中，所得溶液中具有氧化性的含氯粒子是 Cl_2 、 HClO 、 ClO^- 。

解析 氯气与水反应生成盐酸和次氯酸（具有较强的氧化性），次氯酸电离生成的 ClO^- 、溶液中溶解的 Cl_2 也具有氧化性；

③ 设计实验比较 Cl_2 和 Br_2 的氧化性，操作与现象是：取少量新制氯水和 CCl_4 加入一定量的 NaBr 溶液，充分振荡，静置，若观察到 CCl_4 层呈橙红色，证明 Cl_2 的氧化性强于 Br_2 。

解析 比较 Cl_2 和 Br_2 的氧化性强弱，可以通过非金属单质间的置换反应来判断，即把溴化钠溶液加入到盛有新制氯水以及四氯化碳的试管中，然后振荡，静置后可发现溶液出现分层现象，下层溶液变为橙红色（说明生成了溴单质），从而说明 Cl_2 的氧化性强于 Br_2 。

氧化还原反应规律的应用

(1) 强弱规律

① 比较氧化性或还原性强弱

氧化性：氧化剂 $>$ 氧化产物

还原性：还原剂 $>$ 还原产物

② 判断反应能否进行：由强制弱

③ 判断竞争反应的顺序：强者优先

(2) 价态规律

① 判断表现氧化性或还原性：高价氧，低价还。

② 判断“歧化”反应、“归中”反应元素化合价变化。

③ 判断氧化还原反应的产物：同种元素不同价态之间发生反应“只靠拢，不交叉”。

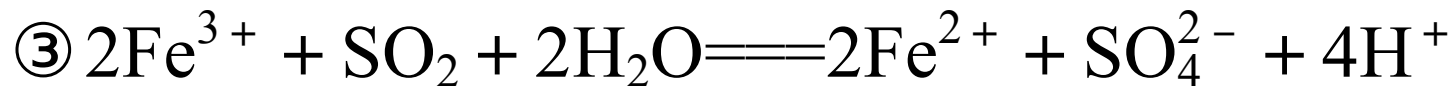
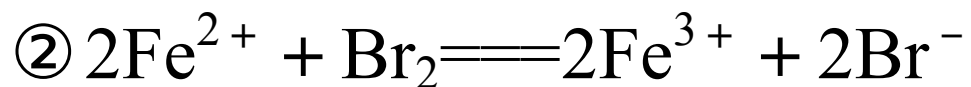
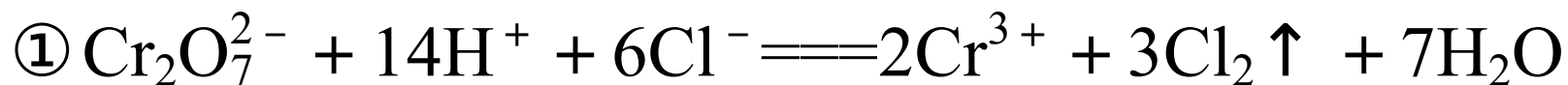
(3) 守恒规律

① 计算反应中转移电子数；参与氧化还原反应物质间的数量关系；氧化产物或还原产物中元素的价态。

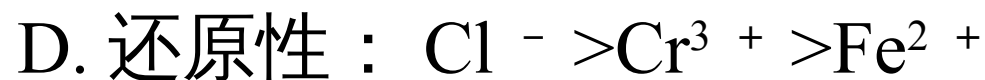
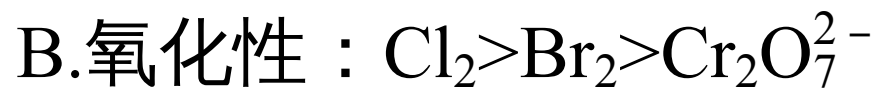
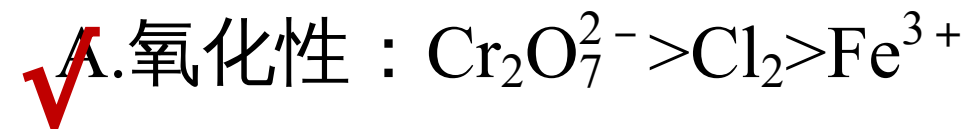
② 配平氧化还原反应方程式。

考向 1 强弱规律的应用

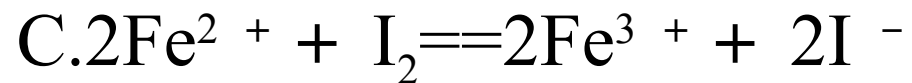
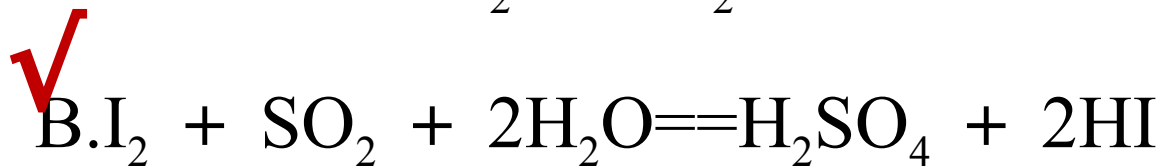
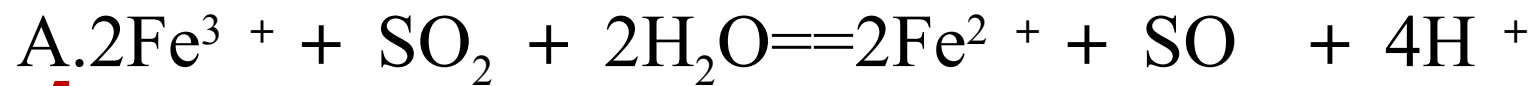
1. 现有下列几个离子反应：



下列有关性质的比较中正确的是(?)



2. 已知 I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 Cl^- 和 H_2O_2 均有还原性，它们在酸性溶液中还原性的顺序为 $SO_2 > I^- > Fe^{2+} > H_2O_2 > Cl^-$ ，则下列反应不可能发生的是 ()



3. 向溶质为 FeBr_2 、 FeI_2 的溶液中通入一定量的氯气，再向反应后的溶液中滴加 KSCN 溶液，结果溶液变为红色。则下列叙述不正确的是(?)

- A. 原溶液中的 Br^- 不一定被氧化
- B. 通入氯气之后原溶液中的 Fe^{2+} 一定被氧化
- C. 不能确定通入氯气之后的溶液中是否存在 Fe^{2+}
- ✓ D. 若取少量所得溶液，再加入 CCl_4 溶液，静置、分液，向上层溶液中加入足量的 AgNO_3 溶液，能产生黄色沉淀

解析 三种具有还原性的离子，还原性由强到弱的顺序为 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ，被氯气氧化的顺序依次为 $\text{I}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Br}^-$ 。

4. 铋 (Bi) 位于元素周期表中第V A 族，其价态为 + 3 时较稳定，铋酸钠 (NaBiO₃) 溶液呈无色。现取一定量的硫酸锰 (MnSO₄) 溶液，向其中依次滴加下列溶液，对应的现象如表所示：

加入溶液	① 适量铋酸钠溶液	② 过量的双氧水	③ 适量 KI- 淀粉溶液
实验现象	溶液呈紫红色	溶液紫红色	溶液变成蓝色

则 NaBiO₃、KMnO₄、I₂、H₂O₂ 的氧化性由强到弱的顺序为(?)

- A. I₂、H₂O₂、KMnO₄、NaBiO₃
- B. H₂O₂、I₂、NaBiO₃、KMnO₄
- C. NaBiO₃、KMnO₄、H₂O₂、I₂**
- D. KMnO₄、NaBiO₃、I₂、H₂O₂

考向 2 电子守恒规律的应用

5. 汽车剧烈碰撞时，安全气囊中发生反应： $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + 16\text{N}_2 \uparrow$ 。下列说法正确的是(?)

A. KNO_3 是还原剂，其中氮元素被氧化

B. 生成物中的 N_2 是氧化产物， K_2O 是还原产物

✓ C. 每转移 1 mol 电子，可生成标准状况下 N_2 的体积为 35.84 L

D. 若有 65 g NaN_3 参加反应，则被氧化的 N 的物质的量为 3.2 mol

6. 已知 FeS_2 与某浓度的 HNO_3 反应时生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 H_2SO_4 和某单一的还原产物，若 FeS_2 和参与反应的 HNO_3 的物质的量之比为 1:8，则该反应的还原产物是 ()

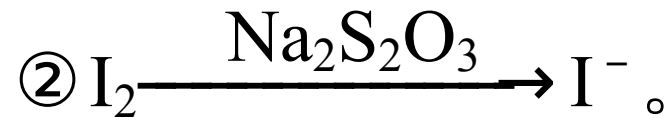
A. NO_2

✓ B. NO

C. N_2O

D. NH_4NO_3

7. 已知：



则下列说法正确的是 (?)

A. 上述转化说明还原性： $\text{I}^- > \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 > \text{Br}^-$

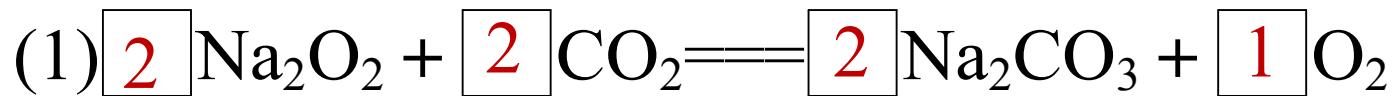
B. 每生成 1 mol IO_3^- ，同时反应 2.5 mol Br_2

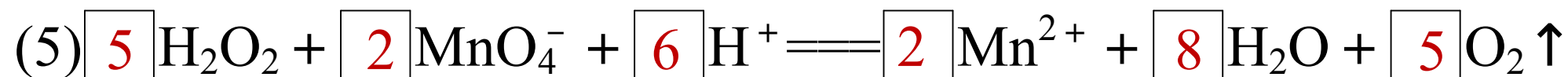
C. 生成 I_2 的反应中氧化剂与还原剂物质的量之比为 1:5

D. 有氧化产物 Br^- 生成

考向 3 一般氧化还原方程式的配平

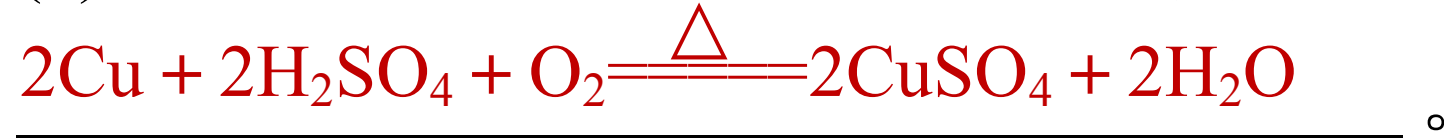
8. 配平下列化学 (离子) 方程式。





9. 按要求完成下列方程式。

(1) 铜和稀硫酸不反应，向其中通入热空气后反应的化学方程式：



(2) 用热的氢氧化钠溶液洗去试管内壁上的硫黄，反应的化学方程式：



(3) 空气中久置的硫化钠溶液，产生淡黄色沉淀的离子方程式：



(4) ~~4OH⁻~~ 除去氯化铁溶液中的氯化亚铁，加入 H₂O₂ 的离子方程式：



真题调研

按要求完成下列氧化还原反应的方程式

(1)[2016·全国卷 II, 26(2)] 实验室中可用次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨, 反应的化学方程式为 $\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析 次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨的反应中, 氮元素的化合价由氨分子中的 -3 价升高到联氨分子中 -2 价, 氯元素的化合价由次氯酸钠中的 $+1$ 价降低到 -1 价, 根据化合价升高与降低总数相等和原子守恒配平化学方程式为 $\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)[2016·天津理综，9(3)] $\text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)其化学计量数依次为 1,2,4,1,1,3。

解析 由 Mn 元素的化合价由 +4 价降低到 +2 价，碘元素的化合价由 -1 价升高到 0 价，根据化合价升降总数相等，反应②配平后化学方程式为 $\text{MnO}(\text{OH})_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，故其化学计量数依次为 1,2,4,1,1,3。

(3)[2016全国卷I , 27(4)] + 6 价铬的化合物毒性较大, 常用 NaHSO_3 将废液中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原成 Cr^{3+} , 该反应的离子方程式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{HSO}_3^- + 5\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

解析 根据得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒可写出 NaHSO_3 将废液中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原成 Cr^{3+} 反应的离子方程式： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{HSO}_3^- + 5\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(4)[2016·四川理综，8(5)]在稀硫酸中，Cr的最高价含氧酸的钾盐(橙色)氧化氧的一种氢化物，Cr被还原为+3价，该反应的化学方程式是



解析 铬的最高价的钾盐为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，将 H_2O_2 氧化为 O_2 ，自身被还原为 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ，注意溶液呈酸性，配平。

核心透析

1. 新情景下氧化还原反应方程式的书写技巧

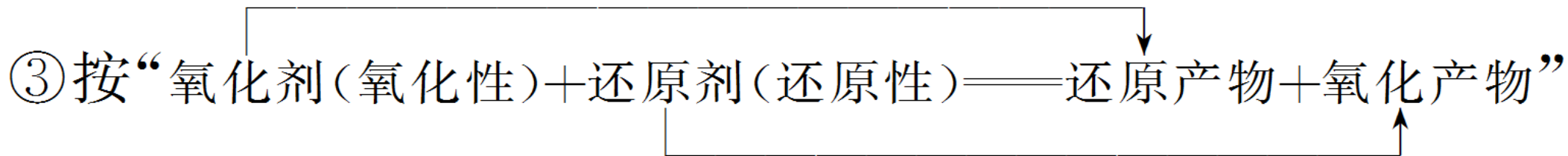
(1) 熟记常见的氧化剂、 氧化剂	Cl_2	O_2	还原剂及 浓 H_2SO_4	对应产物 HNO_3	KMnO_4 (H^+) 、 MnO_2	Fe^{3+}	KClO_3 、 ClO^-	H_2O_2
还原 产物	Cl^-	O^{2-}	SO_2	NO 或 NO_2	Mn^{2+}	Fe^{2+}	Cl^-	H_2O
还原剂	I^- (HI)	S^{2-} (H_2S)	CO 、 C	Fe^{2+}	NH_3	SO_2 $\frac{2}{3}-$ SO	H_2O_2	
氧化 产物	I_2	S	CO_2	Fe^{3+}	NO	SO $\frac{2}{4}-$	O_2	

(2) 配平四步骤

① 根据题目的流程图或题干信息，确定反应物和部分生成物。

② 判断反应中变价元素的化合价并利用元素化合价的升降判断出氧化产物或还原产物。

③ 按“氧化剂(氧化性)+还原剂(还原性)——还原产物+氧化产物”



写出方程式，并按化合价升降原则配平参与氧化还原反应的各物质的化学计量数。

④ 根据元素守恒，补充其他反应物或生成物，一般为水、酸 (H^+) 或碱 (OH^-)。

(3) 补项两原则

条件	补项原则
酸性条件下	缺 H(氢) 或多 O(氧) 补 H^+ , 少 O(氧) 补 H_2O (水)
碱性条件下	缺 H(氢) 或多 O(氧) 补 H_2O (水) , 少 O(氧) 补 OH^-

2. 解氧化还原反应综合类试题的技巧

- (1) 需要理清反应过程，运用相应的反应规律，如“以强制弱”、“强者优先”等进行判断。
- (2) 要注意运用守恒规律，无论是计算，生成物的判断、方程式的配平等，都可结合得失电子守恒、质量守恒、电荷守恒等规律进行分析。
- (3) 多步连续进行的氧化还原反应，只要中间各反应过程中电子没有损耗，可直接找出起始物和最终生成物，删去中间产物，建立二者之间的电子守恒关系，快速求解。

考向 1 陌生氧化还原反应方程式(离子方程式)的书写

1. 按要求完成下列方程式。

(1) 已知在酸性介质中 FeSO_4 能将 +6 价铬还原成 +3 价铬。写出 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 FeSO_4 溶液在酸性条件下反应的离子方程式：



(2) 用 $\text{NaClO} - \text{NaOH}$ 溶液氧化 AgNO_3 ，制得高纯度的纳米级 Ag_2O_2 。

写出该反应的离子方程式：

$$\underline{2\text{Ag}^+ + \text{ClO}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{O}_2 \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}}。$$

(3) KMnO_4 氧化废水中 Mn^{2+} 生成 MnO_2 的离子方程式为

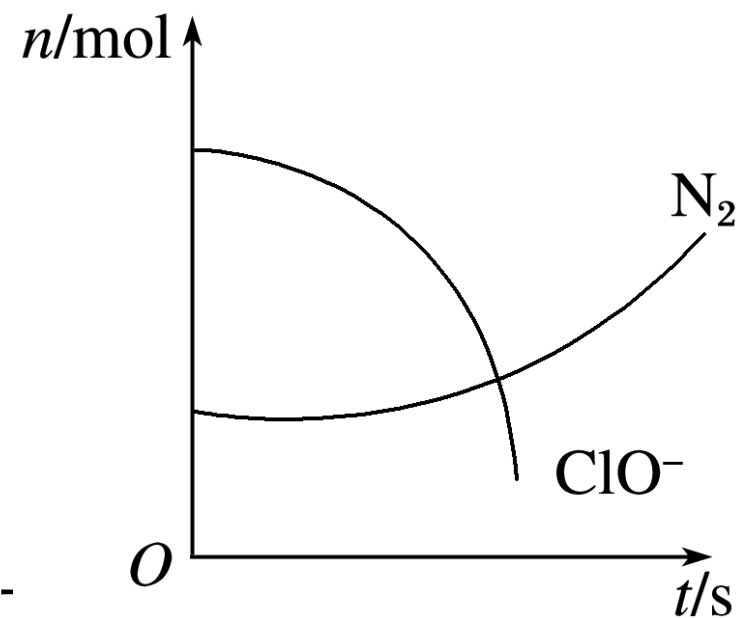
$$3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$$

(4) 将过碳酸钠 ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$) 溶于水配成溶液，加入适量稀硫酸，再加入足量 KI ，充分反应后加入少量淀粉试剂，溶液呈蓝色，其反应的化学方程式为

$$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

考向 2 新情景下生成物的推断与方程式书写

2. 某容器中发生了一个化学反应, 反应过程中存在 H_2O 、 ClO^- 、 CN^- 、 HCO_3^- 、 N_2 、 Cl^- 六种粒子, 在反应过程中测得 ClO^- 和 N_2 的物质的量随时间变化的曲线如图所示。下列判断中正确的是(?)



A. 还原剂是 CN^- , 氧化产物只有 N_2

B. 氧化剂是 ClO^- , 还原产物是 HCO_3^-

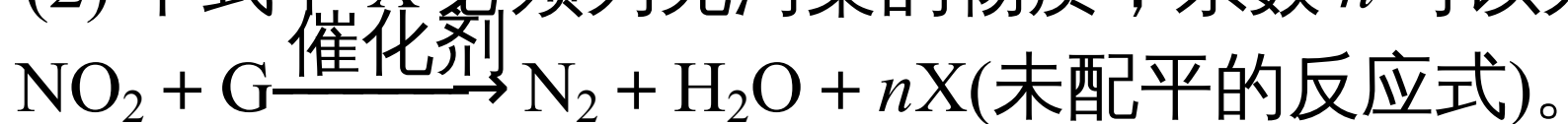
✓ C. 配平后氧化剂与还原剂的化学计量数之比为 5:2

D. 标准状况下若生成 2.24 L N_2 , 则转移 0.5 mol 电子

3. 氮氧化合物是大气污染的重要因素，将 NO_x 转化为无害物质是当前研究的重要课题。

(1) 将 NO_2 在适当的反应条件下变成无害的 N_2 ，必须要找到适合的物质 G，G 应为 ^{还原剂}_____ (填“氧化剂”或“还原剂”)。

(2) 下式中 X 必须为无污染的物质，系数 n 可以为 0。



下列化合物中，满足上述反应式中的 G 是 ^{ad}___ (填字母)。

a. NH_3

b. CO_2

c. SO_2

d. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

(3) 若 G 为天然气的主要成分，则 X 为 ^{CO_2} ___，¹ $n =$ ___。

4. 次磷酸 (H_3PO_2) 是一种精细磷化工产品，具有较强还原性，回答下列问题：

(1) H_3PO_2 及 NaH_2PO_2 均可将溶液中的 Ag^+ 还原为银，从而可用于化学镀银。

① H_3PO_2 中，P 元素的化合价为 H_3PO_4 _____。

解析 ① H_3PO_2 中 P 元素化合价为 +1。

② 利用 H_3PO_2 进行化学镀银反应中，氧化剂与还原剂的物质的量之比为

② 根据 H_3PO_2 与 Ag^+ 反应中两者物质的量之比为 1:4, 4 mol Ag^+ 在反应中 4:1，则氧化产物为 _____ (填化学式)。

得到 4 mol e^- ，1 mol H_3PO_2 则失去 4 mol e^- ，所以 P 元素将显 +5 价，

产物为 H_2PO_4^- ，即氧化产物为 H_2PO_4^- 。

(2) H_3PO_2 的工业制法是将白磷 (P_4) 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成 PH_3 气体和 $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ ，后者再与 H_2SO_4 反应。写出白磷与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的化学

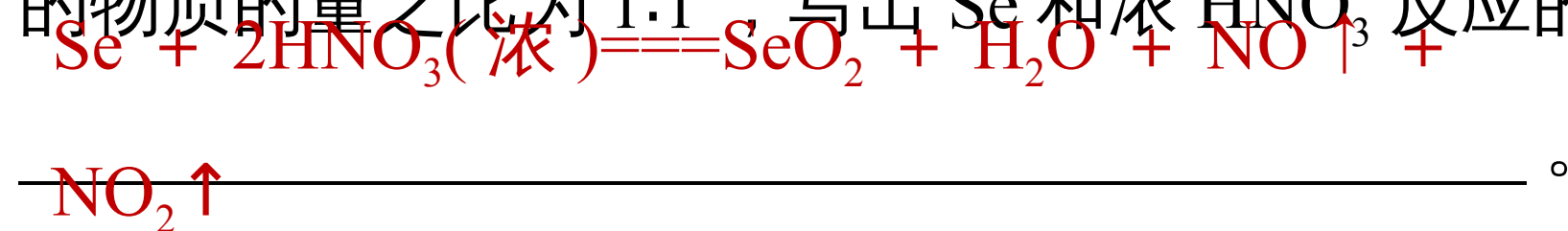
方程式： $6\text{H}_2\text{O} + 2\text{P}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons 2\text{PH}_3 \uparrow + 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 。

解析 依据氧化还原反应方程式配平原则，得 $6\text{H}_2\text{O} + 2\text{P}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons 2\text{PH}_3 \uparrow + 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 。

考向 3 综合考查

5. 硒与硫是同一主族元素，二氧化硒 (SeO_2) 是一种氧化剂，其被还原后的单质硒可能成为环境污染物，通过与浓 HNO_3 或浓 H_2SO_4 反应生成 SeO_2 以回收 Se。完成下列填空：

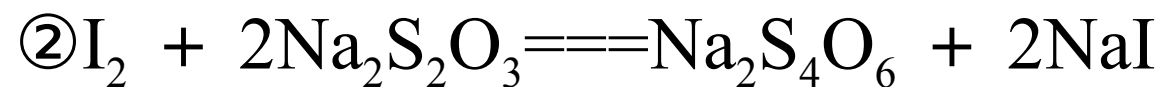
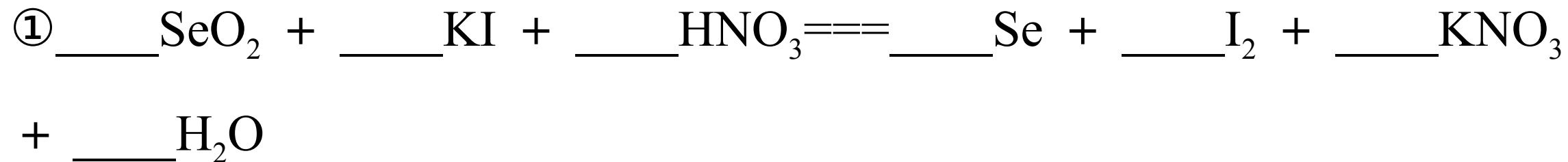
(1) Se 和浓 HNO_3 反应的还原产物为 NO 和 NO_2 ，且 NO 和 NO_2 的物质的量之比为 1:1，写出 Se 和浓 HNO_3 反应的化学方程式：



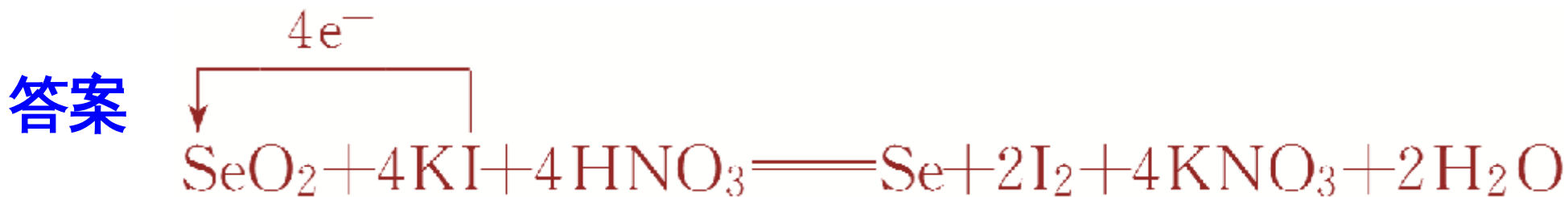
(2)已知： $\text{Se} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{SeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ； $2\text{SO}_2 + \text{SeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Se} + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ ，则 SeO_2 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 、 SO_2 的氧化性由强到弱的顺序是 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{SeO}_2 > \text{SO}_2$ 。

解析 在氧化还原反应中，氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性，所以根据反应的方程式可知， SeO_2 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 、 SO_2 的氧化性由强到弱的顺序是 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{SeO}_2 > \text{SO}_2$ 。

(3) 回收得到的 SeO_2 的含量，可以通过下面的方法测定：



配平方程式①，用单线桥法标出电子转移的方向和数目。



(4) 实验中，准确称量 SeO_2 样品 0.150 g ，消耗了 $0.2000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 25.00 mL ，所测定的样品中 SeO_2 的质量分数为 **92.5%**

解析 根据反应的方程式可知 $\text{SeO}_2 \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，消耗的 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

$= 0.2000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.025 \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$ ，根据关系式计算样品中 $n(\text{SeO}_2$

$= 0.005 \text{ mol} \times \frac{1}{4} = 0.00125 \text{ mol}$ ，故 SeO_2 的质量为 $0.00125 \text{ mol} \times 111$

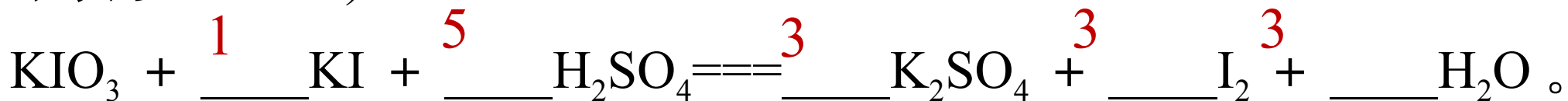
$\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0.13875 \text{ g}$ ，所以样品中 SeO_2 的质量分数为 $\frac{0.13875 \text{ g}}{0.1500 \text{ g}} \times 100\%$

$= 92.5\%$ 。

6.2016年5月15日是我国第23个“防治碘缺乏病日”，宣传的主题是“坚持科学补碘，预防碘缺乏病”。某地市场销售的某种食用精制盐配料为食盐、碘酸钾、抗结剂，某学生为了测定其中的碘含量，设计步骤如下：

- 准确称取 W g 食盐，加适量蒸馏水使其完全溶解；
- 用稀硫酸酸化所得溶液，加入足量 KI 溶液，使 KIO_3 与 KI 反应完全；
- 以淀粉溶液为指示剂，逐滴加入物质的量浓度为 $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 10.0 mL，恰好反应完全。

(1) 碘酸钾与碘化钾在酸性条件下发生如下反应，配平化学方程式（将化学计量数填于空白处）：



(2) 向碘的四氯化碳溶液中加入足量 Na_2SO_3 稀溶液，将 I_2 还原，以回收四氯化碳。 Na_2SO_3 稀溶液与 I_2 反应的离子方程式是

$$\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$$

解析 Na_2SO_3 稀溶液与 I_2 反应， Na_2SO_3 具有还原性，被氧化为 Na_2SO_4 ， I_2 具有氧化性，被还原为 I^- ，根据电荷守恒和原子守恒写出并配平离子方程式： $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 。

(3)①上述 c 反应常用于定量测定碘的含量。I₂ 与 Na₂S₂O₃ 溶液反应的离

子方程式是
$$\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$$
 _____。

②判断 c 中反应恰好完全所依据的现象是 _____ 滴最后一滴

溶液，由蓝色恰好变为无色，且半分钟内不变色
_____。

③b 中反应所产生的 I₂ 的物质的量是 1.0×10^{-5} mol。