

氧化还原反应方程式的配平

【知识点的知识】

- 1、配平方法：
- 2、配平原则：电子守恒、原子守恒、电荷守恒
- 3、配平步骤：

化合价升降法的基本步骤为：“一标、二等、三定、四平、五查”。

“一标”指的是标出反应中发生氧化和还原反应的元素的化合价，注明每种物质中升高或降低的总价数。

“二等”指的是化合价升降总数相等，即为两个互质（非互质的应约分）的数交叉相乘。

“三定”指的是用跟踪法确定氧化产物、还原产物化学式前的系数。

“四平”指的是通过观察法配平其它各物质化学式前的系数。

“五查”指的是在有氧元素参加的反应中可通过查对反应式左右两边氧原子总数是否相等进行复核（离子反应还应检查电荷数是否相等），如相等则方程式已配平，最后将方程式中“=”改为“=”。

【命题方向】

题型：常规配平步骤考察

典例

已知离子方程式： $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{AsO}_4^{3-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO} \uparrow + \underline{\hspace{2cm}}$ （未配平），下列说法错误的是（ ）

- A. 配平后水的计量数为 4 B. 反应后溶液呈酸性
C. 配平后氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3: 28 D. 氧化产物为 AsO_4^{3-} 和 SO_4^{2-}

分析：反应中 $\text{As}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{AsO}_4^{3-}$ 、 SO_4^{2-} ，As 元素化合价由+3 价升高为 AsO_4^{3-} 中+5 价，S 元素化合价由-2 价升高为 SO_4^{2-} 中+6 价，故 As_2S_3 是还原剂， AsO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 是氧化产物， $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}$ ，N 元素化合价由+5 价降低为 NO 中+2 价，故 NO_3^- 是氧化剂， NO 是还原产物，根据化合价升降配平所含元素化合价变化的各物质的系数，再根据原子守恒、电荷守恒确定缺项物质，配平方程式，据此解答。

解答：反应中 $\text{As}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{AsO}_4^{3-}$ 、 SO_4^{2-} ，As 元素化合价由+3 价升高为 AsO_4^{3-} 中+5 价，S 元素化合价由-2 价升高为 SO_4^{2-} 中+6 价，化合价共升高 $2 \times (5-3) + 3 \times [6 - (-2)] = 28$ ， $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}$ ，N 元素化合价由+5 价降低为 NO 中+2 价，化合价共降低 3 价，故化合价升降最小公倍数为 84，故 As_2S_3 系数为 3， NO_3^- 系数为 4，根据原子守恒可知， AsO_4^{3-} 系数为 6， SO_4^{2-} 系数为 9， NO 系数为 28，根据电荷守恒可知，缺项为 H^+ ，故 H^+ 系数为 8，由原子守恒可知，故 H_2O 的系数为 4，配平后离子方程式为： $3\text{As}_2\text{S}_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 28\text{NO}_3^- = 6\text{AsO}_4^{3-} + 9\text{SO}_4^{2-} + 28\text{NO} \uparrow + 8\text{H}^+$ ，

- A. 由上述分析可知，配平后水的系数为 4，故 A 正确；
B. 反应后有 H^+ 生成，溶液呈酸性，故 B 正确；
C. As_2S_3 是还原剂， NO_3^- 是氧化剂，氧化剂与还原剂的物质的量之比为 28: 3，故 C 错误；
D. 反应中 $\text{As}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{AsO}_4^{3-}$ 、 SO_4^{2-} ，As 元素化合价由+3 价升高为 AsO_4^{3-} 中+5 价，S 元素化合价由-2 价升高为 SO_4^{2-} 中+6 价， AsO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 是氧化产物，故 D 正确；

故选 C。

点评：本题考查氧化还原反应基本概念、配平及有关计算等，难度中等，确定缺项物质是解题的关键。

【解题方法点拨】特殊配平法：

(1) 逆向配平法：

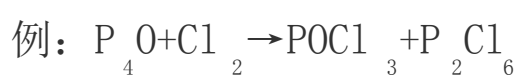
部分氧化还原反应、自身氧化还原反应等可用逆向配平法（歧化反应从右向左配，归中反应从左向右配）

例：

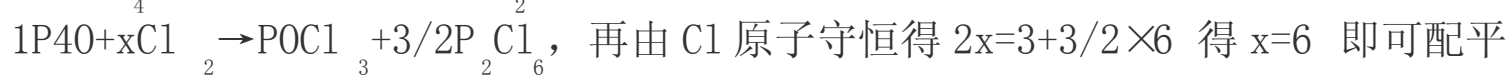
通过表明氧化产物、还原产物化合价的升降，确定 CrCl_3 、 Cl_2 的计量数为 2 和 3，然后再用观察法配平。

(2) 设“配平法”：

设某一反应物或生成物（一般选用组成元素较多的物质作基准物）的化学计量数为 1，其余各物质的化学计量数可根据原子守恒原理列方程求得。



可令 P_4O_{10} 前的系数为 1， Cl_2 的系数为 x ，则



(3) 零价配平法：

先令无法用常规方法确定化合价的物质中各元素均为零价，然后计算出各元素化合价的升降值，并使元素化合价升降总数相等，最后用观察法配平其他物质的化学计量数。

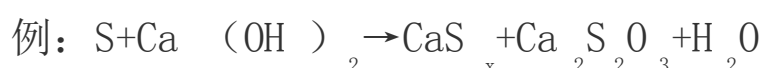


复杂化合物 Fe_3C 按照常规方法分析，无法确定其 Fe 和 C 的具体化合价，此时可令组成物质的各元素化合价为零价，根据化合价升降法配平。

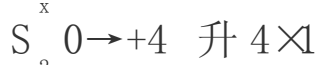
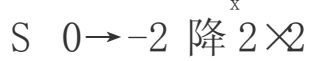
再用观察法确定物质的化学计量数。

(4) 整体标价法：

当某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原则予以整体标价。



生成物 CaS 、 CaS_2O_3 中的 S_x 、 S_2 作为一个整体标价为 -2、+4 价，则化合价升降关系为：



即可配平。

(5) 缺项配平法：

一般先确定氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的化学计量系数，再通过比较反应物与生成物，确定缺项（一般为 H_2O 、 H^+ 或 OH^- ），最后观察配平。

(6) 有机氧化还原反应的配平：

有机物中元素的化合价一般来讲，氢元素显 +1 价，氧元素显 -2 价，然后再根据化合价的代数和为零求酸碳元素的平均化合价。

一、选择题（共 15 小题）

1. 在过量的稀硫酸溶液中加入 5.6g Fe 粉，待反应完全后，再加入 50mL $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KNO}_3$ 溶液，恰好反应完全。该反应的方程式为：“ $\text{FeSO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{N}_x\text{O}_y + \text{H}_2\text{O}$ ”，则对该反应的下列说法正确的是（ ）

A. 反应中还原产物是 NO

B. 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 1: 8

- C. 反应过程中转移的电子数为 $4e^-$
 D. 化学方程式中按物质顺序的计量数是：8、2、5、1、4、1、5

2. 做实验时不小心粘了一些高锰酸钾，皮肤上的黑斑很久才能消除，如果用草酸的稀溶液洗涤马上可以复原，其离子方程式为： $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnO}_4^- + \text{Mn}^{2+} + \square$ 关于此反应的叙述正确的是（ ）

- A. 该反应的氧化剂是 MnO_4^-
 B. 该反应右边方框内的产物是 OH^-
 C. 该反应电子转移总数是 $5e^-$
 D. 配平该反应后， H^+ 的系数是 16

3. 化学反应 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ 经配平后，还原剂的化学计量数为（ ）
 A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

4. 已知氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ， FeI_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 ，发生反应的离子方程式为： $a\text{Fe}^{2+} + b\text{I}^- + c\text{Cl}_2 \rightarrow d\text{Fe}^{3+} + e\text{I}_2 + f\text{Cl}^-$ 下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应，其中不符合反应实际的是（ ）

- A. 2 4 3 2 2 6 B. 0 2 1 0 1 2
 C. 2 0 1 2 0 2 D. 2 10 6 2 5 12

5. NaNO_2 是一种食品添加剂，它能致癌，酸性 KMnO_4 溶液与 NaNO_2 反应的离子方程式为： $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \square \text{H}_2\text{O}$ （未配平）。下列叙述正确的是（ ）

- A. 反应后溶液 pH 下降
 B. 通常用盐酸酸化的高锰酸钾溶液
 C. 方框中粒子为 NO_2
 D. 当生成 1 mol Mn^{2+} 需消耗 2.5 mol NO_2^-

6. 高锰酸钾溶液在酸性条件下可以与亚铁离子反应，离子方程式如下（未配平）：
 $\square \text{MnO}_4^- + \square \text{Fe}^{2+} + \square \text{H}^+ \rightarrow \square \text{K}_2\text{SO}_4 + \square \text{Mn}^{2+} + \square \text{Fe}^{3+} + \square \text{H}_2\text{O}$ ，下列有关说法正确的是（ ）

- A. MnO_4^- 和 H^+ 是氧化剂， Fe^{2+} 是还原剂
 B. H_2O 既是氧化物又是还原物
 C. 每生成 1mol 水转移 1.2mol 的电子
 D. Fe^{2+} 的还原性强于 Mn^{2+}

7. 在 $x\text{R}^{2+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 = m\text{R}^{3+} + n\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式中，对系数 m 的判断正确的是（ ）
 A. $m=4$ B. $m=n$ C. $m=2$ D. $m=y=3$

8. 已知氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ， FeBr_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 ，发生反应的离子方程式为： $a\text{Fe}^{2+} + b\text{Br}^- + c\text{Cl}_2 \rightarrow d\text{Fe}^{3+} + e\text{Br}_2 + f\text{Cl}^-$ ，下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应，其中不符合反应实际的是（ ）

- A. 2 4 3 2 2 6 B. 0 2 1 0 1 2
 C. 2 0 1 2 0 2 D. 2 2 2 2 1 4

9. 有一个未完成的离子方程式： $+XO_3^-+6H^+=3X_2+3H_2O$ 。据此判断下列说法中正确的是（ ）

- A. X 可能是周期表中第二周期元素
- B. X 元素的原子最外层上有 7 个电子
- C. X_2 是还原产物， H_2O 是氧化产物
- D. 若生成 3mol X_2 ，转移 6mol 电子

10. 把图 B 中的物质补充到图 A 中，可得到一个完整的氧化还原型离子方程式（未配平）

对该氧化还原反应型离子方程式说法不正确的是（ ）

- A. IO_3^- 作氧化剂
- B. 氧化剂和还原剂的物质的量之比为 5: 2
- C. 若有 2 mol Mn^{2+} 参加反应时则转移 10 mol 电子
- D. 配平后 Mn^{2+} 、 H^+ 的化学计量数分别为 2、3

11. 火星的岩层中含有丰富的高氯酸盐，实验室中可用碘水测定其含量，相关反应为： $ClO_4^-+I_2+X \rightarrow Cl^-+IO_3^-+Y$ ，则 X、Y 分别为（ ）

- A. H^+ 、 H_2O
- B. OH^- 、 H_2O
- C. H_2O 、 H^+
- D. H_2O 、 OH^-

12. 已知氧化性 $Fe^{3+} > I_2$ 。向 FeI_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 ，发生反应的离子方程式为：

$a Fe^{2+} + b I^- + c Cl_2 \rightarrow d Fe^{3+} + e I_2 + f Cl^-$ 。下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应，其中不符合反应实际的是（ ）

- A. 2, 4, 3, 2, 2, 6
- B. 0, 2, 1, 0, 1, 2
- C. 2, 0, 1, 2, 0, 2
- D. 2, 8, 5, 2, 4, 10

13. 将 $NO_3^-+Zn+OH^-+H_2O \rightarrow NH_3+Zn(OH)_4^{2-}$ 配平后，离子方程式中 H_2O 的系数是（ ）

- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8

14. 已知单质铁溶于一定浓度的 HNO_3 溶液中反应的离子方程式为： $aFe+bNO_3^-+cH^+=dFe^{2+}+fFe^{3+}+gNO \uparrow+hN_2O \uparrow+kH_2O$ ，化学计量数 a~k 均为正整数。则它们之间的关系错误的是（ ）

- A. $c=4g+10h$
- B. $a+c=d+f$
- C. $2d+3f=3g+8h$
- D. $c-b=2d+3f$

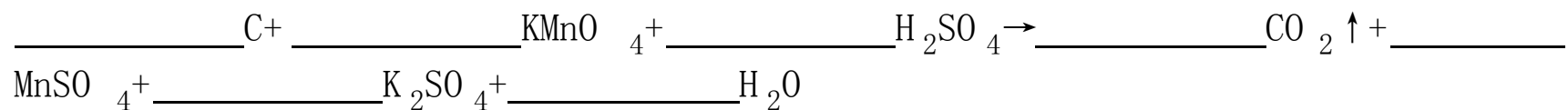
15. 水热法制备纳米颗粒 Y（化合物）的反应为 $3Fe^{2+}+2S_2O_3^{2-}+O_2+aOH^- \rightarrow Y+S_4O_6^{2-}+2H_2O$ ，下列说法中，不正确的是（ ）

- A. $a=4$
- B. Y 的化学式为 Fe_2O_3
- C. $S_2O_3^{2-}$ 是还原剂
- D. 每有 1mol O_2 参加反应，转移的电子总数为 4mol

二、填空题（共 5 小题）（除非特别说明，请填准确值）

16. “低碳循环”已引起各国家的高度重视，而如何降低大气中 CO_2 的含量和有效地开发利用 CO_2 正成为化学家研究的主要课题。

(1) 用电弧法合成的储氢纳米碳管常伴有大量的碳纳米颗粒(杂质), 这种颗粒可用如下氧化法提纯, 请完成该反应的化学方程式:



将不同量的 CO(g) 和 H₂O(g) 分别通入到体积为 2L 的恒容密闭容器中, 进行反应 CO(g) + H₂O(g) ⇌ CO₂(g) + H₂(g), 得到如下两组数据:

实验组 温度/°C 起始量/mol 平衡量/mol 达到平衡所需时间/min

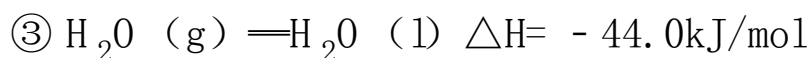
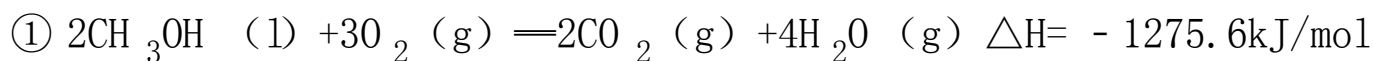
	CO	H ₂ O	H ₂	CO ₂	
1	650	4	2	1.6	2.4
2	900	2	1	0.4	1.6

① 实验 2 条件下平衡常数 K = _____.

② 实验 3, 若 900°C 时, 在此容器中加入 CO、H₂O、CO₂、H₂ 均为 1mol, 则此时 v_正 _____ v_逆 (填“<”, “>”, “=”).

③ 由两组实验结果, 可判断该反应的正反应 ΔH _____ 0 (填“<”, “>”, “=”).

(3) 已知在常温常压下:



写出甲醇不完全燃烧生成一氧化碳和液态水的热化学方程式: _____

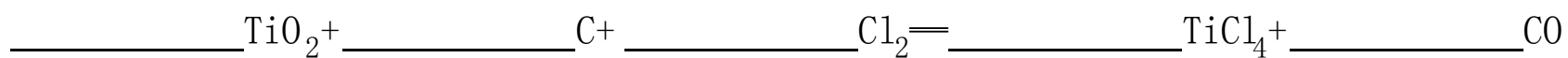


① 已知该反应的 ΔH > 0, 简述该设想能否实现的依据: _____.

② 目前, 在汽车尾气系统中装置催化转化器可减少 CO 和 NO 的污染, 其化学反应方程式为 _____.

(5) CO₂ 在自然界循环时可与 CaCO₃ 反应, CaCO₃ 是一种难溶物质, 其 K_{sp} = 2.8 × 10⁻⁹. CaCl₂ 溶液与 Na₂CO₃ 溶液混合可形成 CaCO₃ 沉淀, 现将等体积的 CaCl₂ 溶液与 Na₂CO₃ 溶液混合, 若 Na₂CO₃ 溶液的浓度为 1 × 10⁻⁴ mol/L, 则生成沉淀所需 CaCl₂ 溶液的最小浓度为 _____ mol/L.

17. 被誉为“太空金属”的钛(Ti), 在自然界中主要以金红石(TiO₂)的形式存在. 由于金红石熔点高, 为金属 Ti 的直接制备带来了困难. 在工业上常常采用将其先转化成熔沸点较低的 TiCl₄ 后再进行还原的方法. 金红石转化成 TiCl₄ 的反应方程式如下:

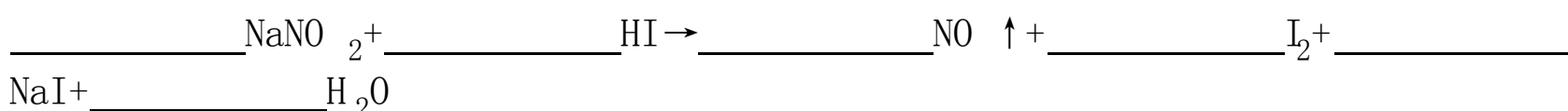


(1) 配平上述反应的化学方程式并用双线桥法标出电子转移;

指出该反应的氧化剂 _____, 氧化产物 _____;

(3) 当有 6mol 电子转移, 则有 _____ mol 还原剂被氧化.

18. 建筑工地常用的 NaNO₂ 因外观和食盐相似, 又有咸味, 容易使人误食中毒. 已知 NaNO₂ 能发生如下反应:



(1) 配平上述反应方程式, 将系数填入横线中.

上述反应的氧化剂是 _____, 若反应中有 5mol 电子转移, 则生成 NO 在标准状况下的体积是 _____ L.

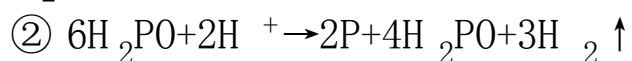
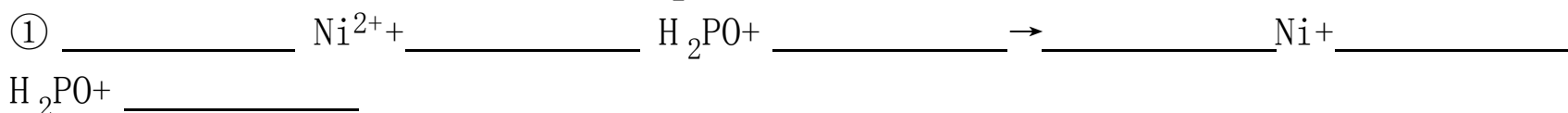
(3) 根据上述反应, 可用试纸和生活中常见的物质进行实验, 以鉴别 NaNO_2 和 NaCl , 可选用的物质有:

① 水 ② 碘化钾淀粉试纸 ③ 淀粉 ④ 白酒 ⑤ 白醋, 进行实验, 下列几组合适的是____ (填序号).

A. ③⑤ B. ②④ C. ①② D. ②⑤

19. 次磷酸钠 (NaH_2PO_2) 可用于化学镀镍, 即通过化学反应在塑料镀件表面沉积镍 - 磷合金.

(1) 化学镀镍的溶液中含有 Ni^{2+} 和 H_2PO_2^- , 在酸性条件下发生以下镀镍反应:



请配平反应式①.

反应式① 中还原剂是_____, 被还原元素是_____.

(3) 反应② 中, 若生成 $1\text{mol H}_2\text{PO}_3^-$, 反应中转移电子的物质的量为_____.

(4) 从二个化学镀镍反应分析, 若生成 1mol Ni 和 1mol P , 同时有_____ $\text{mol H}_2\text{PO}_2^-$ 生成.

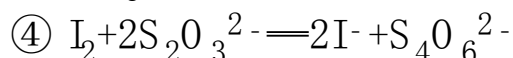
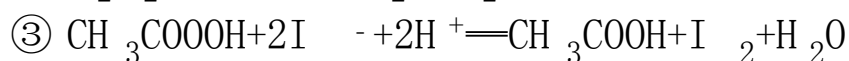
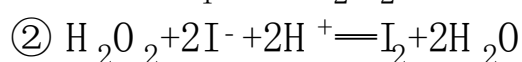
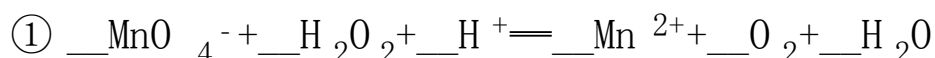
(5) 完成下列各小题中的化学反应方程式:

碱金属与 O_2 反应生成氧化物较复杂, 有普通氧化物 (如 K_2O) 过氧化物 (如 K_2O_2) 还有超氧化物和臭氧化物等. 要制备碱金属的普通氧化物一般是用碱金属还原对应的过氧化物、硝酸盐或亚硝酸盐. 写出下列化学反应式:

① 钠与过氧化钠反应_____

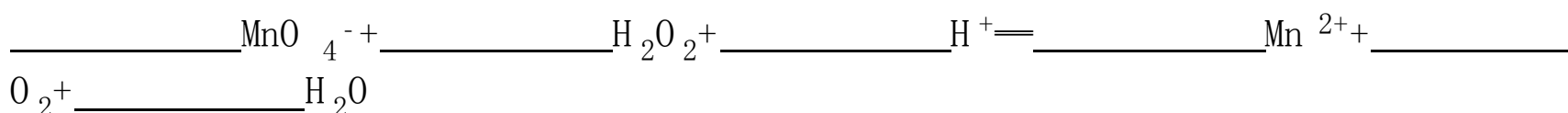
② 钾还原硝酸钾还产生了一种单质气体_____.

20. 今年 5 月 12 日 14 时 28 分, 我国四川省汶川发生特大地震, 给人民的生产生活带来了巨大灾难. 过氧乙酸 (CH_3COOOH) 是震区防疫消毒广为使用的消毒剂. 它可由 H_2O_2 和冰醋酸反应制取, 所以在过氧乙酸中常含有残留的 H_2O_2 . 测定产品中过氧乙酸浓度 c_1 , 涉及下列反应:



请回答以下问题:

(1) 配平反应① 的离子方程式并标出电子转移情况:



用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定 I_2 时 (反应④) 选用的指示剂是_____.

(3) 取 $b_0\text{mL}$ 待测液, 用硫酸使溶液酸化, 再用浓度为 $a_1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KMnO_4 标准溶液滴定其中的 H_2O_2 , 耗用的 KMnO_4 体积为 $b_1\text{mL}$ (反应①, 滴定过程中 KMnO_4 不与过氧乙酸反应). 另取 $b_0\text{mL}$ 待测液, 加入过量的 KI , 并用硫酸使溶液酸化, 此时过氧乙酸和残留的 H_2O_2 都能跟 KI 反应生成 I_2 (反应② 和③). 再用浓度为 $a_2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 , 耗用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液体积为 $b_2\text{mL}$.

请根据上述实验数据计算过氧乙酸的浓度 (用含 a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2 的代数式表示). $c_0 =$ _____.

(4) 为计算待测液中过氧乙酸的浓度 c_0 ，加入的 KI 的质量已过量但没有准确称量，是否影响测定结果_____ (填是或否)。

三、解答题 (共 3 小题) (选答题，不自动判卷)

21. 硼是第 IIIA 族元素。

(1) B 原子的电子有_____个不同的能级；晶体硼熔点为 2300°C ，则其为_____晶体。

BF_3 分子为平面正三角形，则 BF_3 属于_____分子 (填“极性”或“非极性”)；某同学列了一个比较通常化合物中离子半径大小的关系式： $\text{H}^- > \text{Li}^+ > \text{Be}^{2+} > \text{B}^{3+}$ ，这是个前提错误的式子，原因是_____。

(3) 原子个数相同、价电子数也相同的分子 (或离子) 叫“等电子体”，等电子体有相似的结构。

$\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ 与苯是等电子体，试写出其结构式_____。

(4) NaBH_4 可用于电镀 ($3\text{Ni}_3\text{B}+\text{Ni}$) 为耐腐蚀的坚硬镀层。

$10\text{NiCl}_2+8\text{NaBH}_4+17\text{NaOH}+3$ _____ $\rightarrow (3\text{Ni}_3\text{B}+\text{Ni})+5\text{NaB}(\text{OH})_4+20\text{NaCl}+\square\text{H}_2\uparrow$

① 完成并配平以上化学方程式。

② 反应中 H 元素化合价发生的变化是_____。

(5) B 原子只有 3 个价电子，形成的化合物大多属于“缺电子化合物”，其中的 B 原子还能接受其它物质中氧 (或氮等) 原子的孤对电子形成“配位键”。硼酸 [H_3BO_3 或 $\text{B}(\text{OH})_3$] 是一元弱酸，它的水溶液之所以呈弱酸性并非本身电离出 H^+ ，而是硼酸与水作用时，与水电离产生的 OH^- 结合，导致溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ 。用离子方程式表示硼酸呈酸性的原因_____。

22. 某反应体系中的物质有： NF_3 、 HF 、 NO 、 HNO_3 、 H_2O 。请根据要求回答下列问题：

(1) 请将方程式补全，并配平。

_____ $\text{NF}_3 +$ _____ $=$ _____ $\text{HF} +$ _____ $+$ _____

反应过程中，被氧化与被还原的元素的物质的量之比为_____；

(3) NF_3 是一种无色、无臭的气体，但一旦 NF_3 在空气中泄漏，还是易于发现。你判断该气体泄漏时的现象是_____；一旦 NF_3 泄漏，可以用_____ (填化学式) 溶液喷淋的方法减少污染。

(4) H_2O 与 H_2O_2 都是由氢、氧两种元素形成的化合物。其中 H_2O_2 可作为矿业废液消毒剂，有“绿色氧化剂”的美称。如消除采矿业胶液中的氰化物 (如 KCN)，经以下反应实现：

$\text{KCN} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{A} + \text{NH}_3\uparrow$ ，试指出生成物 A 的化学式为_____。

23. 已知工业盐中含有 NaNO_2 ，外观和食盐相似，有咸味，人若误食会引起中毒，致死量为 0.3~0.5g。已知 NaNO_2 能发生如下反应 (方程式已配平)： $2\text{NO}_2^- + x\text{I}^- + y\text{H}^+ = 2\text{NO}\uparrow + \text{I}_2 + z\text{H}_2\text{O}$ ，请回答下列问题：

(1) 上述反应中， $x=$ _____， $y=$ _____， $z=$ _____，氧化剂是_____。

根据上述反应，鉴别 NaNO_2 和 NaCl 可选用的物质有：① 碘化钾淀粉试纸、② 淀粉、③ 食醋、④ 白酒，你认为必须选用的物质有_____ (填序号)。

(3) 某工厂废切削液中含有 2%~5% 的 NaNO_2 ，直接排放会造成水污染，但加入下列物质中的某一种就能使 NaNO_2 转化为不引起污染的 N_2 ，该物质是_____。

A. NaCl B. KMnO_4 C. 浓硫酸 D. NH_4Cl

(4) 饮用水中的 NO_3^- 对人类健康会产生危害, 为了降低饮用水中 NO_3^- 的浓度, 某饮用水研究人员提出, 在碱性条件下用铝粉将 NO_3^- 还原为 N_2 , 请配平化学方程式:

$\square\text{Al} + \square\text{NaNO}_3 + \square\text{NaOH} + \square\text{H}_2\text{O} = \square\text{NaAlO}_2 + \square\text{N}_2\uparrow$. 若反应过程中转移 0.5mol 电子, 则生成标况下的 N_2 体积为_____.

氧化还原反应方程式的配平

参考答案与试题解析

一、选择题 (共 15 小题)

1. 在过量的稀硫酸溶液中加入 5.6g Fe 粉, 待反应完全后, 再加入 50mL $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KNO}_3$ 溶液, 恰好反应完全. 该反应的方程式为: $\square\text{FeSO}_4 + \square\text{KNO}_3 + \square\text{H}_2\text{SO}_4 = \square\text{K}_2\text{SO}_4 + \square\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \square\text{N}_x\text{O}_y + \square\text{H}_2\text{O}$, 则对该反应的下列说法正确的是 ()

- A. 反应中还原产物是 NO
- B. 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 1: 8
- C. 反应过程中转移的电子数为 $4e^-$
- D. 化学方程式中按物质顺序的计量数是: 8、2、5、1、4、1、5

考点: 氧化还原反应方程式的配平.

专题: 氧化还原反应专题.

分析: $n(\text{Fe}) = 0.1\text{mol}$, $n(\text{KNO}_3) = 0.5\text{mol}/\text{L} \times 0.05\text{L} = 0.025\text{mol}$, 根据原子守恒知 $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{Fe}) = 0.1\text{mol}$, 二者恰好反应, 则 $n(\text{FeSO}_4) : n(\text{KNO}_3) = 0.1\text{mol} : 0.025\text{mol} = 4 : 1$, 设氮氧化物中 N 元素化合价为 n, 根据转移电子守恒得 $0.1\text{mol} \times (3 - 2) = 0.025\text{mol} \times (5 - n)$, $n = 1$, 所以 N_xO_y 中 $x = 2$ 、 $y = 1$, 再结合转移电子守恒、原子守恒配平方程式为

$8\text{FeSO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$, 据此分析解答.

解答: 解: $n(\text{Fe}) = 0.1\text{mol}$, $n(\text{KNO}_3) = 0.5\text{mol}/\text{L} \times 0.05\text{L} = 0.025\text{mol}$, 根据原子守恒知 $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{Fe}) = 0.1\text{mol}$, 二者恰好反应, 则 $n(\text{FeSO}_4) : n(\text{KNO}_3) = 0.1\text{mol} : 0.025\text{mol} = 4 : 1$, 设氮氧化物中 N 元素化合价为 n, 根据转移电子守恒得 $0.1\text{mol} \times (3 - 2) = 0.025\text{mol} \times (5 - n)$, $n = 1$, 所以 N_xO_y 中 $x = 2$ 、 $y = 1$, 再结合转移电子守恒、原子守恒配平方程式为

$8\text{FeSO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$,

- A. 反应中还原产物是 N_2O , 故 A 错误;
- B. 硫酸铁是氧化产物、 N_2O 是还原产物, 所以氧化产物和还原产物的物质的量之比为 4: 1, 故 B 错误;
- C. 反应过程中转移的电子数为 $0.1\text{mol} \times (3 - 2) = 0.1\text{mol}$, 故 C 错误;
- D. 通过以上分析知, 化学方程式中按物质顺序的计量数是: 8、2、5、1、4、1、5, 故 D 正确;

故选 D.

点评: 本题考查氧化还原反应的计算, 侧重考查分析和计算能力, 正确配平方程式是解本题关键, 注意从转移电子、原子守恒角度配平方程式, 题目难度中等.

2. 做实验时不小心粘了一些高锰酸钾, 皮肤上的黑斑很久才能消除, 如果用草酸的稀溶液洗涤马上可以复原, 其离子方程式为: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{OH}^-$ 关于此反应的叙述正确的是 ()

- A. 该反应的氧化剂是 MnO_4^-
- B. 该反应右边方框内的产物是 OH^-
- C. 该反应电子转移总数是 $5e^-$
- D. 配平该反应后, H^+ 的系数是 16

考点: 氧化还原反应方程式的配平; 氧化还原反应的电子转移数目计算.

专题: 氧化还原反应专题.

分析: 该反应中, 锰元素化合价由+7 价变为+2 价, 草酸根离子中碳原子化合价由+3 价变为+4 价, 得电子化合价降低的反应物是氧化剂, 根据转移电子数相等及原子守恒配平方程式.

解答: 解: A. 该反应中, 锰元素化合价由+7 价变为+2 价, 所以高锰酸根离子作氧化剂, 故 A 正确;

B. 根据元素守恒、原子守恒知, 该反应右边方框内的产物是 H_2O , 故 B 错误;

C. 配平该反应可得: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ = 10\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$, 转移电子总数是 $10e^-$, 故 C 错误;

D. 配平该反应可得: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ = 10\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$, 所以氢离子系数是 16, 故 D 正确;

故选 AD .

点评: 本题考查了氧化还原反应及其配平, 根据得失电子相等及原子守恒来配平方程式即可, 难度不大.

3. 化学反应 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ 经配平后, 还原剂的化学计量数为 ()

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

考点: 氧化还原反应方程式的配平.

专题: 氧化还原反应专题.

分析: 根据氧化还原反应得失电子数相等配平方程式.

解答: 解: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$, 该反应中化合价的变化如下: $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$, S 元素由+4 价 \rightarrow +6 价, 一个 SO_2 分子失 2 个电子, 所以 SO_2 是还原剂; $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$, N 元素由+5 价 \rightarrow +2 价, 一个 HNO_3 分子得 3 个电子, 所以硝酸是氧化剂; 得失电子的最小公倍数为 6, 所以 SO_2 的化学计量数为 3, HNO_3 的化学计量数为 2, 其它元素根据原子守恒配平. 所以该方程式为

$3\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$.

故选 C .

点评: 本题考查了氧化还原反应方程式的配平, 氧化剂、还原剂根据得失电子数相等配平, 其它元素根据原子守恒配平.

4. 已知氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$. FeI_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 , 发生反应的离子方程式为: $a\text{Fe}^{2+} + b\text{I}^- + c\text{Cl}_2 \rightarrow d\text{Fe}^{3+} + e\text{I}_2 + f\text{Cl}^-$ 下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应, 其中不符合反应实际的是 ()

- A. 2 4 3 2 2 6 B. 0 2 1 0 1 2
- C. 2 0 1 2 0 2 D. 2 10 6 2 5 12

考点：氧化还原反应方程式的配平；氧化性、还原性强弱的比较。

专题：氧化还原反应专题。

分析：向 FeI_2 溶液中通入氯气，氯气先和碘离子发生置换反应，然后再和亚铁离子发生反应，根据氯气和 FeI_2 反应的离子方程式确定 a、b、c、d、e、f 是否符合反应实际；

A. $2\text{Fe}^{2+}+4\text{I}^-+3\text{Cl}_2\rightarrow 2\text{Fe}^{3+}+2\text{I}_2+6\text{Cl}^-$ ，氯气足量时可以发生；

B. $0\text{Fe}^{2+}+2\text{I}^-+\text{Cl}_2\rightarrow 0\text{Fe}^{3+}+\text{I}_2+2\text{Cl}^-$ ，氧化性 $\text{Fe}^{3+}>\text{I}_2$ ，可以发生；

C. $2\text{Fe}^{2+}+0\text{I}^-+\text{Cl}_2\rightarrow 2\text{Fe}^{3+}+0\text{I}_2+2\text{Cl}^-$ ，氯气不足时，氯气先和碘离子发生置换反应，不可以发生；

D. $2\text{Fe}^{2+}+10\text{I}^-+6\text{Cl}_2\rightarrow 2\text{Fe}^{3+}+5\text{I}_2+12\text{Cl}^-$ ，氯气不足，把碘离子氧化成碘单质，再部分氧化亚铁离子。

解答：解：向 FeI_2 溶液中通入氯气，氯气先和碘离子发生置换反应 $2\text{I}^-+\text{Cl}_2=2\text{Cl}^-+\text{I}_2$ ，然后再和亚铁离子发生反应 $2\text{Fe}^{2+}+\text{Cl}_2=\text{Fe}^{3+}+2\text{Cl}^-$ ；所以在含有 n mol FeI_2 的溶液中通入 Cl_2 ，有 x mol Cl_2 发生反应，

当 $x \geq n$ 时，碘离子、二价铁离子全部被氧化； $x \leq n/2$ 时，只能氧化碘离子； $n/2 < x < n$ 时，既氧化全部碘离子，又氧化部分二价铁离子；

A. 氯气过量， I^- 、 Fe^{2+} 都完全被完全氧化，反应方程式为 $2\text{Fe}^{2+}+4\text{I}^-+3\text{Cl}_2=2\text{Fe}^{3+}+2\text{I}_2+6\text{Cl}^-$ ，故 A 正确；

B. 氧化性 $\text{Fe}^{3+}>\text{I}_2$ ，碘离子的还原性强于二价铁离子，氯气少量，只能氧化碘离子， $2\text{I}^-+\text{Cl}_2\rightarrow \text{I}_2+2\text{Cl}^-$ ，故 B 正确；

C. 氧化性 $\text{Fe}^{3+}>\text{I}_2$ ，碘离子的还原性强于二价铁离子，氯气少量，只能氧化碘离子，不可以先氧化二价铁离子，故 C 错误；

D. 当加入的氯气把 I^- 完全氧化成 I_2 ，还有部分剩余时，再部分氧化亚铁离子，可以发生反应 $2\text{Fe}^{2+}+10\text{I}^-+6\text{Cl}_2\rightarrow 2\text{Fe}^{3+}+5\text{I}_2+12\text{Cl}^-$ ，故 D 正确；

故选 C。

点评：本题以氯气和碘化亚铁的反应为载体考查了氧化还原反应，明确溶液中离子反应的先后顺序是解本题的关键，题目难度中等。

5. NaNO_2 是一种食品添加剂，它能致癌，酸性 KMnO_4 溶液与 NaNO_2 反应的离子方程式为 $\text{MnO}_4^-+\text{NO}_2^-+\text{H}^+=\text{Mn}^{2+}+\square\text{H}_2\text{O}$ （未配平）。下列叙述正确的是（ ）

A. 反应后溶液 pH 下降

B. 通常用盐酸酸化的高锰酸钾溶液

C. 方框中粒子为 NO_2

D. 当生成 1 mol Mn^{2+} 需消耗 2.5 mol NO_2^-

考点：氧化还原反应方程式的配平。

专题：氧化还原反应专题。

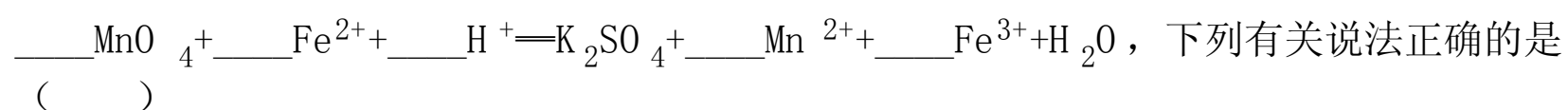
分析：该反应中 Mn 元素化合价由 +7 价变为 +2 价，所以 MnO_4^- 是氧化剂， NO_2^- 应该作还原剂，亚硝酸根离子中 N 元素应该失电子化合价升高，酸性条件下，应该生成硝酸根离子，根据转移电子相等、原子守恒配平方程式为 $2\text{MnO}_4^-+5\text{NO}_2^-+6\text{H}^+=2\text{Mn}^{2+}+5\text{NO}_3^-+3\text{H}_2\text{O}$ ，据此分析解答。

解答：解：该反应中 Mn 元素化合价由 +7 价变为 +2 价，所以 MnO_4^- 是氧化剂， NO_2^- 应该作还原剂，亚硝酸根离子中 N 元素应该失电子化合价升高，酸性条件下，应该生成硝酸根离子，根据转移电子相等、原子守恒配平方程式为 $2\text{MnO}_4^-+5\text{NO}_2^-+6\text{H}^+=2\text{Mn}^{2+}+5\text{NO}_3^-+3\text{H}_2\text{O}$ ，

- A. 该反应中氢离子参加反应，所以反应过程中氢离子浓度减小，溶液的 pH 增大，故 A 错误；
 B. HCl 具有还原性，能被高锰酸钾溶液氧化，所以不能用浓盐酸酸化高锰酸钾溶液，应该用稀硫酸，故 B 错误；
 C. 通过以上分析知，方框中粒子为 NO_3^- ，故 C 错误；
 D. 根据方程式知，当生成 1 mol Mn^{2+} 需消耗 2.5 mol NO_2^- ，故 D 正确；
 故选 D.

点评： 本题考查氧化还原反应，根据高锰酸钾的性质确定 NO_2^- 的性质，正确配平方程式是解本题关键，易错选项是 B，注意盐酸的性质，为易错点.

6. 高锰酸钾溶液在酸性条件下可以与亚铁离子反应，离子方程式如下（未配平）：



- A. MnO_4^- 和 H^+ 是氧化剂， Fe^{2+} 是还原剂
 B. H_2O 既是氧化物又是还原物
 C. 每生成 1mol 水转移 1.2mol 的电子
 D. Fe^{2+} 的还原性强于 Mn^{2+}

考点： 氧化还原反应方程式的配平.

分析： 该反应中，锰元素的化合价由+7 价变为+2 价，铁元素的化合价由+2 价变为+3 价，

A. 得电子化合价降低的反应物是氧化剂，失电子化合价升高的反应物是还原剂，氧化剂对应的产物是还原产物；

B. 根据元素化合价的变化确定氧化产物和还原产物；

C. 根据水和转移电子之间的关系式计算；

D. 同一自发进行的氧化还原反应中，还原剂的还原性大于还原产物的还原性.

解答： 解：A. 该反应中，锰元素的化合价由+7 价变为+2 价，铁元素的化合价由+2 价变为+3 价，所以氧化剂是 MnO_4^- ，还原产物是 Mn^{2+} ， Fe^{2+} 是还原剂，故 A 错误；

B. Mn^{2+} 是还原产物， Fe^{3+} 是氧化产物，水既不是氧化产物也不是还原产物，故 B 错误；

C. 根据得失电子相等配平方程式得 $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$ ，根据方程式知，生成 1mol 水时，转移电子的物质的量=1.25mol，故 C 错误；

D. 该反应中还原剂是 Fe^{2+} ，还原产物是 Mn^{2+} ，还原剂的还原性大于还原产物的还原性， Fe^{2+} 的还原性强于 Mn^{2+} ，故 D 正确；

故选 D.

点评： 本题考查了氧化还原反应，明确元素化合价变化是解本题关键，根据基本概念来分析解答，明确铁离子的检验方法，难度不大.

7. 在 $x\text{R}^{2+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 = m\text{R}^{3+} + n\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式中，对系数 m 的判断正确的是（ ）

- A. $m=4$ B. $m=n$ C. $m=2$ D. $m=y=3$

考点： 氧化还原反应方程式的配平.

专题： 氧化还原反应专题.

分析： $x\text{R}^{2+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 = m\text{R}^{3+} + n\text{H}_2\text{O}$ 中，由原子守恒可知， $x=m$ ， $n=2$ ， $y=4$ ，由电荷守恒可知， $2x+4=3m$ ，所以 $m=4$ ，该反应中 R 元素的化合价升高，O 元素的化合价降低，以此来解答.

解答： 解： $x\text{R}^{2+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 = m\text{R}^{3+} + n\text{H}_2\text{O}$ 中，由原子守恒可知， $x=m$ ， $n=2$ ， $y=4$ ，由电荷守恒可知， $2x+4=3m$ ， $x=m$ ，所以 $m=4$ ，故选：A.

点评： 本题考查氧化还原反应，为高考常考考点，注意电荷守恒及原子守恒的应用，侧重基本概念考查，明确反应中元素的化合价变化即可解答，题目难度不大。

8. 已知氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ， FeBr_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 ，发生反应的离子方程式为： $a\text{Fe}^{2+} + b\text{Br}^- + c\text{Cl}_2 \rightarrow d\text{Fe}^{3+} + e\text{Br}_2 + f\text{Cl}^-$ ，下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应，其中不符合反应实际的是 ()

- A. 2 4 3 2 2 6 B. 0 2 1 0 1 2
C. 2 0 1 2 0 2 D. 2 2 2 2 1 4

考点： 氧化还原反应方程式的配平。

专题： 氧化还原反应专题。

分析： A、 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ ，氯气足量时可以发生；

B、 $0\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow 0\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ，氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ，不可能；

C、 $2\text{Fe}^{2+} + 0\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 0\text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ，氯气不足时，可以发生；

D、 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 1\text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$ ，氯气不足，把亚铁离子氧化成三价铁离子后，再部分氧化溴离子。

解答： 解：A、氯气过量， Br^- 、 Fe^{2+} 都完全被完全氧化，反应方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ ，故 A 正确；

B、氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ，不可能存在 Fe^{2+} 、 Br_2 共存，故 B 错误；

C、加入的氯气的物质的量与铁的物质的量 1:2 时，发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ，故 C 正确；

D、当加入的氯气把 Fe^{2+} 完全氧化成 Fe^{3+} ，还有部分剩余时，可以发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 1\text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$ ，故 D 正确；

故选 B。

点评： 本题以氯气和溴化亚铁的反应为载体考查了氧化还原反应，明确溶液中离子反应的先后顺序是解本题的关键，题目难度中等。

9. 有一个未完成的离子方程式： $+X\text{O}_3^- + 6\text{H}^+ = 3\text{X}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。据此判断下列说法中正确的是 ()

- A. X 可能是周期表中第二周期元素
B. X 元素的原子最外层上有 7 个电子
C. X_2 是还原产物， H_2O 是氧化产物
D. 若生成 3mol X_2 ，转移 6mol 电子

考点： 氧化还原反应方程式的配平。

专题： 氧化还原反应专题。

分析： 根据离子方程式左右电荷相等，则未知物应含有 5 个负电荷，

根据方程式遵循质量守恒定律可知，如生成 3mol X_2 ，则 XO_3^- 为 1mol，未知物为 5mol，所以 1mol 未知物含有 1mol 负电荷，即 X 的最低化合价为 -1 价，

X 原子最外层有 7 个电子，最高化合价为 +7 价，以此解答该题。

解答： 解：根据离子方程式左右电荷相等，则未知物应含有 5 个负电荷，

根据方程式遵循质量守恒定律可知，如生成 3mol X_2 ，则 XO_3^- 为 1mol，未知物为 5mol，所以 1mol 未知物含有 1mol 负电荷，即 X 的最低化合价为 -1 价，

X 原子最外层有 7 个电子，最高化合价为 +7 价。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/808122047104007006>