

第5讲 氧化还原反应方程式的配平与计算

第一章 化学物质及其变化

第5讲 氧化还原反应方程式的配平与计算



一、课标要求

///

- 1.能依据物质类别和元素价态列举某种元素的典型代表物。能利用氧化还原反应等概念对常见的反应进行分类和分析说明。
- 2.能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。
- 3.能利用电子守恒法进行氧化还原反应方程式的配平和计算。



二、知识点框架

///

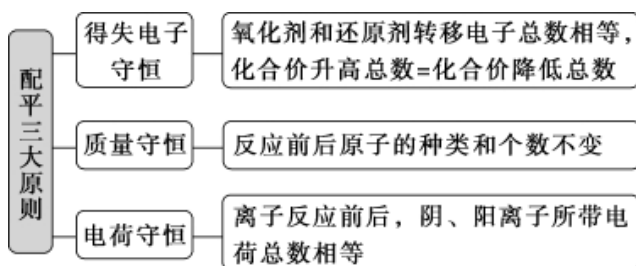


三、知识点梳理

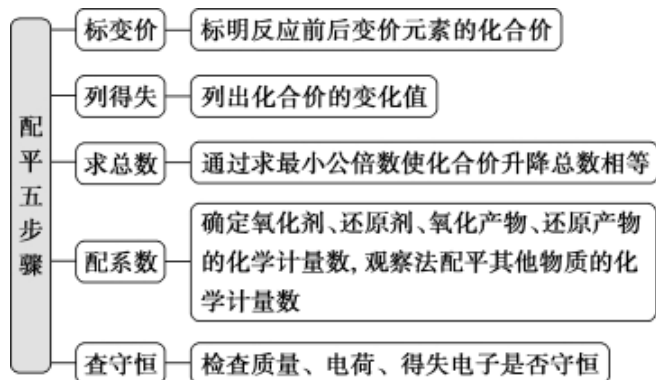
///

考点一 氧化还原反应方程式的配平

1.氧化还原反应方程式配平的基本原则



2.氧化还原方程式配平的一般步骤

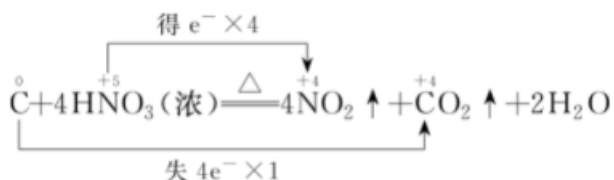


【注意】化学方程式配平观察顺序：一看金属、二看非金属、三看 H 和 O 元素；离子方程式配平观察顺序：一看金属、二看非金属、三看电荷守恒、四看 H 和 O 元素。

3. 氧化还原方程式的配平方法

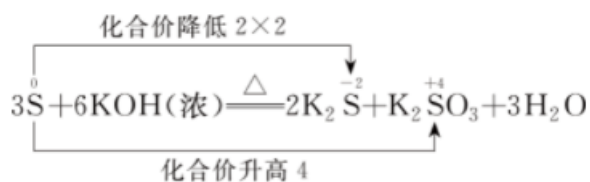
(1) 正向配平法

适合氧化剂、还原剂不同反应物的反应。如：



(2) 逆向配平法

适用于一种元素的化合价既升高又降低的反应和分解反应中的氧化还原反应。先确定生成物的化学计量数，然后确定反应物的化学计量数，最后根据质量守恒配平其他物质。如：

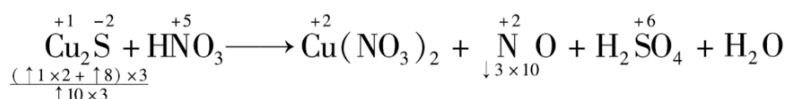


由于 S 的化合价既升高又降低，而且升降总数要相等，所以 K_2S 的化学计量数为 2， K_2SO_3 的化学计量数为 1，然后确定 S 的化学计量数为 3，最后根据质量守恒配平其他物质。

(3) 整体配平法

若某一氧化还原反应中，有三种元素的化合价发生了变化，但其中一种反应物中同时有两种元素化合价升高或降低，这时要进行整体配平。

如 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ，有 Cu、S、N 三种元素的化合价变化， Cu_2S 中 Cu、S 元素化合价均升高，看作一个整体，



配平得 $3\text{Cu}_2\text{S} + 22\text{HNO}_3 = 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 10\text{NO} \uparrow + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(4)缺项配平法

缺项化学方程式是指某些反应物或生成物的分子式没有写出来，一般为水、酸或碱；若是离子方程式，所缺物质一般为 H^+ 、 OH^- 和 H_2O 。

①配平方法：先用“化合价升降法”配平含有变价元素的物质的化学计量数，然后由原子守恒确定未知物，再根据原子守恒进行配平。

②缺项型氧化还原方程式的补项原则和组合方式

a.补项原则

介质	多一个氧原子	少一个氧原子
酸性	$+2\text{H}^+$ 结合 1 个 $\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	$+\text{H}_2\text{O}$ 提供 1 个 $\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+$
中性	$+\text{H}_2\text{O}$ 结合 1 个 $\text{O} \rightarrow 2\text{OH}^-$	$+\text{H}_2\text{O}$ 提供 1 个 $\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+$
碱性	$+\text{H}_2\text{O}$ 结合 1 个 $\text{O} \rightarrow 2\text{OH}^-$	$+2\text{OH}^-$ 提供 1 个 $\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

b.组合方式

项目	反应物	生成物	使用条件
组合一	H^+	H_2O	酸性溶液
组合二	H_2O	H^+	酸性或中性溶液
组合三	OH^-	H_2O	碱性溶液
组合四	H_2O	OH^-	碱性或中性溶液

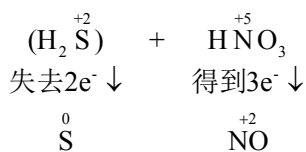
【注意】配平的基本技能：(1)全变从左边配：氧化剂、还原剂是不同种物质的，一般从左边反应物着手配平。(2)自变从右边配：自身氧化还原反应(包括分解、歧化)一般从右边着手配平。

③配平方法示例

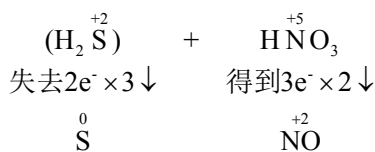
配平反应 $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

第一步：标变价， $\text{H}_2\overset{-2}{\text{S}} + \text{H}\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}_3} \rightarrow \overset{0}{\text{S}} \downarrow + \overset{+2}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

第二步：列得失，

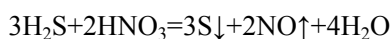


第三步：求总数，从而确定氧化剂(或还原产物)和还原剂(或氧化产物)的化学计量数。



故 H_2S 的化学计量数为 3， HNO_3 的化学计量数为 2。

第四步：配系数，先配平变价元素，再利用原子守恒配平其他元素。



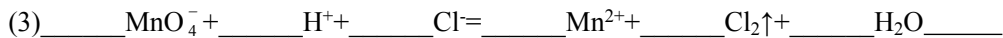
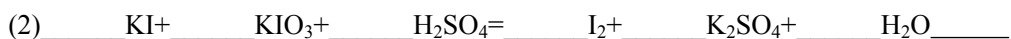
第五步：查守恒，其他原子在配平时相等，最后利用 O 原子守恒来进行验证。



跟踪训练

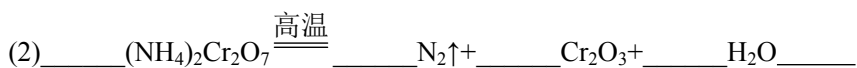
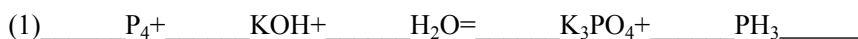
题组一 正向配平类(氧化剂、还原剂中某元素化合价全变)

1. 回答下列问题：



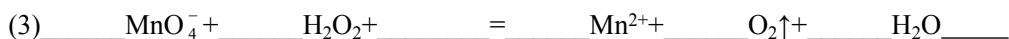
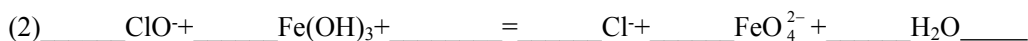
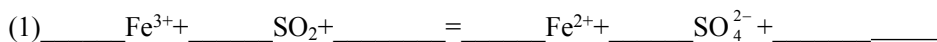
题组二 逆向配平类(自身氧化还原反应，包括歧化、分解等)

2. 回答下列问题：



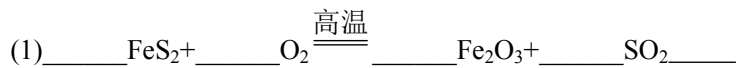
题组三 缺项配平类(缺少某些反应物或生成物，一般为 H_2O 、 H^+ 或 OH^-)

3. 回答下列问题：



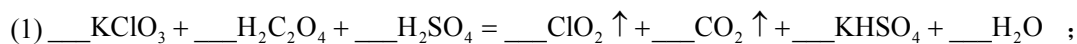
题组四 整体配平类(某反应物或生成物中同时有两种元素化合价升高或降低)

4. 回答下列问题：

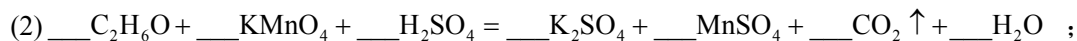


题组五 有机反应方程式的配平

5. 配平下列方程式



。



。

考点二 氧化还原反应计算

1. 应用得失电子守恒解题

(1) 分析反应过程

找出反应中的氧化剂、还原剂及相应的还原产物和氧化产物，并标出变价元素的化合价。

(2) 确定电子数目

找准一个原子(或离子)得失电子数目[注意化学式中原子(或离子)的个数]

(3) 列出等式关系

根据题中物质的物质的量和得失四案子守恒列出等式关系： $n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值} = n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值}$ 。

2. 多步连续进行的氧化还原反应的有关计算

对于多步连续进行的氧化还原反应，只要中间各步反应过程中电子没有损耗，可直接找出起始物和最终产物，删去中间产物，建立二者之间的得失电子守恒关系，快速求解。



跟踪训练

6. 某强氧化剂 $\text{XO}(\text{OH})_2^+$ 被 Na_2SO_3 还原。如果还原 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol XO}(\text{OH})_2^+$ ，需用

30 mL $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液，那么 X 元素被还原后的价态是 ()

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

7. 在反应 $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2$ 中若有 5 mol H_2O 参加反应，被水还原的溴原子为

- A. 1 mol B. $\frac{2}{3} \text{ mol}$ C. $\frac{4}{3} \text{ mol}$ D. 2 mol



四、考点探究

///

考点一 氧化还原方程式的配平

题组一 根据题干信息书写方程式

8. 工业上常将含砷废渣(主要成分为 As_2S_3)制成浆状, 通入 O_2 氧化, 生成 H_3AsO_4 和单质硫。写出发生反应的化学方程式_____。

9. +6 价铬的化合物毒性较大, 常用 NaHSO_3 将酸性废液中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原成 Cr^{3+} , 该反应的离子方程式为_____。

10. 皮革厂的废水中含有一定量的氨氮(以 NH_3 、 NH_4^+ 形式存在), 通过沉淀和氧化两步处理后可使水中氨氮达到国家规定的排放标准。

(1)沉淀: 向酸性废水中加入适量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, 废水中的氨氮转化为 $\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ 沉淀, 反应的离子方程式为_____。

(2)氧化: 调节经沉淀处理后的废水 pH 约为 6, 加入 NaClO 溶液进一步氧化处理。 NaClO 将废水中的氨氮转化为 N_2 , 该反应的离子方程式为_____。

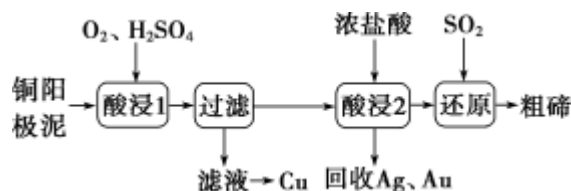
题组二 根据图示信息书写方程式

11. 废旧锂离子电池经处理得到的正极活性粉体中含有 Li_2O 、 NiO 、 Co_2O_3 、 MnO_2 、 Fe 、 C 、 Al 、 Cu 等。采用以下工艺流程可从废旧锂离子电池中分离回收钴、镍、锰, 制备正极材料的前驱体($\text{NiCO}_3 \cdot \text{CoCO}_3 \cdot \text{MnCO}_3$)。



“酸浸”温度为 85°C , 粉体中的钴(以 Co_2O_3 表示)还原浸出的化学方程式为_____。

12. 碲($_{52}\text{Te}$)被誉为“国防与尖端技术的维生素”。工业上常以铜阳极泥(主要成分是 Cu_2Te , 含 Ag 、 Au 等杂质)为原料提取碲并回收金属, 其工艺流程如图:



已知: TeO_2 微溶于水, 易与较浓的强酸、强碱反应。

回答下列问题:

(1)已知 Te 为第 VIA 族元素, TeO_2 被浓 NaOH 溶液溶解, 所生成盐的化学式为_____。

(2)“酸浸 1”过程中, 控制溶液的酸度使 Cu_2Te 转化为 TeO_2 , 反应的化学方程式为_____;

“还原”过程中, 发生反应的离子方程式为_____。

考点二 氧化还原方程式的计算

题组一 两元素之间得失电子守恒计算

13. 在一定条件下, PbO_2 与 Cr^{3+} 反应, 产物是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Pb^{2+} , 则与 1 mol Cr^{3+} 反应所需 PbO_2 的物质的量为

- A. 3.0 mol B. 1.5 mol C. 1.0 mol D. 0.75 mol

14. 现有 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

15. 某铁的氧化物(Fe_xO)1.52g 溶于足量盐酸中, 向所得溶液中通入标准状况下 112 mL Cl_2 , 恰好将 Fe^{2+} 完全氧化。x 值为 ()

- A. 0.80 B. 0.85 C. 0.90 D. 0.93

方法技巧

守恒法解题的思维流程

(1)“一找各物质”: 找出氧化剂、还原剂及相应的还原产物和氧化产物。

(2)“二定得失数”: 确定一个原子或离子得失电子数(注意化学式中的原子个数)。

(3)“三列关系式”: 根据题中物质的物质的量和得失电子守恒列出关系式。

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

题组二 多元素之间得失电子守恒计算

16. 取 x g 铜镁合金完全溶于浓硝酸中, 反应过程中硝酸被还原只产生 8960 mL 的 NO_2 气体和 672 mL 的 N_2O_4 气体(都已折算到标准状况), 在反应后的溶液中加入足量的氢氧化钠溶液, 生成沉淀的质量为 17.02 g。则 x 等于

- A. 8.64 B. 9.00 C. 9.20 D. 9.44

17. 足量铜与一定量浓硝酸反应得到硝酸铜溶液和 NO_2 、 N_2O_4 、 NO 的混合气体, 这些气体与 1.68 L O_2 (标准状况) 混合后通入水中, 所有气体完全被水吸收生成硝酸。若向所得硝酸铜溶液中加入 5 mol/L NaOH 溶液至 Cu^{2+} 恰好完全沉淀, 则消耗 NaOH 溶液的体积是

A. 60mL

B. 45mL

C. 30mL

D. 15mL

归纳总结

有的试题涉及的氧化还原反应较多,数量关系较为复杂,用常规方法求解比较困难,若抓住失电子总数等于得电子总数这一关系,则解题就变得很简单。解答这类试题时,注意不要遗漏某个氧化还原反应,要厘清具体的反应过程,分析在整个反应过程中化合价发生变化的元素得电子数目和失电子数目,即可迅速求解。



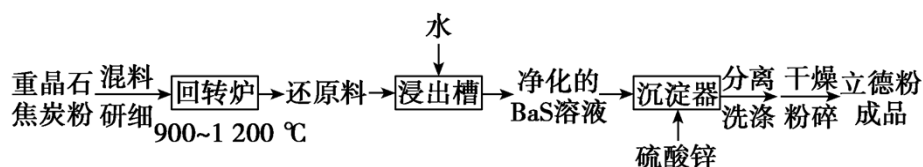
五、高考真题

///

考向 1.氧化还原反应方程式的书写

18. 硫酸镍(NiSO_4)在强碱溶液中用 NaClO 氧化,可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH 。写出该反应的离子方程式_____。

19. 以重晶石(BaSO_4)为原料,可按如下工艺生产立德粉(ZnS 和 BaSO_4 的混合物):



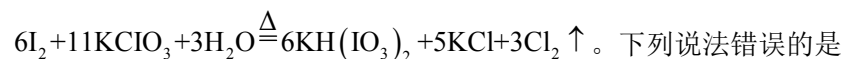
①在回转炉中重晶石被过量焦炭还原为可溶性硫化钡,该过程的化学方程式为_____。回转炉尾气中含有有毒气体,生产上可通过水蒸气变换反应将其转化为 CO_2 和一种清洁能源气体,该反应的化学方程式为_____。

②在潮湿空气中长期放置的“还原料”,会逸出臭鸡蛋气味的气体,且水溶性变差,其原因是“还原料”表面生成了难溶于水的_____(填化学式)。

③沉淀器中反应的离子方程式为_____。

考向 2.氧化还原反应的相关计算

20. KIO_3 常用作食盐中的补碘剂,可用“氯酸钾氧化法”制备,该方法的第一步反应为



A. 产生 22.4L(标准状况) Cl_2 时,反应中转移 10mol e^-

B. 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 11: 6

C. 可用石灰乳吸收反应产生的 Cl_2 制备漂白粉

D. 可用酸化的淀粉碘化钾溶液检验食盐中 IO_3^- 的存在

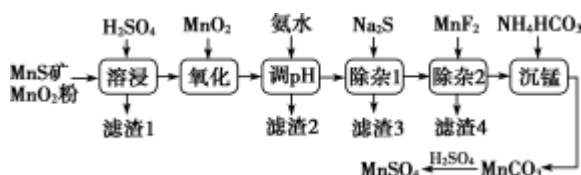
21. 化学工业为疫情防控提供了强有力的物质支撑。氯的许多化合物既是重要化工原料,又是高效、广谱的灭菌消毒剂。回答下列问题:

(1) Cl_2O 为淡棕黄色气体, 是次氯酸的酸酐, 可由新制的 HgO 和 Cl_2 反应来制备, 该反应为歧化反应(氧化剂和还原剂为同一种物质的反应)。上述制备 Cl_2O 的化学方程式为_____。

(2) ClO_2 常温下为黄色气体, 易溶于水, 其水溶液是一种广谱杀菌剂。一种有效成分为 NaClO_2 、 NaHSO_4 、 NaHCO_3 的“二氧化氯泡腾片”, 能快速溶于水, 溢出大量气泡, 得到 ClO_2 溶液。上述过程中, 生成 ClO_2 的反应属于歧化反应, 每生成 1 mol ClO_2 消耗 NaClO_2 的量为_____mol; 产生“气泡”的化学方程式为_____。

(3) “84 消毒液”的有效成分为 NaClO , 不可与酸性清洁剂混用的原因是_____ (用离子方程式表示)。工业上是将氯气通入 30% 的 NaOH 溶液中来制备 NaClO 溶液, 若 NaClO 溶液中 NaOH 的质量分数为 1%, 则生产 1 000 kg 该溶液需消耗氯气的质量为 kg(保留整数)。

22. 高纯硫酸锰作为合成镍钴锰三元正极材料的原料, 工业上可由天然二氧化锰粉与硫化锰矿(还含 Fe、Al、Mg、Zn、Ni、Si 等元素)制备, 工艺如图所示。回答下列问题:



(1) “滤渣 1”含有 S 和_____; 写出溶浸中二氧化锰与硫化锰反应的化学方程式: _____。

(2) “氧化”中添加适量的 MnO_2 的作用是_____。

(3) 写出“沉锰”的离子方程式: _____。

(4) 层状镍钴锰三元材料可作为锂离子电池正极材料, 其化学式为 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$, 其中 Ni、Co、Mn 的化合价分别为 +2、+3、+4。当 $x=y=\frac{1}{3}$ 时, $z=$ _____。



六、分层训练

A 卷基础巩固

一、选择题: 每小题只有一个选项符合题意。

23. 已知在碱性溶液中可发生如下反应:

$2\text{R}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{RO}_4^{n-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ 。则 RO_4^{n-} 中 R 的化合价是 ()

- A. +3 B. +4 C. +5 D. +6

24. 乙醇与酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液混合可发生反应:

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)。下列叙述不正确的是

- A. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 Cr 元素的化合价为 +6

B. 氧化产物为 CH_3COOH

C. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液常用硫酸酸化

D. $1\text{mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 发生上述反应转移 2mol e^-

25. ClO_2 是国际上公认的安全绿色消毒剂。工业上利用甲醇还原 NaClO_3 的方法制备 ClO_2 的反应原理为： $\text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{ClO}_2 \uparrow + \text{HCOOH} + \text{Na}_2\text{H}(\text{SO}_4)_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)，下列说法错误的是

A. HCOOH 为该反应的氧化产物

B. 生成 2.24L ClO_2 时，电子转移数是 $0.1N_A$

C. 反应中氧化剂和还原剂物质的量之比为 4:1

D. ClO_2 和 SO_2 均能漂白纸张，但漂白原理不同

26. 现代工艺冶金过程中会产生导致水污染的 CN^- ，在碱性条件下， H_2O_2 可将其转化为碳酸盐和一种无毒气体。关于该转化反应，下列说法不正确的是

A. 氰化物有毒， CN^- 易与人体内的 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 络合

B. 处理 1mol CN^- ，消耗 $2.5\text{mol H}_2\text{O}_2$

C. 反应中每转移 10mol 电子生成 22.4L 无毒气体

D. 用 H_2O_2 处理后的废水不可直接排放

27. 据统计城市机动车辆每年以 15% 至 20% 的速度增长，交通事故也频发，汽车在剧烈碰撞时，安全气囊中发生反应 $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + 16\text{N}_2 \uparrow$ 。则下列判断正确的是

A. 还原剂与氧化产物的物质的量之比为 5:8

B. 若氧化产物比还原产物多 1.4mol 则转移电子为 1mol

C. 每生成 1.6mol 氮气，则有 0.2mol KNO_3 被氧化

D. NaN_3 是只含有离子键的离子化合物

28. 将一定量的氯气通入 30mL 浓度为 $10.00\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠浓溶液中，加热少许时间后溶液中形成 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 共存体系。下列判断正确的是

A. 与 NaOH 反应的氯气一定为 0.3mol

B. $n(\text{Na}^+):n(\text{Cl}^-)$ 可能为 7:3

C. 若反应中转移的电子为 $n\text{mol}$ ，则 $0.15 < n < 0.25$

D. $n(\text{NaCl}):n(\text{NaClO}):n(\text{NaClO}_3)$ 可能为 11:2:1

29. 工业上用发烟 HClO_4 将潮湿的 CrCl_3 氧化为棕色的烟 $[\text{CrO}_2(\text{ClO}_4)_2]$ ，来除去 Cr(III) ， HClO_4 中部分氯元素转化为最低价态。下列说法错误的是 ()

- A. $\text{CrO}_2(\text{ClO}_4)_2$ 中 Cr 元素显+6 价
- B. HClO_4 属于强酸，该反应还生成了另一种强酸
- C. 该反应中，参加反应的氧化剂与氧化产物的物质的量之比为 3: 8
- D. 该反应离子方程式为 $19\text{ClO}_4^- + 8\text{Cr}^{3+} + 8\text{OH}^- = 8\text{CrO}_2(\text{ClO}_4)_2 + 3\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

二、选择题：每小题有一个或两个选项符合题意。

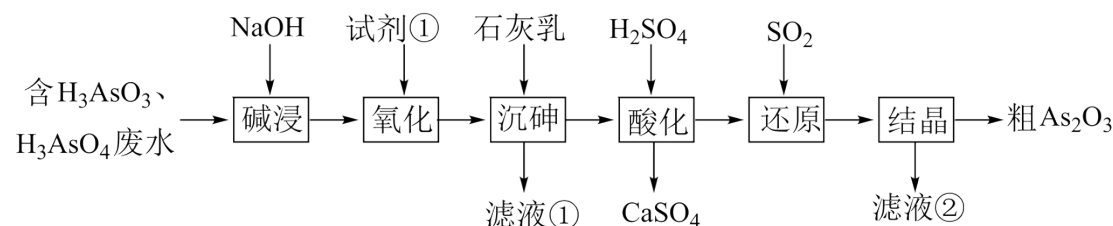
30. 已知：① $\text{KMnO}_4 + \text{HCl}(\text{浓}) \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)

② 检验 Mn^{2+} 的存在： $5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} = 10\text{SO}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+$

下列说法中错误的是

- A. $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中存在一个过氧键($-\text{O}-\text{O}-$)，则 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中硫元素的化合价为+7 价
- B. 反应②若有 0.1mol 还原剂被氧化，则转移电子 0.5mol
- C. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与浓盐酸混合可得到黄绿色气体
- D. 反应①配平后还原剂与还原产物化学计量数之比为 8:1

31. 从含砷(As)的有毒工业废水中提取粗 As_2O_3 ，流程如下：



已知：As 与 P 同为 VA 族元素； $\text{Ca}_3(\text{AsO}_3)_2$ 微溶于水， $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 难溶于水。

下列说法不正确的是

- A. 试剂①的作用是将 AsO_3^{3-} 氧化为 AsO_4^{3-}
- B. 滤液①主要成分为 NaOH 溶液
- C. 滤液②主要成分可以循环利用
- D. “还原”的离子方程式： $2\text{H}^+ + 2\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{SO}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{As}_2\text{O}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

32. 用 Cu_2S 、 FeS 处理酸性废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，发生的反应如下：

① $\text{Cu}_2\text{S} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)

② $\text{FeS} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)

下列判断错误的是

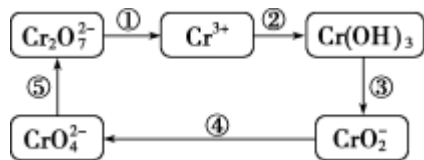
- A. 反应①中还原剂与氧化剂的物质的量之比为 5:3
- B. 用相同物质的量的 Cu_2S 和 FeS 处理 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 时， Cu_2S 消耗更多 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

C. 处理等物质的量的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 时, 反应①和②中消耗 H^+ 的物质的量相等

D. 用 FeS 处理废水不仅可以除去 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 还可吸附悬浮杂质

三、非选择题

33. 铬及其化合物常被应用于冶金、化工、电镀、制药等行业, 但使用后的废水因其中含高价铬的化合物而毒性很强, 必须进行处理。工业上往往采取下列循环工艺防止铬的污染:



(1) 上述各步反应中属于氧化还原反应的是_____ (填序号)。

(2) 第①步, 含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在酸性条件下用绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)处理, 写出反应的离子方程式: _____。

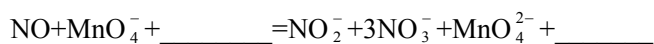
(3) 第②步, 向上述反应后的溶液中加入适量的碱石灰, 使铬离子转变为 Cr(OH)_3 沉淀。处理后, 沉淀物中除了 Cr(OH)_3 外, 还有____、____ (填化学式)。已知 Cr(OH)_3 的性质与 Al(OH)_3 类似, 是既能与强酸反应又能与强碱反应的两性物质, 写出从该沉淀物中分离出 Cr(OH)_3 的离子方程式: _____、_____。

34. 《一种协同脱除 VOCs 和 NO_x 的催化剂及其制备方法》是我国某环保公司申请的专利, 脱除 NO_x 是当前科学家研究的重要课题。

(1) NO_x 对环境的一种危害是_____。

(2) 碱性 KMnO_4 氧化法可将 NO_x 进行脱除。

①用 $\text{KMnO}_4(\text{NaOH})$ 溶液进行烟气中 NO 的脱除, 将该反应的离子方程式补充完整_____。



②下列叙述不正确的是_____ (填字母)。

A. 将脱除后的混合溶液进行分离可获得氮肥

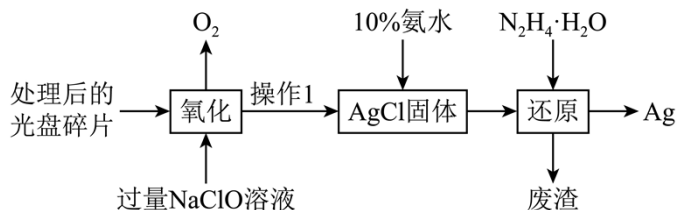
B. 反应后的混合溶液中: $c(\text{MnO}_4^-) + 2c(\text{MnO}_4^{2-}) = c(\text{K}^+)$

C. 在不同酸碱性条件下, KMnO_4 发生氧化还原反应的产物可能不同

③在实验室用 $\text{KMnO}_4(\text{NaOH})$ 溶液对模拟烟气中的 NO 进行脱除。若将标准状况下 224L 含 NO 体积分数为 10% 的模拟烟气进行处理, 假设 NO 最终全部转化为 NO_3^- , 理论上需要 KMnO_4 的质量为_____g (KMnO_4 的摩尔质量为 $158\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

B 卷能力突破

35. 垃圾分类意义重大, 工业上回收光盘金属层中的 Ag 的流程如图所示, 下列说法正确的是

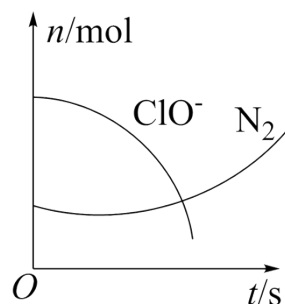


- A. 氧化过程中参加反应的 Ag 和 NaClO 的物质的量比之为 1: 1
- B. 为了提高氧化过程的反应速率和产率, 氧化过程应该在酸性、加强热条件下进行
- C. 氧化过程中, 可以用 HNO_3 代替 NaClO 氧化 Ag
- D. 还原过程, 若水合肼转化为无害气体 N_2 , 则还原过程的离子方程式为 $4\text{Ag}^+ + \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{OH}^- = 4\text{Ag} \downarrow + \text{N}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$

36. 现有 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

37. 某离子反应中涉及 H_2O 、 ClO^- 、 NH_4^+ 、 H^+ 、 N_2 、 Cl^- 六种微粒, 其中 N_2 和 ClO^- 的物质的量随时间变化的曲线如图所示, 下列判断不正确的是



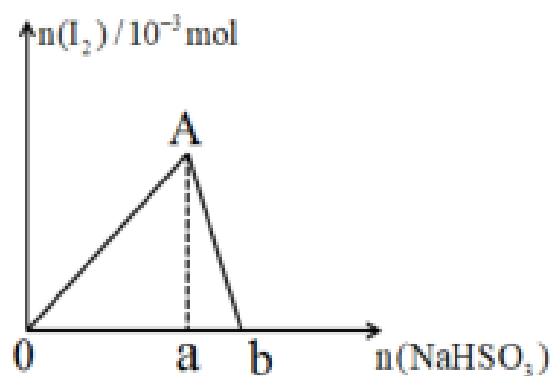
- A. 该反应的还原剂是 NH_4^+ B. 消耗 1mol 还原剂, 转移 3mol 电子
- C. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2: 3 D. 当生成 14g N_2 时, 消耗的 ClO^- 为 1.5mol

38. 羟胺(NH_2OH)是一种还原剂, 能将某些氧化剂还原。现用 25.00mL $0.049 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 羟胺溶液与足量的硫酸铁溶液在煮沸条件下反应, 生成的 Fe^{2+} 恰好与 24.50mL $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性 KMnO_4 溶液完全反应。已知:

$\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平), 则羟胺的氧化产物是

A. N_2 B. N_2O C. NO D. NO_2

39. 向 $10\text{mL } 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KIO_3 溶液中逐渐加入 NaHSO_3 粉末, 生成的 I_2 的物质的量随所加 NaHSO_3 的物质的量的变化如图所示。下列说法不正确的是



A. A 点对应的 I_2 的物质的量为 $2.0\times 10^{-3}\text{mol}$

B. $\text{Oa} : \text{ab} = 5 : 1$

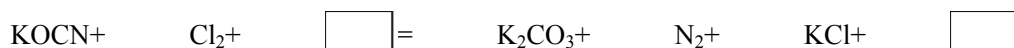
C. 当溶液中的 $n(\text{I}_2) = 5\times 10^{-4}\text{mol}$ 时, 加入 NaHSO_3 的物质的量可能为 $2.5\text{mol}\cdot 10^{-3}\text{mol}$ 或 $4.5\times 10^{-3}\text{mol}$

D. 由 ab 段反应可知, 氧化性: $\text{I}_2 > \text{HSO}_3^-$

40. 某工厂废水中含 KCN , 其浓度为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 现用氯氧化法处理, 发生如下反应(化合物中 N 的化合价均为 -3 价):

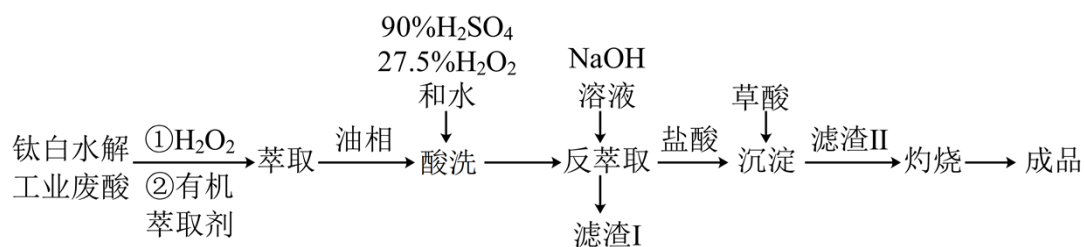
(1) $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$, 反应中被氧化的元素是_____ (用元素符号表示)。

(2) 投入过量液氯, 可将氰酸盐进一步氧化为氮气, 请配平下列化学方程式: _____。



(3) 若将 10L 含 KCN 的浓度为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的废水中的 KCN 氧化除去, 最少需要氯气_____ mol 。

41. 铈及其化合物具有许多优良的性能, 在宇航、电子、超导等方面有着广泛的应用, 从钛白水解工业废酸(含 Sc^{3+} 、 TiO^{2+} 、 Mn^{2+} 、 H^+ 、 SO_4^{2-} 等离子)中提取氧化铈(Sc_2O_3)的一种流程如图:



请回答下列问题:

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/436211144120010115>