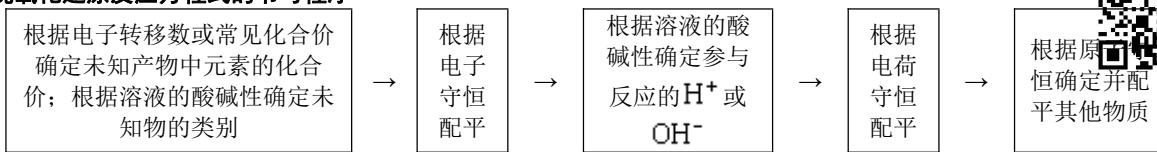


## 化工流程试题中陌生化学方程式专练



大多数的陌生化学方程式都是氧化还原反应，解题时要结合题目信息、流程图信息并熟记常见的氧化产物和还原产物。

### 1、新情境氧化还原反应方程式的书写程序



### 2、熟记常见的氧化剂及对应的还原产物、还原剂及对应的氧化产物

氧化剂	对应还原产物	还原剂	对应氧化产物
Cl <sub>2</sub> 、ClO <sup>-</sup> 、KClO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
O <sub>2</sub>	O <sup>2-</sup>	SO <sub>2</sub> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
KMnO <sub>4</sub> (H <sup>+</sup> )、MnO <sub>2</sub>	Mn <sup>2+</sup> (紫色褪去)	S <sup>2-</sup> 、HS <sup>-</sup> 、H <sub>2</sub> S	S
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (绿色氧化剂)	H <sub>2</sub> O	I <sup>-</sup>	I <sub>2</sub>
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (H <sup>+</sup> )	Cr <sup>3+</sup>	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
浓 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	CO、C	CO <sub>2</sub>
浓 HNO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> 、NO
稀 HNO <sub>3</sub>	NO+H <sub>2</sub> O		

### 3、氧化还原反应方程式的配平

(1)配平依据：电子得失相等，即化合价升降总数相等

(2)配平原则：①质量守恒；②得失电子数相等；③离子方程式中电荷守恒

(3)配平步骤：①划好价——划出有变的元素化合价

②列变化——列出元素化合价升降变化

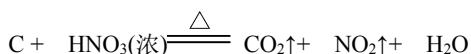
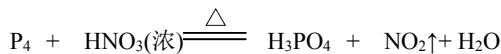
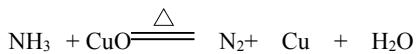
③求总数——求出化合价升降的最小公倍数，使化合价升高和降低的数目相等

④配系数——配出氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的系数，观察法配平其它物质的系数

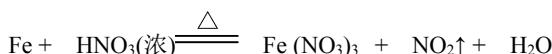
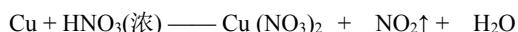
⑤作检查——查原子是否守恒、电荷是否守恒（通常通过检查氧元素的原子数），画上等号

### (4)配方法讲与练

#### ①一般氧化还原反应配平



#### ②部分氧化还原反应配平



### 4、掌握书写信息型氧化还原反应的步骤(3步法)

第1步：根据氧化还原顺序规律确定氧化性最强的为氧化剂，还原性最强的为还原剂；根据化合价规律及题给信息和已知元素化合物性质确定相应的还原产物、氧化产物；根据氧化还原反应的守恒规律确定氧化剂、还原剂、还原产物、氧化产物的相应化学计量数

第2步：根据溶液的酸碱性，通过在反应方程式的两端添加H<sup>+</sup>或OH<sup>-</sup>的形式使方程式的两端的电荷守恒

第3步：根据原子守恒，通过在反应方程式两端添加H<sub>2</sub>O(或其他小分子)使方程式两端的原子守恒

### 5、“补缺”的技巧

缺项化学方程式的配平：配平化学方程式时，有时要用H<sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>、H<sub>2</sub>O来使化学方程式两边电荷及原子守恒，总的原则是酸性溶液中不能出现OH<sup>-</sup>，碱性溶液中不能出现H<sup>+</sup>，具体方法如下：

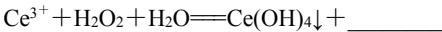
	酸性环境	碱性环境
反应物中少氧	左边加H <sub>2</sub> O，右边加H <sup>+</sup>	左边加OH <sup>-</sup> ，右边加H <sub>2</sub> O
反应物中多氧	左边加H <sup>+</sup> ，右边加H <sub>2</sub> O	左边加H <sub>2</sub> O，右边加OH <sup>-</sup>

## 【课后作业一】

1、配平下列方程式



- (1)  $\boxed{\quad}$  HCl(浓) +  $\boxed{\quad}$  MnO<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\Delta}$   $\boxed{\quad}$  Cl<sub>2</sub>↑ +  $\boxed{\quad}$  MnCl<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O
- (2)  $\boxed{\quad}$  Cu +  $\boxed{\quad}$  HNO<sub>3</sub>(稀) =  $\boxed{\quad}$  Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  NO↑ +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O
- (3)  $\boxed{\quad}$  KI +  $\boxed{\quad}$  KIO<sub>3</sub> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> =  $\boxed{\quad}$  I<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O
- (4)  $\boxed{\quad}$  MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> +  $\boxed{\quad}$  H<sup>+</sup> +  $\boxed{\quad}$  Cl<sup>-</sup> =  $\boxed{\quad}$  Mn<sup>2+</sup> +  $\boxed{\quad}$  Cl<sub>2</sub>↑ +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O
- (5)  $\boxed{\quad}$  S +  $\boxed{\quad}$  KOH =  $\boxed{\quad}$  K<sub>2</sub>S +  $\boxed{\quad}$  K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O (6)  $\boxed{\quad}$  P<sub>4</sub> +  $\boxed{\quad}$  KOH +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O =  $\boxed{\quad}$  K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> +  $\boxed{\quad}$  PH<sub>3</sub>
- (7)  $\boxed{\quad}$  ClO<sup>-</sup> +  $\boxed{\quad}$  Fe(OH)<sub>3</sub> +  $\boxed{\quad}$  =  $\boxed{\quad}$  Cl<sup>-</sup> +  $\boxed{\quad}$  FeO<sub>4</sub><sup>2-</sup> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O
- (8)  $\boxed{\quad}$  MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  =  $\boxed{\quad}$  Mn<sup>2+</sup> +  $\boxed{\quad}$  O<sub>2</sub>↑ +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O
- (9)  $\boxed{\quad}$  Fe(OH)<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  ClO<sup>-</sup> +  $\boxed{\quad}$  =  $\boxed{\quad}$  Fe(OH)<sub>3</sub> +  $\boxed{\quad}$  Cl<sup>-</sup>
- (10)  $\boxed{\quad}$  Mn<sup>2+</sup> +  $\boxed{\quad}$  ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O =  $\boxed{\quad}$  MnO<sub>2</sub>↓ +  $\boxed{\quad}$  Cl<sub>2</sub>↑ +  $\boxed{\quad}$
- (11)  $\boxed{\quad}$  P +  $\boxed{\quad}$  FeO +  $\boxed{\quad}$  CaO  $\xrightarrow{\text{高温}}$   $\boxed{\quad}$  Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  Fe

(12) 某高温还原法制备新型陶瓷氮化铝(AlN)的反应体系中的物质有：Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、C、N<sub>2</sub>、AlN、CO。请将 AlN 之外的反应物与生成物分别填入以下空格内，并配平。  $\boxed{\quad}$  +  $\boxed{\quad}$  +  $\boxed{\quad}$   $\longrightarrow$   $\boxed{\quad}$  AlN +  $\boxed{\quad}$ (13) ClO<sub>2</sub> 常用于水的净化，工业上可用 Cl<sub>2</sub> 氧化 NaClO<sub>2</sub> 溶液制取 ClO<sub>2</sub>。写出该反应的离子方程式，并标出电子转移的方向和数目(14) H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> 的工业制法是：将白磷(P<sub>4</sub>)与 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液反应生成 PH<sub>3</sub> 气体和 Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>，后者再与 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 反应。写出自磷与 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液反应的化学方程式：(15) KClO<sub>3</sub> 可用于实验室制 O<sub>2</sub>，若不加催化剂，400 ℃时分解只生成两种盐，其中一种是无氧酸盐，另一种盐的阴阳离子个数比为 1:1，写出该反应的化学方程式：(16) Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 还原性较强，在溶液中易被 Cl<sub>2</sub> 氧化成 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，常用作脱氯剂，该反应的离子方程式为(17) 硫化氢具有还原性，可以和许多氧化剂反应。在酸性条件下，H<sub>2</sub>S 和 KMnO<sub>4</sub> 反应生成 S、MnSO<sub>4</sub>、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 H<sub>2</sub>O，写出该反应的化学方程式(18) 天然气中的 H<sub>2</sub>S 杂质常用氨水吸收，产物为 NH<sub>4</sub>HS。一定条件下向 NH<sub>4</sub>HS 溶液中通入空气，得到单质硫并使吸收液再生，写出再生反应的化学方程式：(19) 在某强酸性混合稀土溶液中加入 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，调节 pH≈3，Ce<sup>3+</sup>通过下列反应形成 Ce(OH)<sub>4</sub> 沉淀得以分离。完成反应的离子方程式：

2、按要求书写方程式：

(1) 已知将浓盐酸滴入高锰酸钾溶液中，产生黄绿色气体，而溶液的紫红色褪去。在一氧化还原反应的体系中，共有 KCl、Cl<sub>2</sub>、浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O、KMnO<sub>4</sub>、MnSO<sub>4</sub>、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 七种物质。

①写出一个包含上述七种物质的氧化还原反应方程式，并配平

②在反应后的溶液中加入 NaBiO<sub>3</sub>(不溶于冷水)，溶液又变为紫红色，BiO<sub>3</sub><sup>-</sup>反应后变为无色的 Bi<sup>3+</sup>。写出该实验中涉及反应的离子方程式(2) +6 价铬的毒性很强，制取红矾钠后的废水中含有的 Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>，可以用绿矾除去。测得反应后的溶液中含 Cr<sup>3+</sup>、Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、H<sup>+</sup> 等阳离子。写出该反应的离子方程式(3) KMnO<sub>4</sub> 的氧化性随 pH 的减小而增大，在酸性介质中还原产物是 Mn<sup>2+</sup>；在中性或碱性介质中还原产物主要是 MnO<sub>2</sub>。三氯乙烯(C<sub>2</sub>HCl<sub>3</sub>)是地下水有机污染物的主要成分，研究显示在地下水中加入 KMnO<sub>4</sub> 溶液可将其中的三氯乙烯除去，氧化产物只有 CO<sub>2</sub>，写出反应的化学方程式(4) 工业上，通过如下转化可制得 KClO<sub>3</sub> 晶体：NaCl 溶液  $\xrightarrow[\text{I}]{\text{80}^\circ\text{C, 通电}}$  NaClO<sub>3</sub> 溶液  $\xrightarrow[\text{II}]{\text{室温, KCl}}$  KClO<sub>3</sub> 晶体完成 I 中反应的总化学方程式：NaCl + H<sub>2</sub>O = NaClO<sub>3</sub> + \_\_\_\_\_

(5) 氢能是重要的新能源。储氢作为氢能利用的关键技术，是当前关注的热点之一

① 氢气是清洁燃料，其燃烧产物为 \_\_\_\_\_

② NaBH<sub>4</sub> 是一种重要的储氢载体，能与水反应得到 NaBO<sub>2</sub>，且反应前后 B 的化合价不变，该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_，反应消耗 1molNaBH<sub>4</sub> 时转移的电子数目为 \_\_\_\_\_(6) 与 Cl<sub>2</sub> 相比较，ClO<sub>2</sub> 处理水时被还原成 Cl<sup>-</sup>，不生成有机氯代物等有害物质。工业上可用亚氯酸钠和稀盐酸为原料制备 ClO<sub>2</sub>，反应如下：NaClO<sub>2</sub> + HCl → ClO<sub>2</sub>↑ + \_\_\_\_\_ (没有配平)① 上述方程式中，缺项物质是 \_\_\_\_\_，配平方程式，并在下面补全反应物系数：  $\boxed{\quad}$  NaClO<sub>2</sub> +  $\boxed{\quad}$  HCl →② 该反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比是 \_\_\_\_\_，生成 0.2molClO<sub>2</sub> 转移电子的物质的量为 \_\_\_\_\_ mol(7) 次磷酸钠(NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)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。化学镀镍的溶液中含有 Ni<sup>2+</sup> 和 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>，在酸性条件下发生以下镀镍反应：Ni<sup>2+</sup> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> + \_\_\_\_\_ →  $\boxed{\quad}$  Ni +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> + \_\_\_\_\_

① 请配平上述化学方程式

② 上述反应中，若生成 1molH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>，反应中转移电子的物质的量为 \_\_\_\_\_(8) S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup> 具有强氧化性，其还原产物为 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，硫酸锰(MnSO<sub>4</sub>)和过硫酸钾(K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)两种盐溶液在银离子催化下可发生反应，得到紫红色溶液。请写出此反应的化学方程式：(9) 在热的稀硫酸溶液中溶解一定量的 FeSO<sub>4</sub> 后，再加入足量的 KNO<sub>3</sub> 溶液，可使其中的 Fe<sup>2+</sup> 全部转化成 Fe<sup>3+</sup>，并有气体逸出，请配平该化学方程式：FeSO<sub>4</sub> +  $\boxed{\quad}$  KNO<sub>3</sub> +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →  $\boxed{\quad}$  K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> +  $\boxed{\quad}$  Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> +  $\boxed{\quad}$  NO↑ +  $\boxed{\quad}$  H<sub>2</sub>O；其中氧化剂为 \_\_\_\_\_

**6、化工流程试题中陌生化学方程式书写技巧**

(1)根据氧化还原反应判断产物：陌生情景中的化学反应往往是氧化还原反应，在氧化还原反应中，元素化合价有升有降的规律，根据化合价升降可判断出反应产物。

典例 1、 $\text{NO}_2$ 与  $\text{NaOH}$  溶液反应，产物之一是  $\text{NaNO}_2$ ，写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_

典例 2、 $\text{SO}_2$ 可用于工业制溴过程中吸收潮湿空气中的  $\text{Br}_2$ ， $\text{SO}_2$  吸收  $\text{Br}_2$  的离子方程式是\_\_\_\_\_

**(2)根据电子得失数目定量分析判断产物**

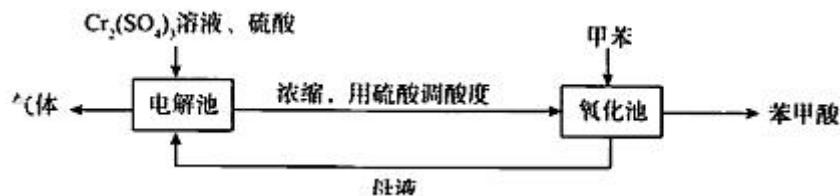
在书写陌生方程式的题目中，有一类题目给出了一定量的氧化剂或还原剂在反应中得到或失去的电子数，这就要求学生能根据一定量的氧化剂或还原剂在反应中得失电子数，判断出产物的化合价，从而判断出产物，写出方程式。

典例 1、硫单质在空气中燃烧生成一种无色有刺激性气味的气体，该气体与含  $1.5 \text{ mol}$  氯的一种含氧酸（该酸的某盐常用于实验室制取氧气）的溶液在一定条件下反应，可生成一种强酸和一种氧化物，若有  $1.5 \times 6.02 \times 10^{23}$  个电子转移时，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_

典例 2、取  $\text{FeCl}_2$  溶液，调 pH 约为 7，加入淀粉  $\text{KI}$  溶液和  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，溶液呈蓝色并有红褐色沉淀生成。当消耗  $2 \text{ mol I}^-$  时，共转移  $3 \text{ mol}$  电子，该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_

**(3)根据题中图像书写方程式**

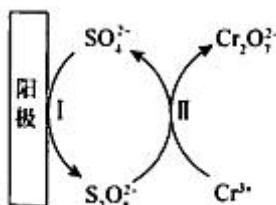
典例 1、苯甲酸可用作食品的抑菌剂。工业上通过间接电合成法制备苯甲酸，工艺流程如下：



电解池用于制备  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

(1)阴极产生的气体是\_\_\_\_\_

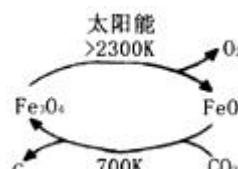
(2)电解时阳极附近发生的反应如下图所示



① $\text{SO}_4^{2-}$ 所起的作用是\_\_\_\_\_

② II 中反应的离子方程式是\_\_\_\_\_

典例 2、二氧化碳的回收利用是环保领域研究热点。

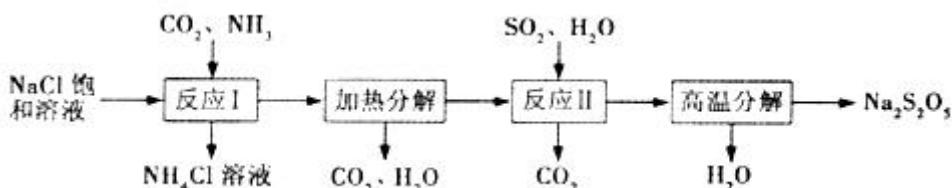


在太阳能的作用下，以  $\text{CO}_2$  为原料制取炭黑的流程如图所示。总反应的化学方程式为\_\_\_\_\_

**(4)根据题目信息书写方程式**

根据题目中的叙述，找出关键的字词，知道生成物是什么，写出化学方程式。

典例 1、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  常用作纺织业棉麻脱氯剂；酸化时可放出  $\text{SO}_2$  气体。其制备工艺流程如下：



(1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  的名称为\_\_\_\_\_ (选填“焦硫酸钠”或“焦亚硫酸钠”)

(2)“反应 I”中应先通入的气体是\_\_\_\_\_，反应后析出的固体产物是\_\_\_\_\_

(3)“反应 II”的化学方程式为\_\_\_\_\_

(4)若反应条件或用量等控制不当，则所得的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  产品中往往含有杂质

①若产品中含有杂质  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，其具体原因可能是\_\_\_\_\_ (任答一条即可)

②若检验产品中含有杂质  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，下列试剂的使用顺序依次为\_\_\_\_\_ (填编号)

- a.稀硫酸 b.澄清石灰水 c.品红溶液 d.酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液

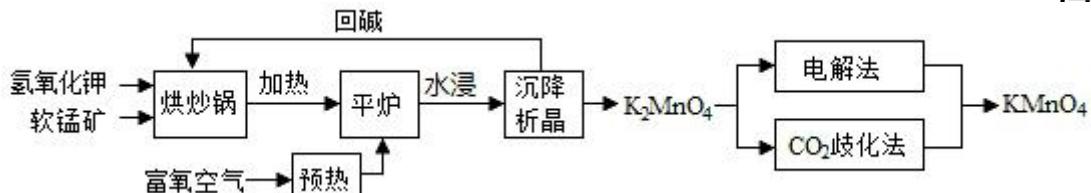
(5) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  也可用作棉麻的脱氯剂。

① $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  溶液与  $\text{Cl}_2$  反应的离子方程式为\_\_\_\_\_

② $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  与  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  脱氯等效时，消耗二者的质量之比为\_\_\_\_\_

## 【课后作业二】

1、是一种常用氧化剂，主要用于化工、防腐及制药工业等。以软锰矿（主要成分为 $MnO_2$ ）为原料生产高锰酸钾的工艺流程：

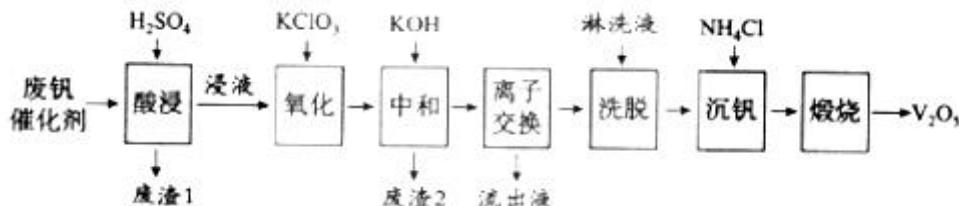


回答下列问题：“平炉”中发生的化学方程式为\_\_\_\_\_。

2、以硅藻土为载体的五氧化二钒( $V_2O_5$ )是接触法生成硫酸的催化剂。从废钒催化剂中回收 $V_2O_5$ 既避免污染环境又有利于资源综合利用。废钒催化剂的主要成分为：

物质	$V_2O_5$	$V_2O_4$	$K_2SO_4$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$
质量分数/%	2.2~2.9	2.8~3.1	22~28	60~65	1~2	<1

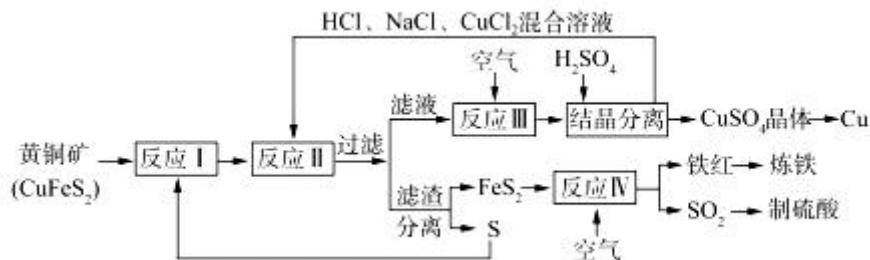
以下是一种废钒催化剂回收工艺路线：



回答下列问题：

- (1)“酸浸”时 $V_2O_5$ 转化为 $VO_2^+$ ，反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。  
 (2)“沉钒”得到偏钒酸铵( $NH_4VO_3$ )沉淀，写出“煅烧”中发生反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

3、一种以黄铜矿和硫磺为原料制取钢和其他产物的新工艺，原料的综合利用率较高。其主要流程如下：

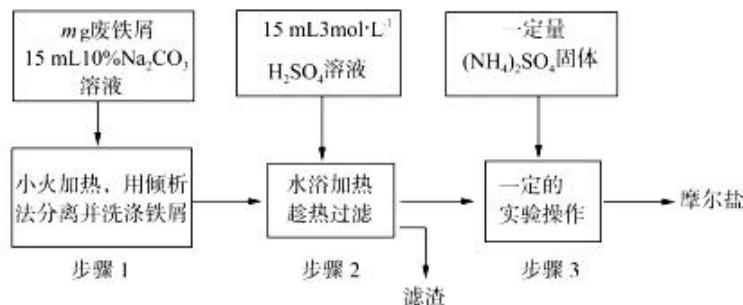


已知：“反应II”的离子方程式为 $Cu^{2+} + CuS + 4Cl^- = 2[CuCl_2] + S$

回答下列问题：

“反应III”的离子方程式为\_\_\_\_\_。

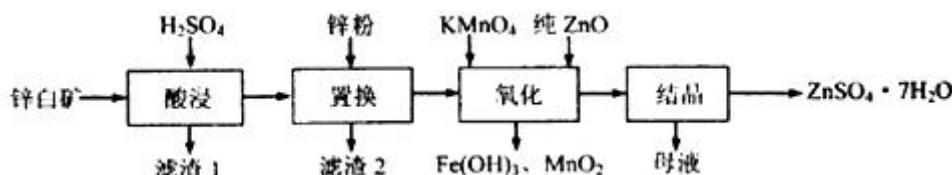
4、摩尔盐易 $[{(NH_4)_2Fe(SO_4)_2}]$ 易溶于水，具有还原性。以下是利用废铁屑、稀硫酸和硫酸铵为原料制取摩尔盐的流程图。



回答下列问题：

一般采用滴定法测定摩尔盐产品中 $Fe^{2+}$ 的含量：称取4.0g摩尔盐样品，溶于水，加入适量稀硫酸，用0.2mol/L $KMnO_4$ 溶液滴定，达到终点时，消耗10.00mL $KMnO_4$ 溶液。滴定过程中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

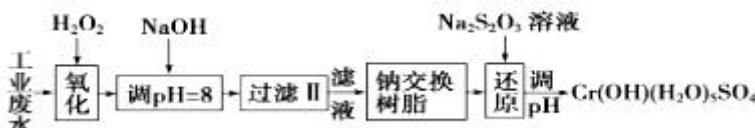
5、硫酸锌可用于制造锌钡白、印染媒染剂等。用锌白矿(主要成分为 $ZnO$ ，还含有 $Fe_2O_3$ 、 $CuO$ 、 $SiO_2$ 等杂质)制备 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 的流程如下。



“氧化”一步中，发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

6、重金属元素铬的毒性较大，含铬废水需经处理达标后才能排放。

某工业废水中主要含有 $\text{Cr}^{3+}$ ，同时还含有少量的 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 和 $\text{Mg}^{2+}$ 等，且酸性较强。为回收利用，通常采用如图所示的工艺流程：



注：部分阳离子常温下以氢氧化物形式完全沉淀时溶液的pH见下表

氢氧化物	$\text{Fe(OH)}_3$	$\text{Fe(OH)}_2$	$\text{Mg(OH)}_2$	$\text{Al(OH)}_3$	$\text{Cr(OH)}_3$
pH	3.7	9.6	11.1	8	9(>9 溶解)

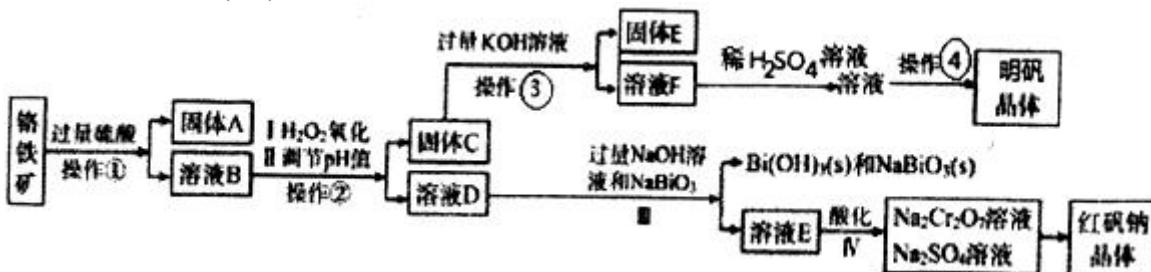
还原过程中，每消耗172.8g  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转移4.8 mol e<sup>-</sup>，该反应离子方程式为\_\_\_\_\_

7、实验室以一种工业废渣（含80%~90%的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，其余为焦炭等不溶物）为原料制备 $\text{KClO}_3$ 的实验过程如下：



反应I的目的是制备 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ ，写出该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_

8、某工厂用一固体废渣（主要成份为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ，还含有 $\text{FeO}$ 、 $\text{SiO}_2$ ）为主要原料回收利用，生产红矾钠晶体( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )，同时制备明矾（ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ）。其主要工艺流程如下：

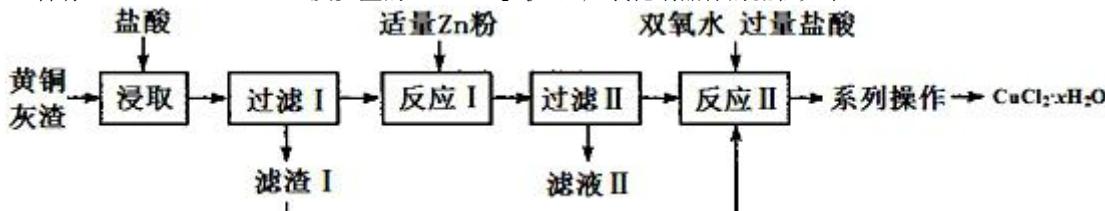


已知： $\text{NaBiO}_3$ 不溶于冷水，在碱性条件下能将 $\text{Cr}^{3+}$ 氧化为 $\text{CrO}_4^{2-}$

(1)写出III中发生反应的离子方程式\_\_\_\_\_

(2)写出溶液F和硫酸溶液反应的离子方程式\_\_\_\_\_，若用足量二氧化碳通入F中，则生成的溶液中离子浓度关系为\_\_\_\_\_

9、黄铜灰渣（含有Cu、Zn、CuO、ZnO及少量的FeO、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）生产氯化铜晶体的流程如下：



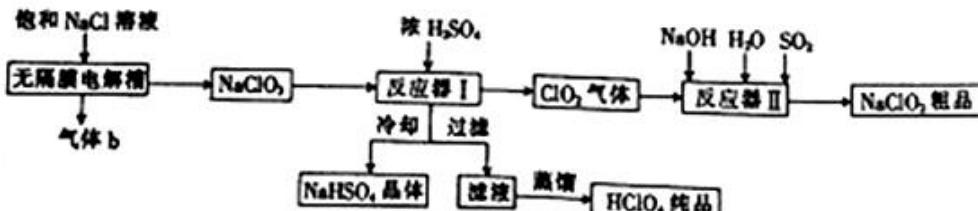
(1)写出反应II的化学方程式\_\_\_\_\_

(2)在空气中直接加热 $\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 晶体得不到纯的无水 $\text{CuCl}_2$ ，原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)

10、碱式碳酸铜( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ )是名贵的矿物宝石孔雀石的主要成分，应用广泛，如在无机工业中用于制造各种铜化合物，有机工业中用作有机合成催化剂等等，某化学小组为了探究碱式碳酸铜生成条件对其产率的影响，设计了如下实验：

设计原理：取一定体积的碳酸钠溶液(0.5mol/L)于100mL烧杯中，进行加热，恒温后将硫酸铜溶液(5.00mL, 0.5mol/L)在不断搅拌下以一定速度逐滴加入到上述碳酸钠溶液中，反应达平衡后，静止，减压过滤，洗涤，烘干，即得到最终产品，同时有气体放出。反应原理为：\_\_\_\_\_

11、亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )是一种强氧化性漂白剂，广泛用于纺织、印染和食品工业，工业上生产亚氯酸钠和高氯酸的工艺流程如下：

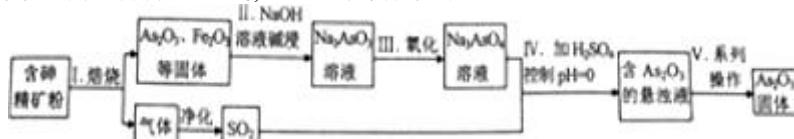


已知： $\text{NaHSO}_4$ 的溶解度随温度的升高而增大，适当条件下可结晶析出。请回答下列问题：

(1)反应器I中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_，冷却的目的是\_\_\_\_\_

(2)反应器II中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_

12、中药药剂砒霜（主要成分  $\text{As}_2\text{O}_3$ ，微溶于水）在医疗上用于治疗急性白血病。某课题组以一种含砷精矿石粉（主要成分为  $\text{As}_2\text{S}_3$ 、 $\text{As}_2\text{S}_3$ 、 $\text{FeS}_2$  及其它惰性杂质）为原料制取  $\text{As}_2\text{O}_3$ ，工艺流程简图如下：



回答下列问题：

①过程 I 中焙烧  $\text{As}_2\text{S}_3$  的化学反应方程式为 \_\_\_\_\_

②过程 IV 中生成  $\text{As}_2\text{O}_3$  的离子反应方程式为 \_\_\_\_\_

13、锌是一种应用广泛的金属，目前工业上主要采用“湿法”工艺冶炼锌，某硫化锌精矿的主要成分是  $\text{ZnS}$ （还含有少量  $\text{FeS}$  等其它成分），以其为原料冶炼锌的工艺流程如图所示。回答下列问题：



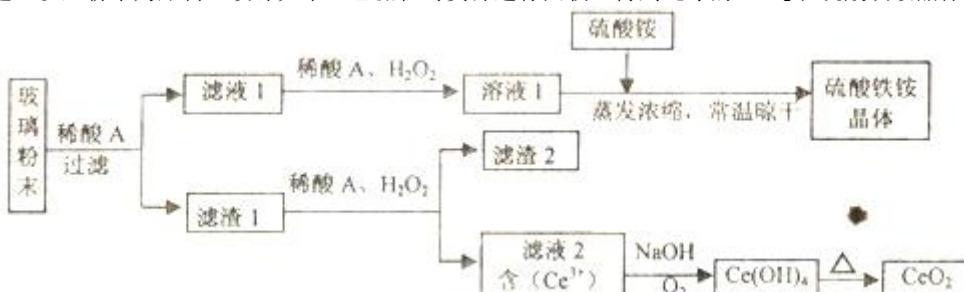
改进的锌冶炼工艺，采用了“氧压酸浸”的全湿法流程，既省略了易导致空气污染的焙烧过程，又可获得一种有工业价值的非金属单质，“氧压酸浸”中发生主要反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_

14、偏钒酸铵( $\text{NH}_4\text{VO}_3$ )主要用作催化剂、催干剂、媒染剂等。用沉淀法除去工业级偏钒酸铵中的杂质硅、磷的流程如下：



偏钒酸铵本身在水中的溶解度不大，但在草酸( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )溶液中因发生氧化还原反应而溶解，同时生成络合物 $(\text{NH}_4)_2[(\text{VO})_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ ，该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_

15、二氧化铈( $\text{CeO}_2$ )是一种重要的稀土氧化物，平板电视显示屏生产过程中产生大量的废玻璃粉末（含  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{FeO}$  等物质）。某课题组以此粉末为原料，设计如下工艺流程对资源进行回收，得到纯净的  $\text{CeO}_2$  和硫酸铁铵晶体。

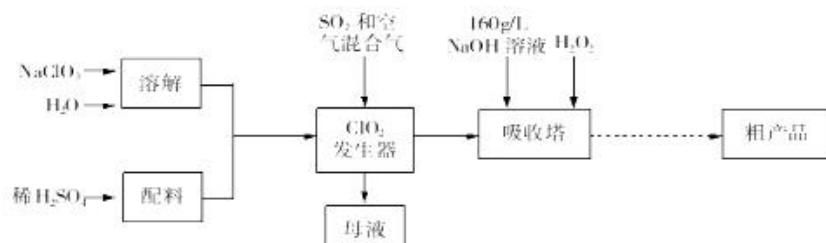


已知： $\text{CeO}_2$  不溶于稀硫酸，也不溶于  $\text{NaOH}$  溶液。

(1) 已知  $\text{Fe}^{2+}$  溶液可以和难溶于水的  $\text{FeO}(\text{OH})$  反应生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，书写该反应的离子方程式 \_\_\_\_\_

(2) 由滤液 2 生成  $\text{Ce}(\text{OH})_4$  的离子方程式 \_\_\_\_\_

23、亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )是一种高效氧化剂和漂白剂，主要用于棉纺、纸张漂白、食品消毒、水处理等。已知： $\text{NaClO}_2$  饱和溶液在温度低于  $38^\circ\text{C}$  时析出的晶体是  $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，高于  $38^\circ\text{C}$  时析出晶体是  $\text{NaClO}_2$ ，高于  $60^\circ\text{C}$  时  $\text{NaClO}_2$  分解成  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{NaCl}$ 。纯  $\text{ClO}_2$  易分解爆炸。一种制备亚氯酸钠粗产品的工艺流程如下：



(1)  $\text{ClO}_2$  发生器中的离子方程式为 \_\_\_\_\_，发生器中鼓入空气的作用可能是 \_\_\_\_\_

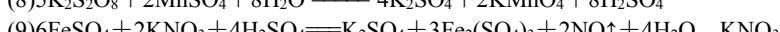
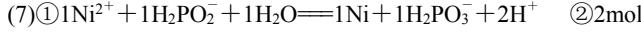
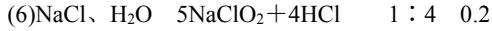
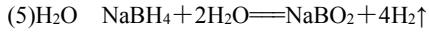
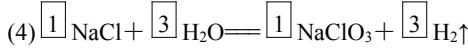
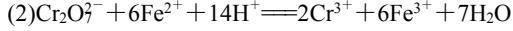
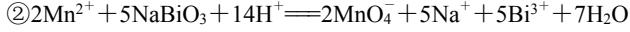
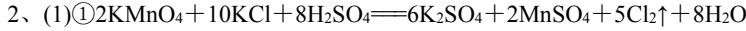
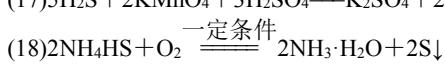
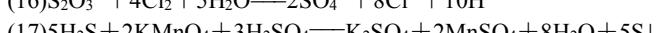
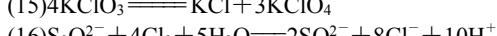
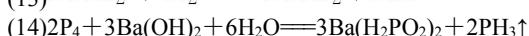
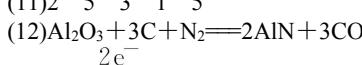
a. 将  $\text{SO}_2$  氧化成  $\text{SO}_3$ ，增强酸性      b. 稀释  $\text{ClO}_2$  以防止爆炸      c. 将  $\text{NaClO}_3$  还原为  $\text{ClO}_2$

(2) 吸收塔内反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_，吸收塔的温度不能超过  $20^\circ\text{C}$ ，其原因是 \_\_\_\_\_

# 【化工流程试题中陌生化学方程式专练】答案

**【课后作业一】**

- 1、(1)4 1 1 1 2  
 (2)3 8 3 2 4  
 (3)5 1 3 3 3 3  
 (4)2 16 10 2 5 8  
 (5)3 6 2 1 3  
 (6)2 9 3 3 5  
 (7)3 2 4OH<sup>-</sup> 3 2 5  
 (8)2 5 6H<sup>+</sup> 2 5 8  
 (9)2 1 1 H<sub>2</sub>O 2 1  
 (10)5 2 4 5 1 8 H<sup>+</sup>  
 (11)2 5 3 1 5

**6、化工流程试题中陌生化学方程式书写技巧****(1)典例 1、2NO<sub>2</sub>+2NaOH=NaNO<sub>2</sub>+NaNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O**

【解析】NO<sub>2</sub>与NaOH溶液反应，产物之一是NaNO<sub>2</sub>，N元素化合价由+4价降到+3价，同时必有N元素化合价由+4升高到+5价，即有NaNO<sub>3</sub>生成，化学方程式为2NO<sub>2</sub>+2NaOH=NaNO<sub>2</sub>+NaNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O。

**典例 2、SO<sub>2</sub>+Br<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=4H<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+2Br<sup>-</sup>**

【解析】SO<sub>2</sub>中的硫为+4价，有还原性，被氧化为+6价，生成SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，Br<sub>2</sub>有氧化性，被还原为Br<sup>-</sup>，离子方程式为：SO<sub>2</sub>+Br<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=4H<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+2Br<sup>-</sup>

**(2)典例、SO<sub>2</sub>+2HClO<sub>3</sub>=H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+2ClO<sub>2</sub>**

【解析】硫单质在空气中燃烧生成一种无色有刺激性气味的气体是SO<sub>2</sub>，有还原性，被氧化为强酸H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>；氯的一种含氧酸盐常用于实验室制取氧气，该盐是KClO<sub>3</sub>，HClO<sub>3</sub>具有氧化性，1.5 mol的HClO<sub>3</sub>在反应中转移1.5×6.02×10<sup>23</sup>个电子，可判断Cl元素化合价由+5降低到+4价，即产生了ClO<sub>2</sub>，该反应的化学方程式是：SO<sub>2</sub>+2HClO<sub>3</sub>=H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+2ClO<sub>2</sub>。

**典例 2、4I<sup>-</sup>+2Fe<sup>2+</sup>+3H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=2I<sub>2</sub>+2 Fe(OH)<sub>3</sub>↓**

【解析】FeCl<sub>2</sub>溶液，调pH约为7，加入淀粉KI溶液和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，溶液呈蓝色并有红褐色沉淀生成，说明产生了I<sub>2</sub>和Fe(OH)<sub>3</sub>，当消耗2mol I<sup>-</sup>时，共转移3 mol电子，说明被氧化的I<sup>-</sup>和Fe<sup>2+</sup>之比是2:1，该反应的离子方程式是：4I<sup>-</sup>+2Fe<sup>2+</sup>+3H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=2I<sub>2</sub>+2 Fe(OH)<sub>3</sub>↓。

**(3)典例、(1)H<sub>2</sub> (2)①催化剂 ②3S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>+2Cr<sup>3+</sup>+7H<sub>2</sub>O=6SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>+14H<sup>+</sup>**

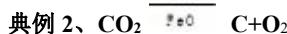
【解析】(1)电解Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液阴极产生的气体是H<sub>2</sub>；

(2)①由图中可看出反应Ⅰ反应物中有SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，反应Ⅱ生成SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，因此SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>是催化剂。

②由图中可看出，Ⅱ中的反应是S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>和Cr<sup>3+</sup>反应生成SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>和Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>，根据电子守恒、原子守恒、电荷

守恒，酸性条件下反应的离子方程式为：②3S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>+2Cr<sup>3+</sup>+7H<sub>2</sub>O=6SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>+14H<sup>+</sup>。

太阳能



【解析】首先明确反应的目的是以  $\text{CO}_2$  为原料制取炭黑，并且要求写总反应的化学方程式，根据地图示，化学方程式为  $\text{CO}_2 \xrightarrow[\text{水}]{\text{太阳能}} \text{C} + \text{O}_2$

## (4) 典例 1、

(1) 焦亚硫酸钠 (2)  $\text{NH}_3$ (或：氨气)  $\text{NaHCO}_3$  (或：碳酸氢钠)(3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ (4) 反应 II 中  $\text{SO}_2$  的用量不足： $\text{NaHSO}_3$  分解时反应温度不高 a d c b(5)  $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{Cl}^-$  190: 79(或：2.4: 1)

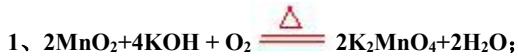
【解析】该原理为：反应 I 为生成  $\text{NaHCO}_3$ ，加热生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，在反应 II 中二氧化硫与碳酸钠反应生成  $\text{NaHSO}_3$  与二氧化碳，加热  $\text{NaHSO}_3$  生成  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 。

(1) S 为+4 价， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  的名称为焦亚硫酸钠；(2) 工艺流程可知，反应 I 为生成  $\text{NaHCO}_3$ ，氯化钠溶液通入氨气、二氧化碳生成碳酸氢钠与氯化铵，反应方程式为： $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ；反应 I 进行时应先通入氨气，增大  $\text{HCO}_3^-$  的浓度，便于  $\text{NaHCO}_3$  析出；(3) “反应 II”的化学方程式为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$  (4) 反应 II 中发生反应

加热

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ ,  $2\text{NaHSO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ，故  $\text{SO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量之比接近 2: 1 恰好完全反应，若  $\text{SO}_2$  不足  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  产品中  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  等杂质含量增加， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  产率降低，①若产品中含有杂质  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，其具体原因可能是：反应 II 中  $\text{SO}_2$  的用量不足： $\text{NaHSO}_3$  分解时反应温度不高。②产品中可能含有杂质  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，a. 加稀硫酸产生  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ ，通入 d. 酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，除去  $\text{SO}_2$ ，再通入 c. 品红溶液，确定  $\text{SO}_2$  已除尽，最后再通入 b. 澄清石灰水，检验  $\text{CO}_2$ 。故试剂的使用顺序依次为 a d c b；(5) ①  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  溶液与  $\text{Cl}_2$  反应的离子方程式为  $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{Cl}^-$ ， $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = 10\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^-$ ，由方程式可知，当  $\text{Cl}_2$  相同时， $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \sim \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，消耗二者的质量之比为 190×2: 158=190: 79(或：2.4: 1)

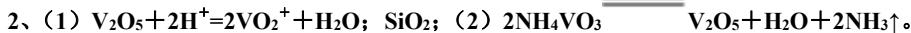
## 【课后作业二】



【解析】根据流程图可知，在“平炉”中  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{KOH}$ 、 $\text{O}_2$  在加热时会反应产生  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ，根据质量守恒定律可知，另外一种生成物质是  $\text{H}_2\text{O}$ ，根据原子守恒、电子守恒可得发生的化学方程式为

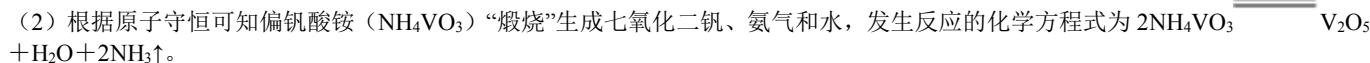


高温

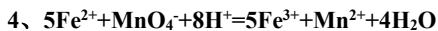


【解析】(1) “酸浸”时  $\text{V}_2\text{O}_5$  转化为  $\text{VO}_2^+$ ，V 元素化合价不变，说明不是氧化还原反应，根据原子守恒可知反应的离子方程式为  $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+ = 2\text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

高温



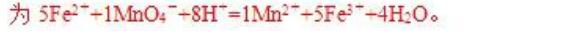
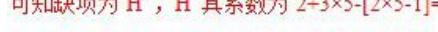
【解析】反应 III 中生成铜离子，则离子反应为  $4\text{CuCl}_2^- + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Cu}^{2+} + 8\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



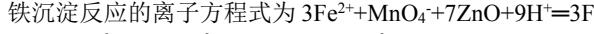
【解析】 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ，铁元素化合价升高 1 价； $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ，锰元素降低 5 价，化合价升降最小公倍数

为 5，故  $\text{Fe}^{2+}$  系数为 5， $\text{MnO}_4^-$  系数为 1，根据元素守恒可知  $\text{Mn}^{2+}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  系数分别为 1、5，根据电荷守恒

可知缺项为  $\text{H}^+$ ， $\text{H}^+$  其系数为  $2+3\times 5-[2\times 5-1]=8$ ，根据 H 元素守恒可知  $\text{H}_2\text{O}$  系数是 4，所以反应离子方程式



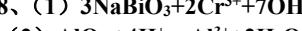
【解析】根据流程图，“氧化”一步中， $\text{Fe}^{2+}$  能被高锰酸钾氧化生成  $\text{Fe}^{3+}$ ，高锰酸钾被还原成二氧化锰，生成是铁离子转化为氢氧化铁沉淀反应的离子方程式为  $3\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{ZnO} + 9\text{H}^+ = 3\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{MnO}_2 + 7\text{Zn}^{2+}$ 。



【解析】每消耗 0.8mol  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转移 4.8mol  $e^-$ ，则 1mol  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转移 6mol 电子，所以生成  $\text{Cr}^{3+}$ ， $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  被氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$ ，则反应的离子方程式为： $3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 13\text{H}_2\text{O} = 6\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ 。

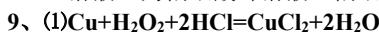


【解析】根据流程图，反应 I 中氯气、氧气和氢氧化钙反应生成了  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ ，反应的化学方程式为  $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 + 5\text{O}_2 = 2\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



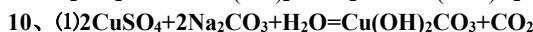
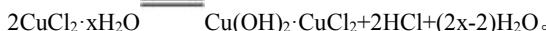
【解析】(1)  $\text{NaBiO}_3$  不溶于冷水，在碱性条件下能将  $\text{Cr}^{3+}$  氧化为  $\text{CrO}_4^{2-}$ ，根据得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒配平，III 中发生反应的离子方程式  $3\text{NaBiO}_3 + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{Na}^+ + 3\text{Bi}(\text{OH})_3$ 。

(2) 溶液 F 为偏铝酸钾溶液，偏铝酸钾和硫酸反应生成硫酸铝，反应的离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



【解析】(1) 反应 II 是铜与双氧水和盐酸反应生成氯化铜，其化学方程式为： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 氯化铜是强酸弱碱盐，水解产生的盐酸是易挥发性酸，在空气中直接加热  $\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  晶体得不到纯的无水 CuCl<sub>2</sub>。



【解析】根据题给信息，碳酸钠和硫酸铜溶液混合加热生成碱式碳酸铜，且有气体生成，该气体为 CO<sub>2</sub>，则反应的化学方程式为  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$ 。

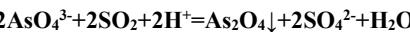


【解析】(1). 反应器 I 中发生的反应是氯酸钠经浓硫酸酸化发生歧化反应生成 HClO<sub>4</sub>、ClO<sub>2</sub> 和 3NaHSO<sub>4</sub>，

化学方程式为  $3\text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{HClO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 3\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。因为 NaHSO<sub>4</sub> 的溶解度随温度的升高而增大，所以冷却的目的是降低 NaHSO<sub>4</sub> 的溶解度，使 NaHSO<sub>4</sub> 结晶析出。

(2). 反应器 II 中发生的反应是二氧化氯被二氧化硫在碱性条件下还原得到亚氯酸钠，二氧化硫被氧化为硫酸根，离子方程式为  $2\text{ClO}_2 + \text{SO}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{ClO}_2^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

12、 $2\text{As}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$



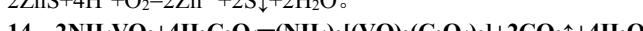
焙烧

【解析】①过程 I 中焙烧 As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 生成 SO<sub>2</sub> 和 As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，发生反应的化学反应方程式为  $2\text{As}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$ ；

②过程 IV 是 AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 和 SO<sub>2</sub> 在酸性条件发生氧化还原反应生成 As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，发生反应的离子反应方程式为



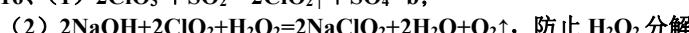
【解析】“氧压酸浸”法顾名思义，可知反应物中含有 H<sup>+</sup> 和 O<sub>2</sub>，可以获得非金属单质 S，反应的化学方程式为： $2\text{ZnS} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = 2\text{Zn}^{2+} + 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



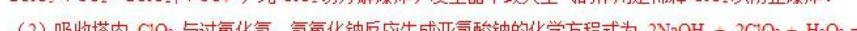
【解析】偏钒酸本身在水中的溶解度不大，但在草酸(H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)溶液中因发生氧化还原反应而溶解，同时生成络合物(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[(VO)<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]，反应的化学方程式为  $2\text{NH}_4\text{VO}_3 + 4\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = (\text{NH}_4)_2[(\text{VO})_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3] + 2\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。



【解析】(1) 已知 Fe<sup>2+</sup> 溶液可以和难溶于水的 FeO(OH) 反应生成 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>，根据电子得失守恒和原子守恒可知该反应的离子方程式为  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{FeO}(\text{OH}) = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+$ ；(2) 由滤液 2 生成 Ce(OH)<sub>4</sub> 的反应物是氢氧化钠、氧气和 Ce<sup>3+</sup>，因此反应的离子方程式为  $4\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 + 12\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ce}(\text{OH})_4 \downarrow$ 。

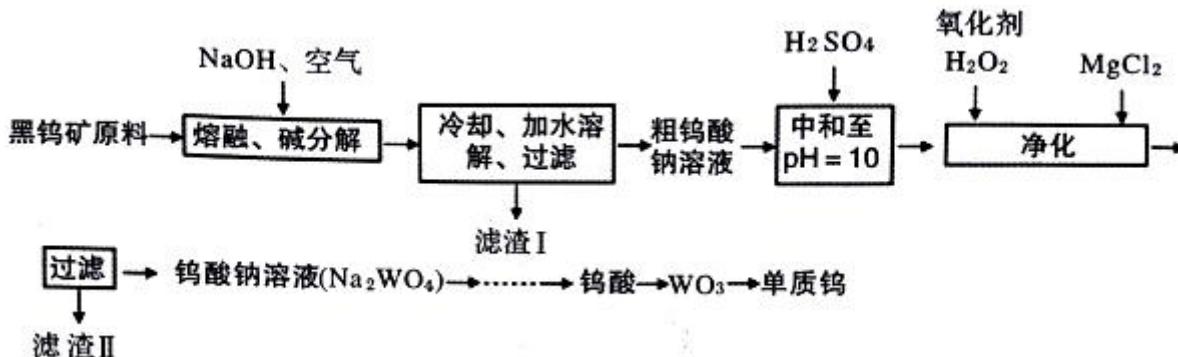


【解析】试题分析：(1) ClO<sub>2</sub> 发生器中氯酸钠、二氧化硫发生氧化还原反应生成二氧化氯，离子方程式为





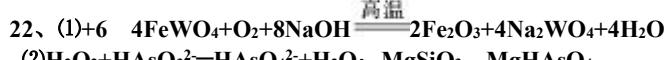
22、钨是熔点最高的金属，是重要的战略物资。自然界中钨主要存在于黑钨矿中，其主要成分是铁和锰的钨酸盐( $\text{FeWO}_4$ 、 $\text{MnWO}_4$ )，还含少量 Si、As 的化合物。由黑钨矿冶炼钨的工艺流程如下：



已知：①滤渣 I 的主要成份是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 。②上述流程中，钨的化合价只有在最后一步发生改变。③常温下钨酸难溶于水。

(1)钨酸盐( $\text{FeWO}_4$ 、 $\text{MnWO}_4$ )中钨元素的化合价为\_\_\_\_，请写出  $\text{MnWO}_4$  在熔融条件下发生碱分解反应生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的化学方程式

(2)上述流程中向粗钨酸钠溶液中加硫酸中和至 pH=10 后，溶液中的杂质阴离子确  $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{HAsO}_3^{2-}$ 、 $\text{HAsO}_4^{2-}$  等，则“净化”过程中，加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  时发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_，滤渣 II 的主要成份是\_\_\_\_\_



【解析】由流程可知，钨酸亚铁和氢氧化钠、氧气反应生成氧化铁和钨酸钠，钨酸锰和氢氧化钠反应生成钨酸钠和氢氧化锰，水浸时，氧化铁和氢氧化锰不溶于水，钨酸钠溶于水，故过滤后得到的滤液含钨酸钠，滤渣 I 的主要成份是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ ，钨酸钠和浓硫酸反应生成钨酸和硫酸钠；加入过氧化氢，氧化+5 价的钨为+6 价，加入氯化镁，生成难溶于水的  $\text{MgSiO}_3$ 、 $\text{MgHAsO}_4$ ，过滤，滤液为钨酸钠，酸化，加热分解产生三氧化钨和水，用还原剂还原三氧化钨生成钨，据此分析解答。

(1)钨酸盐  $\text{FeWO}_4$  为钨酸亚铁，钨酸盐( $\text{FeWO}_4$ 、 $\text{MnWO}_4$ )中铁、锰的化合价都为+2 价，设钨酸盐( $\text{FeWO}_4$ 、 $\text{MnWO}_4$ )中钨元素的化合价为  $x$ ，因化合物中正负化合价代数和为零，则  $+2+x+(-2) \times 4=0$ ，解得  $x=+6$ 。

根据流程图可知钨酸亚铁和氢氧化钠、氧气反应生成氧化铁和钨酸钠，反应的方程式为

4 $\text{FeWO}_4 + \text{O}_2 + 8\text{NaOH} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{WO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ;(2)根据以上分析，加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  的目的是将  $\text{HAsO}_3^{2-}$  氧化成  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ，离子方程式为  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HAsO}_3^{2-} = \text{HAsO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，滤液 I 中存在  $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{HAsO}_3^{2-}$ 、 $\text{HAsO}_4^{2-}$  等离子，经过调 pH 值后，加入氯化镁， $\text{Mg}^{2+}$  沉淀  $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{HAsO}_3^{2-}$ 、 $\text{HAsO}_4^{2-}$  等离子，滤渣 II 的主要成份是  $\text{MgSiO}_3$ 、 $\text{MgHAsO}_4$ 。