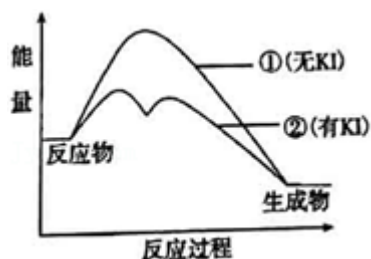


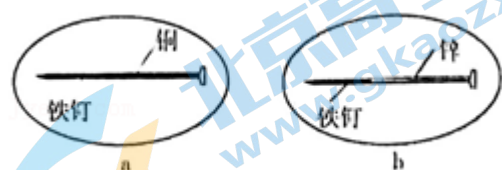
化 学

②加入 KI: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{IO}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow + \text{I}^-$



- A. 加入 KI 后改变了反应的历程
B. 加入 KI 后改变了反应 $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 的反应热
C. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$ 是吸热反应
D. KI 降低了该反应的活化能

8. (3分) 如图所示, 将铁钉的一部分镀上不同金属, 放入培养皿中, 加入含有饱和食盐水及琼脂的溶液, 再各滴入几滴酚酞溶液和 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液。下列分析不正确的是 ()



- A. a 中铁钉附近呈现蓝色
B. b 中铁钉附近出现红色
C. a 中铜上发生 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
D. b 中锌上发生还原反应

9. (3分) 用下列仪器或装置 (图中夹持装置略) 进行相应实验, 能达到实验目的的是 ()

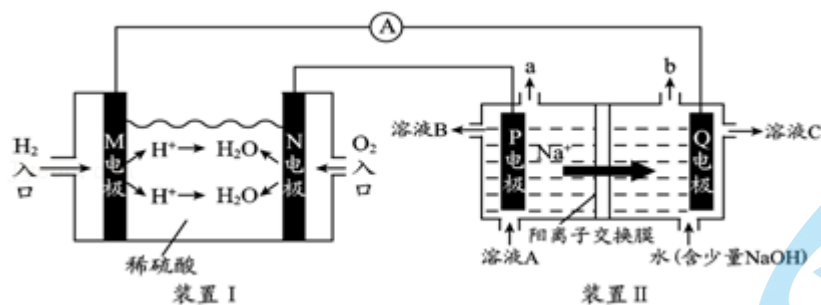
测定锌与稀硫酸反应 速率 (计时器未画出)	探究铁钉发生 析氢腐蚀	探究溶解度大小 $\text{Ag}_2\text{S} < \text{AgCl}$	在铁制镀件上镀铜
A	B	C	D

- A. A B. B C. C D. D

10. (3分) NO_2 和 N_2O_4 存在平衡: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。下列分析正确的是 ()

- A. 1mol 平衡混合气体中含 1mol N 原子
B. 断裂 2mol NO_2 中的共价键所需能量小于断裂 1mol N_2O_4 中的共价键所需能量
C. 恒温时, 缩小容积, 气体颜色变深, 是平衡正向移动导致的
D. 恒容时, 水浴加热, 由于平衡正向移动导致气体颜色变浅

11. (3分) 电化学装置能够实现化学能与电能的相互转化。利用下列装置(电极均为惰性电极), 实现电解饱和食盐水, 下列说法正确的是()



- A. 导线中电子的流动方向: $M \rightarrow Q$, $N \rightarrow P$
 B. N 电极的电极反应: $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$
 C. 气体 a 能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝
 D. 溶液 A 为饱和食盐水, 溶液 C 为稀食盐水

12. (3分) 已知: $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$ $\Delta H > 0$, T_1 温度时的平衡常数 $K = \frac{9}{4}$ 。 T_1 、 T_2 温度时, 在①、②、③、④四个相同体积的恒容容器中投料, 起始浓度如表所示。下列判断不正确的是()

温度	容器编号	起始浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$			
		H_2	CO_2	H_2O	CO
T_1	①	0.1	0.1	0	0
	②	0.2	0.1	0	0
	③	0.1	0.2	0.1	0.1
T_2	④	0.04	0.04	0.06	0.06

- A. 容器①5min 达到平衡, 用 H_2 表示的化学反应速率为: $0.012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 B. H_2 的平衡转化率: ① > ②
 C. 容器③中反应向逆反应方向进行
 D. 容器④中反应向正反应方向进行, 则 $T_2 > T_1$

13. (3分) 常温下, 0.1mol/L 的下列溶液: ① Na_2SO_3 ; ② Na_2CO_3 ; ③ $NaHSO_3$, 下列有关说法正确的是()

酸	电离常数 K_1	电离常数 K_2
H_2SO_3	1.54×10^{-2}	1.02×10^{-7}
H_2CO_3	4.3×10^{-7}	5.6×10^{-11}

- A. pH: Na_2CO_3 溶液小于 Na_2SO_3 溶液
 B. 结合 H^+ 能力: CO_3^{2-} 弱于 SO_3^{2-}
 C. $NaHSO_3$ 溶液显酸性的原因是: $NaHSO_3 = Na^+ + H^+ + SO_3^{2-}$
 D. ①与②溶液等体积混合后的溶液中: $c(SO_3^{2-}) > c(CO_3^{2-}) > c(HCO_3^-) > c(HSO_3^-)$

14. (3分) 向 10.00 mL 0.50 mol/L $NaHCO_3$ 溶液中滴加不同浓度的 $CaCl_2$ 溶液, 观察到明显产生浑浊时, 停止滴加; 取少量所得浑浊液加热, 记录实验现象。下列说法不正确的是()

实验	序号	c (CaCl ₂) (mol·L ⁻¹)	滴加 CaCl ₂ 溶液时的 实验现象	加热浑浊液时的 实验现象
 10.00 mL 0.50 mol/L NaHCO ₃ 溶液	①	0.05	至 1.32 mL 时产生明显浑浊, 但无 气泡产生	有较多气泡生成
	②	0.005	至 15.60 mL 时产生明显浑浊, 但 无气泡产生	有少量气泡生成
	③	0.0005	至 20 mL 未见浑浊	/

- A. ①中产生浑浊的原因是 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) > K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$
- B. 未加热前①和②中发生了反应: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$
- C. 加热浊液产生气泡主要是因为 CaCO_3 受热分解产生了更多的 CO_2
- D. 向上述 NaHCO_3 溶液中加入足量 0.5 mol/L CaCl_2 溶液, 可能同时产生浑浊和气泡

二、解答题 (共 5 小题, 满分 58 分)

15. (10 分) 合成氨是人类科学技术发展史上的一项重大成就, 在很大程度上解决了地球上因粮食不足而导致的饥饿问题, 是化学和技术对社会发展与进步的巨大贡献。 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温、高压}]{\text{铁触媒}} 2\text{NH}_3$

- (1) 基态氢原子中, 核外电子的电子云轮廓图形状为 _____。
- (2) 自然界中的氮元素主要以分子的形式存在于空气中, 是人工固氮的主要来源。
- ①基态氮原子的轨道表示式为 _____。
- ② NH_3 分子中, 与 N 原子相连的 H 显正电性。N、H 电负性大小顺序为 _____。
- (3) 铁触媒是普遍使用的以铁为主体的多成分催化剂, 通常还含有 Al_2O_3 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 、 Cr_2O_3 等氧化物中的几种。
- ①上述氧化物所涉及的元素中, 处于元素周期表中 p 区的元素是 _____。
- ②比较 Mg、Ca 第一电离能的大小: _____。
- ③如表的数据从上到下是钠、镁、铝逐级失去电子的电离能。

元素	Na	Mg	Al
电离能	496	738	578
(kJ·mol ⁻¹) 1)	4562	1451	1817
	6912	7733	2745
	9543	10540	11575

为什么原子的逐级电离能越来越大? 结合数据说明为什么 Mg 的常见化合价为+2 价。请解释之: _____。

(4) 目前合成氨通常采用的压强为 $10\text{MPa} \sim 30\text{MPa}$ 、温度为 $400 \sim 500^\circ\text{C}$, 十分耗能。我国科研人员研制出了“Fe - LiH ”等催化剂, 温度, 压强分别降到了 350°C 、 1MPa , 这是近年来合成氨反应研究中的重要突破。

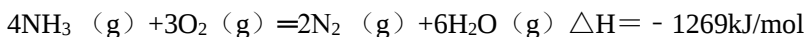
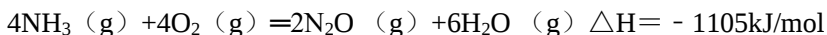
- ①基态 Fe 原子的核外电子排布式为 _____。
- ②比较 Li^+ 与 H^- 的半径大小关系: $r(\text{Li}^+) \text{ _____ } r(\text{H}^-)$ 。(填“>”或“<”)

16. (9 分) NH_3 可用于生产硝酸和尿素。

- (1) 生产硝酸:

① NH_3 催化氧化是工业制硝酸的第一步反应，其化学方程式是_____。

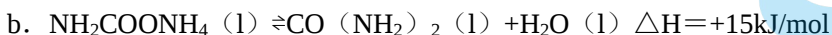
②除此之外，还可能发生以下副反应：



两个副反应在理论上趋势均很大，但实际生产中影响并不大，原因是_____。

(2) 生产尿素：

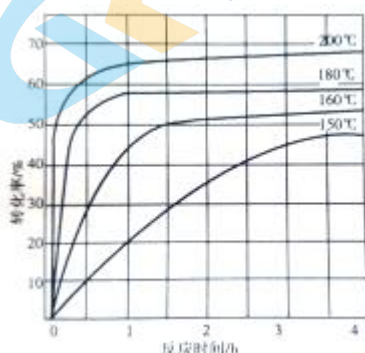
①尿素的合成分两步进行：



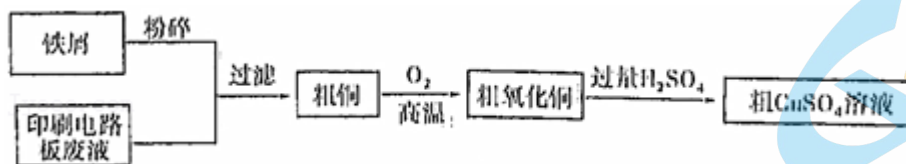
写出总反应的热化学方程式：_____。

②图为 $n(\text{NH}_3) : n(\text{CO}_2) = 4 : 1$ 时，温度对 CO_2 的转化率的影响。解释温度升高 CO_2 的平衡转化率增大的原因：_____。

③测定尿素样品含氮量的方法如下：取 $a \text{ g}$ 尿素样品，将所含氮完全转化为 NH_3 ，所得 NH_3 用过量的 $v_1 \text{ mL } c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液吸收完全，剩余 H_2SO_4 用 $v_2 \text{ mL } c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液恰好中和，则尿素样品中氮元素的质量分数是_____。



17. (11分) 印刷电路板废液主要含 CuCl_2 、 FeCl_2 以及少量的 FeCl_3 等物质，以废液为原料制备 CuSO_4 ，实现资源回收再利用，流程如图所示。



(1) 粗 CuSO_4 溶液的制备

①上述流程中能加快反应速率的措施有_____。

②加入铁屑后，印刷电路板废液中发生的离子反应有_____。

(2) CuSO_4 溶液的精制

i. 经检验，粗 CuSO_4 溶液含有 Fe^{2+}

ii. 向粗 CuSO_4 溶液滴加 3% 的 H_2O_2 溶液，当溶液中 Fe^{2+} 完全氧化后，加 CuCO_3 粉末调节溶液的 $\text{pH}=4$ 。

iii. 将溶液加热至沸，趁热减压过滤，得到精制 CuSO_4 溶液。

①用离子方程式说明加入 H_2O_2 溶液的作用_____。

②已知 25℃时, $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]=2.2\times 10^{-20}$, $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=2.8\times 10^{-39}$ 。调节溶液 $\text{pH}=4$, 此时 $c(\text{Fe}^{3+})=\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, Fe^{3+} 已沉淀完全。

③ $\text{pH}=4$ 时判断 Cu^{2+} 尚未开始沉淀, 根据是_____。(已知 25℃时 CuSO_4 饱和溶液中 Cu^{2+} 的物质的量浓度为 $1.41\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)

(3) 制备 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体

向精制的 CuSO_4 溶液中加一定量硫酸, 加热蒸发, 再冷却至晶体析出, 过滤得到 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体。运用化学平衡原理简述硫酸的作用_____。

18. (14 分) 海洋资源的开发与利用具有广阔的前景。海水的 pH 一般在 7.5~8.6 之间。某地海水中主要离子的含量如表:

成分	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
含量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	9360	83	200	1100	16000	1200	118

(1) 海水显弱碱性的原因是(用离子方程式表示): _____, 该海水中 Ca^{2+} 的物质的量浓度为_____ mol/L 。

(2) 电渗析法是近年发展起来的一种较好的海水淡化技术, 其原理如图 1 所示。其中阴(阳)离子交换膜只允许阴(阳)离子通过。

①阴极的电极反应式为_____。

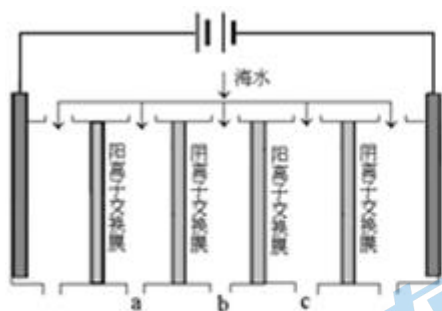
②电解一段时间, 阴极区会产生水垢, 其成分为 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 写出生成 CaCO_3 的离子方程式_____。

③淡水的出口为 a、b、c 中的_____出口。

(3) 海水中锂元素储量非常丰富, 从海水中提取锂的研究极具潜力。锂是制造化学电源的重要原料, 如 LiFePO_4 电池某电极的工作原理如图 2 所示:

该电池电解质为能传导 Li^+ 的固体材料。放电时该电极是电池的_____极(填“正”或“负”), 电极反应式为_____。

(4) 利用海洋资源可获得 MnO_2 。 MnO_2 可用来制备高锰酸钾: 将 MnO_2 与 KOH 混合后在空气中加热熔融, 得到绿色的锰酸钾(K_2MnO_4), 再利用氯气将锰酸钾氧化成高锰酸钾。该制备过程中消耗相同条件下空气和氯气的体积比为_____ (空气中氧气的体积分数按 20%)



电渗析原理示意图

图1

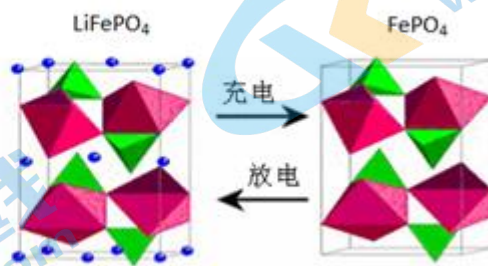


图2

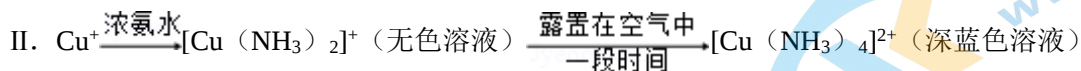
计)。

19. (14 分) 实验小组对 NaHSO_3 溶液分别与 CuCl_2 、 CuSO_4 溶液的反应进行探究。

实验	装置	试剂 x	操作及现象
I		$1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuCl}_2$ 溶液	加入 2mL CuCl_2 溶液, 得到绿色溶液, 30s 时有无色气泡和白色沉淀产生, 上层溶液颜色变浅。

II		1 mol·L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液	加入 2mL CuSO ₄ 溶液，得到绿色溶液，3 分钟未见明显变化。
----	---	--	--

已知：



(1) 推测实验I产生的无色气体为 SO_2 ，实验证实推测正确：用蘸有碘水的淀粉试纸接近试管口，观察到_____，反应的离子方程式为_____。

(2) 对实验I产生 SO_2 的原因进行分析，提出假设：

假设 a: Cu^{2+} 水解使溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大；

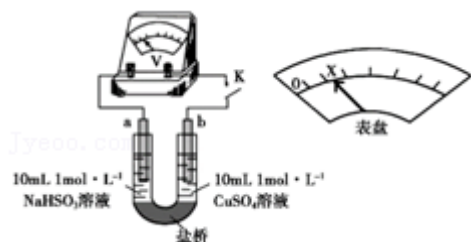
假设 b: Cl^- 存在时， Cu^{2+} 与 HSO_3^- 反应生成 CuCl 白色沉淀，溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大。

①假设 a 不合理，实验证据是_____；

②实验表明假设 b 合理，实验 I 反应的离子方程式有_____、 $\text{H}^+ + \text{HSO}_3^- = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

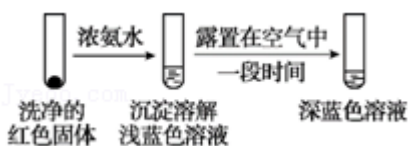
(3) 对比实验I、II，提出假设： Cl^- 增强了 Cu^{2+} 的氧化性。

下述实验III证实了假设合理，装置如图。实验方案：闭合 K，电压表的指针偏转至“X”处；向 U 形管_____ (补全实验操作及现象)。



(4) 将实验II的溶液静置 24 小时或加热后，得到红色沉淀。经检验，红色沉淀中含有 Cu^+ 、 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 。

①通过实验IV证实红色沉淀中含有 Cu^+ 和 Cu^{2+} 。



实验IV：证实红色沉淀中含有 Cu^+ 的实验证据是_____；

②有同学认为实验IV不足以证实红色沉淀中含有 Cu^{2+} ，设计实验IV的对比实验V，证实了 Cu^{2+} 的存在。实验V的方案 and 现象是：_____。

参考答案

一、每小题只有一个选项符合题意，每小题 3 分，共 42 分

1. 【分析】化学变化中不但生成新物质而且还会伴随着能量的变化，解题时要注意看过程中否发生化学变化，是否产生了热量。

【解答】解：A. 硅太阳能电池是把太阳能转化为电能，故 A 不选；

B. 铅蓄电池是化学能转化为电能，故 B 不选；

C. 燃烧是放热反应，是化学能转化为热能，故 C 选；

D. 电烤箱是把电能转化为热能，故 D 不选；

故选：C。

【点评】本题考查能量的转化形式，难度不大，该题涉及了两方面的知识：一方面对物质变化的判断，另一方面是一定注意符合化学能向热能的转化条件。

2. 【分析】A. 元素的性质与原子的价电子有关；

B. $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道相互垂直，同一能级的不同轨道的能量相同；

C. 核外电子排布中，能级会发生交错现象；

D. 电子云的疏密表示电子出现机会的多少。

【解答】解：A. 元素的性质与原子的价电子有关，所以原子结构决定元素的性质，故 A 正确；

B. $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道相互垂直，同一能级的不同轨道的能量相同，所以 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道的能量相同，故 B 正确；

C. 核外电子排布中，能级会发生交错现象，如 $3d$ 轨道的能量大于 $4s$ 轨道，电子先填满 $4s$ 轨道，然后再填 $3d$ 轨道，故 C 错误；

D. 电子云的疏密表示电子出现机会的多少，电子云中的小黑点不表示电子，所以电子云是电子在原子核外空间的概率密度分布的形象化描述，故 D 正确；

故选：C。

【点评】本题考查了原子结构、核外电子的排布，题目难度不大，掌握构造原理排列能量大小顺序、原子轨道、元素性质与结构的关系等知识点是解题的关键，侧重于考查学生的分析能力和应用能力。

3. 【分析】部分电离的电解质为弱电解质，要想证明 HClO 为弱电解质，只要证明 HClO 部分电离即可。

【解答】解：A. HClO 在光照条件下易分解成 HCl 和 O_2 ，体现了 HClO 的不稳定性，不能说明 HClO 部分电离，则不能证明 HClO 为弱电解质，故 A 错误；

B. 0.01mol/L NaClO 溶液的 $\text{pH} > 7$ ，则 NaClO 为强碱弱酸盐，可说明 HClO 为弱电解质，故 B 正确；

C. NaClO 的电离方程式： $\text{NaClO} = \text{Na}^+ + \text{ClO}^-$ ，说明 NaClO 为强电解质，不能证明 HClO 为弱电解质，故 C 错误；

D. HClO 与 Na_2SO_3 溶液反应，可以得到 Na_2SO_4 ，体现了 HClO 的氧化性，不能证明 HClO 为弱电解质，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题弱电解质判断，侧重考查对基本概念的理解和应用，明确强弱电解质根本区别是解本题关键，注意：电解质强弱与电离程度有关，与其溶解度强弱无关、与其稳定性强弱无关，题目难度不大。

4. 【分析】由 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 的相对大小判断溶液的酸碱性，若 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ 时溶液显酸性，以此来解答。

【解答】解：A. $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ 的溶液，显酸性，故 A 选；

B. 任何水溶液中均含氢离子，故 B 不选；

C. 温度未知，不能由 pH 判断酸碱性，故 C 不选；

D. 加酚酞显无色的溶液，可能为中性，故 D 不选；

故选：A。

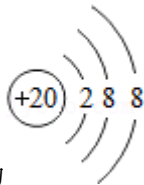
【点评】本题考查溶液的酸碱性，为高频考点，把握氢离子与氢氧根离子浓度的关系为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意选项 C 为解答的易错点，题目难度不大。

5. 【分析】A. 钙离子的核内有 20 个质子，核外有 18 个电子；

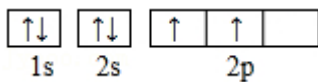
B. 基态碳原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ；

C. 水是共价化合物；

D. 当轨道半充满、全充满时更稳定。

【解答】解：A. 钙离子的核内有 20 个质子，核外有 18 个电子，故其结构示意图为 ，故 A 错误；

B. 基态碳原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，根据洪特规则，当电子在同一能级的不同轨道上排布时，电子总是优先



C. 水是共价化合物，H 与 O 原子之间是共价键，故其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ，故 C 错误；

D. 基态铬原子 ($_{24}\text{Cr}$) 的电子式排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ，其价层电子排布式： $3d^5 4s^1$ ，故 D 正确。

故选：D。

【点评】本题考查了轨道表示式、价电子排布式以及电子式和结构式的正误判断，应注意铬和铜的价电子排布式的特殊性。

6. 【分析】A. 铜离子与硫离子反应生成硫化铜沉淀；

B. 碳酸钙更难溶，实现的沉淀的转化；

C. 醋酸根离子水解生成醋酸和氢氧根离子；

D. 铝离子水解生成氢氧化铝胶体。

【解答】解：A. 用硫化钠溶液除去废水中的 Cu^{2+} ，离子方程式为： $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$ ，故 A 正确；

B. 用碳酸钠溶液处理锅炉水垢中的硫酸钙，发生反应为： $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，故 B 错误；

C. 酚酞滴入醋酸钠溶液中变为浅红色，醋酸根离子水解，离子方程式为： $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ ，故 C 正确；

D. 用明矾 [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$] 作净水剂，离子方程式为： $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ ，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查离子方程式的书写判断，为高频考点，把握物质性质、反应实质为解答关键，注意掌握离子方程式的书写原则，试题侧重考查学生的分析能力及规范答题能力，题目难度不大。

7. 【分析】A. KI 能催化 H_2O_2 的分解，加入 KI 后反应分两步进行；

B. KI 是该反应的催化剂，但催化剂不能改变反应的焓变；

C. 若反应物具有的能量大于生成物具有的能量，则反应放热，反之相反；

D. 催化剂能降低反应的活化能，加快反应速率。

【解答】解：A. 不加 KI 时反应一步完成，加入 KI 后反应分两步进行，并且 KI 是催化剂，即加入 KI 后改变了反应的历程，故 A 正确；

B. KI 是该反应的催化剂，但催化剂不能改变反应的始态和终态，即不能改变反应的反应热，故 B 错误；

C. 加入 KI 后反应分为： $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$ ， $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{IO}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow + \text{I}^-$ ，由图可知， H_2O_2 和 I^- 具有的能量小于 H_2O 和 IO^- 具有的能量，则该步反应是吸热反应，故 C 正确；

D. 催化剂能降低反应的活化能，KI 能催化 H_2O_2 的分解，则 KI 是该反应的催化剂、降低了反应 $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ 的活化能，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查反应热与焓变，为高频考点，把握反应中能量变化、催化剂的作用、吸放热反应的判定为解答的关键，侧重分析与运用能力的考查，题目难度不大。

8. 【分析】A、a 中构成的是铁铜原电池，铁作为负极，发生氧化反应， $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ （铁氰化钾）溶液遇 Fe^{2+} 有蓝色沉淀生成；

B、b 中形成原电池，铁钉做正极，发生铁的吸氧腐蚀；

C、a 中形成原电池，铁做负极，发生铁的吸氧腐蚀；

D、b 中形成原电池，铁钉做正极，锌做负极，发生吸氧腐蚀。

【解答】解：A、a 中构成的是铁铜原电池，铁作为负极，发生氧化反应生成 Fe^{2+} ， $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ （铁氰化钾）溶液遇 Fe^{2+} 有蓝色沉淀生成，故 A 正确；

B、b 中形成原电池，发生锌条的吸氧腐蚀，锌做负极： $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ，铁钉做正极，氧气在正极放电： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ，生成氢氧根，故铁钉附近变红，故 B 正确；

C、a 中形成原电池，铁做负极，铜丝做正极，氧气在正极放电： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ，故 C 正确；

D、b 中形成原电池，铁钉做正极，锌做负极，发生氧化反应，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查原电池基础原理，难度不大，注意原电池两极的判断与发生的反应类型，吸氧腐蚀正极电极反应式的书写要熟悉。

9. 【分析】A. 图中针筒可测定气体的体积；

B. 食盐水为中性；

C. 硝酸银过量，分别与 NaCl 、 Na_2S 反应生成沉淀；

D. 铁制镀件上镀铜，Cu 应与电源正极相连作阳极。

【解答】解：A. 图中针筒可测定气体的体积，可测定生成气体的反应速率，故 A 正确；

B. 食盐水为中性，Fe 发生吸氧腐蚀，故 B 错误；

C. 硝酸银过量，分别与 NaCl 、 Na_2S 反应生成沉淀，由实验不能比较 Ag_2S 、 AgCl 的溶解度大小，故 C 错误；

D.铁制镀件上镀铜，Cu 应与电源正极相连作阳极，图中连接电源的正负极应互换，故 D 错误；

故选：A。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，为高频考点，把握物质的性质、反应速率、电化学腐蚀、难溶电解质、电极为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意实验的评价性分析，题目难度不大。

10. 【分析】A. 1molNO_2 中含 1molN 原子， $1\text{molN}_2\text{O}_4$ 中含 2molN 原子；

B. 焓变为负，为放热反应，且焓变等于断裂化学键吸收的能量减去成键释放的能量；

C. 恒温时，缩小容积，浓度增大；

D. 恒容时，升高温度平衡逆向移动。

【解答】解：A. 1molNO_2 中含 1molN 原子， $1\text{molN}_2\text{O}_4$ 中含 2molN 原子，平衡时混合气体的组成未知，不能确定 1mol 平衡混合气体中 N 原子的物质的量，故 A 错误；

B. 焓变为负，为放热反应，且焓变等于断裂化学键吸收的能量减去成键释放的能量，则断裂 2molNO_2 中的共价键所需能量小于断裂 $1\text{molN}_2\text{O}_4$ 中的共价键所需能量，故 B 正确；

C. 恒温时，缩小容积，浓度增大，则气体颜色变深，浓度增大的程度大于平衡正向移动的程度，故 C 错误；

D. 恒容时，水浴加热时，升高温度平衡逆向移动，气体颜色变深，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查化学平衡，为高频考点，把握温度、压强对平衡的影响为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意选项 C 为解答的难点，题目难度不大。

11. 【分析】装置 I 为氢氧燃料电池为原电池，通入氢气的 M 电极是负极失电子发生氧化反应，通入氧气的 N 电极是正极得电子发生还原反应，装置 II 有外接电源，属于电解池，根据图片知，P 是阳极氯离子失电子放出氯气，Q 是阴极氢离子得电子放出氢气，据此分析解答。

【解答】解：A、导线中电子的流动方向为负极→阴极，阳极→正极即 $M \rightarrow Q$ ， $P \rightarrow N$ ，故 A 错误；

B、通入氧气的 N 电极是正极得电子发生还原反应，电极反应： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 B 错误；

C、P 是阳极氯离子失电子放出氯气即气体 a，所以气体 a 能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝，故 C 正确；

D、Q 是阴极氢离子得电子放出氢气，则钠离子移向 Q 电极，则溶液 C 为浓 NaOH 溶液，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查了原电池原理和电解池原理，明确原电池和电解池电极上发生反应的类型即可分析解答本题，难度不大，注意电极反应式的书写与电解质溶液的酸碱性有关。

12. 【分析】A. 平衡常数 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{O})c(\text{CO})}{c(\text{H}_2)c(\text{CO}_2)} = \frac{9}{4}$ ，解出 $c(\text{H}_2) = 0.04\text{mol/L}$ ；

B. 先由①容器根据平衡常数计算出转化率，再根据②容器中浓度的改变，分析平衡移动的方向，判断转化率的大小；

C. 根据 Q 与 K 的关系判断反应方向；

D. 根据 Q 与 K 的关系判断反应方向，判断温度大小。

【解答】解：A. 容器①中： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$

起始 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 0.1 0.1 0 0

转化 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) x x x x

平衡 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) $0.1 - x$ $0.1 - x$ x x

根据平衡常数, 可得: $K = \frac{c(\text{H}_2\text{O})c(\text{CO})}{c(\text{H}_2)c(\text{CO}_2)} = \frac{9}{4} = \frac{x^2}{(0.1-x)}$, 解得 $x=0.06$, 故

用 H_2 表示的化学反应速率为 $v(\text{H}_2) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.06\text{mol/L}}{5\text{min}} = 0.012\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 故 A 正确;

B. 由 A 计算知 $x=0.06\text{mol}$, 故甲容器中 H_2 的转化率为 60%, ②中增大了 H_2 的浓度, 故 H_2 的转化率减小, 应小于 60%, H_2 的平衡转化率: ①>②, 故 B 正确;

C. 容器③中反应的浓度商 $Q = \frac{0.1 \times 0.1}{0.1 \times 0.2} = 0.5 < K = \frac{9}{4}$, 容器③中反应向正反应方向进行, 故 C 错误;

D. 容器④中 $Q = \frac{c(\text{H}_2\text{O})c(\text{CO})}{c(\text{H}_2)c(\text{CO}_2)} = \frac{9}{4}$, 反应向正反应方向进行, 说明 $Q < K$, 已知: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

$(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \Delta H > 0$, 说明温度升高, 所以 $T_2 > T_1$, 故 D 正确;

故选: C.

【点评】考查反应速率计算、平衡转化率计算、浓度商和平衡常数判断化学反应的方向等知识点; 注意增大一种反应物的量, 本身的转化率减小。

13. 【分析】A. 酸性越强, 对应盐的水解程度越小;

B. 酸性越强, 对应酸根离子结合氢离子的能力越小;

C. HSO_3^- 在溶液中部分电离;

D. Na_2SO_3 与 Na_2CO_3 等物质的量混合, 碳酸根离子的水解程度大于亚硫酸根离子。

【解答】解: 由电离常数可知, 酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HSO}_3^- > \text{HCO}_3^-$;

A. 酸性越强, 对应盐的水解程度越小, 其 pH 越小, 则 pH: Na_2CO_3 溶液大于 Na_2SO_3 溶液, 故 A 错误;

B. 酸性越强, 对应酸根离子结合氢离子的能力越小, 则结合 H^+ 能力: CO_3^{2-} 强于 SO_3^{2-} , 故 B 错误;

C. HSO_3^- 在溶液中部分电离, 其电离方程式为: $\text{NaHSO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HSO}_3^-$, $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$, 故 C 错误;

D. Na_2SO_3 与 Na_2CO_3 等物质的量混合, 碳酸根离子的水解程度大于亚硫酸根离子, 则离子浓度 $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{CO}_3^{2-})$, 水解生成的碳酸氢根离子浓度大于亚硫酸氢根离子浓度, 所以溶液中: $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{HSO}_3^-)$, 故 D 正确;

故选: D.

【点评】本题考查了电离常数的应用、盐的水解、弱电解质的电离、离子浓度大小比较等, 题目难度不大, 注意根据酸的电离常数判断酸的酸性强弱

14. 【分析】向 10.00 mL 0.50 mol/L NaHCO_3 溶液中滴加不同浓度的 CaCl_2 溶液, 观察到明显产生浑浊时, 没有气泡产生, 发生反应为 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$, 生成沉淀为碳酸钙, 说明 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) > K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$, 且碳酸没有达到饱和, 据此解答。

【解答】解: A. 根据溶度积规则, ①中能够产生沉淀, 说明 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) > K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$, 故 A 正确;

B. 未加热前①和②不放出二氧化碳, 说明碳酸没有达到饱和, 加热后二氧化碳溶解度减小, 放出二氧化碳, 所以加热前①和②中发生了反应: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$, 故 B 正确;

C. 加热前①和②中发生了反应: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$, 碳酸钙在溶液中受热不分解, 加热浊液生成气泡的原因是碳酸受热分解产生了更多的二氧化碳, 故 C 错误;

D. 向上述 NaHCO_3 溶液中加入足量 0.5 mol/L CaCl_2 溶液, 发生反应为: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 能够同时产生浑浊和气泡, 故 D 正确;

故选: C。

【点评】本题考查化学实验的分析与评价, 题目难度不大, 明确发生反应的原理为解答关键, 注意掌握常见元素化合物性质, 试题侧重考查学生的分析、理解能力及化学实验能力。

二、解答题 (共 5 小题, 满分 58 分)

15. 【分析】(1) 基态 H 原子共有 1 个电子层, 电子排布式为 $1s^1$;

(2) ①氮元素核外有 7 个电子, 根据洪特规则和保利不相容原理书写其氮原子的轨道表示式;

②电负性用来描述不同元素的原子对键合电子吸引力的大小, 与 N 原子相连的氢呈正电性, 可知得电子的能力为 $\text{N} > \text{H}$;

(3) ①周期表分为 s 区包含第 IA、IIA 主族元素, IB - VIIB、VIII 族为 d 区, IIIA - VIIA、0 族为 p 区;

②同主族自上而下第一电离能减小, 同周期随原子序数增大, 第一电离能呈增大趋势;

③随着电子的逐个失去, 阳离子所带的正电荷数越来越大, 再失去一个电子需要克服的电性引力也越来越大; Mg 元素的第二电离能远远小于第三电离能;

(4) ①根据构造原理写出基态铁原子核外电子排布式;

②根据层大径大序大径小可得。

【解答】解: (1) 基态 H 原子共有 1 个电子层, 电子排布式为 $1s^1$, 该能层电子云轮廓为球形,

故答案为: 球形;

(2) ①氮元素的原子核外有 7 个电子, 轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \end{array}$,

故答案为: $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \end{array}$;

② NH_3 分子中, 与 N 原子相连的 H 呈正电性, 非金属元素的电负性越强, 得电子得能力便越强, 所以电负性 $\text{N} > \text{H}$,

故答案为: $\text{N} > \text{H}$;

(3) ①IIIA - VIIA、0 族为 p 区, 所以 Al_2O_3 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 、 Cr_2O_3 等氧化物中, 属于元素周期表分区中 p 区的元素是 IIIA 的 Al、VIA 的 O 元素,

故答案为: Al、O;

②Mg、Ca 属于同一主族元素且原子序数逐渐增大, 同主族自上而下第一电离能减小, 故第一电离能 $\text{Mg} > \text{Ca}$, 故答案为: $\text{Mg} > \text{Ca}$;

③随着电子的逐个失去, 阳离子所带的正电荷数越来越大, 再失去一个电子需要克服的电性引力也越来越大, 消耗的能量也越来越多, 所以原子的电离能逐级增大; Mg 为第三周期元素, Mg 元素的第二电离能远远小于第三电离能, 说明 Mg 元素最外层有 2 个电子, 失去 2 个电子时达到稳定结构, 所以 Mg 元素通常显 +2 价,

故答案为: 因为随着电子逐个失去, 阳离子所带正电荷数越来越多, 再失去电子需要克服的电性吸引越来越大, 消耗能量越来越多; Mg 元素的第二电离能远远小于第三电离能;

(4) ①铁是 26 号元素, 其原子核外有 26 个电子, 根据构造原理其核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$,

故答案为: $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$;

②核外电子排布相同的离子，原子序数越大的离子半径越小，故 $r(\text{Li}^+) < r(\text{H}^-)$ ，

故答案为：<。

【点评】本题考查了价层电子的轨道表达式、核外电子排布、第一电离能等知识点，根据核外电子的排布规律、构造原理等知识点来分析解答，这些知识点都是考试热点，题目难度不大。

16. 【分析】(1) ①工业制硝酸是氨的催化氧化，第一步为氨气催化氧化为 NO 和水；

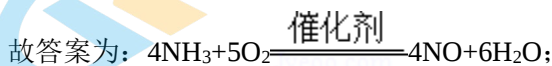
②催化剂具有高效性、唯一性和选择性；

(2) ①根据盖斯定律可知 a+b 即可得到总反应式；

②温度升高，平衡向吸热反应方向移动；

③测定溶液中尿素的含量，取 a g 尿素溶液，将所含氮完全转化为 NH_3 ，所得 NH_3 用过量的 $V_1 \text{ mL } c_1 \text{ mol/L}$ 的 H_2SO_4 溶液吸收完全，产物为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，剩余 H_2SO_4 用 $V_2 \text{ mL } c_2 \text{ mol/L NaOH}$ 溶液恰好中和，则参与吸收氨气的硫酸的物质的量为 $(c_1 V_1 - \frac{1}{2} c_2 V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，吸收氨气的反应为 $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，根据 N 元素守恒予以解答。

【解答】解：(1) ①工业制硝酸是氨的催化氧化，第一步为氨气催化氧化为 NO 和水，发生反应的化学方程式为



②结合催化剂的选择性，使用催化剂提高氨的催化反应的选择性，则两个副反应在理论上趋势均很大，但实际生产中影响并不大，

故答案为：使用催化剂提高氨的催化反应的选择性；

(2) ①已知：a. $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{l}) \quad \Delta H = -117 \text{ kJ/mol}$ ；b. $\text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +15 \text{ kJ/mol}$ ，根据盖斯定律，a+b 得总反应式为 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -102 \text{ kJ/mol}$ ，

故答案为： $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -102 \text{ kJ/mol}$ ；

②当 $n(\text{NH}_3) : n(\text{CO}_2) = 4 : 1$ 时，温度升高， CO_2 的平衡转化率增大是因为反应 b 温度升高时，平衡向正方向移动，而对反应 a 减小生成物，同样促进平衡正向移动，

故答案为：升高温度，反应 b 正向移动；

③取 a g 尿素溶液，将所含氮完全转化为 NH_3 ，所得 NH_3 用过量的 $V_1 \text{ mL } c_1 \text{ mol/L}$ 的 H_2SO_4 溶液吸收完全，产物为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，发生的反应为 $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，剩余 H_2SO_4 用 $V_2 \text{ mL } c_2 \text{ mol/L NaOH}$ 溶液恰好中和，则参与吸收氨气的硫酸的物质的量为 $(c_1 V_1 - \frac{1}{2} c_2 V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，根据反应关系，氨气的物质的量为 $n(\text{NH}_3) =$

$2 \times (c_1 V_1 - \frac{1}{2} c_2 V_2) \times 10^{-3} \text{ mol} = (2c_1 V_1 - c_2 V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，根据 N 元素守恒，尿素中氮元素的物质的量为 $n(\text{N}) = n(\text{NH}_3) = (2c_1 V_1 - c_2 V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，则尿素中氮元素的质量分数是 $w = \frac{m}{a} \times 100\% =$

$$\frac{14(2c_1 V_1 - c_2 V_2) \times 10^{-3}}{a} \times 100\%,$$

故答案为: $\frac{14(2c_1V_1 - c_2V_2) \times 10^{-3}}{a} \times 100\%$ 。

【点评】本题为综合考查, 涉及盖斯定律、化学平衡的计算及影响平衡的因素等, 理解催化剂的特性是解(1)的关键, 基础考查, 整体难度中等。

17. 【分析】用 FeCl_3 溶液浸泡印刷电路板后的废液, 印刷电路的废腐蚀液含有大量 CuCl_2 、 FeCl_2 和 FeCl_3 , 含有 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 离子, 溶液中加入还原剂铁屑, 还原剂还原铁离子为亚铁离子, 还原铜离子为单质铜, 过滤得粗铜, 加入氧化剂氧气高温煅烧生成氧化铜, 加入稀硫酸反应生成硫酸铜溶液。

- (1) ①常用加快化学反应速率的措施有研磨, 加热, 溶解时搅拌等;
②加入还原剂铁屑, 还原剂还原铁离子为亚铁离子, 还原铜离子为单质铜;
(2) ①加入 H_2O_2 溶液将亚铁离子氧化为铁离子;
②已知 25°C 时, 调节溶液 $\text{pH}=4$, 此时 $c(\text{OH}^-) = 10^{-10}\text{mol/L}$, 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ 计算此时 $c(\text{Fe}^{3+})$;
③ $\text{pH}=4$ 时此时 $c(\text{OH}^-) = 10^{-10}\text{mol/L}$, 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20}$ 判断 Cu^{2+} 尚未开始沉淀;
(3) CuSO_4 溶液属于强酸弱碱盐, Cu^{2+} 发生水解。

【解答】解: (1) ①常用加快化学反应速率的措施有粉碎, 加热, 溶解时搅拌等, 根据流程图, 加快化学反应速率的措施有: 粉碎, 高温,

故答案为: 粉碎, 高温;

②加入还原剂铁屑, 还原剂还原铁离子为亚铁离子, 还原铜离子为单质铜, 所以印刷电路板废液中发生的离子反应有 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$,

故答案为: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$;

(2) ①加入 H_2O_2 溶液将亚铁离子氧化为铁离子, 离子反应有 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$,

故答案为: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$;

②已知 25°C 时, 调节溶液 $\text{pH}=4$, 此时 $c(\text{OH}^-) = 10^{-10}\text{mol/L}$, 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ 计算此时 c

$$(\text{Fe}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{2.8 \times 10^{-39}}{(10^{-10})^3} \text{mol/L} = 2.8 \times 10^{-9} \text{mol/L}, \text{Fe}^{3+} \text{已沉淀完全},$$

故答案为: 2.8×10^{-9} ;

③ $\text{pH}=4$ 时此时 $c(\text{OH}^-) = 10^{-10}\text{mol/L}$, 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20}$ 计算此时 $c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}}{c^2(\text{OH}^-)} =$

$$\frac{2.2 \times 10^{-20}}{(10^{-10})^2} \text{mol/L} = 2.2 \text{mol/L} > \text{饱和溶液中 } \text{Cu}^{2+} \text{ 的物质的量浓度为 } 1.41 \text{mol/L}, \text{ 所以说明 } \text{Cu}^{2+} \text{ 尚未开始沉淀},$$

故答案为: 此时 $c(\text{Cu}^{2+}) = 2.2 \text{mol/L} > \text{饱和溶液中 } \text{Cu}^{2+} \text{ 的物质的量浓度为 } 1.41 \text{mol/L}$, 所以说明 Cu^{2+} 尚未开始沉淀;

(3) CuSO_4 溶液属于强酸弱碱盐, Cu^{2+} 发生水解, 水解的离子方程式为: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$, 所以加一定量硫酸, 可以使平衡逆向移动, 有利于制得硫酸铜晶体,

故答案为: CuSO_4 溶液属于强酸弱碱盐, Cu^{2+} 发生水解, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$, 加一定量硫酸, 可以使平衡逆向移动, 有利于制得硫酸铜晶体。

【点评】本题考查了物质分离和提纯的基本操作，涉及难溶电解质的有关计算等知识，题目难度中等，注意溶度积的计算公式的运用。

18. 【分析】(1) 分析海水中存在的离子性质判断，碳酸氢根离子是弱酸阴离子水解显碱性，结合海水中钙离子含量为 200mg/L，利用物质的量浓度概念计算得到；

(2) ①依据电渗析法淡化海水示意图分析，阴（阳）离子交换膜仅允许阴（阳）离子通过，所以阴极上是阳离子得到电子发生还原反应；

②阴极是氢离子得到电子发生还原反应，阴极附近氢氧根离子浓度增大，海水中含有碳酸氢根离子、钙离子，氢氧根离子和碳酸氢根离子反应生成碳酸根离子与钙离子生成白色沉淀碳酸钙；

③在电渗析法淡化海水示意图中阴离子移向阳极，阳离子移向阴极，所以水在 b 处流出；

(3) 在原电池放电时，负极上失电子发生氧化反应，正极上得电子发生还原反应，根据得失电子确定正负极，根据反应物、生成物书写电极反应式；

(4) 依据化学方程式定量关系计算需要氧气和氯气物质的量，空气中氧气的体积分数按 20% 计算空气物质的量，气体体积之比等于体积之比。

【解答】解：(1) 海水中存在的离子性质判断，碳酸氢根离子是弱酸阴离子水解显碱性，离子方程式为： HCO_3^-

$+\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ，结合海水中钙离子含量为 200mg/L，物质的量浓度 = $\frac{200 \times 10^{-3} \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ；

故答案为： $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ， $5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ；

(2) ①阴极上是阳离子得到电子发生还原反应，氢离子放电能力大于钠离子，所以电极反应为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 或 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ，

故答案为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 或 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ；

②阴极是氢离子得到电子发生还原反应，阴极附近氢氧根离子浓度增大，海水中含有碳酸氢根离子、钙离子，氢氧根离子和碳酸氢根离子反应生成碳酸根离子与钙离子生成白色沉淀碳酸钙，生成碳酸钙沉淀的离子方程式为：

$\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ；

③在电渗析法淡化海水示意图中阴离子移向阳极，阳离子移向阴极，通过用一段时间海水中的阴阳离子在两个电极放电，所以水在 b 处流出，

故答案为：b；

(3) 放电时，该装置是原电池，Fe 元素化合价由 +3 价变为 +2 价，得电子发生还原反应，所以该电极是正极，电极反应式为 $\text{FePO}_4 + \text{e}^- + \text{Li}^+ = \text{LiFePO}_4$ ，

故答案为：正； $\text{FePO}_4 + \text{e}^- + \text{Li}^+ = \text{LiFePO}_4$ ；

(4) $2\text{MnO}_2 + 4\text{KOH} + \text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{Cl}_2 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 = 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KCl}$ ，得到电离关系 $\text{Cl}_2 \sim \text{O}_2$ 反应过程中消耗相同条件下氧气和氯气的体积比 = 1: 1，

空气中氧气的体积分数按 20% 计，消耗相同条件下空气和氯气的体积比 = 5: 1，

故答案为：5: 1。

【点评】本题考查了化学电源新型电池，电解池原理分析判断，海水淡化的电渗析原理的分析判断，题目难度中等，掌握原理即可解答，题目难度不大。

19. 【分析】 NaHSO_3 溶液属于弱酸的酸式盐, HSO_3^- 的电离程度大于水解程度, 它的溶液呈酸性。

(1) 从二氧化硫的还原性和碘的氧化性, 碘单质可使淀粉显蓝色角度出发, 写出实验现象和离子反应方程式;

(2) 要产生二氧化硫气体, 需要溶液中有氢离子存在, 对于氢离子产生的原因, 可以从实验 I、II 都有铜离子, 但现象不同, 故可以判断出假设 a 不正确;

(3) 是不是 Cl^- 增强了 Cu^{2+} 的氧化性, 可以加入氯离子, 但是为了不引入新的杂质, 可以加氯化钠, 再观察电压表的示数;

(4) 根据题目信息已知 II, 确定 Cu^+ 的检验方法。若要证明溶液中的 Cu^{2+} , 需要做一个对比实验, 一个含有 Cu^{2+} 和 Cu^+ 的混合溶液, 另一个只含有 Cu^+ 的溶液, 再加入足量浓氨水, 看反应现象, 所以可以加少量纯净的 Cu_2O 。

【解答】解: (1) 蘸有碘水的淀粉试纸显蓝色, 遇到二氧化硫, 二氧化硫具有还原性, 碘单质具有氧化性, 二氧化硫与碘单质发生化学反应, 实验现象为蓝色褪去, 离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+$,

故答案为: 蓝色褪去; $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+$;

(2) ①要产生二氧化硫, 需要亚硫酸氢根离子与氢离子作用, 如果是 Cu^{2+} 水解使溶液中氢离子浓度增大, 从而释放出气体, 由于实验 I、II 中 $c(\text{Cu}^{2+})$ 相同, 但实验 II 中未见气泡, 说明不是由假设 a: Cu^{2+} 水解使溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大引起的,

故答案为: 实验 I、II 中 $c(\text{Cu}^{2+})$ 相同, 但实验 II 中未见气泡;

②根据亚硫酸氢钠加入氯化铜后的实验现象是生成白色沉淀, 则假设 b 正确, 利用电荷守恒, 元素守恒, 化合价升降法配平离子反应 $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl}\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$,

故答案为: $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl}\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$;

(3) 实验是为了验证 Cl^- 增强了 Cu^{2+} 的氧化性, 需向硫酸铜溶液中补充氯离子, U 型管左侧是亚硫酸氢钠, 故加入氯化钠固体, 如果 Cl^- 增强了 Cu^{2+} 的氧化性, 会使溶液中转移的电子数增多, 闭合 K, 电压表的读数会增大, 故答案为: 右侧加入一定量 NaCl 固体, 溶解后, 观察到电压表指针偏转变大;

(4) ①根据题目信息已知 II, 确定 Cu^+ 的检验方法。实验 IV 中若含有 Cu^+ , 一段时间后, 一段时间后溶液由浅蓝色变为深蓝色,

故答案为: 一段时间后溶液由浅蓝色变为深蓝色;

②若要证明溶液中的 Cu^{2+} , 需要做一个对比实验, 一个含有 Cu^{2+} 和 Cu^+ 的混合溶液, 另一个只含有 Cu^+ 的溶液, 再加入足量浓氨水, 看反应现象: 沉淀溶解, 得到无色溶液, 露置一段时间后溶液变为深蓝色, 实验操作为取少量纯净的 Cu_2O 于试管中, 滴加足浓氨水。实验现象为沉淀溶解, 得到无色溶液, 露置一段时间后溶液变为深蓝色, 故答案为: 取少量纯净的 Cu_2O 于试管中, 滴加足量浓氨水。沉淀溶解, 得到无色溶液, 露置一段时间后溶液变为深蓝色。



或图示表示:

【点评】本题的难点在于实验方案的设计分析判断上, 尤其是对性质实验方案设计时, 要从多个角度思考物质的性质, 结合性质设计方案。

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯

官方微信公众号: bjgkzx

官方网站: www.gaokzx.com

咨询热线: 010-5751 5980

微信客服: gaokzx2018

关注北京高考在线官方微信: **北京高考资讯(微信号:bjgkzx)**，获取更多试题资料及排名分析信息。