



2024 北京四中高三（下）开学考

化 学

（试卷满分为 100 分，考试时间为 90 分钟）

相对原子质量：H-1 Li-7 C-12 N-14 O-16 Na-23 S-32

一、单项选择题（本大题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项正确）

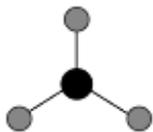
1. 中国“天宫”空间站使用了很多高新技术材料。下列对涉及材料的说法不正确的是

- A. 核心舱的离子推进器使用氙气作为推进剂，氙位于元素周期表 0 族
- B. 被誉为“百变金刚”的太空机械臂主要成分为铝合金，其强度大于纯铝
- C. “问天”实验舱使用砷化镓(GaAs)太阳能电池，砷和镓位于元素周期表第四周期
- D. 太阳能电池翼基板采用碳纤维框架和玻璃纤维网，两者均属于有机高分子材料

2. 下列化学用语或图示不正确的是

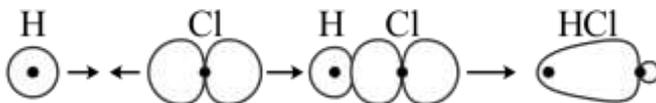
A. 1-丁烯的实验式：CH₂

B. SO₃²⁻ 的 VSEPR 模型：



C. 基态 Cr 原子的价层电子排布式：3d⁵4s¹

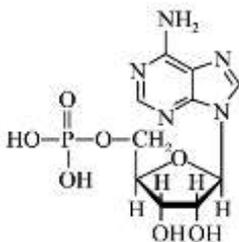
D. HCl 分子中 σ 键的形成：



3. 下列说法不正确的是

A. 纤维素能够发生酯化反应，不能被银氨溶液等弱氧化剂氧化

B. 核苷与磷酸通过醚键结合形成核苷酸，如



C. 攀登高山时佩戴护目镜，防止强紫外线引起皮肤和眼睛的蛋白质变性灼伤

D. 丙醛糖($\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CHO} \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$)分子中含有手性碳原子，存在对映异构体

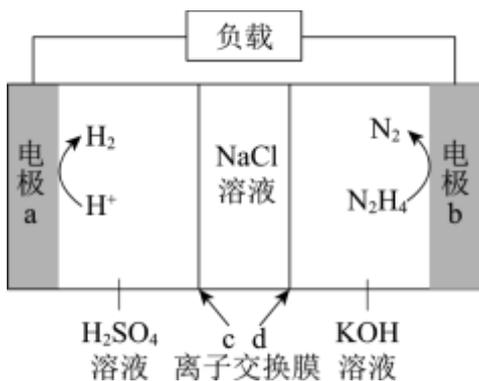
4. 下列产生固体的实验中，与物质溶解度无关的是

- A. 向饱和 NaCl 溶液中依次通入过量 NH₃、CO₂，析出沉淀
- B. 向饱和 NaCl 溶液中滴加几滴浓盐酸，析出沉淀
- C. 冷却苯甲酸的热饱和溶液，析出晶体



D. 冷却熔融态的硫黄，析出晶体

5. 我国科学家设计可同时实现 H_2 制备和海水淡化的新型电池，装置示意图如图。



下列说法不正确的是

- A. 电极 a 是正极
- B. 电极 b 的反应式： $N_2H_4 - 4e^- + 4OH^- = N_2 \uparrow + 4H_2O$
- C. 每生成 $1\text{mol} N_2$ ，有 $2\text{mol} NaCl$ 发生迁移
- D. 离子交换膜 c、d 分别是阳离子交换膜和阴离子交换膜

6. 下列方程式不正确的是

- A. 用稀 HNO_3 清洗银镜： $4H^+ + 3Ag + NO_3^- = 3Ag^+ + NO \uparrow + 2H_2O$
- B. 氢氧化亚铁露置在空气中变为红褐色： $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$
- C. 向苯酚钠溶液中通入 CO_2 ，溶液变浑浊： $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + CO_3^{2-}$
- D. 向 $K_2Cr_2O_7$ 溶液中滴加少量硫酸，溶液橙色加深： $Cr_2O_7^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-} + 2H^+$

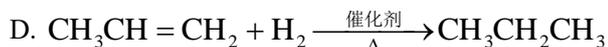
7. 四种常见元素基态原子的结构信息如下表。下列大小关系不一定正确的是

元素	X	Y	Z	Q
结构信息	有 5 个原子轨道填充有电子，有 3 个未成对电子	有 8 个不同运动状态的电子	2p 能级上有 2 个电子	价电子排布式为 $3d^{10}4s^1$

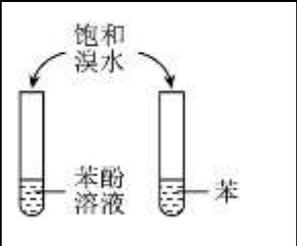
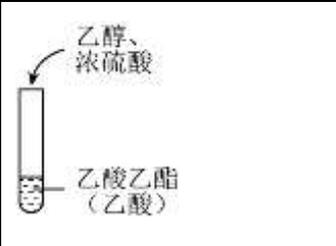
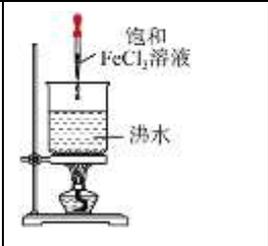
- A. 电负性： $Y > X$
- B. 第一电离能： $Y < X$
- C. 单质的硬度： $Z > Q$
- D. 最高价含氧酸的酸性： $X > Z$

8. 下列反应产物不能用反应物中键的极性解释的是

- A. $CH_3-C(=O)-H + HCN \rightarrow CH_3-CH(OH)-CN$
- B. $CH_3-C(=O)-Cl + NH_3 \xrightarrow{\text{一定条件}} CH_3-C(=O)-NH_2 + HCl$
- C. $CH_3CH_2OH + HBr \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2Br + H_2O$



9. 下列实验(图中部分夹持装置略)不能达到实验目的的是

A. 证明羟基使苯环活化	B. 除去乙酸乙酯中的少量乙酸	C. 制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	D. 证明浓硫酸具有强氧化性
			

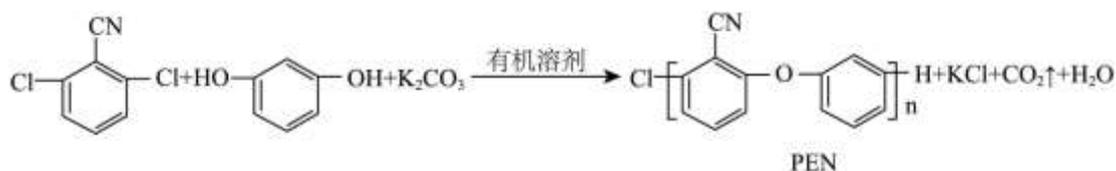
A. A

B. B

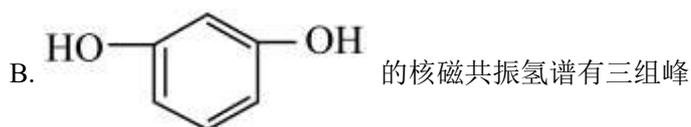
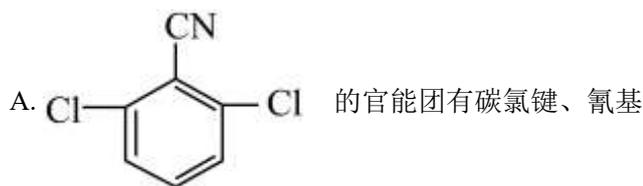
C. C

D. D

10. 高分子材料聚芳醚腈(PEN)被广泛应用于航空航天、汽车等领域。某聚芳醚腈的合成反应如下(未配平):



下列有关说法不正确的是



C. 将水移出体系有利于提高合成 PEN 的产率

D. PEN 中的 $-\text{CN}$ 可作为交联点, 生成网状结构的高分子

11. 探究 Cu 与 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液的反应, 进行如下实验。

实验①: 向 $10\text{mL} 0.2\text{mol/L Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液($\text{pH} \approx 1$)中加入 0.1g Cu 粉, 振荡后静置, 取上层清液, 滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 有蓝色沉淀产生。6h 后, 溶液由棕黄色变为蓝绿色。实验过程中未见有气泡产生, 溶液的 pH 几乎不变。

实验②: 在密闭容器中向 $10\text{mL} 0.6\text{mol/L HNO}_3$ 溶液中加入 0.1g Cu 粉, 10h 后溶液变为淡蓝色。

实验③: 在密闭容器中向 $10\text{mL} 0.6\text{mol/L HNO}_3$ 溶液中分别加入 0.1g Cu 粉和 0.1g FeSO_4 固体, 0.5h 溶液变黄, 3h 溶液变为黄绿色。下列说法不正确的是



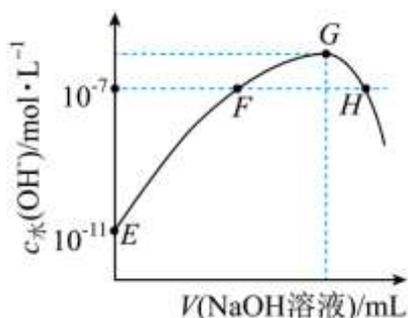


B. 推测实验②的离子方程式是： $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

C. 对比实验①和②，①中溶解 Cu 的主是 $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$

D. 对比实验②和③， HNO_3 与 Fe^{2+} 反应的速率大于 HNO_3 与 Cu 反应的速率

12. 常温下，向新制氯水中滴加 NaOH 溶液，溶液中水电离出的 OH^- 浓度与 NaOH 溶液体积之间的关系如图所示。下列推断正确的是。



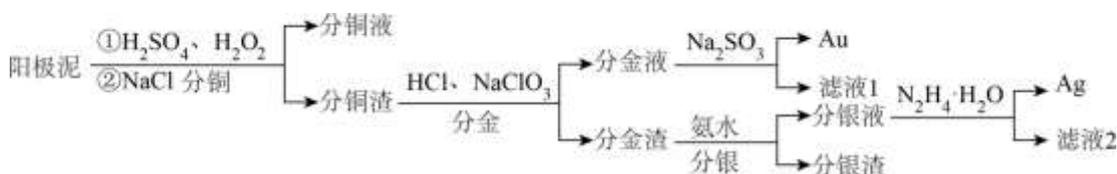
A. E、H 点溶液的 pH 分别为 3 和 7

B. F 点对应的溶液中： $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$

C. G 点对应的溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{ClO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

D. E~H 点对应的溶液中， $c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{Cl}_2)$ 为定值

13. 精炼铜工业中阳极泥的综合利用具有重要意义。从阳极泥中回收多种金属的流程如下。



已知：分金液中含 $[\text{AuCl}_4]^-$ ；分金渣的主要成分为 AgCl ； $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在反应中被氧化为 N_2 。

下列说法不正确的是

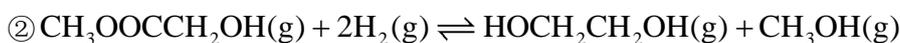
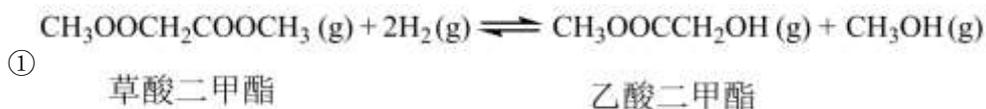
A. “分铜”时加入 NaCl 的目的是降低银的浸出率

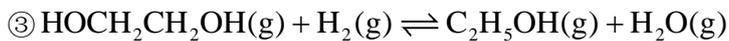
B. 得到分金液的反应为： $2\text{Au} + \text{ClO}_3^- + 7\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ = 2[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{H}_2\text{O}$

C. 得到分银液的反应为： $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

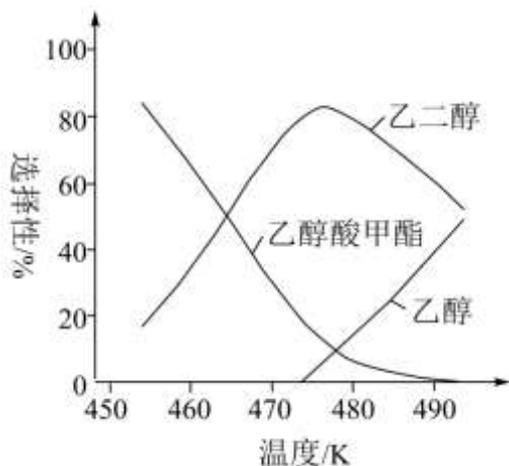
D. “滤液 2”中含有大量的氨，可直接循环利用

14. 中国科学家首次用 C_{60} 改性铜基催化剂，将草酸二甲酯加氢制乙二醇的反应条件从高压降至常压。草酸二甲酯加氢的主要反应有：





其他条件相同时，相同时间内温度对产物选择性的影响结果如图。



已知：i. 物质B的选择性 $S(\text{B}) = \frac{n(\text{生成B所用的草酸二甲酯})}{n(\text{转化的草酸二甲酯})} \times 100\%$

ii. 450~500K，反应③的平衡常数远大于反应①和反应②的平衡常数

下列说法不正确的是

- A. 制乙二醇适宜的温度范围是 470~480K
- B. 实验条件下反应③的活化的最高，升温更有利于反应③
- C. 减压可提高乙二醇的平衡产率
- D. 铜基催化剂用 C_{60} 改性后反应速率增大，可以降低反应所需的压强

二、非选择题（本大题共 5 小题，共 58 分）

15. 氨基锂 (LiNH_2) 为白色固体，广泛用于有机合成。

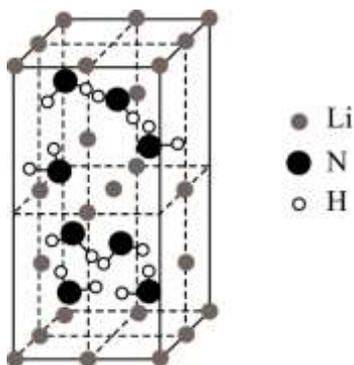
(1) 金属锂与液氨反应生成 LiNH_2 和一种气体。该气体是_____。

(2) 液氨中也存在类似水的微弱电离： $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_2^- + \text{NH}_4^+$ 。

① NH_2^- 的空间结构为_____。

② 已知键角 $\text{NH}_4^+ > \text{NH}_3 > \text{NH}_2^-$ 。从结构角度解释其原因：_____。

(3) LiNH_2 的晶胞如图所示(晶胞体积为 $a \text{ cm}^3$)。





①该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用含字母的代数式表示)。

② LiNH_2 与 NaNH_2 结构相似。从结构角度解释 LiNH_2 熔点(373°C)高于 NaNH_2 熔点(210°C)的原因: _____。

(4) 测定 LiNH_2 产品的纯度(主要杂质为 LiOH)，实验步骤如下。

i. 准确称量 $w \text{ g}$ LiNH_2 产品，与过量稀盐酸充分反应，将 NH_2^- 全部转化为 NH_4^+ 。

ii. 向 i 所得溶液中滴加 NaOH 溶液至 $\text{pH}=6.2$ 。再加入甲醛溶液，发生反应：



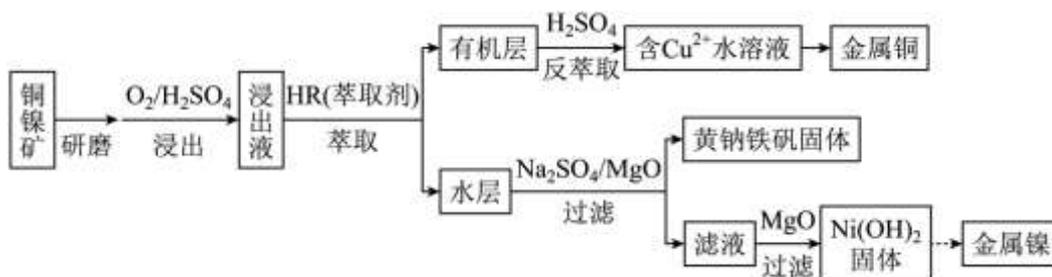
iii. 以酚酞为指示剂，用 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定 ii 中生成的 HCl ，消耗 $v \text{ mL}$ NaOH 溶液。

①步骤 i 反应的化学方程式为_____。

②样品中 LiNH_2 的质量分数为_____ (用含字母的代数式表示)。

③若 i 中未用 NaOH 溶液调节 pH ，则测定结果_____ (填“偏低”或“偏高”)。

16. 从低品位铜镍矿(主要组成为铜氧化物、镍氧化物，含有 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 等杂质)资源中提取镍和铜的一种工艺流程如下：



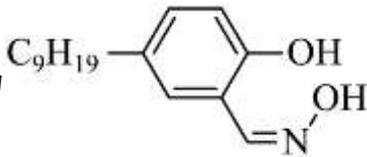
资料：一些物质的 K_{sp} (25°C) 如下。

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$
K_{sp}	4.9×10^{-17}	2.8×10^{-39}	5.6×10^{-12}	2.1×10^{-15}

(1) 上述流程中，加快反应速率的措施是_____。

(2) 浸出过程中通入 O_2 的目的是_____。

(3) 萃取时发生反应： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{HR} \rightleftharpoons \text{CuR}_2 + 2\text{H}^+$ (HR 、 CuR_2 在有机层， Cu^{2+} 、 H^+ 在水层)。

①某种 HR 的结构简式为 ，该分子中可能与 Cu^{2+} 形成配位键的原子有_____。

②解释反萃取时 H_2SO_4 的作用：_____。



(4) 黄钠铁矾 $[\text{NaFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2]$ 比 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 更易形成沉淀。反应终点 pH 与 Fe^{3+} 、 Ni^{2+} 沉淀率的关系如下表。

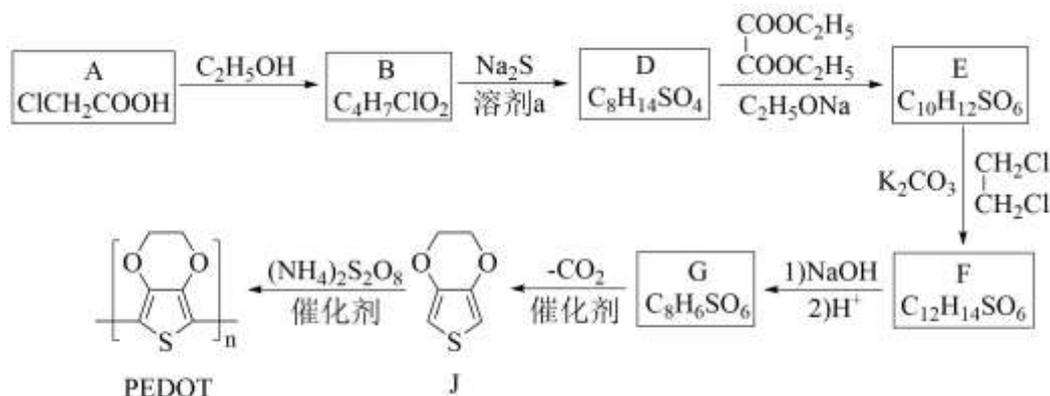
反应终点 pH	沉淀率/%	
	Fe^{3+}	Ni^{2+}
1.5	94.04	0.19
2.5	99.21	0.56
3.8	99.91	3.31

①生成黄钠铁矾的离子方程式是_____。

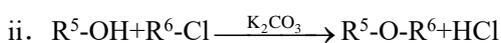
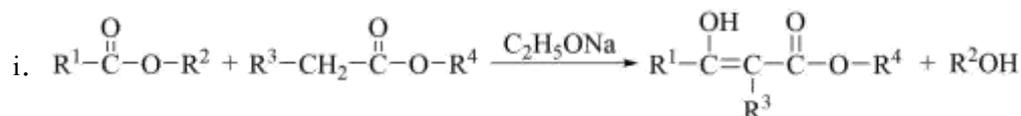
②沉淀 Fe^{3+} 时最适宜选用的反应终点 pH 是_____。

(5) 第二次使用 MgO 调节 pH 使 Ni^{2+} 沉淀完全, 宜将 pH 调节至_____。(lg 2.1 \approx 0.32)

17. 导电高分子材料 PEDOT 的一种合成路线如下:



资料:



- (1) A 分子中含有的官能团有_____。
- (2) A \rightarrow B 的化学方程式是_____。
- (3) B \rightarrow D 的反应类型是_____。
- (4) D \rightarrow E 的反应方程式是_____。
- (5) F 的结构简式是_____。
- (6) 下列有关 J 的说法正确的是_____ (填字母)。
 - a. 核磁共振氢谱有 2 组峰
 - b. 能与 H_2 发生加成反应
 - c. 不存在含苯环的同分异构体



d. 合成 PEDOT 的反应属于加聚反应

(7) 推测 J→PEDOT 的过程中, 反应物 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的作用是_____。

(8) 溶剂 a 为环己烷, 若用水代替环己烷, 则 D 的产率下降, 分析可能的原因:

①B 在水中的溶解度较小, 与 Na_2S 的反应不充分;

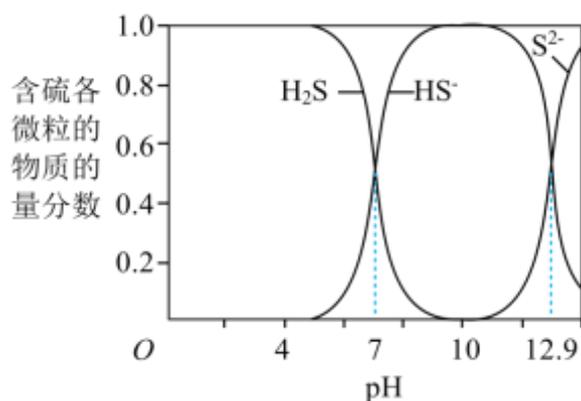
②_____。

18. 对石油开采和炼制过程中产生的含硫废水(其中硫元素的主要化合价是 -2 价)进行处理, 防止污染环境。

已知: i. -2 价硫元素易被氧化为 S 或 SO_4^{2-}

ii. 在 25°C 时, 1 体积水可溶解约 2.6 体积的 H_2S 气体

iii. H_2S 、 HS^- 、 S^{2-} 在水溶液中的物质的量分数随 pH 的分布曲线如图



(1) 沉淀法处理含硫废水

向 $\text{pH}\approx 10$ 的含硫废水中加入适量 FeSO_4 溶液, 产生黑色沉淀且溶液的 pH 降低。

① $\text{pH}\approx 10$ 的含硫废水中含 -2 价硫元素的主要微粒是_____。

②用化学平衡移动原理解释 pH 降低的原因: _____。

③初始 $\text{pH}=10$ 时, 除硫效果好。初始 $\text{pH}<4$, 硫的沉淀率很低, 原因是_____。

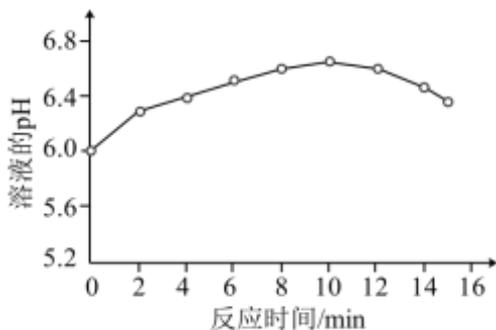
(2) 氧化法处理含硫废水

向含硫废水中加入稀 H_2SO_4 调节溶液的 pH 为 6。

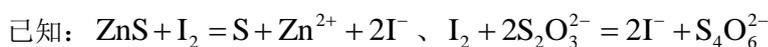
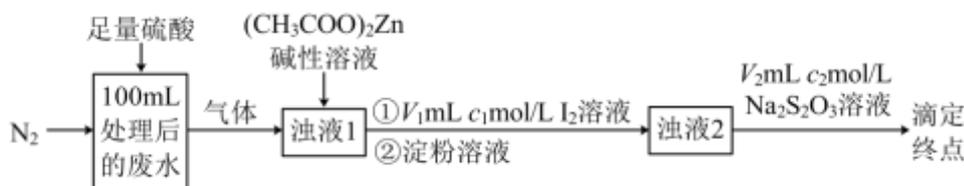
①根据电离常数计算溶液中 $c(\text{H}_2\text{S}):c(\text{HS}^-) = \underline{\hspace{2cm}}: 1$ 。

②再加入 $0.15\text{mol/L H}_2\text{O}_2$ 溶液, 溶液的 pH 变化如图。结合离子方程式解释 10min 后 pH 减小的原因:

_____。



(3) 处理后的废水中残留 - 2 价硫元素含量的测定



①处理后的废水中 - 2 价硫元素的含量是_____mg/L。

②加入 I_2 溶液后，需控制溶液的 pH 为弱酸性。当溶液呈中性时，部分 - 2 价硫元素被氧化为 SO_4^{2-} ，使测得的 - 2 价硫元素含量_____ (填“偏大”或“偏小”)。

19. 探究溶液中 Ag^+ 与单质 S 的反应。

资料： Ag_2S 不溶于 6mol/L 盐酸， Ag_2SO_3 和 Ag_2SO_4 在 6mol/L 盐酸中均发生沉淀的转化

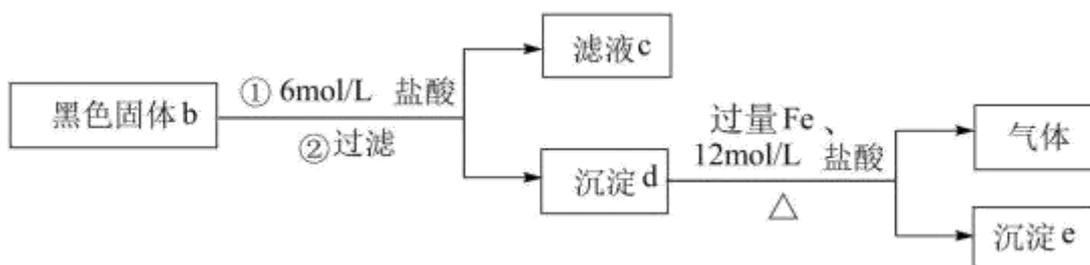
实验 I 将 10mL 0.04mol/L $AgNO_3$ 溶液与 0.01g S 粉混合，水浴加热，充分反应后，过滤，得到无色溶液 a (pH≈1)，沉淀除 S、洗涤后得到黑色固体 b。

(1) 研究黑色固体 b 的组成

①根据 S 具有_____性，推测 b 中可能含有 Ag_2S 、Ag、 Ag_2SO_3 或 Ag_2SO_4 。

②检验黑色固体 b 的成分

实验 II 具体操作如图所示



i. 取少量滤液 c，先加入足量稀盐酸，再滴加 $BaCl_2$ 溶液，未出现白色沉淀，判断黑色固体 b 中不含_____。

ii. 用滤液 c 继续实验证明了黑色固体 b 中不含 Ag_2SO_3 ，可选择的试剂是_____ (填序号)。

a. 酸性 $KMnO_4$ 溶液 b. H_2O_2 和 $BaCl_2$ 的混合溶液 c. 溴水

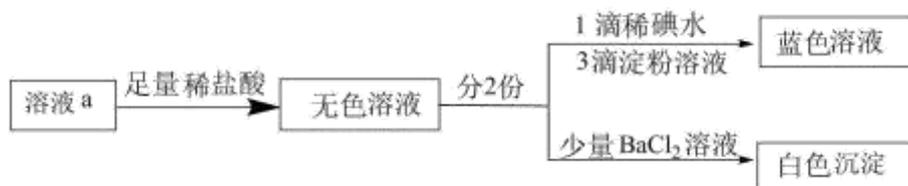


iii. 进一步实验证实了黑色固体 **b** 中不含 Ag 。根据沉淀 **e** 含有 Ag 、气体含有 H_2S ，写出同时生成 Ag 和 H_2S 的离子方程式：_____。

(2) 研究无色溶液 **a** 的组成

结合上述实验结果，分析溶液 **a** 中可能存在 SO_4^{2-} 或 H_2SO_3 ，依据是_____。

实验III 具体操作如图所示



①说明溶液 **a** 中不含 H_2SO_3 的实验证据是_____。

②加入足量稀盐酸的作用是_____。

(3) 在注射器中进行实验IV，探究 Ag_2SO_4 溶液与 **S** 的反应，所得产物与实验I相同。

①向注射器中加入的物质是_____。

②改用 Ag_2SO_4 溶液的目的是_____。

(4) 用 NaNO_3 溶液与 **S** 进行实验V，发现二者不反应。综合以上实验，写出溶液中 Ag^+ 与 **S** 反应的离子方程式并简要说明 Ag^+ 的作用：_____。



参考答案

一、单项选择题（本大题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项正确）

1. 【答案】D

【详解】A. 氙位于元素周期表 0 族，故 A 正确；

B. 铝合金强度大于纯铝，故 B 正确；

C. 砷和镓位于元素周期表第四周期，故 C 正确；

D. 碳纤维框架和玻璃纤维网均属于无机非金属材料，故 D 错误；

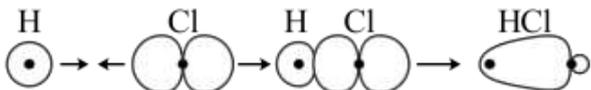
故选 D。

2. 【答案】B

【详解】A. 1-丁烯的结构简式： $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ，其实验式为 CH_2 ，选项 A 正确；

B. SO_3^{2-} 的中心原子价层电子对数为 $\frac{6+2}{2} = 4$ ，故其 VSEPR 模型为四面体形，选项 B 不正确；

C. 基态 Cr 原子为 24 号元素，价电子排布式为 $3d^54s^1$ ，选项 C 正确；

D. HCl 分子中 σ 键的形成：，选项 D 正确；

答案选 B。

3. 【答案】B

【详解】A. 纤维素分子中葡萄糖单元存在醇羟基，能够发生酯化反应，纤维素属于非还原糖不能被银氨溶液等弱氧化剂氧化，A 项正确；

B. 核苷与磷酸通过磷酸酯键结合形成核苷酸，B 项错误；

C. 紫外线能够使蛋白质发生变性，因此攀登高山时佩戴护目镜，防止强紫外线引起皮肤和眼睛的蛋白质变性灼伤，C 项正确；

D. 把与四个不同原子或基团相连的碳原子称为手性碳原子，因此丙醛糖中含有手性碳原子(中间碳)，存在对映异构体，D 项正确；

答案选 B。

4. 【答案】D

【详解】A. 向饱和 NaCl 溶液中依次通入过量 NH_3 、 CO_2 ，生成铵离子、碳酸氢根离子，由于碳酸氢钠在该条件下溶解度最小，故形成过饱和溶液而结晶析出，与物质溶解度有关，A 不符合题意；

B. 向饱和 NaCl 溶液中滴加几滴浓盐酸，氯离子浓度增大，使氯化钠结晶析出，减小了氯化钠的溶解，与物质溶解度有关，B 不符合题意；

C. 苯甲酸的溶解度随温度下降而减小，则冷却苯甲酸的热饱和溶液可析出苯甲酸晶体，与物质溶解度有关，C 不符合题意；

D. 冷却熔融态的硫黄，析出晶体，发物理变化，有液态转变为固态，与物质溶解度无关，D 符合题意；



故选 D。

5. 【答案】C

【分析】该装置为原电池，电极 a 上氢离子得电子生成氢气，则 a 为正极，电极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，电极 b 上， N_2H_4 在碱性条件下失去电子生成 N_2 ，b 为负极，电极反应为 $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，根据电解池中，阳离子移向正极，阴离子移向负极，则钠离子经 c 移向左侧 (a)，氯离子经 d 移向右侧 (b)，c、d 分别是阳离子交换膜和阴离子交换膜，据此解答。

【详解】A. 根据分析，电极 a 是正极，A 正确；

B. 根据分析，电极 b 的反应式： $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；

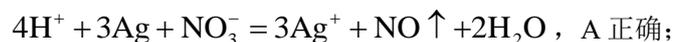
C. 根据 $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，每生成 1mol N_2 ，转移 4mol 电子，根据电荷守恒，有 4mol NaCl 发生迁移，C 错误；

D. 根据分析，离子交换膜 c、d 分别是阳离子交换膜和阴离子交换膜，D 正确；

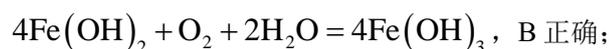
故选 C。

6. 【答案】C

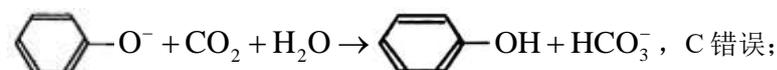
【详解】A. 稀硝酸和银反应生成硝酸银、一氧化氮和水，离子方程式为：



B. 氢氧化亚铁在空气中容易被氧化为氢氧化铁，相应的方程式为：



C. 向苯酚钠溶液中通入 CO_2 溶液变浑浊，生成的是苯酚和碳酸氢钠，得不到碳酸钠，离子方程式为：



D. 向 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中滴加少量硫酸，溶液橙色加深，说明平衡 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 逆向移动，D 正确；

故选 C。

7. 【答案】C

【分析】X 由有 5 个原子轨道填充有电子，有 3 个未成对电子，可知 X 的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$ ，X 为 N；Y 有 8 个不同运动状态的电子，则 Y 有 8 个核外电子，Y 为 O；Z 的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，则 Z 为 C；Q 的价电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$ ，则 Q 为 Cu。

【详解】A. 同周期从左到右电负性依次增大，则电负性 $\text{O} > \text{N}$ ，A 项正确；

B. N 为半充满状态，比较稳定，第一电离能大于 O，B 项正确；

C. C 有多种同素异形体，比如金刚石、石墨等，石墨的硬度小于 Cu，而金刚石的硬度大于 Cu，C 项不一定正确；

D. N 的最高价含氧酸为 HNO_3 ，C 的最高价含氧酸为 H_2CO_3 ，酸性 $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$ ，D 项正确。

答案选 C。

8. 【答案】D

【分析】反应物中化学键的极性越强，在化学反应中越容易断裂。



【详解】A. 乙醛分子中的 C=O 双键是极性共价键，极性较强，反应中容易断裂，反应与反应物中键的极性有关，A 不符合；

B. 乙酰氯中的 C—Cl 是极性共价键，极性较强，反应中容易断裂，反应与反应物中键的极性有关，B 不符合；

C. 乙醇中 C—O 键是极性共价键，极性较强，反应中容易断裂，反应与反应物中键的极性有关，C 不符合；

D. 丙烯中的 C=C 双键是非极性共价键，双键上有一个 σ 键，较稳定，一个 π 键，不稳定，反应与反应物中键的极性没有关系，D 符合；

故答案为：D。

9. 【答案】B

【详解】A. 苯酚和溴水反应时是苯环上的氢被溴取代，苯不能和溴水发生反应，故该实验能证明羟基是苯环活泼，A 不符合题意；

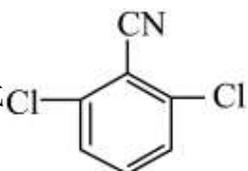
B. 乙醇和乙酸的酯化反应为可逆反应，不能用此法除去乙酸，B 符合题意；

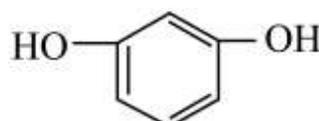
C. 氯化铁溶液在加热时促进水解生成氢氧化铁胶体，C 不符合题意；

D. 铜和浓硫酸加热生成二氧化硫，二氧化硫能使品红褪色，剩余的二氧化硫被氢氧化钠溶液吸收，D 不符合题意；

故选 B。

10. 【答案】B

【详解】A. 根据结构简式  可知其官能团有氯原子，氰基，故 A 正确；

B.  是对称结构，则分子中有 4 种氢原子，核磁共振氢谱有 4 组峰，故 B 错误；

C. 将水移出体系，水的浓度降低，则平衡正向移动，有利于提高合成 PEN 的产率，故 C 正确；

D. PEN 中的 -CN 中含有碳氮三键，碳氮三键可以打开 π 键形成交联点，生成网状结构的高分子，故 D 正确；

故选 B。

11. 【答案】C

【详解】A. 实验①中取上层清液，滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液，有蓝色沉淀产生，说明产生了亚铁离子。6h 后，溶液由棕黄色变为蓝绿色，说明有铜离子生成，故发生了反应： $Cu + 2Fe^{3+} = Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$ ，A 正确；

B. 实验②溶液变为淡蓝色，说明生成了铜离子，则推测实验②的离子方程式是：

$3Cu + 2NO_3^- + 8H^+ = 3Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 4H_2O$ ，B 正确；

C. 对比实验①和②，①中溶解 Cu 的主是铁离子，不是硝酸根离子，C 错误；



D. 对比实验②和③，③中显生成铁离子，后生成铜离子，说明 HNO_3 与 Fe^{2+} 反应的速率大于 HNO_3 与 Cu 反应的速率，D 正确；

故选 C。

12. 【答案】B

【分析】通过图像分析，E 点位新制的氯水，溶液为盐酸和次氯酸的混合溶液，对水的电离有抑制作用，F 点溶液为中性，G 点促进水的电离，为氯化钠、次氯酸钠的混合溶液，次氯酸钠水解，使溶液呈碱性，H 点溶液呈碱性；据此作答。

【详解】A. E 点新制氯水溶液，溶液显酸性，由水电离出的 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 10^{-11} \text{ mol/L}$ ，溶液中 OH^- 完全是由水电离出来的，所以 $c(\text{OH}^-) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 10^{-11} \text{ mol/L}$ ，则溶液中 $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = 10^{-3} \text{ mol/L}$ ，则溶液

$\text{pH} = 3$ ；H 点 NaOH 过量，溶液为碱性溶液，溶质为 NaCl 、 NaClO 和 NaOH ， $\text{pH} > 7$ ，A 错误；

B. F 溶液为中性， $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ ，根据溶液呈电中性， $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，可得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$ ，B 正确；

C. G 点促进水的电离，为氯化钠、次氯酸钠的混合溶液，且物质的量相等，次氯酸钠水解，使溶液呈碱性，溶液中的次氯酸根离子浓度减小，则 $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{ClO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，C 错误；

D. 根据 Cl 元素守恒，E~H 点对应的溶液中， $n(\text{Cl}^-) + n(\text{ClO}^-) + n(\text{HClO}) + n(\text{Cl}_2)$ 为定值，但由于溶体体积不断增大，因此 $c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{Cl}_2)$ 逐渐减小，D 错误；

故选 B。

13. 【答案】D

【分析】阳极泥加入硫酸、过氧化氢和氯化钠使铜溶解，使氯化银尽量不溶解，在分铜渣中加入氯化氢和氯酸钠分金，分金液中加入二氧化硫将金还原成单质金，分渣金中加入氨水分银，分银液中加入 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，还原银成为银单质，据此分析。

【详解】A. “分铜”时加入 NaCl ，使氯离子浓度增大，利用同离子效应，使氯化银几乎不溶解，降低银的浸出率，A 正确；

B. 利用 ClO_3^- 的氧化性，同时大量氯离子存在，可以使金形成配合离子 $[\text{AuCl}_4]^-$ ，反应的离子方程式为： $2\text{Au} + \text{ClO}_3^- + 7\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ = 2[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；

C. 氯化银可以溶解在氨水中，形成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ，反应的化学方程式为：

$\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ，C 正确；

D. 由已知 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 被 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 氧化成 N_2 ，不会生成氨气，故“滤液 2”中不会含有大量的氨，D 错误；

故本题选 D。

14. 【答案】C



- 【详解】A. 由图可知，温度为470~480K时，生成乙二醇的选择性最高，A正确；
 B. 由图可知，升高温度有利于生成乙醇，实验条件下反应③的活化能最高，所以升温有利于反应③，B正确；
 C. 反应②为气体分子数减小的反应，则增大压强可以提高乙二醇的平衡产率，C错误；
 D. 铜基催化剂用C₆₀改性后，将草酸二甲酯加氢制乙二醇的反应条件从高压降至常压，则催化剂可以使反应速率增大，D正确；
 故选C。

二、非选择题（本大题共5小题，共58分）

15. 【答案】(1) 氢气 (2) ①.V形 ②.N均为sp³杂化，孤电子对数NH₄⁺<NH₃<NH₂，孤电子对有较大斥力

(3) ①. $\frac{184}{aN_A}$ ②. 二者均为离子晶体，锂离子半径小于钠离子半径，离子键更强

(4) ①. $\text{LiNH}_2 + 2\text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{LiCl}$ ②. $\frac{vb23}{10w}\%$ ③. 偏高

【小问1详解】

金属锂与液氨反应生成LiNH₂和一种气体，氨气中氮原子和氢原子个数比为1:3，LiNH₂中氮原子和氢原子个数比为1:2，则另一种产物气体为氢气；

【小问2详解】

液氨中也存在类似水的微弱电离： $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_2^- + \text{NH}_4^+$ 。

①NH₂⁻的价层电子对数为 $\frac{5+2+1}{2} = 4$ ，孤电子对数为2，空间结构为V形；

②N均为sp³杂化，孤电子对数NH₄⁺<NH₃<NH₂⁻，孤电子对有较大斥力；

【小问3详解】

①该晶胞Li个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 8 \times \frac{1}{4} + 8 \times \frac{1}{2} + 1 = 8$ ，N个数为8，H个数为 $8 \times 2 = 16$ ，含有八个LiNH₂，晶

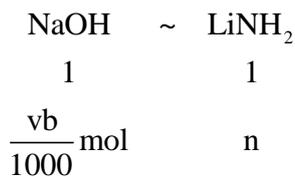
胞的质量为 $m = n \times M = \frac{8}{N_A} \times 23\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{184}{N_A}\text{g}$ ，体积 $V = a\text{cm}^3$ ，密度为 $\rho = \frac{184}{aN_A}\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ；

②LiNH₂与NaNH₂结构相似。从结构角度解释LiNH₂熔点(373℃)高于NaNH₂熔点(210℃)的原因二者均为离子晶体，锂离子半径小于钠离子半径，离子键更强；

【小问4详解】

①步骤i反应的化学方程式为 $\text{LiNH}_2 + 2\text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{LiCl}$ ；

②设样品中LiNH₂物质的量为n。



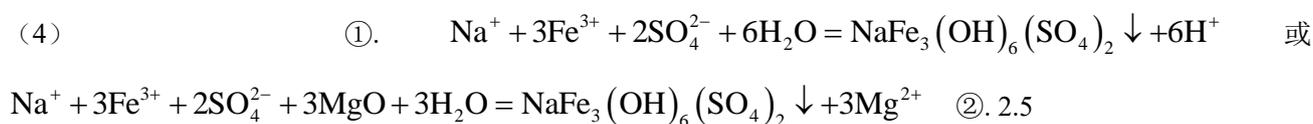
$$n = \frac{vb}{1000} \text{ mol}$$

$$\text{样品中 LiNH}_2 \text{ 的质量分数为 } \frac{vb23}{1000w} \times 100\% = \frac{vb23}{10w} \%$$

③若 i 中未用 NaOH 溶液调节 pH，原来盐酸有剩余，造成氢氧化钠消耗过多，则测定结果偏高。

16. 【答案】(1) 研磨 (2) 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，便于转化为沉淀除去

(3) ①. O、N ②. 加入 H_2SO_4 ，使 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{HR} \rightleftharpoons \text{CuR}_2 + 2\text{H}^+$ 逆向进行， Cu^{2+} 进入水层



(5) $10 > \text{pH} > 9$

【分析】由题给流程可知，铜镍矿研磨后，在氧气和稀硫酸作用下浸出，将铜镍矿中的金属氧化物转化为可溶性硫酸盐，其中通入氧气的目的是将 FeO 溶于稀硫酸得到的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，过滤得到浸出液；向浸出液中加入萃取剂 HR 萃取，分液得到有机相和水层；向有机相中加入稀硫酸反萃取，分液得到含有 Cu^{2+} 的水溶液，水溶液经处理得到金属 Cu；向水层中加入 Na_2SO_4 和 MgO，在溶液 pH 为 2.5 的条件下将 Fe^{3+} 转化为黄钠铁矾沉淀，过滤得到黄钠铁矾和滤液；向滤液中加入 MgO 调节溶液 pH，使溶液中得 Ni^{2+} 转化为 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀，过滤得到 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ； $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 经多步处理制得金属 Ni。

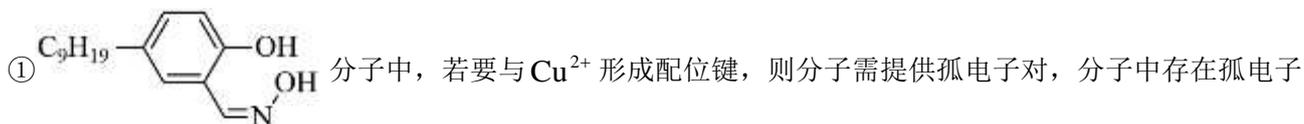
【小问 1 详解】

铜镍矿研磨后可以增大反应物的接触面积，加快反应速率，则题给流程中，加速反应速率的措施是研磨；

【小问 2 详解】

由分析可知，浸出过程中通入氧气的目的是将 FeO 溶于稀硫酸得到的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，故答案为：将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，便于转化为沉淀除去；

【小问 3 详解】



对的原子为 N 原子和 O 原子；

②反萃取时，加入稀硫酸，增大水层中 H^+ 浓度，使平衡 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{HR} \rightleftharpoons \text{CuR}_2 + 2\text{H}^+$ 逆向移动，使水层中 Cu^{2+} 浓度增大，即铜离子进入水层；

【小问 4 详解】

①根据题目信息，水层中含有 Ni^{2+} 、 Fe^{3+} 、 H^+ 、 Mg^{2+} 等阳离子，加入硫酸钠和 MgO 后， Fe^{3+} 转化为



黄钠铁矾固体，对应的离子方程式为 $\text{Na}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NaFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2 \downarrow + 6\text{H}^+$ 或 $\text{Na}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 3\text{MgO} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{NaFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2 \downarrow + 3\text{Mg}^{2+}$ ；

②根据题目信息，pH 为 1.5 时 Fe^{3+} 沉淀率不高， Fe^{3+} 沉淀不充分；pH 为 3.8 时 Ni^{2+} 沉淀率稍高，在固体中混有的杂质较多，故最适宜的 pH 为 2.5；

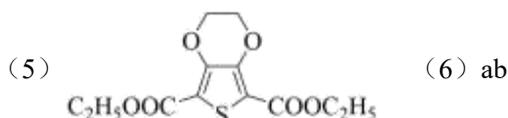
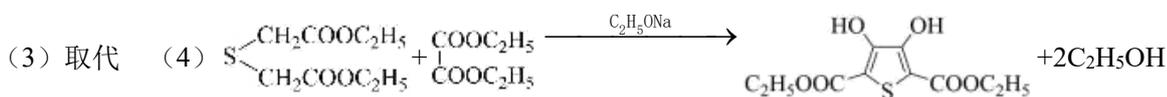
【小问 5 详解】

第二次使用 MgO 调节 pH 使 Ni^{2+} 沉淀完全，即溶液中 $c(\text{Ni}^{2+}) \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，根据 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp}

$$= 2.1 \times 10^{-15}, \text{Ni}^{2+} \text{ 恰好完全沉淀时, } c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{2.1 \times 10^{-15}}{1.0 \times 10^{-5}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 1.4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{H}^+) =$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.4 \times 10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 7.14 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = -\lg(7.14 \times 10^{-10}), \text{故 } 10 > \text{pH} > 9.$$

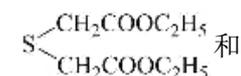
17. **【答案】** (1) 羧基、碳氯键

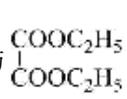
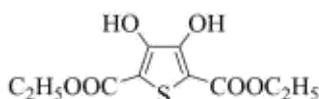


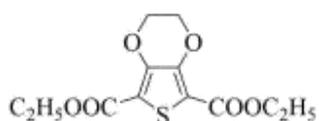
(7) 作氧化剂(或脱氢)

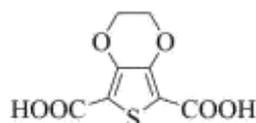
(8) Na_2S 水溶液碱性较强导致 B(或 D) 发生水解

【分析】 A 是 ClCH_2COOH ，分子中含有 $-\text{COOH}$ ，能够与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 在浓硫酸催化下加热发生酯化反应产生

B: $\text{ClCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ 和 H_2O ，B 与 Na_2S 的环己烷溶液中发生取代反应产生 D:  和

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ；D 与  在 $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ 作用下发生取代反应产生 E: ，E 与

K_2CO_3 、 $\text{ClCH}_2\text{-CH}_2\text{Cl}$ 反应产生 F: ；F 与 NaOH 水溶液共热发生酯的水解反应

然后酸化，反应产生 G: ，经脱羧反应产生 J，J 与 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 及催化剂作用反应产生

高聚物 PEDOT。

【小问 1 详解】

有机物 A 分子结构简式是 ClCH_2COOH ，其中含有的官能团是羧基、碳氯键；

【小问 2 详解】

A 是 ClCH_2COOH ，A 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 在浓硫酸催化下加热，发生酯化反应产生 $\text{ClCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ 和 H_2O ，反应



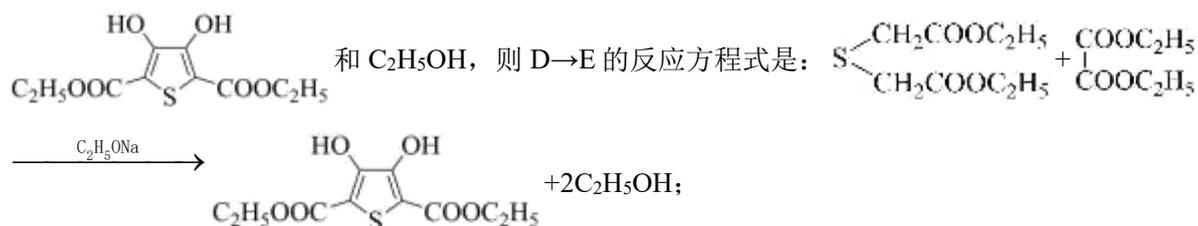
为可逆反应，反应的化学方程式为： $\text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{ClCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 3 详解】

B 是 $\text{ClCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ ，B 与 Na_2S 在环己烷溶液中发生取代反应产生 D 和 NaCl ，故 B→D 的反应类型是取代反应；

【小问 4 详解】

D 是 $\text{S} \begin{cases} \text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 \\ \text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 \end{cases}$ ，D 与 $\begin{matrix} \text{COOC}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{COOC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$ 在 $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ 作用下发生取代反应产生 E：



【小问 5 详解】

根据上述分析可知化合物 F 结构简式是 ；

【小问 6 详解】

- 根据有机物 J 结构简式可知：该物质分子结构对称，分子中含有 2 种不同位置的 H 原子，因此其核磁共振氢谱有 2 组峰，a 正确；
- J 分子中含有不饱和的碳碳双键，能够与 H_2 在一定条件下发生加成反应，b 正确；
- 该物质分子式是 $\text{C}_6\text{H}_6\text{SO}_2$ ，可能存在含有苯环的同分异构体，如 ，c 错误；
- 根据有机物 J 及 PEDOT 结构的不同，可知 J 变为 PEDOT 发生缩聚反应；

【小问 7 详解】

在有机物 J 变为 PEDOT 的过程中，反应物 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的作用是作氧化剂(或脱氢)；

【小问 8 详解】

溶剂 a 为环己烷，若用水代替环己烷，会导致 D 的产率下降，原因可能是①B 在水中的溶解度较小，与 Na_2S 的反应不充分；②是 Na_2S 水溶液碱性较强导致 B(或 D)发生水解。

18. 【答案】(1) ①. HS^- ②. $\text{pH} \approx 10$ 存在平衡 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ ，向该废水中加入含 Fe^{2+} 溶液，发生反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS} \downarrow$ ，使平衡 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 正向移动， $c(\text{H}^+)$ 增大，pH 降低 ③. $\text{pH} < 4$ ，体系中-2 价硫元素以 H_2S 的形态出现， H_2S 可能逸出， $c(\text{S}^{2-})$ 降低， $Q(\text{FeS}) < K_{\text{sp}}(\text{FeS})$ ， H_2S 与 Fe^{2+} 难以形成 FeS

(2) ①. 10 ②. 向溶液中加入 H_2O_2 ，10min 后发生反应： $\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$ ，生成了 H^+ ， $c(\text{H}^+)$ 增大，pH 降低

(3) ①. $320(c_1V_1 - 0.5c_2V_2)$ ②. 偏大



【小问 1 详解】

①根据图中信息，当溶液的 $\text{pH} \approx 10$ 的含硫废水中含 -2 价硫元素的主要微粒是： HS^- ；

② $\text{pH} \approx 10$ 存在平衡 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ ，向该废水中加入含 Fe^{2+} 溶液，发生反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS} \downarrow$ ，使平衡 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 正向移动， $c(\text{H}^+)$ 增大， pH 降低；

③ $\text{pH} < 4$ ，体系中 -2 价硫元素以 H_2S 的形态出现， H_2S 可能逸出， $c(\text{S}^{2-})$ 降低， $Q(\text{FeS}) < K_{\text{sp}}(\text{FeS})$ ， H_2S 与 Fe^{2+} 难以形成 FeS 。

【小问 2 详解】

①根据如图， $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = 10^{-7}$ ， $K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = 10^{-12.9}$ ，

$$\frac{c(\text{H}_2\text{S})}{c(\text{HS}^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{S})c(\text{H}^+)}{c(\text{HS}^-)c(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{H}^+)}{K_{\text{a1}}} = \frac{10^{-6}}{10^{-7}} = 10:1;$$

②向溶液中加入 H_2O_2 ，10min 后发生反应： $\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$ ，生成了 H^+ ， $c(\text{H}^+)$ 增大， pH 降低；

【小问 3 详解】

①根据反应： $\text{ZnS} + \text{I}_2 = \text{S} + \text{Zn}^{2+} + 2\text{I}^-$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ，-2 价硫元素的物质的量为：

$$n(\text{S}^{2-}) = c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3} = (c_1V_1 - 0.5c_2V_2) \times 10^{-3}$$
，硫元素的含量为：

$$\frac{(c_1V_1 - 0.5c_2V_2) \times 10^{-3} \times 32 \times 10^3 \text{mg}}{100 \times 10^{-3} \text{L}} = 320(c_1V_1 - 0.5c_2V_2) \text{mg/L};$$

②若溶液呈中性时，部分 -2 价硫元素被氧化为 SO_4^{2-} ，发生反应：

$4\text{H}_2\text{O} + \text{ZnS} + 4\text{I}_2 = \text{SO}_4^{2-} + \text{Zn}^{2+} + 8\text{I}^- + 8\text{H}^+$ ，则 I_2 氧化 -2 价硫过程中消耗 I_2 物质的量增大，用

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定过量 I_2 时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的体积 V_2 减小，由 $n(\text{S}^{2-}) = c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3}$ 可知，

S^{2-} 的物质的量偏大，使测得的 -2 价硫元素含量偏大。

19. 【答案】(1) ①. 氧化性和还原 ②. Ag_2SO_4 ③. bc ④. $\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}^+ + \text{Fe} = 2\text{Ag} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

(2) ①. S 转化为 Ag_2S 发生了还原反应，反应必然同时发生氧化反应，能发生氧化反应的只有 S ，故在 $\text{pH} \approx 1$ 的溶液中可能存在 SO_4^{2-} 或 H_2SO_3 ②. 向溶液 a 中加入足量稀盐酸后，再加入碘水和淀粉溶液，蓝色不褪去 ③. 排除 Ag^+ 对 SO_4^{2-} 和 H_2SO_3 检验的干扰

(3) ①. 10mL 0.04mol/L Ag_2SO_4 溶液与 0.01g S 粉 ②. 排除 $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 对反应的影响

(4) $6\text{Ag}^+ + 4\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Ag}_2\text{S} + \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$ ，形成 Ag_2S 难溶物，降低 $c(\text{S}^-)$ ，提高 S 的氧化性，利于反应发生



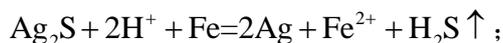
【小问 1 详解】

①由 Ag^+ 转化为 Ag_2S 、 Ag 、 Ag_2SO_3 或 Ag_2SO_4 可见 Ag 的化合价有上升也有下降，表现了根据 S 具有氧化还原性：

i. 取少量滤液 c ，先加入足量稀盐酸，再滴加 BaCl_2 溶液，未出现白色沉淀，判断黑色固体 b 中不含 Ag_2SO_4 ，若含有硫酸根则会生成硫酸钡沉淀；

ii. 用滤液 c 继续实验证明了黑色固体 b 中不含 Ag_2SO_3 ，可选择的试剂是 H_2O_2 和 BaCl_2 的混合溶液，因为双氧水将亚硫酸根氧化为硫酸根与氯化钡生成硫酸钡白色沉淀；溴水具有氧化性将亚硫酸根氧化为硫酸根产生白色沉淀，且溴水褪色，酸性高锰酸钾溶液中可能会含有硫酸根影响检验；

iii. 沉淀 e 含有 Ag 、气体含有 H_2S ， Ag_2S 与 Fe 在酸性环境下同时生成 Ag 和 H_2S ，离子方程式：



【小问 2 详解】

溶液 a 中可能存在 SO_4^{2-} 或 H_2SO_3 ，依据是 S 转化为 Ag_2S 发生了还原反应，反应必然同时发生氧化反应，能发生氧化反应的只有 S ，故在 $\text{pH} \approx 1$ 的溶液中可能存在 SO_4^{2-} 或 H_2SO_3 ；

①说明溶液 a 中不含 H_2SO_3 的实验证据是：向溶液 a 中加入足量稀盐酸酸化后，再加入碘水和淀粉溶液，蓝色不褪去，说明碘单质没有被还原；

②加入足量稀盐酸的作用是：对溶液进行酸化，排除 Ag^+ 对 SO_4^{2-} 和 H_2SO_3 检验的干扰；

【小问 3 详解】

①向注射器中加入的物质是：10mL 0.04mol/L Ag_2SO_4 溶液与 0.01g S 粉；

②改用 Ag_2SO_4 溶液的目的在于：排除 $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 对反应的影响

【小问 4 详解】

Ag^+ 与 S 反应的离子方程式并简要说明 Ag^+ 的作用：
$$6\text{Ag}^+ + 4\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Ag}_2\text{S} + \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$$
，形成

Ag_2S 难溶物，降低 $c(\text{S}^-)$ ，提高 S 的氧化性，利于反应发生。