

2023 北京二十中高三 12 月月考

化 学

可能用到的相对原子质量：H-1 O-16 F-19 Na-23 S-32

一、选择题(共 42 分，每小题 3 分，共 14 道小题)

1. 下列物质的应用中，与氧化还原反应无关的是

- A. 利用 CO 从铁矿石中获得铁
- B. 工业上以氨气为原料生产硝酸
- C. 在船体上镶嵌锌块避免船体遭受腐蚀
- D. 电镀前用 NaOH 溶液除去铁钉表面的油污

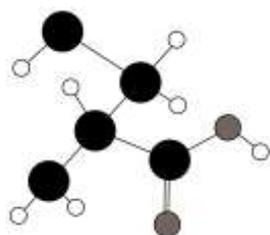
2. 下列分子属于极性分子的是

- A. CS₂
- B. NF₃
- C. SO₃
- D. SiF₄

3. 已知 $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$ 。下列说法不正确的是

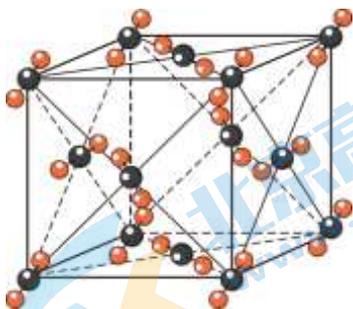
- A. 钠在空气中燃烧，产生黄色火焰，生成淡黄色固体
- B. Na₂O₂ 中含有离子键和非极性共价键
- C. Na₂O₂ 中阴阳离子个数比为 1:1
- D. Na₂O₂ 可作供氧剂，与 CO₂ 反应过程中每生成 1mol O₂ 转移 2mol e⁻

4. 硒代半胱氨酸(含 C、H、N、O、³⁴Se 5 种元素)是一种氨基酸，其分子空间结构如图，下列说法不正确的是



- A. Se 位于元素周期表中第四周期 VIA 族
- B. 图中最大的球代表 Se
- C. 硒代半胱氨酸分子中含一个手性碳原子
- D. 硒代半胱氨酸难溶于水，易溶于苯

5. 干冰(固态二氧化碳)在 -78℃ 时可直接升华为气体，其晶胞结构如下图所示。下列说法不正确的是

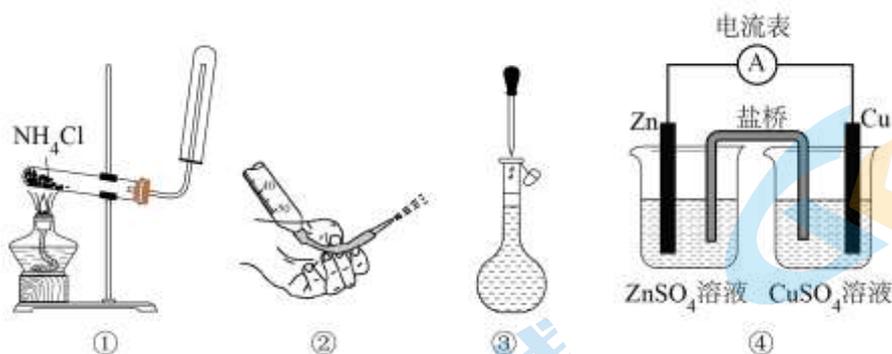


- A. CO₂ 中有 C=O 键，中心原子 C 是 sp² 杂化
- B. 每个晶胞中含有 4 个 CO₂ 分子

C. 每个 CO_2 分子周围有 12 个紧邻 CO_2 分子

D. 干冰升华时需克服分子间作用力

6. 下列说法正确的是



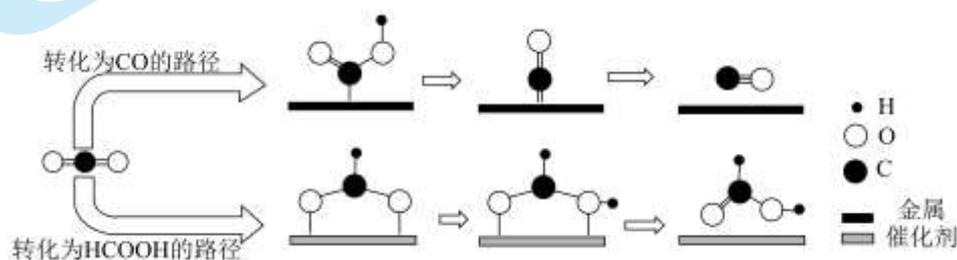
A. 图①装置可用于制取并收集氨气

B. 图②操作可排出盛有 KMnO_4 溶液滴定管尖嘴内的气泡

C. 图③操作俯视刻度线定容会导致所配溶液浓度偏大

D. 图④装置盐桥中阳离子向 ZnSO_4 溶液中迁移

7. CO_2 的转化一直是世界范围内的研究热点。利用两种金属催化剂，在水溶液体系中将 CO_2 分别转化为 CO 和 HCOOH 的反应过程示意图如图，下列说法正确的是



A. 在转化为 CO 的路径中，只涉及碳氧键的断裂和氧氢键的形成

B. 在转化为 HCOOH 的路径中， CO_2 被氧化

C. 上述反应过程说明催化剂具有选择性

D. 在转化为两种产物的过程中碳、氧原子的利用率为 100%，符合原子经济理念

8. 下列离子方程式书写正确的是

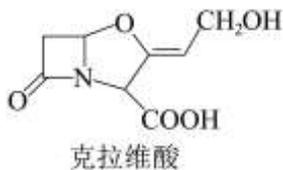
A. Cl_2 通入水中制氯水： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$

B. 可用 Na_2SO_3 溶液吸收少量 Cl_2 ： $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$

C. 过量铁粉与稀硝酸反应： $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

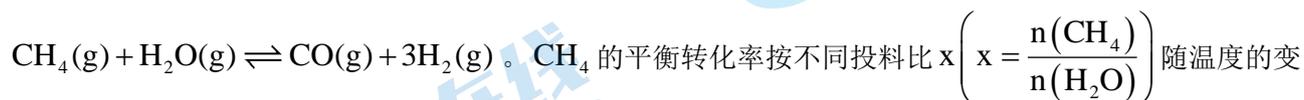
D. NaHCO_3 溶液与少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合： $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

9. 抗生素克拉维酸的结构简式如图所示，下列关于克拉维酸的说法错误的是

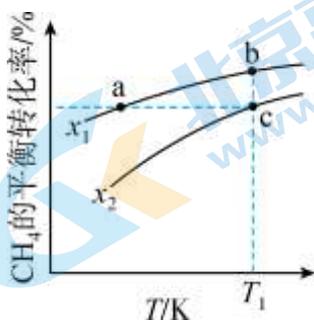


- A. 含有 5 种官能团
 B. 可使高锰酸钾溶液褪色
 C. 可以发生加成、取代、氧化等反应
 D. 1mol 该物质最多可与 1molNaOH 反应

10. 向一恒容密闭容器中加入 1molCH₄ 和一定量的 H₂O，发生反应：



化曲线如图所示。下列说法错误的是



- A. $x_1 < x_2$
 B. 反应速率： $v_{b正} < v_{c正}$
 C. 点 a、b、c 对应的平衡常数： $K_a < K_b = K_c$
 D. 反应温度为 T₁，当容器内压强不变时，反应达到平衡状态

11. 小组同学探究 Cu 和物质 A 的反应，实验如下。

装置	序号	物质 A	实验现象
	①	0.6mol·L ⁻¹ Fe(NO ₃) ₃ 溶液 (调 pH=1)	铜粉溶解，溶液变为深棕色 [经检验含 Fe(NO) ²⁺]
	②	0.6mol·L ⁻¹ FeCl ₃ 溶液	铜粉溶解，溶液变为蓝绿色
	③	1.8mol·L ⁻¹ NaNO ₃ 溶液 (调 pH=1)	无明显变化

下列分析不正确的是

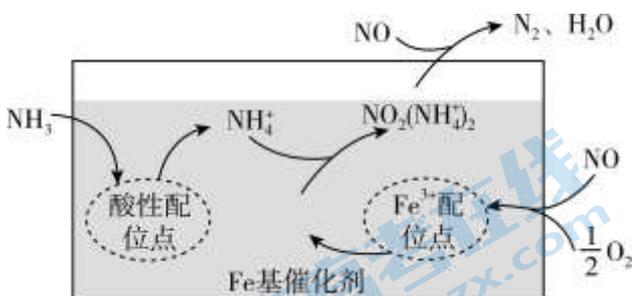
A. ②中铜粉溶解的原因： $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$

B. ①中产生 NO 的原因：pH=1 时直接将 NO_3^- 还原为 NO

C. 若向③中加入 FeSO_4 固体，推测铜粉会溶解

D. ①②③现象的差异不仅与物质氧化性(或还原性)强弱有关，也与反应速率有关

12. 有氧条件下，在 Fe 基催化剂表面， NH_3 还原 NO 的反应机理如图所示。该反应能够有效脱除烟气中的 NO，保护环境。下列说法不正确的是



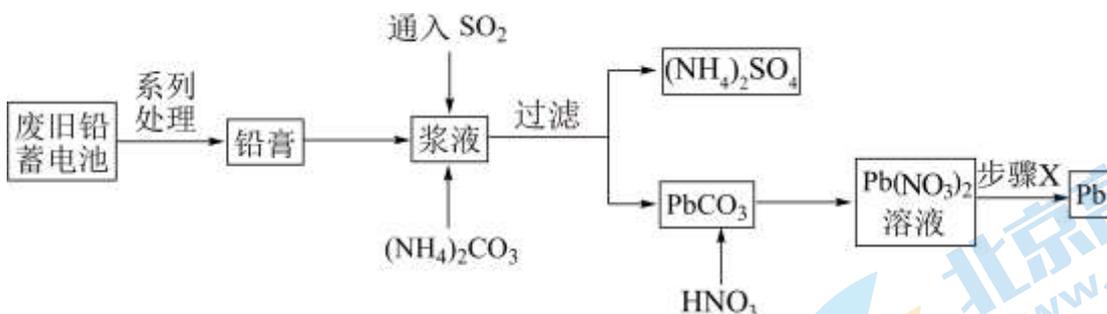
A. 在酸性配位点上， NH_3 与 H^+ 通过配位键形成 NH_4^+

B. 增大压强有利于 NO 与 O_2 吸附在 Fe^{3+} 配位点上形成 NO_2

C. 在反应过程中，Fe 基可以提高 NO 的转化率

D. 该反应的总方程式为： $4\text{NH}_3 + 2\text{NO} + 2\text{O}_2 = 3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

13. 废旧铅蓄电池会导致铅污染，回收铅的流程如图所示。



已知：铅膏的主要成分是 PbO_2 和 PbSO_4 。下列说法错误的是

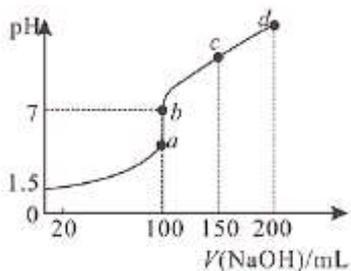
A. SO_2 的作用是将 PbO_2 还原成 PbSO_4

B. 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 后发生的反应为： $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

C. 步骤 X 可以是蒸干灼烧

D. 若步骤 X 为电解，则整个流程中， HNO_3 可循环使用

14. 常温时，向 $100\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HSO}_4$ 溶液中滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，得到的溶液 pH 与 NaOH 溶液体积的关系曲线如图所示。下列说法正确的是



- A. 100mL 0.1mol·L⁻¹ NH₄HSO₄ 溶液中, $c(\text{H}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$
- B. 图中 a、b、c、d 四点中水的电离程度最小的是 a 点
- C. NH₄HSO₄ 溶液中, $c(\text{H}^+) < c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$
- D. b 点, $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{SO}_4^{2-})$

二、填空题(共 58 分)

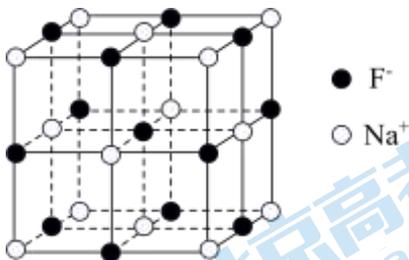
15. 随着科学的发展, 氟及其化合物的用途日益广泛。

I、离子液体具有电导率高、化学稳定性高等优点, 在电化学领域用途广泛。某离子液体的结构简式如下图。



1-乙基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐([Emin]BF₄)

- (1) 写出基态铜原子的价电子排布式_____。
- (2) NaBF₄ 是制备此离子液体的原料。
- ①微粒中 F-B-F 键角: BF₃ _____ BF₄⁻ (填“>”、“<”或“=”)。
- ②BF₃ 可以与 NaF 反应生成 NaBF₄ 的原因是_____。
- (3) 以 Cu(BF₄)₂ 和 [Emin]BF₄ 的混合体系做电解质溶液, 可以实现在不锈钢上镀铜。镀铜时, 阳极材料为_____, 电解质溶液中 Cu²⁺ 向_____极移动(填“阴”或“阳”)。
- II、NaF 等氟化物可以做光导纤维材料, 一定条件下, 某 NaF 的晶体结构如下图。



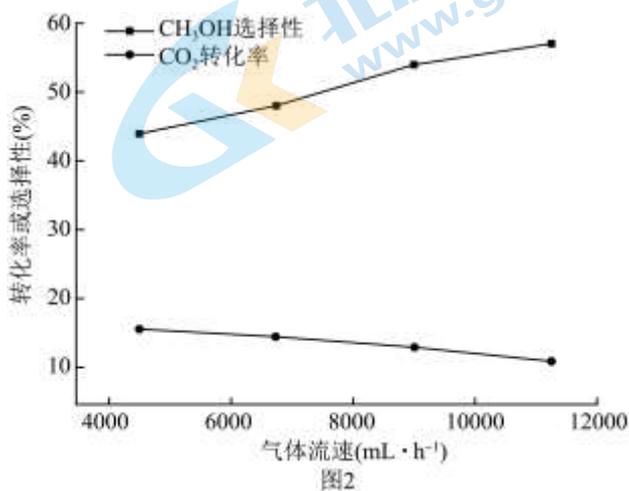
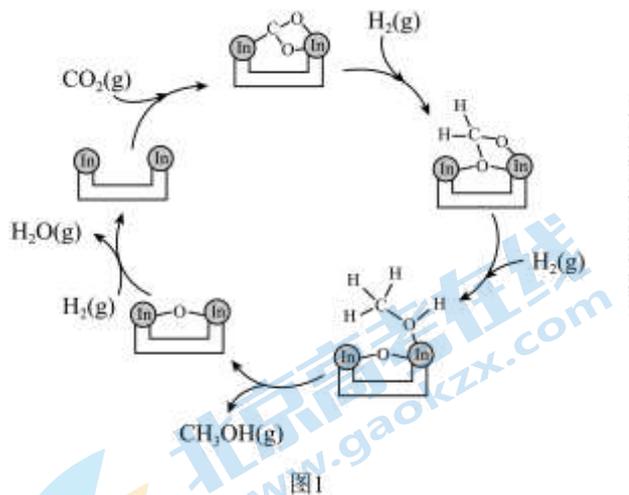
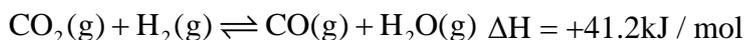
- (4) 与 F⁻ 距离最近且相等的 Na⁺ 有_____个。
- (5) N_A 表示阿伏伽德罗常数的值。NaF 晶胞为正方体, 边长为 $a\text{nm}$, 则晶体的摩尔体积 $V_m =$ _____ $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(1nm = 10⁻⁹m)

16. CO₂ 资源化利用是解决资源和能源短缺、减少碳排放的一种途径。

I. CO₂制甲醇，过程如下：

i. 催化剂活化： $\text{In}_2\text{O}_3(\text{无活性}) \xrightleftharpoons[\text{氧化}]{\text{还原}} \text{In}_2\text{O}_{3-x}(\text{有活性})$

ii. CO₂与H₂在活化后的催化剂表面可逆的发生反应①，其反应历程如图1，同时伴随反应②：



(1) 反应①每生成1molCH₃OH(g)放热49.3kJ，写出其热化学方程式：_____。

(2) CO₂与H₂混合气体以不同的流速通过反应器，气体流速与CO₂转化率、CH₃OH选择性的关系如图2。

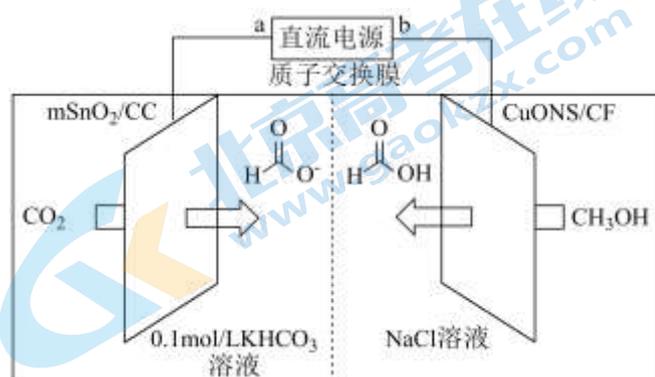
已知：CH₃OH选择性= $n(\text{生成CH}_3\text{OH所用的CO}_2)/n(\text{转化的CO}_2)$ 。

流速加快可减少产物中H₂O的积累，减少反应_____ (用化学方程式表示)的发生，减少催化剂的失活，提高甲醇选择性。

(3) 对于以上CO₂制甲醇的过程，以下描述正确的是_____ (填序号)。

- A. 反应中经历了In-C、In-O键的形成和断裂
- B. 加压可以提高CO₂的平衡转化率
- C. 升高温度可以提高甲醇在平衡时的选择性

II. 一种以甲醇和二氧化碳为原料，利用SnO₂(mSnO₂/CC)和CuO纳米片(CuONS/CF)作催化电极，电化学法制备甲酸(甲酸盐)的工作原理如图所示。



(4) ①b 极为直流电源的_____极，阴极表面发生的电极反应式为_____。

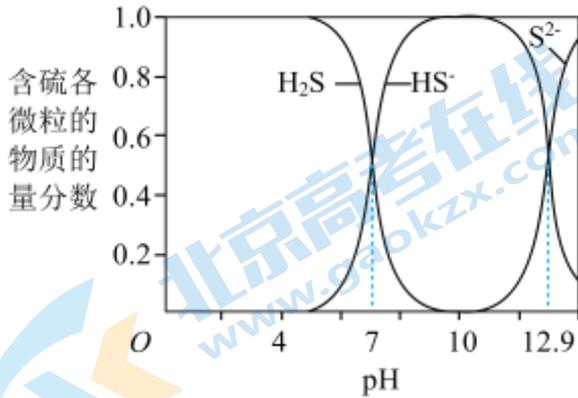
②若有 1mol H^+ 通过质子交换膜时，生成 HCOO^- 和 HCOOH 共_____mol。

17. 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含物分数随 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_____。

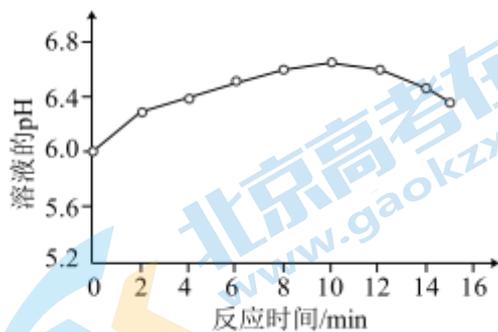
(2) 氧化法处理含硫废水

向含硫废水中加入稀 H_2SO_4 调节溶液的 pH 为 6。

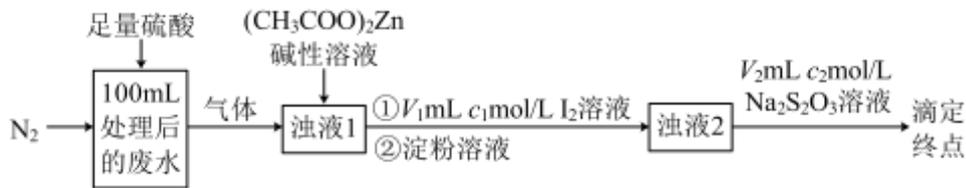
①根据电离常数计算溶液中 $c(\text{H}_2\text{S}):c(\text{HS}^-)=$ _____ : 1。

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



已知： $\text{ZnS} + \text{I}_2 = \text{S} + \text{Zn}^{2+} + 2\text{I}^-$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

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”)。

18. 某铬渣主要含有 Cr_2O_3 以及少量的 Fe_2O_3 、 SiO_2 等杂质，某研究小组设计以下流程获取 Cr_2O_3 ，实现铬渣资源化。



资料：

a. 焙烧中加入氧化钙的目的是防止物料烧结，并提高物料焙烧温度。

b. 常温下，水溶液中存在 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $K = 1.0 \times 10^{12}$ 。

c. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 类似，均具有两性。

d. $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.6 \times 10^{-2}$

(1) 为提高“酸浸”速率，可采取的措施有_____ (至少写出两条)。

(2) 焙烧时， Cr_2O_3 被 O_2 氧化为 Na_2CrO_4 ，产物中还有 CO_2 ，写出该反应的化学方程式_____。

(3) 滤液 A 中加入 Na_2SO_3 发生的氧化反应： $\text{SO}_3^{2-} - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 。

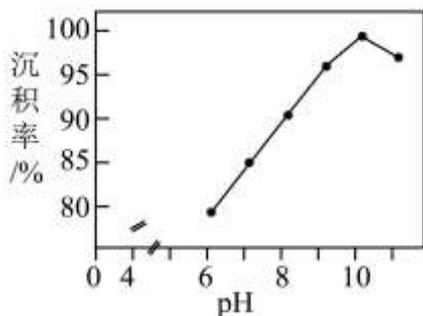
①实验表明，酸浸时调节 pH 越低，最终得到的铬回收率越高，原因是_____。

②当加入 Na_2SO_3 过量，过量的 SO_3^{2-} 与 Cr^{3+} 形成配合物 $[\text{Cr}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3]^{2+}$ 而稳定存在，对铬回收率的影响是_____ (填“增大”、“减小”、或者“不影响”)，理由是_____。

(4) 滤液 A 中 Fe^{3+} 发生反应的离子方程式是_____。

(5) 草酸“除铁”的离子方程式是_____。

(6) 90°C 时，加入 NH_4HCO_3 调节 pH，不同 pH 对铬沉淀率的影响如下图所示，请解释铬沉淀率随着 pH 先增大后减小的原因_____。



不同pH值对铬沉淀率的影响

19. 某实验小组研究溶液中 AgNO_3 和 Na_2S 的反应。

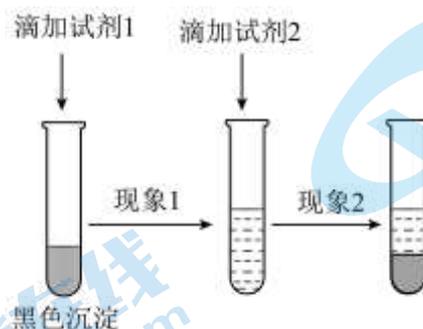
实验	试剂		现象
	试管	滴管	出现黑色沉淀
	0.1mol/L AgNO_3 溶液 (pH = 4)	0.1mol/L Na_2S 溶液 (pH = 9)	

(1) 用离子方程式解释 Na_2S 溶液 $\text{pH} > 7$ 的原因：_____。

(2) 实验小组同学认为黑色沉淀中可能含有 Ag_2O 、 Ag_2S 或 Ag ，设计实验验证。

已知：i. 浓硝酸能将 Ag_2S 转化为 Ag^+ 和 SO_4^{2-} ；ii. Ag_2O 能溶解在浓氨水中形成银氨溶液，而 Ag_2S 和 Ag 均不能。

① 设计并实施如下实验，证实沉淀中含有 Ag_2S 。



试剂 1 和试剂 2 分别是_____、_____。

现象 1 和现象 2 分别是_____、_____。

② 设计并实施如下实验，证实沉淀中不含有 Ag_2O ，将实验操作和现象补充完整。

	实验操作	实验现象
步骤 i	取少量银氨溶液，向其中滴加盐酸	出现白色沉淀

步骤 ii	取少量洗涤后的黑色沉淀， _____	_____
-------	-----------------------	-------

③ 经检验，沉淀不含有 Ag。

(3) 实验小组同学认为 AgNO_3 溶液具有氧化性，在一定条件下能够氧化 Na_2S ，设计实验进行研究（实验装置如图所示），测得电压为 a ($a > 0$)。对 AgNO_3 溶液中氧化 S^{2-} 的物质进行推测：

假设 1：0.1 mol/L 的 AgNO_3 溶液中氧化了 S^{2-} ；

假设 2：0.1 mol/L 的 AgNO_3 溶液中 NO_3^- 氧化了 S^{2-} 。

利用下图装置继续研究（已知：电压大小反映了物质氧化还原性强弱的差异；物质氧化性与还原性强弱差异越大，电压越大）。



① 将 0.1 mol/L 的 AgNO_3 溶液替换为_____溶液，记录电压为 b ($b > 0$)。

② 上述实验证实了氧化 S^{2-} 的物质中一定包含 Ag^+ ，其证据是_____。

实验结论： AgNO_3 溶液与 Na_2S 溶液的反应类型与反应条件有关。

参考答案

一、选择题(共 42 分, 每小题 3 分, 共 14 道小题)

1. 【答案】D

【详解】A. 利用 CO 从铁矿石中获得铁过程中, CO 转化为 CO₂, C 元素化合价发生变化, 与氧化还原反应有关, 故 A 不选;

B. 工业上以氨气为原料生产硝酸, N 元素化合价由-3 价上升到+5 价, 与氧化还原反应有关, 故 B 不选;

C. 锌比铁活泼, 在船体上镶嵌锌块避免船体遭受腐蚀的原理是牺牲阳极法安装活泼金属做原电池负极, 被保护的钢铁做正极, 与氧化还原反应有关, 故 C 不选;

D. 电镀前用 NaOH 溶液除去铁钉表面的油污, 利用的是油脂在碱性条件下的水解, 与氧化还原反应无关, 故 D 选;

故选 D。

2. 【答案】B

【详解】A. CS₂ 中 C 上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (4 - 2 \times 2) = 0$, σ 键电子对数为 2, 价层电子对数为 2, CS₂ 的空间构型为直线形, 分子中正负电中心重合, CS₂ 属于非极性分子, A 项不符合题意;

B. NF₃ 中 N 上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 1$, σ 键电子对数为 3, 价层电子对数为 4, NF₃ 的空间构型为三角锥形, 分子中正负电中心不重合, NF₃ 属于极性分子, B 项符合题意;

C. SO₃ 中 S 上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6 - 3 \times 2) = 0$, σ 键电子对数为 3, 价层电子对数为 3, SO₃ 的空间构型为平面正三角形, 分子中正负电中心重合, SO₃ 属于非极性分子, C 项不符合题意;

D. SiF₄ 中 Si 上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (4 - 4 \times 1) = 0$, σ 键电子对数为 4, 价层电子对数为 4, SiF₄ 的空间构型为正四面体形, 分子中正负电中心重合, SiF₄ 属于非极性分子, D 项不符合题意;

答案选 B。

3. 【答案】C

【详解】A. 钠在空气中燃烧生成过氧化钠, 观察到产生黄色火焰, 生成淡黄色固体物质, 选项 A 正确;

B. Na₂O₂ 中钠离子和过氧根离子之间存在离子键, 过氧根离子内氧原子和氧原子之间存在非极性共价键, 选项 B 正确;

C. Na₂O₂ 由钠离子与过氧根离子构成, 则 Na₂O₂ 中阴、阳离子个数比为 1:2, 选项 C 错误;

D. 过氧化钠和二氧化碳反应时得到的氧气是由-1 价的氧元素生成的, 故生成 1mol 氧气时转移电子为 2mol, 选项 D 正确;

答案选 C。

4. 【答案】D

【详解】A. 硒元素的原子序数为 34, 位于元素周期表中第四周期 VIA 族, 故 A 正确;

B. 硒代半胱氨酸中硒原子的电子层数最多, 原子半径最大, 则图中最大的球代表硒原子, 故 B 正确;

C. 由分子空间结构可知, 硒代半胱氨酸分子中与氨基和羧基相连的碳原子是连有 4 个不同原子或原子团

的手性碳原子，故 C 正确；

D. 由分子空间结构可知，硒代半胱氨酸分子中含有亲水基氨基和羧基，所以硒代半胱氨酸易溶于水，故 D 错误；

故选 D。

5. 【答案】A

【详解】A. CO_2 的结构简式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ，空间构型为直线形，碳原子杂化方式为 sp ，故 A 说法错误；

B. 每个晶胞中含有 CO_2 个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，故 B 说法正确；

C. 根据晶胞图可知，与每个顶点的二氧化碳紧邻的 CO_2 位于面心位置，则每个 CO_2 分子周围有 12 个紧邻的 CO_2 分子，故 C 说法正确；

D. 干冰属于分子晶体，因此干冰升华时需要克服分子间作用力，故 D 说法正确；

答案为 A。

6. 【答案】C

【详解】A. 氯化铵受热分解生成氨气和氯化氢，遇冷又化合生成氯化铵，则直接加热氯化铵无法制得氨气，实验室用加热氯化铵和氢氧化钙固体的方法制备氨气，故 A 错误；

B. 高锰酸钾溶液具有强氧化性，会腐蚀橡胶管，所以高锰酸钾溶液应盛放在酸式滴定管中，不能盛放在碱式滴定管中，故 B 错误；

C. 配制一定物质的量浓度的溶液时，俯视刻度线定容会使溶液的体积偏小，导致所配溶液浓度偏大，故 C 正确；

D. 由图可知，锌铜原电池中，锌电极为原电池的负极，铜为正极，盐桥中阳离子向硫酸铜溶液中迁移，故 D 错误；

故选 C

7. 【答案】C

【详解】A. 在转化为 CO 的路径中，涉及碳氧键的断裂、氧氢键的形成和碳氧三键的形成，A 错误；

B. 在转化为 HCOOH 的路径中，碳元素由 +4 价降低为 +2 价， CO_2 作氧化剂被还原为 HCOOH ，B 错误；

C. 选择不同的催化剂， CO_2 可转化为 CO 或 HCOOH ，说明催化剂具有选择性，C 正确；

D. CO_2 转化为 CO 反应有水生成，氧原子的利用率小于 100%，D 错误；

故答案为：C。

8. 【答案】B

【详解】A. Cl_2 与水反应为可逆反应，且 HClO 为弱酸应写化学式： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，故 A 错误；

B. Na_2SO_3 被 Cl_2 氧化生成硫酸，氯气少量，还会有亚硫酸氢根离子生成：

$3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ，故 B 正确；

C. 过量铁粉与稀硝酸反应最终生成硝酸亚铁，离子方程式为：

$3\text{Fe} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. NaHCO_3 溶液与少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合： $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ ，故 D 错误；

故选：B。

9. 【答案】D

【详解】A. 据有机物的结构简式可知，该有机物含有羟基、羧基、酰胺基、醚键、碳碳双键 5 种官能团，A 正确；

B. 羟基和碳碳双键均可使高锰酸钾溶液褪色，B 正确；

C. 碳碳双键能发生加成反应，羟基能发生取代、氧化等反应，C 正确；

D. 1mol 有机物含有羧基和酰胺基各 1mol，这两种官能团都能与强碱反应，因此 1mol 该物质最多可与 2mol NaOH 反应，D 错误；

故选 D。

10. 【答案】B

【详解】A. 一定条件下，增大水的浓度，能提高 CH_4 的转化率，即 x 值越小， CH_4 的转化率越大，则 $x_1 < x_2$ ，故 A 正确；

B. b 点和 c 点温度相同， CH_4 的起始物质的量都为 1mol，b 点 x 值小于 c 点，则 b 点加水多，反应物浓度大，则反应速率： $v_{b\text{正}} > v_{c\text{正}}$ ，故 B 错误；

C. 由图像可知，x 一定时，温度升高 CH_4 的平衡转化率增大，说明正反应为吸热反应，温度升高平衡正向移动，K 增大；温度相同，K 不变，则点 a、b、c 对应的平衡常数： $K_a < K_b = K_c$ ，故 C 正确；

D. 该反应为气体分子数增大的反应，反应进行时压强发生改变，所以温度一定时，当容器内压强不变时，反应达到平衡状态，故 D 正确；

答案选 B。

11. 【答案】B

【详解】A. 实验②中，铜与铁离子反应生成蓝色铜离子和绿色亚铁离子，A 正确；

B. 经检验含 $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$ ，说明加入铜粉后铜与铁离子反应生成蓝色铜离子和绿色亚铁离子，酸性条件下亚铁离子与硝酸根离子反应产生 NO，选项 B 不正确；

C. 若向③中加入 FeSO_4 固体，因酸性条件下亚铁离子与硝酸根离子发生氧化还原反应生成铁离子，产生了硝酸铁，根据实验①的条件，推测铜粉会溶解，选项 C 正确；

D. ①②③现象的差异不仅与物质氧化性(或还原性)强弱有关，如铁离子、硝酸根离子等氧化性强弱，亚铁离子还原性等；也与反应速率有关，也氯离子、硝酸根离子，氢离子浓度等对反应速率的影响有关，选项 D 正确；

答案选 B。

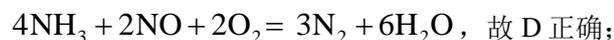
12. 【答案】C

【详解】A. NH_3 分子中的 N 原子还含有一对孤对电子，所以能和 H^+ 通过配位键形成 NH_4^+ ，故 A 正确；

B. 由图可知，NO 与 O_2 吸附在 Fe^{3+} 配位点上形成 NO_2 ，该过程中气体体积减小，增大压强平衡正向移动，有利于 NO 与 O_2 吸附在 Fe^{3+} 配位点上形成 NO_2 ，故 B 正确；

C. 在反应过程中，Fe 基作为催化剂，催化剂不能改变反应的转化率，故 C 错误；

D. 由图可知，在 Fe 基催化剂表面， NH_3 还原 NO 生成 N_2 和 H_2O ，总方程式为：



故选 C。

13. 【答案】C

【分析】铅膏向浆液中加入二氧化硫和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ， PbO_2 具有氧化性，将二氧化硫氧化，生成硫酸铅，再加入碳酸铵发生反应，生成 PbCO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ；向 PbCO_3 中加入 HNO_3 生成 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 和二氧化碳气体， $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 处理得到铅单质

【详解】A. 二氧化硫具有还原性，根据分析可知， SO_2 的作用是将 PbO_2 还原成 PbSO_4 ，A 正确；

B. 根据分析可知，加入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 后， PbSO_4 转化为 PbCO_3 ，发生的反应为 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，B 正确；

C. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液水解生成氢氧化铅和挥发性酸，蒸干灼烧得到铅氧化物，C 错误；

D. 若步骤 X 为电解，则整个流程中阳极生成硝酸、阴极生成铅单质， HNO_3 可循环使用，D 正确；

故选 C。

14. 【答案】A

【分析】向 NH_4HSO_4 溶液中滴入 NaOH 溶液时，先发生 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，再发生 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，当滴入的 NaOH 为 100mL 时，氢离子恰好完全反应，此时溶质为等物质的量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 Na_2SO_4 ，当 NaOH 为 200mL 时，铵根恰好完全反应，此时溶质为 Na_2SO_4 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】A. 若铵根不发生水解，则 NH_4HSO_4 溶液中 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{H}^+) = c(\text{SO}_4^{2-})$ ，但由于铵根的水解，溶液显酸性，所以 $c(\text{H}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$ ，A 正确；

B. NH_4HSO_4 的电离、 NaOH 的电离以及 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 都会抑制水的电离，铵根的水解促进水的电离，根据分析可知 a、b、c 点溶液中均含 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，而 d 点溶质为 Na_2SO_4 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，所以水的电离程度最小的是 d 点，B 错误；

C. NH_4HSO_4 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，存在物料守恒 $c(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ，所以 $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+)$ ，联立可知 $c(\text{H}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，C 错误；

D. b 点溶液中存在电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，溶液显中性，所以 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，所以 $c(\text{Na}^+) + c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$ ，而 b 点加入的 NaOH 大于 100mL，所以 $c(\text{Na}^+)$ 一定大于 $c(\text{NH}_4^+)$ ，则 $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{SO}_4^{2-})$ ，D 错误；

综上所述答案为 A。

二、填空题(共 58 分)

15. 【答案】(1) $3d^{10}4s^1$

(2) ①. > ②. BF_3 可与 F 结合形成配位键

(3) ①. Cu ②. 阴

(4) 6 (5) $\frac{N_A a^3}{4} \times 10^{-27}$

【小问 1 详解】

铜是 29 号元素，基态铜原子的价电子排布式为 $3d^{10}4s^1$ ，故答案为： $3d^{10}4s^1$ ；

【小问 2 详解】

① BF_3 中价层电子对数 = σ 键数 + 孤电子对数 = $3 + \frac{3 - 3 \times 1}{2} = 3$ ，杂化轨道数 = 价层电子对数 = 3，B 采取 sp^2 杂

化，而 BF_4^- 价层电子对数 = $4 + \frac{3 + 1 - 4 \times 1}{2} = 4$ ，杂化轨道数 = 4，B 采取 sp^3 杂化，所以 F—B—F 键角： $\text{BF}_3 >$

BF_4^- ；

② BF_3 可与 F 结合形成配位键，故 BF_3 可以与 NaF 反应生成 NaBF_4 ；

【小问 3 详解】

镀铜时，阳极材料为 Cu，电解质溶液中阳离子 Cu^{2+} 向阴极移动；

【小问 4 详解】

白球 F^- ，黑球 Na^+ ，与 F^- 等距且最近的 Na^+ 有 6 个，以体心处白球 F^- 为研究对象，与 F^- 等距且最近的 Na^+ 位于 6 个面心处；

【小问 5 详解】

1 个晶胞中有 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个 Na^+ ， $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ 个 F^- ，晶胞物质的量 = $\frac{4}{N_A}$ mol，晶胞体积 = $(a$

$\times 10^{-9})^3 \text{m}^3$ ， $V_m = \frac{V}{n} = \frac{a^3 \times 10^{27} \text{m}^3}{\frac{4}{N_A} \text{mol}} = \frac{N_A a^3}{4} \times 10^{-27} \text{m}^3/\text{mol}$ 。

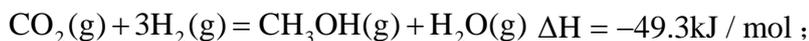
16. 【答案】(1) $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = -49.3 \text{kJ} / \text{mol}$

(2) $\text{In}_2 \text{O}_{3-x} + x\text{H}_2\text{O} = \text{In}_2 \text{O}_3 + x\text{H}_2$

(3) AB (4) ①. 正 ②. $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{HCO}_3^-$ (或 $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$) ③. 0.75

【小问 1 详解】

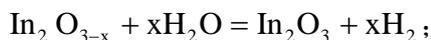
反应①中 CO_2 和 H_2 在温和的条件下转化为甲醇和 H_2O ，每生成 $1 \text{mol CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 放热 49.3kJ ，其热化学方程式为 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = -49.3 \text{kJ}/\text{mol}$ ，故答案为：



【小问 2 详解】

已知催化剂活化: In_2O_3 (无活性) $\xrightleftharpoons[\text{氧化}]{\text{还原}}$ $\text{In}_2\text{O}_{3-x}$ (有活性), 流速加快可减少产物中 H_2O 的积累, 减少反应

$\text{In}_2\text{O}_{3-x} + x\text{H}_2\text{O} = \text{In}_2\text{O}_3 + x\text{H}_2$ 的发生, 减少催化剂的失活, 提高甲醇选择性, 故答案为:



【小问 3 详解】

A. 由图 1 可知, 反应中经历了 In-C、In-O 键的形成和断裂, 选项 A 正确;

B. CO_2 制甲醇是气体分子数减小的反应, 加压平衡正向移动, 可以提高 CO_2 的平衡转化率, 选项 B 正确;

C. 由 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -49.3\text{kJ/mol}$ 是放热反应, 升高温度平衡逆向移动, 升高温度会降低甲醇在平衡时的选择性, 选项 C 错误;

故答案为: AB;

【小问 4 详解】

①

由图可知二氧化碳在左侧电极发生反应, 其中碳元素化合价降低, 则 a 为负极, 该电极反应式为: $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{HCO}_3^-$, 则电极 b 为正极, 右侧电极为阳极, 电极反应式为:



正; $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{HCO}_3^- \text{ (或 } \text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-} \text{)}$;

②由第一问的分析可知, 阳极反应为: $\text{CH}_3\text{OH} - 4\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOOH} + 4\text{H}^+$, 阴极电极反应为: $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{HCO}_3^-$, 由此可以发现, 若有 1mol H^+ 通过质子交换膜时, 则转移 1mol 电子, 则此时该装置生成 HCOO^- 和 HCOOH 共计 0.75mol , 故答案为: 0.75。

17. 【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

Fe²⁺难以形成 FeS。

【小问 2 详解】

①根据如图, $K_{a1} = \frac{c(H^+)c(HS^-)}{c(H_2S)} = 10^{-7}$, $K_{a2} = \frac{c(H^+)c(S^{2-})}{c(HS^-)} = 10^{-12.9}$,

$$\frac{c(H_2S)}{c(HS^-)} = \frac{c(H_2S)c(H^+)}{c(HS^-)c(H^+)} = \frac{c(H^+)}{K_{a1}} = \frac{10^{-6}}{10^{-7}} = 10:1;$$

②向溶液中加入 H₂O₂, 10min 后发生反应: S+3H₂O₂=SO₄²⁻+2H₂O+2H⁺, 生成了 H⁺, c(H⁺) 增大, pH 降低;

【小问 3 详解】

①根据反应: ZnS+I₂=S+Zn²⁺+2I⁻、I₂+2S₂O₃²⁻=2I⁻+S₄O₆²⁻, -2 价硫元素的物质的量为:

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

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

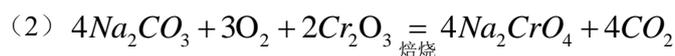
②若溶液呈中性时, 部分 -2 价硫元素被氧化为 SO₄²⁻, 发生反应:

4H₂O+ZnS+4I₂=SO₄²⁻+Zn²⁺+8I⁻+8H⁺, 则 I₂ 氧化 -2 价硫过程中消耗 I₂ 物质的量增大, 用

Na₂S₂O₃ 溶液滴定过量 I₂ 时消耗 Na₂S₂O₃ 溶液的体积 V₂ 减小, 由 $n(S^{2-})=c_1V_1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2}c_2V_2 \times 10^{-3}$ 可知,

S²⁻ 的物质的量偏大, 使测得的 -2 价硫元素含量偏大。

18. 【答案】(1) 增加稀硫酸浓度、加热、将固体粉碎等



(3) ①. 氢离子浓度增大, 提高了 Cr₂O₇²⁻ 的氧化性 ②. 减小 ③. [Cr₂(OH)₂SO₃]²⁺ 不能转化为 Cr(OH)₃, 造成铬元素损失



(6) pH 增大, 氢氧根离子浓度增大, Cr(OH)₃ 增大, 铬的沉淀率增大; pH 过大, Cr(OH)₃ 在过量氢氧根离子中溶解, 导致铬沉淀率减小

【分析】铬渣加入氧化钙、碳酸钠在空气中焙烧, 将 Cr₂O₃ 转化为六价铬盐, 加入硫酸酸溶除去二氧化硅等滤渣, 滤液加入亚硫酸钠溶液将 Fe³⁺ 转化为 Fe²⁺, Cr₂O₇²⁻ 转化为 Cr³⁺, 加入草酸生成 FeCr₂O₄·2H₂O 沉淀, 分离得到的滤液加入碳酸氢铵得到铬的沉淀, 煅烧得到 Cr₂O₃, 以此分析;

【小问 1 详解】

为提高“酸浸”速率, 可采取的措施有增加稀硫酸浓度、加热、将固体粉碎等;

故答案为：增加稀硫酸浓度、加热、将固体粉碎等；

【小问 2 详解】

焙烧时， Cr_2O_3 被 O_2 氧化为 Na_2CrO_4 ，产物中还有 CO_2 ，反应为碳酸钠、 Cr_2O_3 、氧气高温生成 Na_2CrO_4

和二氧化碳，化学方程式为 $4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{CO}_2$ ；

故答案为： $4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{CO}_2$

【小问 3 详解】

①常温下，水溶液中存在 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，氢离子浓度增大，平衡正向移动， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 浓度增大且提高了 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的氧化性，利于铬元素转化为 Cr^{3+} ，使得最终得到的铬回收率越高；

故答案为：氢离子浓度增大，提高了 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的氧化性

②当加入 Na_2SO_3 过量，过量的 SO_3^{2-} 与 Cr^{3+} 形成配合物 $[\text{Cr}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3]^{2+}$ 而稳定存在，

$[\text{Cr}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3]^{2+}$ 不能转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ，造成铬元素损失，使得铬元素回收率下降；

故答案为：减小； $[\text{Cr}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3]^{2+}$ 不能转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ，造成铬元素损失；

【小问 4 详解】

Fe^{3+} 具有氧化性， SO_3^{2-} 具有还原性，两者反应生成 Fe^{2+} 和 SO_4^{2-} ，故滤液 A 中 Fe^{3+} 发生反应的离子方程式是 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$ ；

故答案为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$

【小问 5 详解】

已知， $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.6 \times 10^{-2}$ ，则草酸为弱酸，草酸和亚铁离子生成 $\text{FeCr}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀得到滤渣 B，故反应为 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{FeCr}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$ ；

故答案为： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{FeCr}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$ ；

【小问 6 详解】

$\text{Cr}(\text{OH})_3$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 类似，均具有两性，在碱性较强的溶液， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 会溶解；故随着 pH 增大，氢氧根离子浓度增大， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 增大，铬的沉淀率增大；pH 过大， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 在过量氢氧根离子中溶解，导致铬沉淀率减小；

故答案为：pH 增大，氢氧根离子浓度增大， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 增大，铬的沉淀率增大；pH 过大， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 在过量氢氧根离子中溶解，导致铬沉淀率减小。

19. 【答案】 ①. $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ ②. 浓硝酸 ③. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液 ④. 黑色沉淀溶解，有红棕色气体生成 ⑤. 生成白色沉淀 ⑥. 加入浓氨水，过滤后，向滤液中滴加盐酸 ⑦. 滴加盐酸后，无明显现象 ⑧. pH=4 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaNO_3 溶液 ⑨. $a > b$

【详解】(1) Na_2S 溶液，因硫离子水解而使其显碱性，故其 $\text{pH} > 7$ ，离子方程式为 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- +$

OH^- 。

(2) ①由题中信息可知，浓硝酸能将 Ag_2S 转化为 Ag^+ 和 SO_4^{2-} ，所以可以向黑色沉淀中加入足量的浓硝酸，黑色沉淀溶解后，向溶液中加入硝酸钡溶液，生成白色沉淀，证明黑色沉淀中含有 Ag_2S 。因此，试剂 1 和试剂 2 分别是浓硝酸、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液；现象 1 和现象 2 分别是黑色沉淀溶解并有红棕色气体生成、生成白色沉淀。

②根据题中信息可知， Ag_2O 能溶解在浓氨水中形成银氨溶液，而 Ag_2S 和 Ag 均不能。因此，可以设计并实施如下对比实验，证实沉淀中不含有 Ag_2O ，实验操作和现象如下表：

	实验操作	实验现象
步骤 i	取少量银氨溶液，向其中滴加盐酸	出现白色沉淀
步骤 ii	取少量洗涤后的黑色沉淀，加入浓氨水，过滤后，向滤液中滴加盐酸	滴加盐酸后，无明显现象

③经检验，沉淀不含有 Ag 。

(3) ①根据控制变量法的原理，将 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液替换为 $\text{pH}=4$ 的 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaNO_3 溶液，记录电压为 b ($b > 0$)。

②由题意知，若 $a > b$ ，说明 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液的氧化性强于 $\text{pH}=4$ 的 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaNO_3 溶液。因此，上述实验证实了氧化 S^{2-} 的物质中一定包含 Ag^+ ，其证据是 $a > b$ 。

点睛：本题中有关硫化银的检验是难点，显然不能检验银离子，应设法检验其中的硫元素。根据信息可以把硫离子氧化为硫酸根，然后检验硫酸根离子，但要注意此时有银离子干扰，不能使用氯化钡溶液，应根据本题的具体情况选择硝酸钡溶液。

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 50W+，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千场，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。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

