

海淀区 2020~2021 学年第二学期一模逐题解析

高三化学

2021.04

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

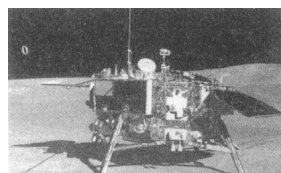
可能用到的相对原子质量 H 1 C 12 O 16 Na 23 Cl 35.5 Fe 56

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合要求的
一项。

1. 2020 年 12 月 17 日凌晨，嫦娥五号携带月壤等样本成功返回地球，完成中国探月工程的收官之战。下列说法不正确的是

- A. 发射时使用液氢和液氧作推进剂，是利用了燃烧反应提供能量
- B. 制造探测器中的瞄准镜时使用光导纤维，其主要成分是 Si
- C. 月壤中含有珍贵的 ^3He ， ^3He 与 ^4He 互为同位素
- D. 留在月球的国旗长时间不褪色、不分解，是利用了材料的稳定性



【答案】B

【解析】

考点：化学反应与能量，物质的性质及用途，核素

氢气和氧气燃烧放热，因此可以提供能量，故 A 正确；

光导纤维的主要成分是 SiO_2 不是 Si，故 B 不正确；

^3He 中质子数为 2，中子数为 1， ^4He 中质子数为 2，中子数为 2，两者质子数相同，中子数不同，互称同位素，故 C 正确；

物质不褪色，不分解，说明物质的化学性质稳定，故 D 正确；

2. 下列物质在生活中的应用与氧化还原反应无关的是

- A. CaO 用作衣物防潮剂
- B. 还原 Fe 粉用作食品脱氧剂
- C. FeSO₄ 补血剂与维生素 C 配合使用效果更佳
- D. 用硅藻土中浸润的 KMnO₄ 吸收水果散发的乙烯

【答案】A

【解析】

考点：氧化还原反应基本概念

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} == \text{Ca(OH)}_2$ ，没有元素的化合价发生改变，故 A 正确；

Fe 做脱氧剂，和氧气发生氧化还原反应，故 B 不正确；

Fe²⁺具有还原性，维生素 C 也具有还原性，因此，为了防止 Fe²⁺被氧化，和维生素 C 一起食用会更好，故 C 不正确；

乙烯具有还原性，高锰酸钾具有氧化性，两者可以反应，故高锰酸钾可以吸收乙烯，故 D 不正确；

3. 下列化合物既含离子键又含共价键的是

- A. H₂O₂
- B. H₂S
- C. NH₄Cl
- D. KBr

【答案】C

【解析】

考点：化学键

过氧化氢为共价化合物不含离子键，故 A 不正确；

硫化氢为共价化合物不含离子键，故 B 不正确；

NH₄Cl 中既有离子键，又有共价键，故 C 正确；

溴化钾为离子化合物不含共价键，故 D 不正确；

4. 下列与事实对应的化学用语正确的是

A. Cl 的非金属性强于 I: $2I^- + Cl_2 == 2Cl^- + I_2$

B. C 和 O 形成 CO_2 的过程: $2\cdot\ddot{O}\cdot + \cdot\ddot{C}\cdot \rightarrow \cdot\ddot{O}:\ddot{C}:\ddot{O}\cdot$

C. 0.1mol/L CH_3COOH 溶液的 pH 为 3: $CH_3COOH == CH_3COO^- + H^+$

D. 用石墨电极电解 $CuCl_2$ 溶液: $2Cl^- + 2H^+ \xrightarrow{\text{电解}} H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$

【答案】A

【解析】

考点：化学用语

氯元素和碘元素属于同主族元素，从上到下，非金属性依次减弱，对应的单质的氧化性减弱，故氯气的氧化性比碘单质强，可以将对应的离子从其盐溶液中置换出来，生成碘单质，故 A 正确；

二氧化碳的电子式为 $\ddot{O}:\ddot{C}:\ddot{O}$ ，故 B 不正确；

醋酸为一元弱酸，在水中电离是可逆的，故 C 不正确；

电解氯化铜溶液过程中阴极: $Cu^{2+} + 2e^- == Cu$ ，铜离子优先于氢离子放电，故 D 不正确；

5. 中国化学会遴选了 118 名化学家作为“元素代言人”组成“中国青年化学家元素周期表”。元素 Po（钋）与 S 同主族，由暨南大学陈填烽代言，其原子序数为 84。下列说法正确的是

A. Po 位于元素周期表的第 4 周期

B. 原子半径: $Po < S$

C. ^{210}Po 的中子数为 126

D. PoO_2 只有还原性

【答案】C

【解析】

根据第 6 周期 0 族元素原子序数为 86，易知 Po 位于第 6 周期，故 A 错误；

Po 与 S 同主族，电子层数 Po 大于 S，所以原子半径 $Po > S$ ，故 B 错误；

^{210}Po 的中子数为 $210 - 84 = 126$ ，故 C 正确；

Po 与 S 同主族，最高正价+6，最低负价-2，所以 PoO_2 理论上也具有氧化性，故 D 错误。

6. 下列有关试剂保存和使用的措施不正确的是

- A. 苯酚不慎滴到手上，用酒精清洗
- B. 浓 HNO_3 盛放在棕色试剂瓶中，避光保存
- C. 保存 FeSO_4 溶液时可加入少量铁粉和稀 H_2SO_4
- D. 配制 1mol/L NaOH 溶液时，将称好的 NaOH 固体加入容量瓶中溶解

【答案】D

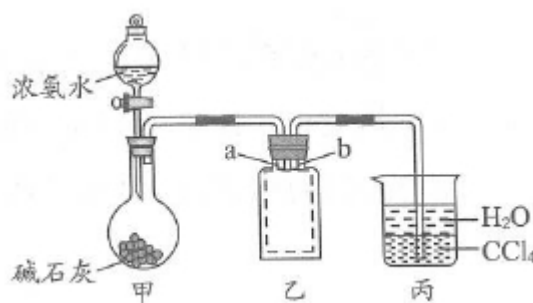
【解析】

配制一定物质的量溶液时，要在烧杯中溶解，冷却到室温后转移到容量瓶中，不能在容量瓶中进行溶解，故 D 错误；

7. 用右图装置（夹持装置已略去）进行 NH_3 制备及性质实验。

下列说法不正确的是

- A. 甲中制备 NH_3 利用了 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的分解反应
- B. 乙中的集气瓶内 a 导管短、b 导管长
- C. 若将丙中的 CCl_4 换成苯，仍能防止倒吸
- D. 向收集好的 NH_3 中通入少量 Cl_2 ，可能观察到白烟

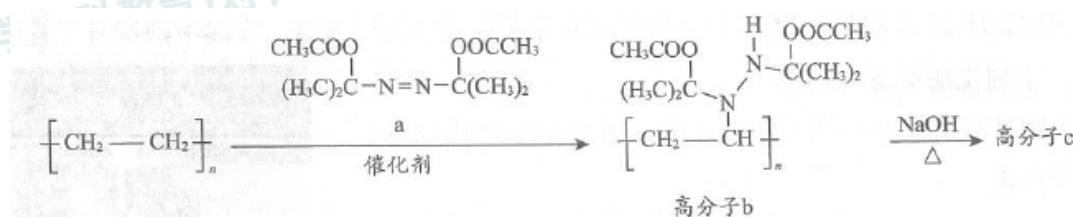


【答案】C

【解析】

苯的密度小于水，将丙中的 CCl_4 换成苯，苯在水的上层，不能防止倒吸，故 C 错误；

8. 高分子修饰指对高聚物进行处理，接上不同取代基改变其性能。我国高分子科学家对聚乙烯进行胺化修饰，并进一步制备新材料，合成路线如下图。



下列说法正确的是

- A. a 分子的核磁共振氢谱有 4 组峰
- B. 生成高分子 b 的反应为加聚反应
- C. 1 mol 高分子 b 最多可与 2 mol NaOH 反应
- D. 高分子 c 的水溶性比聚乙烯的水溶性好

【答案】D

【解析】

a 分子有 2 种等效氢，所以核磁共振氢谱有 2 组峰，故 A 错误；

生成高分子 b 的反应不是聚合反应，故 B 错误；

1 mol 高分子 b 中含有 $2n$ mol 酯基，最多可与 $2n$ mol NaOH 反应，故 C 错误；

高分子 c 中含羟基，羟基是亲水基团，所以高分子 c 的水溶性比聚乙烯的水溶性好，故 D 正确；

9. 下列各组微粒数目一定相等的是

- A. 等体积的 NO 和 NO_2 的 N 原子数目
- B. 等质量的正丁烷和异丁烷的 C-H 键数目
- C. 等物质的量浓度的 KCl 溶液和 NaCl 溶液的 Cl^- 离子数目
- D. 等质量的 Cu 分别与足量浓 HNO_3 、稀 HNO_3 反应生成的气体分子数目

【答案】B

【解析】

体积一定时，温度、压强会影响气体分子数目，故 A 错误；

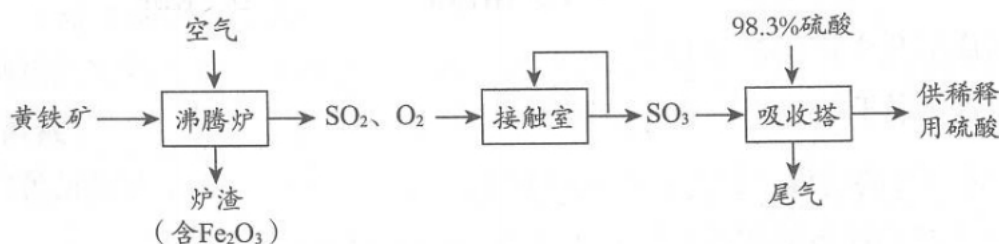
正丁烷和异丁烷互为同分异构体，分子式为： C_4H_{10} ，质量相同，C-H 键数目相同，故 B 正确；

KCl 和 NaCl 溶液体积未知，不能判断二者的溶液中 Cl^- 的物质的量，故 C 错误；

浓硝酸和稀硝酸与铜反应，产物不同，故铜的质量固定，生成的气体分子数目不同，

故 D 错误;

10. 以黄铁矿（主要成分为 FeS_2 , 其中 S 的化合价为 -1 价）生产硫酸的工艺流程如下图。



下列说法不正确的是

- A. 将黄铁矿粉碎，可加快其在沸腾炉中的化学反应速率
- B. 沸腾炉中每生成 1mol SO_2 ，有 11mol e^- 发生转移
- C. 接触室中排放出的 SO_2 、 O_2 循环利用，可提高原料利用率
- D. 吸收塔排放的尾气可通过氨吸收转化成氮肥

【答案】B

【解析】

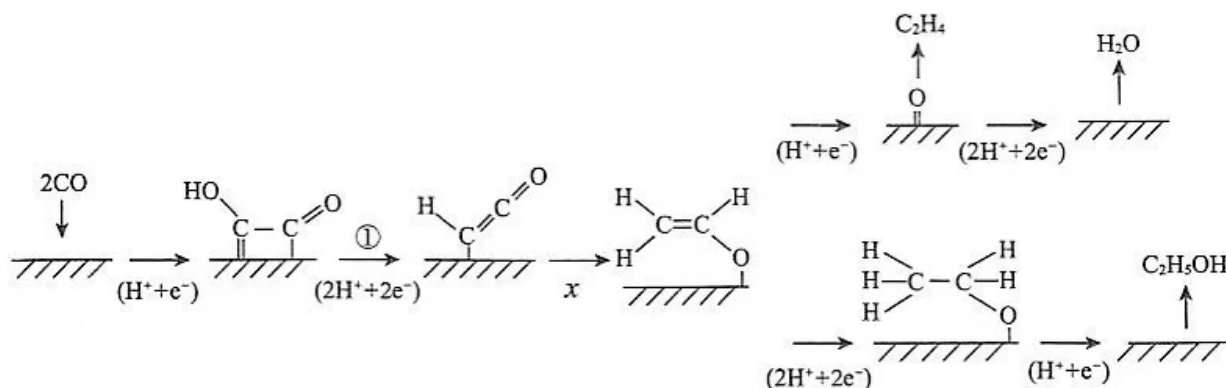
固体粉碎可增大反应接触面积，使反应速率加快，故 A 正确；

生成 1mol SO_2 需消耗 0.5mol FeS_2 ，由流程图物质转化可知 Fe 元素升高 1 价、S 元素升高 5 价，则 0.5mol FeS_2 发生反应转移电子 5.5mol ，故 B 错误；

SO_2 与 O_2 反应为可逆过程，结合流程图中接触室的产物一部分循环再次进入接触室，可提高原料利用率，故 C 正确；

尾气中 SO_3 为酸性氧化物，可通过氨吸收转化成氮肥，故 D 正确。

11. 研究者利用电化学法在铜催化剂表面催化还原 CO 制备乙烯,同时得到副产物乙醇,反应机理如下图。



下列说法不正确的是

- A. x 为 $2\text{H}^+ + \text{e}^-$
- B. 步骤①中有 H_2O 生成
- C. 该电极上生成乙烯的总反应式为 $2\text{CO} + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 可通过增强催化剂的选择性来减少副反应的发生

【答案】A

【解析】

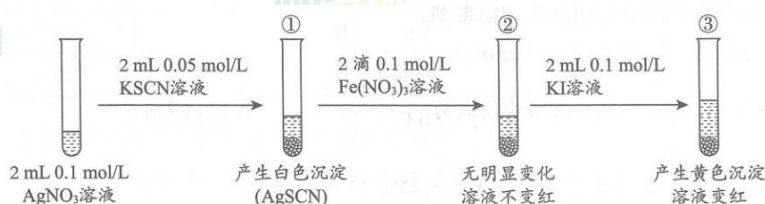
由图中第三步转化过程,从元素的角度来看反应需结合 2H^+ ,依据反应过程电荷守恒可知,还需提供 2e^- ,因此 x 为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$,故 A 错误;

步骤①的转化中,依据元素守恒分析可知有 H_2O 生成,故 B 正确;

将图中生成乙烯的每一步进行加和可得总反应,故 C 正确;

增强催化剂的选择性,可有利于提高乙烯的产率,减少副反应的发生,故 D 正确;

12. 为研究沉淀的生成及转化,同学们进行下图所示实验。



下列关于该实验的分析不正确的是

- A. ①中产生白色沉淀的原因是 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{SCN}^-) > K_{sp}(\text{AgSCN})$
- B. ①中存在平衡: $\text{AgSCN}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq})$
- C. ②中无明显变化是因为溶液中的 $c(\text{SCN}^-)$ 过低
- D. 上述实验不能证明 AgSCN 向 AgI 沉淀转化反应的发生

【答案】D

【解析】

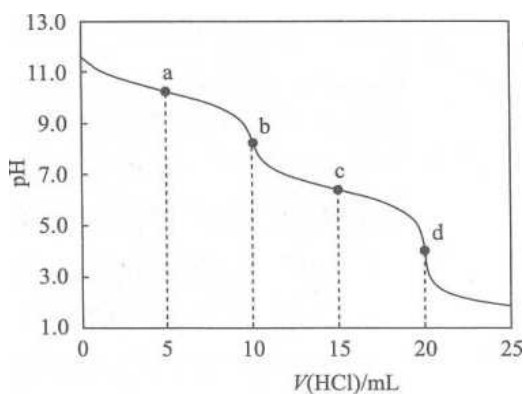
$Q(\text{AgSCN}) > K_{sp}(\text{AgSCN})$, 有白色沉淀析出, 故 A 正确;

AgSCN 白色沉淀在水溶液中存在沉淀溶解平衡, 故 B 正确;

Fe^{3+} 与 SCN^- 反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 。加入 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 无明显现象, 说明①溶液中 $c(\text{SCN}^-)$ 低, 故 C 正确;

②到③过程中产生黄色沉淀(AgI), 即 AgSCN 转化为 AgI , 故 D 错误。

13. 室温下, 向 10 mL 0.100 mol/L Na_2CO_3 溶液中逐滴滴加 0.100 mol/L HCl 溶液, 整个反应过程中无气体逸出 (溶解的 CO_2 均表示为 H_2CO_3)。测得混合溶液的 pH 随加入 HCl 溶液体积的变化如下图。下列说法不正确的是



- A. a 点溶液的溶质主要为 NaCl 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3
- B. b 点溶液中 $c(\text{CO}_3^{2-}) < c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- C. c 点溶液中 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$
- D. 取 d 点溶液加热至沸腾, 然后冷却至室温, 溶液的 pH 增大

【答案】C

【解析】

a 点加入 5mL 盐酸，反应生成等量的 NaHCO_3 、 NaCl ，剩余等量的 Na_2CO_3 ，故 A 正确；

b 点加入 10mL 盐酸，恰好完全反应生成等量的 NaHCO_3 和 NaCl ，溶液显碱性， HCO_3^- 水解程度大于电离程度，故 B 正确；

c 点加入 15mL 盐酸，反应后溶质为 NaHCO_3 、 NaCl 、 H_2CO_3 ，根据电荷守恒可得：

$c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，故 C 错误；

d 点加入 20mL 盐酸，反应后溶质为 NaCl 、 H_2CO_3 ，加热后 H_2CO_3 分解，溶液 pH 升高，故 D 正确；

14. 一定温度下，在容积恒为 1L 的容器中通入一定量 N_2O_4 ，发生反应 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

$\Delta H > 0$ ，体系中各组分浓度随时间(t)的变化如下表。

t/s	0	20	40	60	80
$c(\text{N}_2\text{O}_4)/(\text{mol/L})$	0.100	0.062	0.048	0.040	0.040
$c(\text{NO}_2)/(\text{mol/L})$	0	0.076	0.104	0.120	0.120

下列说法正确的是

A. 0~60 s, N_2O_4 的平均反应速率为 $v = 0.04 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$

B. 升高温度，反应的化学平衡常数减小

C. 80 s 时，再冲入 NO_2 、 N_2O_4 各 0.12 mol，平衡不移动

D. 若压缩器使压强增大，达新平衡后混合气颜色比平衡时浅

【答案】C

【解析】



初 0.1mol/L 0mol/L

转 0.06mol/L 0.12mol/L

末(60s) 0.04mol/L 0.12mol/L

列三段式分析，可得 0~60s, $v(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.06 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，故 A 错误；

上述反应为吸热反应，温度升高，平衡正移，化学平衡常数增大，故 B 错误；

由表格可知，60s 已达平衡状态，该温度下化学平衡常数 $K=(0.12)^2/0.04=0.36$ 。80s 时，再充入 N_2O_4 、 NO_2 各 0.12mol，可计算此时浓度商 $Q=(0.24)^2/0.16=0.36$ 。 $Q=K$ ，平衡不移动，故 C 正确；

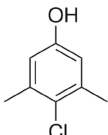
N_2O_4 为无色气体， NO_2 为红棕色气体。压缩体积，压强增大，平衡朝气体分子数小的方向移动，反应逆移。但同时气体压缩， $c(NO_2)$ 增大，达新平衡时混合气体颜色比原平衡时深，故 D 错误。

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分

15. (10 分) 以下是生活中常用的几种消毒剂。

i. “84”消毒液，有效成分是 NaClO 。

ii. 消毒液 A，其有效成分的结构简式为  (简称 PCMX)。

iii. 双氧水消毒液，是质量分数为 3%~25% 的 H_2O_2 溶液。

(1) “84”消毒液需要在阴暗处密封保存，否则容易失效，用化学用语解释其原因：

① $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 == \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$ ；② _____。

(2) 实验室通过测定不同 pH 环境中不同浓度 NaClO 溶液的细菌杀灭率 (%)，以探究“84”消毒液杀菌能力的影响因素，实验结果如下表。

NaClO 溶液浓度 (mg/L)	不同 pH 环境中的细菌杀灭率 (%)		
	pH=4.5	pH=7.0	pH=9.5
250	98.90	77.90	53.90
500	99.99	97.90	65.54

① 结合表中数据可推断，相同条件下， HClO 的杀菌能力_____ (填“强于”“强于”或“相当于” NaClO 的杀菌能力)。

② 下列关于“84”消毒液及其使用方法的描述中，正确的是_____ (填字母序号)。

a. “84”消毒液的杀菌能力与其浓度有关

b. 长期用于对金属制品消毒，不会使金属腐蚀

c. 不能与洁厕灵 (含 HCl) 混合使用，可能会导致安全事故

d. 喷洒在物品表面后适当保持一段时间，以达到杀毒灭菌效果

(3) 消毒液 A 常用于家庭衣物消毒。

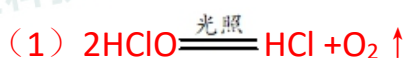
①PCMX 分子中的含氧官能团是_____（写名称）。

②若将消毒液 A 与“84”消毒液混合使用，会大大降低消毒效果，从物质性质角度解释其原因为_____。

(4) 研究小组将某“84”消毒液与双氧水消毒液等体积混合，有大量无色气体生成，经检验为氧气。用离子方程式表示生成氧气的可能原因：



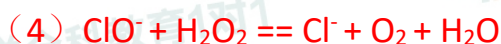
【答案】



(2) ①强于（1 分） ②acd

(3) ①羟基（多答氯原子不扣分）（1 分）

②PCMX（酚羟基）有还原性，NaClO 有氧化性，二者能发生氧化还原反应



【解析】

(1) 根据题意“在阴暗处保存”，结合次氯酸光照分解即得。

(2) ①从表格中可知，在次氯酸钠浓度相同的条件下，pH 值越低，细菌杀灭率越高，再从 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$ 可知，pH 值越低， $c(\text{OH}^-)$ 越小， $c(\text{HClO})$ 越大，即得出细菌杀灭率高是因为 $c(\text{HClO})$ 大的结论，因此 HClO 的杀菌能力强于 NaClO 的杀菌能力。

②

a. 从表格中可知，相同 pH 下，浓度大的 NaClO 溶液细菌杀灭率更大，故正确。

b. 次氯酸光照分解会生成盐酸，腐蚀金属，故错误。

c. $\text{ClO}^- + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- == \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故正确。

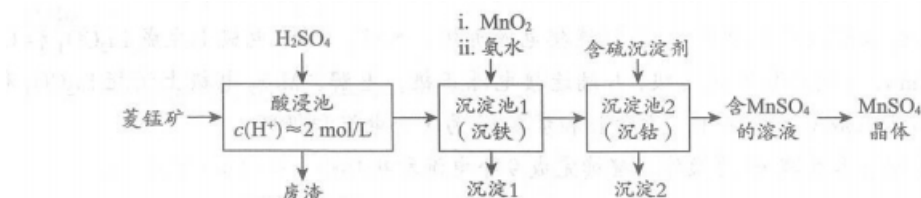
d. 保持一段时间，发生成效反应 $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 == \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$ ，NaClO 生成

HClO，故正确。

(3) ①含氧官能团，看图可知。 ②见答案。

(4) 根据题意，反应物中有次氯酸根离子和双氧水，生成物中有氧气，从氧化还原的角度，氧元素的化合价升高，氯元素的化合价必然降低，通常高价氯的还原产物为氯负离子，列出方程，配平两剂两产物，再通过原子守恒可得。

16. (14 分) MnSO_4 是一种重要的化工产品。以菱锰矿（主要成分为 MnCO_3 ，还含有 Fe_3O_4 、 FeO 、 CoO 等）为原料制备 MnSO_4 的工艺流程如下图



资料：金属离子沉淀的 pH

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀	1.5	6.3	7.4	7.6
完全沉淀	2.8	8.3	9.4	10.2

(1) 酸浸后所得溶液的金属阳离子包括 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、_____。

(2) 沉淀池 1 中，先加 MnO_2 充分反应后再加入氨水。写出加 MnO_2 时发生反应的离子方程式：_____。

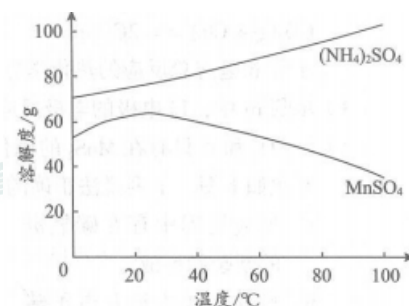
(3) 沉淀池 2 中，不能用 NaOH 代替含硫沉淀剂，原因是_____。

(4) 右图为 MnSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶解度曲线。从“含 MnSO_4 的溶液”中提取“ MnSO_4 晶体”的操作为_____，洗涤干燥。

(5) 受实际条件限制，“酸浸池”所得的废渣中还含有锰元素，其含量测定方法如下。

i. 取 $a \text{ g}$ 废渣，加酸将锰元素全部溶出成 Mn^{2+} ，过滤，将滤液定容与 100mL 容量瓶中；

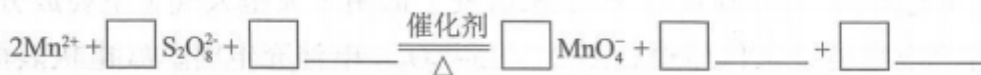
ii. 取 25.00mL 溶液与锥形瓶中，加入少量催化剂和过量 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，加热、充



分反应后，煮沸溶液使过量 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解。

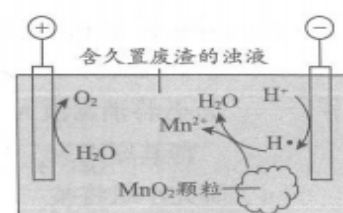
iii. 加入指示剂，用 $b \text{ mol/L} (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定。滴定至终点时消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液的体积为 $c \text{ mL}$ ， MnO_4^- 重新变成 Mn^{2+} 。

①补全步骤 ii 中反应的离子方程式：



②废渣中锰元素的质量分数为_____。

(6) 废渣长期露置在空气，其中的锰元素逐渐转化为 MnO_2 。研究者用右图装置提取 MnO_2 中的锰元素。图中“ $\text{H}\cdot$ ”代表氢自由基。实验测得电解时间相同时，随外加电流的增大，溶液中的 $c(\text{Mn}^{2+})$ 先增大后减小，减小的原因可能是_____（写出两条）。



【答案】

(1) Fe^{2+} Fe^{3+}

(2) $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 若用 NaOH 做沉淀剂， Co^{2+} 完全沉淀时的 $\text{pH}=9.4$ ，此时 Mn^{2+} 也会沉淀，导致 MnSO_4 产率降低

(4) 蒸发结晶，趁热过滤

(5) ① $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\Delta} 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$

② $\frac{bc}{1000} \times \frac{1}{5} \times \frac{100}{25} \times \frac{55}{a} \times 100\%$

(6) 电流继续增大， Mn^{2+} 在阴极放电： $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mn}$ ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小； H^+ 放电直接生成 H_2 而不是 $\text{H}\cdot$ ， MnO_2 被 $\text{H}\cdot$ 还原的反应不能进行，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小； Mn^{2+} 在阳极放电生成 MnO_2 ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小

【解析】

(1) 菱锰矿主要含有 MnCO_3 ，并且含有 Fe_3O_4 、 FeO 、 CoO 杂质，都属于金属氧化物，并且与硫酸反应形成对应的金属阳离子，根据题目，可知除了 Mn^{2+} 和 Co^{2+} 之外，还

有 Fe^{2+} 和 Fe^{3+}

(2) MnO_2 氧化性比较强，而溶液中有具有还原性的亚铁离子，根据化合价守恒法和题目历程给出的“沉铁”提示，可得方程 $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 根据题目给定的图表， Mn^{2+} 和 Co^{2+} 开始沉淀和完全沉淀的 pH 接近，若是使用 NaOH 做沉淀剂，会在沉钴过程中，部分的 Mn^{2+} 生成 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ，导致 MnSO_4 产率下降

(4) 根据题目给出的图形， MnSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶解度上， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 随温度升高一直增大，但是 MnSO_4 大于 25°C （图形预估温度）后，溶解度随温度上升而下降，可以采取蒸发结晶得到 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓溶液和 MnSO_4 固体，然后再“趁热过滤”分离

(5) ① $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中有过氧根，为氧化剂，氧元素化合价下降；根据化合价守恒法，可得离子方程式：



② 先有 $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\Delta} 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ 发生，再有

$\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，可以根据 Mn^{2+} 守恒，得 25mL 中有锰元素的质量为 $\frac{1}{5}bc \times 55 \times 10^{-3}$ g，则 100 mL 中的质量分数为 $\frac{bc}{1000} \times \frac{1}{5} \times \frac{100}{25} \times \frac{55}{a} \times 100\%$

(6) 电流继续增大， Mn^{2+} 可能在阴极放电： $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mn}$ ，最终 Mn^{2+} 会浓度降低；也可能是由于反应过程中，电流增大， H^+ 放电直接产生氢气，导致 MnO_2 被 H^+ 还原的反应不能进行； Mn^{2+} 在阳极放电生成 MnO_2 ，使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小。

17. (10 分) 锂电池有广阔的应用前景。用“循环电沉积”法处理某种锂电池，可使其中的 Li 电极表面生成只允许 Li^+ 通过的 Li_2CO_3 和 C 保护层，工作原理如图 1，具体操作如下。

i. 将表面洁净的 Li 电极和 MoS_2 电极浸在溶有 CO_2 的有机电解质溶液中。

ii. 0~5min，a 端连接电极正极，b 端连接电源负极，电解， MoS_2 电极上生成 Li_2CO_3 和 C。

iii. 5~10min，a 端连接电极负极，b 端连接电源正极，电解， MoS_2 电极上消耗 Li_2CO_3 和 C，Li 电极上生成 Li_2CO_3 和 C。步骤 ii 和步骤 iii 为 1 个电沉积循环。

iv. 重复步骤 ii 和步骤 iii 的操作，继续完成 9 个电沉积循环。

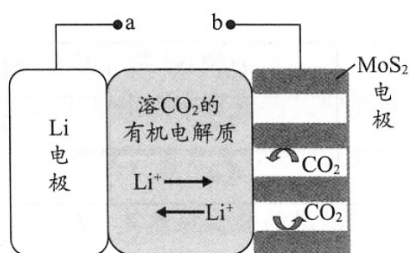


图 1

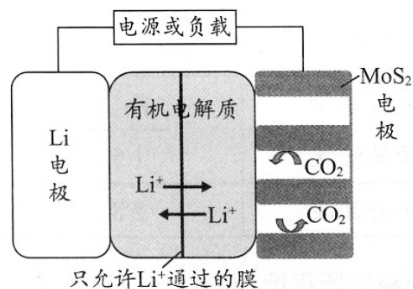
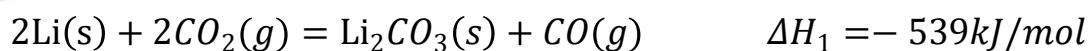


图 2

(1) 步骤 ii 内电路中的 Li^+ 由____向____迁移 (填“Li 电极”或 MoS_2 电极”)。

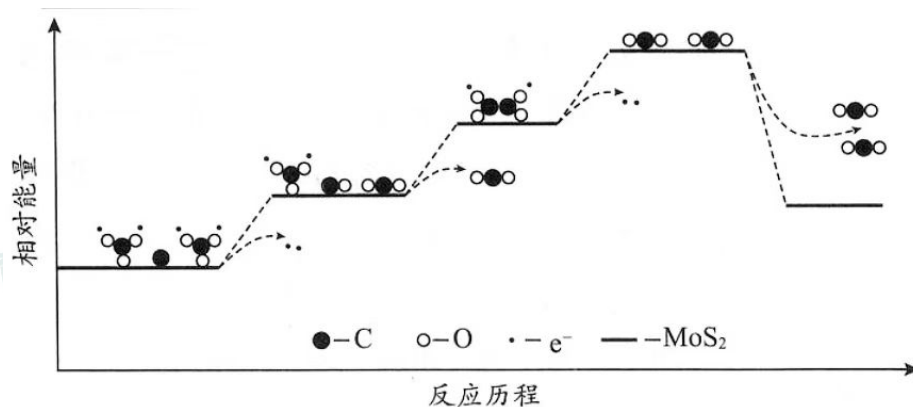
(2) 已知下列反应的热化学方程式。



步骤 ii 电解总反应的热化学方程式为_____。

(3) 步骤 iii 中，Li 电极的反应式为_____。

(4) Li_2CO_3 和 C 只有在 MoS_2 的催化作用下才能发生步骤 iii 的电极反应，反应历程中的能量变化如下图。下列说法正确的是_____ (填字母序号)。



a. 反应历程中存在碳氧键的断裂和形成

b. 反应历程中涉及电子转移的变化均释放能量

c. MoS_2 催化剂通过降低电极反应的活化能使反应速率加快

(5) 受上述“循环电沉积”法的启示，科学家研发了适用于火星大气（主要成分是 CO_2 ）的“Li- CO_2 ”可充电电池，工作原理如图 2。“Li- CO_2 ”电池充电时，Li 电极表面生成 Li 而不会形成 Li_2CO_3 和 C 沉积，原因是_____。

【答案】

(1) Li 电极 MoS₂ 电极(2) $4\text{Li(s)} + 3\text{CO}_2\text{(g)} == \text{Li}_2\text{CO}_3\text{(s)} + \text{C(s)} \quad \Delta H = -1250\text{kJ/mol}$ (3) $4\text{Li}^+ + 4\text{e}^- + 3\text{CO}_2 == 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$

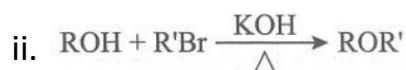
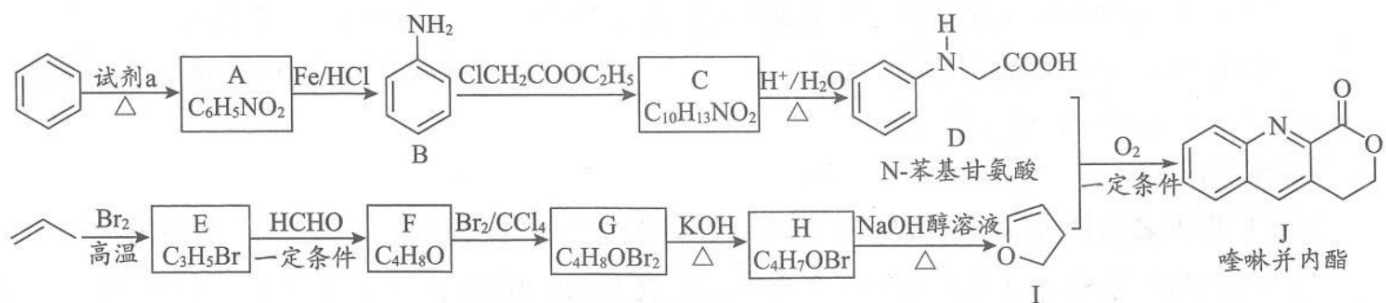
(4) a、c

(5) 电解质中未溶解 CO₂，内电路的隔膜只允许 Li⁺通过不允许 CO₂ 通过，阴极生成的 CO₂，无法迁移到阴极放电、转化为 C 和 CO₃²⁻

【解析】

(1) 由题中电解池原理可知阳离子向阴极迁移，所以 Li⁺由 Li 电极向 MoS₂ 电极迁移(2) 根据盖斯定律可知步骤 ii 方程式=2x①-②，所以 $\Delta H = 2\Delta H_1 - \Delta H_2$ ，故 $4\text{Li(s)} + 3\text{CO}_2\text{(g)} == \text{Li}_2\text{CO}_3\text{(s)} + \text{C(s)} \quad \Delta H = -1250\text{kJ/mol}$ (3) 根据题目所给步骤 iii 的流程 a 极连接电源的负极做阴极，则锂电极发生了还原反应生成了 Li₂CO₃ 沉淀和 C，锂离子的化合价没有改变，则应是 CO₂ 得电子和锂离子生成 Li₂CO₃ 沉淀和 C，所以方程式为 $4\text{Li}^+ + 3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- == 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ (4) 根据反应历程第一步是 $\text{C} + \text{CO}_3^{2-} - 2\text{e}^- == \text{CO}_2 + \text{CO}$ ，第二步是 $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO} == \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，第三步是 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} - 2\text{e}^- == 2\text{CO}_2$ ，所以既有碳氧键的断裂又有碳氧键的生成，a 正确。第二步和第三步涉及电子转移根据图像均为吸热反应，b 错误。MoS₂ 为催化剂，催化剂的原理就是降低反应活化能，加快反应速率，c 正确。(5) 在“Li-CO₂”充电电池中，Li⁺通过只允许 Li⁺通过的膜进入阴极室，电解液中未溶解 CO₂，阴极生成的 CO₂ 也无法通过隔膜迁移到阴极放电，所以 Li⁺在 Li 电极上得电子，发生 $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$ ，所以在 Li 电极表面生成 Li 而不会形成 Li₂CO₃ 和 C

18. (12 分) 由 C-H 键构建 C-C 键是有机化学的热点研究领域。我国科学家利用 N-苯基甘氨酸中的 C-H 键在 O_2 作用下构建 C-C 键, 实现了喹啉并内酯的高选择性制备。合成路线如下图。



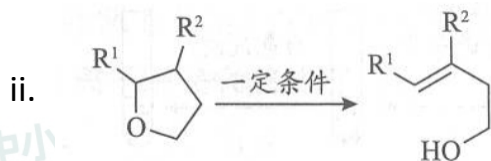
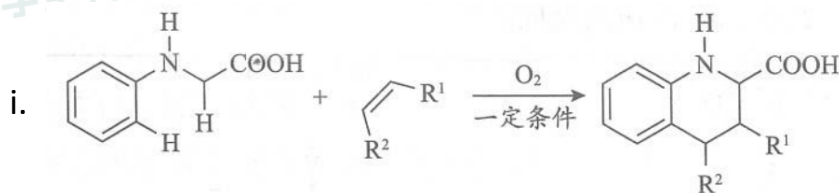
(1) 试剂 a 为_____。

(2) B 具有碱性, B 转化为 C 的反应中, 使 B 过量可以提高 $ClCH_2COOC_2H_5$ 的平衡转化率, 其原因是_____ (写出一条即可)。

(3) C 转化为 D 的化学方程式为_____。

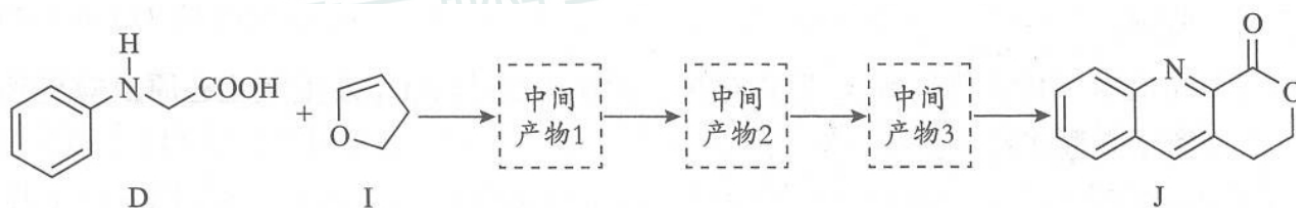
(4) G 转化为 H 的化学方程式为_____; G 生成 H 的过程中会得到少量的聚合物, 写出其中一种的结构简式: _____。

(5) 已知:



① D 和 I 在 O_2 作用下得到 J 的 4 步反应如下图 (无机试剂及条件已略去), 中间产物 1 中有两个六元环和一个五元环, 中间产物 3 中有三个六元环。结合已知反应信息,

写出中间产物 1 和中间产物 3 的结构简式。

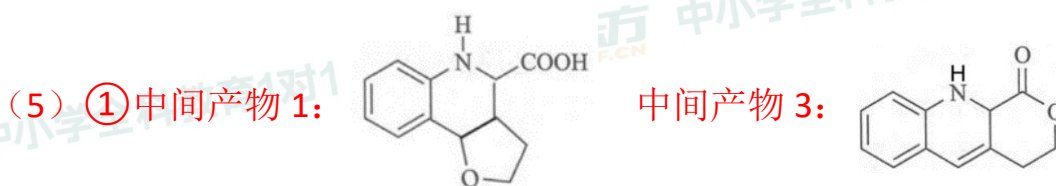
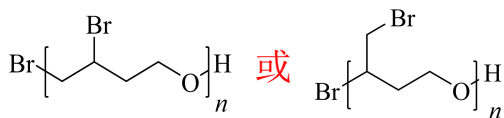
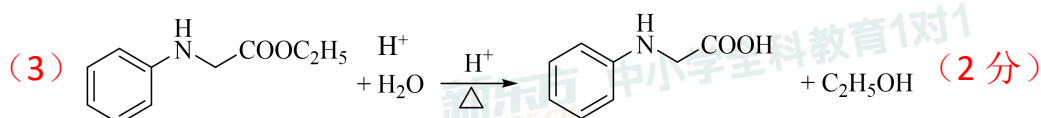


② D 和 I 转化成 J 的反应过程中还生成水，理论上该过程中消耗 O_2 与生成 J 的物质的量之比为_____。

【答案】

(1) 浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3 (2 分)

(2) 苯胺是反应物，增大原料的用量 (苯胺具有碱性，与生成的 HCl 发生中和反应)，使平衡正向移动，提高 $ClCH_2COOC_2H_5$ 的转化率 (2 分)



② 1: 1

【解析】

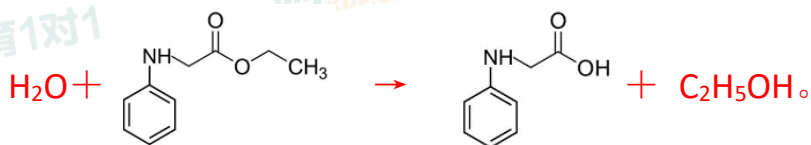
(1) 由 A 的分子式可知此反应为硝化反应，故答案为：浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3



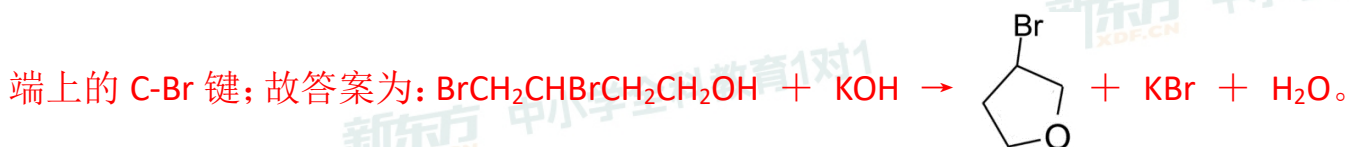
具有碱性，而 B 生成 C 的同时也会生成 HCl ， HCl 会与过量的 B 发生中和反应，使 HCl 的浓度减小，平衡向正反应方向移动；故答案为：B 与 C 反应会生成 HCl ，过量

的 B 消耗掉 HCl 使平衡正向移动，增大 C 的转化率

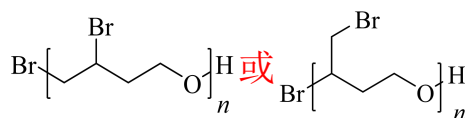
(3) C 中有 $-\text{COOH}$ ，B 中有酯基，反应条件为酸性，所以该反应是水解反应，故答案为：



(4) 根据已知 ii，G 到 H 的反应 G 断 C-Br 键和 O-H 键，根据 I 的结构式可知 G 断的是

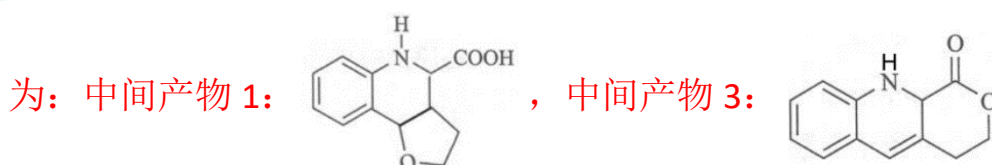


高聚物为一端断 C-Br 键，一端断 O-H 键；故答案为：



(5) ① 根据已知 i，D 和 I 反应为加成反应，生成 ，根据已知 ii，中间

产物 1 到中间产物 2 断的是 C-O 键，中间产物 2 到中间产物 3 为酯化反应；故答案



② 设反应了 $x \text{ mol O}_2$ ，生成 $y \text{ mol H}_2\text{O}$ ，反应方程式可写为



根据 H 原子守恒得到 $y=3$ ，再根据 O 原子守恒得到 $x=1$ ，故 O_2 与 J 的物质的量之比为 1:1，故答案为：1:1。

19. (12 分) 某课外小组探究 $\text{Cu}(\text{II})$ 盐与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的反应。

【查阅资料】

i. $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$ (绿色)， $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{Cu}^+ \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ (无色)；

ii. $2\text{NH}_3 + \text{Cu}^+ \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ (无色)， $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 遇空气容易被氧化成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ (蓝色)；

iii. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 易被氧化为 $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ 或 SO_4^{2-} 。

【猜想与假设】

同学们根据资料认为 Cu(II) 盐与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 可能会发生两种反应。

假设 1: Cu^+ 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在溶液中发生络合反应生成 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$;

假设 2: Cu(II) 有_____性, 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在溶液中发生氧化还原反应。

【实验操作及现象分析】

实验一: 探究 CuSO_4 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的反应。

实验操作	实验序号	V_1 (mL)	V_2 (mL)	逐滴加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液时的实验现象
 1 mL 1 mol/L CuSO_4 溶液	a	1.5	0.5	溶液逐渐变为绿色, 静置无变化
	b	1.0	1.0	溶液先变为绿色, 后逐渐变成浅绿色, 静置无变化
	c	0	2.0	溶液先变为绿色, 后逐渐变浅至无色, 静置无变化

(1) 根据实验 a 的现象可推测溶液中生成的含 Cu 微粒是_____ (填化学符号)。

(2) 甲同学认为实验一能证明假设 2 成立, 他的理由是_____。

实验二: 探究 CuCl_2 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的反应。

1 mL 2 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和 1 mL H_2O

1 mL 1 mol/L CuCl_2 溶液

起初现象同实验 b, 静置后很快出现白色沉淀, 溶液颜色进一步变浅

1 mL 2 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液

白色沉淀很快溶解

白色沉淀 无色溶液

(3) 乙同学利用已知资料进一步确证了实验二的无色溶液中存在 Cu(I) 。他的实验方案是: 取少量无色溶液, _____。

(4) 经检验白色沉淀为 CuCl ，从化学平衡的角度解释继续加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液后 CuCl 沉淀溶解的原因：_____。

(5) 经检验氧化产物以 $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ 形式存在。写出 Cu^{2+} 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生氧化还原反应得到无色溶液的离子方程式：_____。

【获得结论】

综合以上实验，同学们认为 Cu(II) 盐与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在溶液中的反应与多种因素有关，得到实验结论：①随 $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}):n(\text{Cu}^{2+})$ 增大，_____；②_____。

【答案】

【猜想假设】氧化（1 分）

(1) $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$ （1 分）

(2) 实验 b 中，溶液先变为绿色，后逐渐变成浅绿色，说明先发生络合反应之后又发生氧化还原反应（或实验 a 到实验 c，最终溶液颜色逐渐变浅，说明发生了氧化还原反应）

(3) 向其中滴加氨水，放置在空气中，若溶液变为蓝色，则说明含 Cu(I)

(4) $\text{CuCl(s)} \rightleftharpoons \text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，滴加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液后， $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 Cu^+ 形成络合离子 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ， $c(\text{Cu}^+)$ 浓度降低，使平衡正向移动，沉淀溶解

(5) $2\text{Cu}^{2+} + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

【获得结论】二者发生络合反应的趋势减弱，发生氧化还原反应的趋势增强； Cu(II) 盐的阴离子为 Cl^- 时能增大 Cu^{2+} 和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生氧化还原反应的趋势

【解析】

假设 2. 发生氧化还原的条件之一是反应物具有氧化还原性，根据化合价的规律， Cu(II) 是最高价，只具有氧化性，故答案为：氧化。

(1) 实验 a 中现象是溶液变为绿色且静置无变化，根据信息可知是生成了绿色的 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$ 离子，故答案为： $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$ 。

(2) 若假设 2 成立则 Cu(II) 会发生氧化还原反应而降价，进一步和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 生成无色的

$[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 离子，溶液则由绿色变浅，或到无色，因此找到对应的实验现象即可。

故答案为：实验 b 中，溶液先变为绿色，后逐渐变成浅绿色，说明先发生络合反应之后又发生氧化还原反应。

(3) 根据资料 ii 可知 Cu(I) 的性质，和氨气结合为无色的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ ， $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 遇空气被氧化成蓝色的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，利用此信息即可。故答案为：向其中滴加氨水，放置在空气中，若溶液变为蓝色，则说明含 Cu(I) 。

(4) 溶液中存在沉淀溶解平衡 $\text{CuCl(s)} \rightleftharpoons \text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，根据信息 i 可知 Cu^+ 会和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生络合反应，导致 Cu^+ 浓度下降，使沉淀溶解平衡正移，从而沉淀溶解。故答案为： $\text{CuCl(s)} \rightleftharpoons \text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，滴加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液后， $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 Cu^+ 形成络合离子 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ， $c(\text{Cu}^+)$ 浓度降低，使平衡正向移动，沉淀溶解。

(5) Cu^{2+} 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生氧化还原反应得到无色溶液，根据信息可知是生成无色的 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 离子。故答案为： $2\text{Cu}^{2+} + 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。

① 对比实验一中 a、b、c，随着 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴入量的增多，溶液最终颜色分别为绿色、淡绿色、无色，可知随着的 $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}):n(\text{Cu}^{2+})$ 增大，二者发生络合反应的趋势减弱，发生氧化还原反应的趋势增强，故答案为：二者发生络合反应的趋势减弱，发生氧化还原反应的趋势增强。

② 实验一中 b 组实验和实验二对比，仅有阴离子种类不同，含有 Cl^- 时，由于生成 CuCl 沉淀， Cu^+ 浓度减小， Cu^{2+} 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 之间的氧化还原反应正向移动，使得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 Cu^{2+} 更易发生氧化还原反应。故答案为： Cu(II) 盐的阴离子为 Cl^- 时能增大 Cu^{2+} 和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生氧化还原反应的趋势。