2026 北京房山高三二模

化　　学

本试卷共 10 页，满分 100 分，考试时长 90 分钟。考生务必将答案填涂或书写在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H1　C12　O16　Cu64

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，选出最符合题目要求的一项。

1. 我国人形机器人技术发展日新月异。下列说法不正确的是



A. 中控芯片主要成分为硅，单质硅属于共价晶体

B. 铝合金外壳的硬度比纯铝大

C. 固态三元锂电池供电时将电能转化为化学能

D. 手腱绳采用的超高分子量聚乙烯纤维，链节为$-CH_2-CH_2-$

2. 尿素铁$[Fe(H_2NCONH_2)_6](NO_3)_3$可用作铁肥和缓释肥。下列化学用语不正确的是

A. NO_3^- 的 VSEPR 模型：

B. $-NH_2$ 的电子式：

C. 中子数为 30 的铁核素：$^{56}_{26}Fe$

D. Fe^{3+} 的价电子排布式：$3d^5$

3. 下列物质用途对应的物质性质与氧化还原反应有关的是

选项	物质用途	物质性质
A	用碎鸡蛋壳改良酸性土壤	$CaCO_3$ 能与土壤中的酸性物质发生复分解反应
B	用 84 消毒液漂白衣物	NaClO 具有强氧化性
C	用聚乳酸制作可降解餐具	聚乳酸中的酯基可发生水解反应

D	用生石灰保持仓库干燥	CaO 能与水发生化合反应

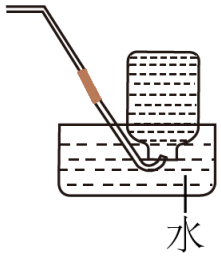
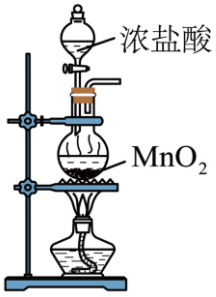
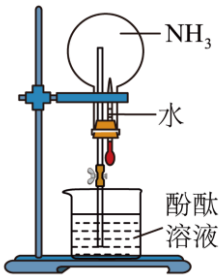
A. A　　B. B　　C. C　　D. D

4. 下列说法不正确的是

A. 酒精可以使蛋白质发生变性　　B. 核酸水解的最终产物是磷酸、戊糖和碱基

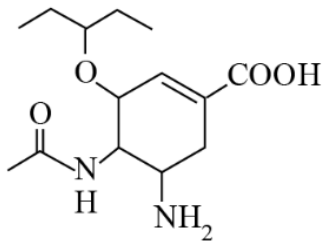
C. 糖类和油脂均为天然高分子　　D. 蔗糖发生水解反应所得产物互为同分异构体

5. 完成下述实验，装置或试剂不正确的是

			
A．实验室收集 SO_2	B．实验室制 Cl_2	C．验证 NH_3 易溶于水且溶液呈碱性	D．除去 CO_2 中混有的少量 HCl

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

6. 奥司他韦是一种作用于神经氨酸酶的特异性抑制剂，能够用于治疗流感，其结构简式如图所示。下列关于该物质说法不正确的是



A. 可以和碳酸氢钠溶液反应产生气体　　B. N 原子的杂化类型只有 1 种

C. 含有四个手性碳原子　　D. 既可以发生氧化反应也可以发生还原反应

7. 解释下列事实的方程式不正确的是

A. 红棕色的 NO_2 溶于水变为无色：$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$

B. 将铁丝放入 $CuSO_4$ 溶液中，铁丝表面变红：$2Fe+3Cu^{2+}=2Fe^{3+}+3Cu$

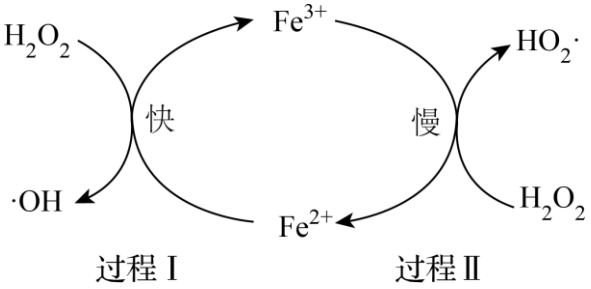
C. 向 $NaHCO_3$ 溶液中加入少量澄清石灰水，产生白色沉淀：

$2HCO_3^- + Ca^{2+} + 2OH^- = CaCO_3\downarrow + 2H_2O + CO_3^{2-}$

D. 向酸性 $KMnO_4$ 溶液中滴加 $NaHSO_3$ 溶液，溶液紫色褪去：

$2MnO_4^- + 5HSO_3^- + H^+ = 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O$

8. Fenton 试剂(含 Fe^{2+} 和 H_2O_2 的水溶液)产生的羟基自由基(·OH)能有效氧化去除水中的有机污染物，·OH 的产生机理如图所示。下列说法不正确的是



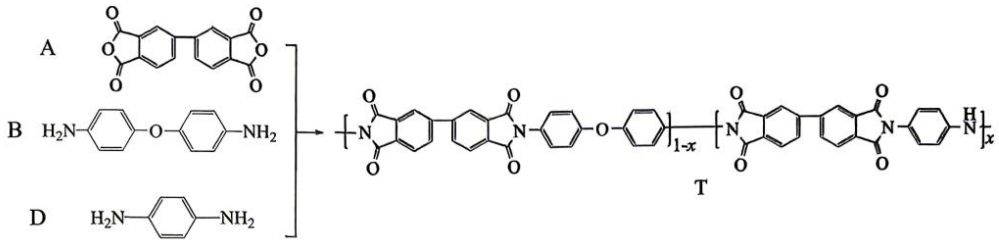
A. 过程Ⅰ和过程Ⅱ都有非极性共价键断裂

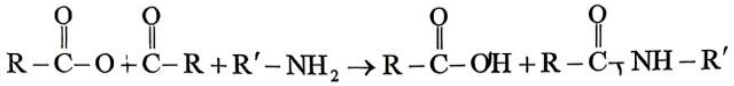
B. 过程Ⅱ的反应方程式：$Fe^{3+} + H_2O_2 = Fe^{2+} + HO_2\cdot + H^+$

C. 过程Ⅰ的活化能小于过程Ⅱ的活化能

D. 用 Fe^{3+} 代替 Fe^{2+}，也能形成类似 Fenton 试剂的体系

9. 一种可降解的柔性显示材料 T 的合成路线如下：



已知：

下列说法不正确的是

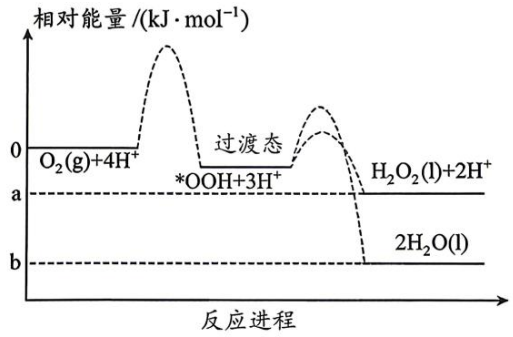
A. 该反应类型为缩聚反应

B. 反应中，参与聚合的 A、B、D 的物质的量之比是 $1:(1-x):x$

C. 有机物 A 的核磁共振氢谱只有一组吸收峰

D. 该高分子可以降解的原因是由于 C-N 键断裂

10. 酸性条件下，电催化还原 O_2 合成 H_2O_2 过程(有少量 H_2O 生成)的能量变化如图所示。下列说法不正确的是



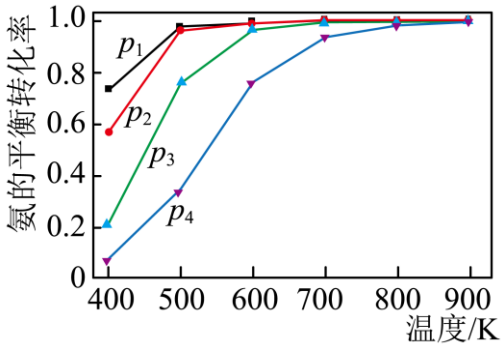
A. 从过渡态到生成H_2O_2能量下降，可能是由于形成 H-O 键

B. 反应过程中有π键断裂和σ键形成

C. 电极上消耗 2.24 L O_2(标准状况下)时，转移$0.2\ mol\ e^-$

D. H_2O_2分解的热化学方程式：$2H_2O_2(l)=2H_2O(l)+O_2(g)\quad \Delta H=(b-2a)\ kJ/mol$

11. 氨分解制氢是一种极具前景的便携式制氢方法，不同压强下氨的平衡转化率随温度变化如下。下列说法正确的是



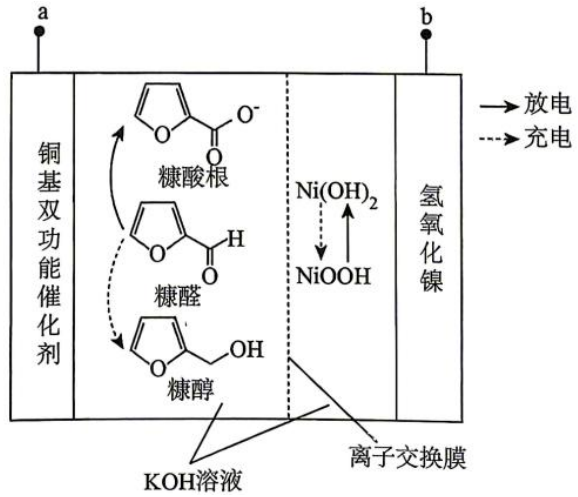
A. 断开$6molN-H$键吸收的能量小于形成$3molH-H$键与$1molN\equiv N$键放出的能量之和

B. 氢气和氮气的物质的量之比保持不变，说明氨分解反应达到平衡状态

C. 400K 时，p_1对应氨的平衡转化率大于p_4，是因为此情况下，p_1对应的平衡常数比p_4的大

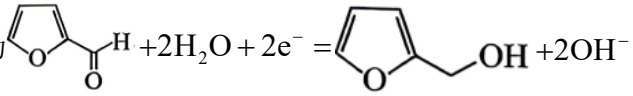
D. 生产条件可选择高温、适当压强和加入催化剂

12. 清华大学首次利用糠醛研制了新型“生物质二次电池”，工作原理如图所示，充电、放电时分别得到高附加值的醇和羧酸盐。下列说法不正确的是



A. 放电时，a 极发生氧化反应

B. 充电时，b 极附近碱性增强

C. 充电时，a 极反应式为  $+2H_2O+2e^-=$ $+2OH^-$

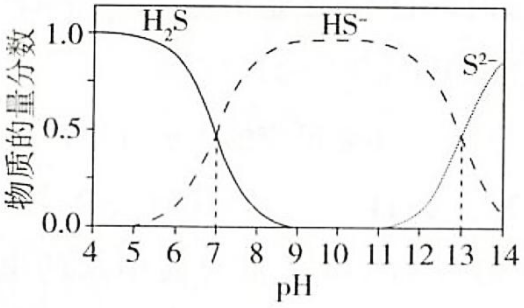
D. 糠醛分子所有原子可能共平面

13. Na_2S、FeS 可用于含镉(Cd^{2+})废水的处理。

已知：常温下，

i. $0.1\,mol/L$ Na_2S 溶液 pH 约为 12.8.

ii. Na_2S 溶液中各含硫粒子的物质的量分数与 pH 的关系如图所示。



iii.

物质	H_2S		H_2SO_3	
K_a	$K_{a1}=1.0\times10^{-7}$	$K_{a2}=1.0\times10^{-13}$	$K_{a1}=1.4\times10^{-2}$	$K_{a2}=6.0\times10^{-8}$

下列说法不正确的是

A. Na_2S 溶液中：$c(Na^+)+c(H^+)=2c(S^{2-})+c(HS^-)+c(OH^-)$

B. $0.1\,\mathrm{mol/L}\ \mathrm{Na_2S}$ 溶液中：$c(\mathrm{Na^+})>c(\mathrm{S^{2-}})>c(\mathrm{HS^-})$

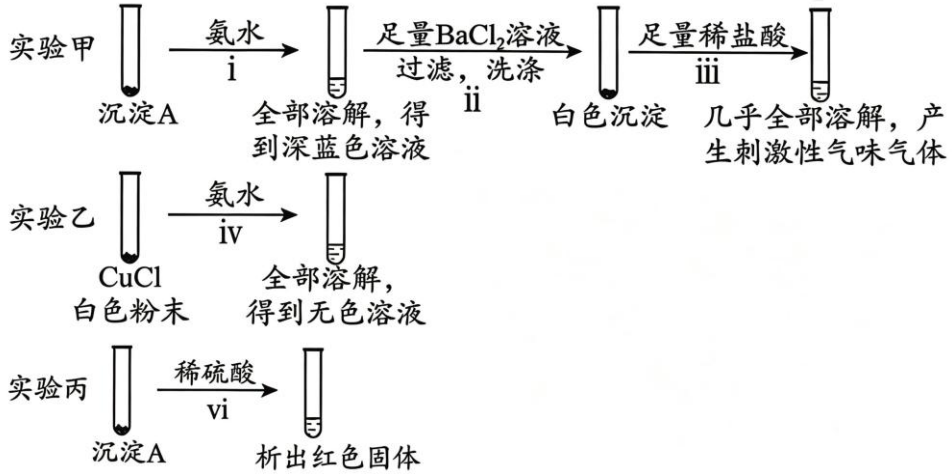
C. FeS 可用于含镉($\mathrm{Cd^{2+}}$)废水的处理，推测 $K_{sp}(\mathrm{FeS})>K_{sp}(\mathrm{CdS})$

D. 向 $\mathrm{Na_2S}$ 溶液中通入少量 $\mathrm{SO_2}$ 气体，首先发生的反应是 $\mathrm{SO_2+2S^{2-}+H_2O=SO_3^{2-}+2HS^-}$

14. 向 $2\,\mathrm{mL}\ 0.2\,\mathrm{mol/L}$ 的 $\mathrm{CuSO_4}$ 溶液中滴加 0.2 mol/L 的 $\mathrm{Na_2SO_3}$ 溶液，产生棕黄色沉淀，过滤后洗涤，得到沉淀 A。

已知：$\mathrm{Cu^+\xrightarrow{稀H_2SO_4}Cu+Cu^{2+}}$

验证沉淀 A 的成分。



下列说法不正确的是

A. 由 iii 中的现象证明沉淀 A 中有 $\mathrm{SO_3^{2-}}$ 但没有 $\mathrm{SO_4^{2-}}$

B. 由 ii 得到的白色沉淀成分为 $\mathrm{BaSO_4}$、CuCl

C. iv 发生的反应为：$\mathrm{CuCl+2NH_3\cdot H_2O=\left[Cu(NH_3)_2\right]^+ +Cl^- +2H_2O}$

D. 由沉淀 A 的成分可推测 $\mathrm{CuSO_4}$ 溶液与 $\mathrm{Na_2SO_3}$ 溶液发生了氧化还原反应

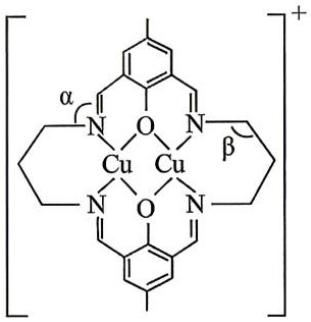
第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 铜元素在生物和化学研究中发挥着至关重要的作用。回答下列问题。

（1）Cu 原子位于元素周期表的_____区。

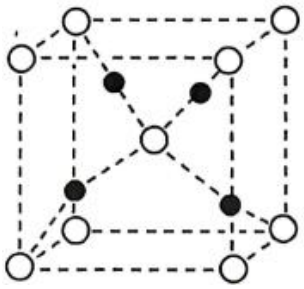
（2）双核铜物种存在于色素细胞中，某大环双核铜配合物的配离子结构如图。



①该配离子中所含第二周期元素的基态原子第一电离能由大到小的顺序为_____。

②键角α_____β(填“>”、“<”或“=”)，解释原因_____。

（3）Cu_2O晶体的晶胞形状为立方体，边长为a nm，结构如下图所示。



①图中●表示的微粒是_____(填序号)。

a．Cu　b．Cu^+　c．Cu^{2+}　d．O^{2-}

②已知阿伏加德罗常数的值为N_A，则该晶体的密度为_____$g\cdot cm^{-3}$。($1\,nm=10^{-7}\,cm$)

（4）向$CuSO_4$溶液中加入氨水先出现蓝色沉淀继续加入过量氨水沉淀溶解得到深蓝色透明溶液，比较NH_3与H_2O作为配体，与Cu^{2+}配位能力强弱并从结构角度解释原因_____。

16. 消除NO对大气的污染一直是环境保护的重要研究课题。

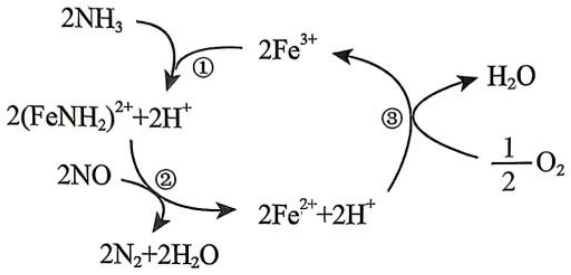
I、利用甲烷在催化剂条件下还原NO，相关反应如下：

①$N_2(g)+O_2(g)=2NO(g)\quad \Delta H_1=+180.5\,kJ/mol$

②$CH_4(g)+2O_2(g)=CO_2(g)+2H_2O(l)\quad \Delta H_2=-799\,kJ/mol$

（1）写出甲烷还原NO的热化学方程式_____。

II、NH_3催化还原NO是重要的烟气脱硝技术，研究发现在以Fe_2O_3为主的催化剂上可能发生的反应过程如下图。



（2）写出脱硝过程的总反应的化学方程式_____。

（3）结合上图分析，下列说法正确的是_____。(填序号)

a．$(FeNH_2)^{2+}$ 中 Fe 元素的化合价为+3 价

b．Fe^{3+} 作催化剂，通过改变反应历程，提高反应速率

c．在等压条件下，反应①、②和③的反应热之和，小于总反应的反应热之和

III、电解氧化吸收法可将废气中的 NO 转变为 NO_3^-。分别向 $0.1mol\cdot L^{-1}$ NaCl 溶液和 $0.08\ mol\cdot L^{-1}$ Na_2SO_4 溶液中通入 NO，测得电流强度与 NO 的去除率的关系如图 1 所示。电解 $0.1mol\cdot L^{-1}$ NaCl 溶液时，溶液中相关成分的浓度变化与电流强度的关系如图 2 所示。

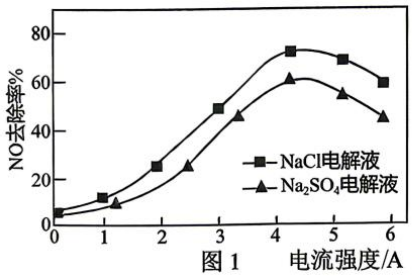


图 1

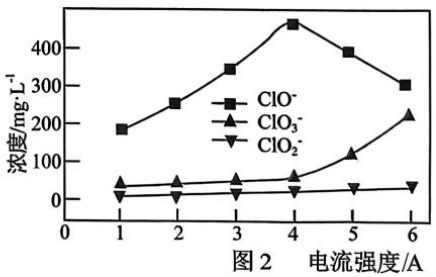


图 2

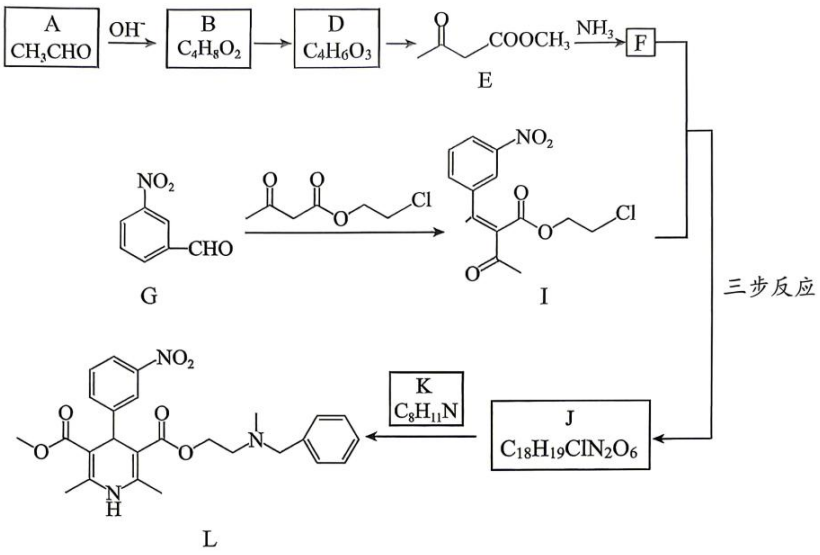
已知：ClO_3^- 的氧化性弱于 ClO^-

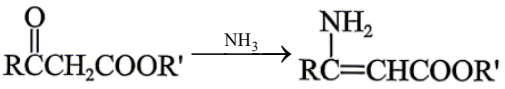
（4）电解 Na_2SO_4 溶液时产生 H_2O_2。H_2O_2 氧化吸收 NO 的离子方程式为_____。

（5）图 1 中 NaCl 电解液比 Na_2SO_4 电解液的 NO 去除率大，原因是_____。

（6）随着电流强度的增大，电解 NaCl 溶液时 NO 去除率下降的原因是_____。

17. 某心血管疾病治疗常用药 L 的一种合成路线如下



已知：

请回答下列问题：

（1）A→B 为加成反应，B 的结构简式是_____。

（2）E 中官能团的名称是_____。

（3）D→E 的反应方程式是_____。

（4）依据 G→I 的反应机理，该条件下还可能生成一种与 I 互为同分异构体的副产物，该副产物的结构简式是_____。

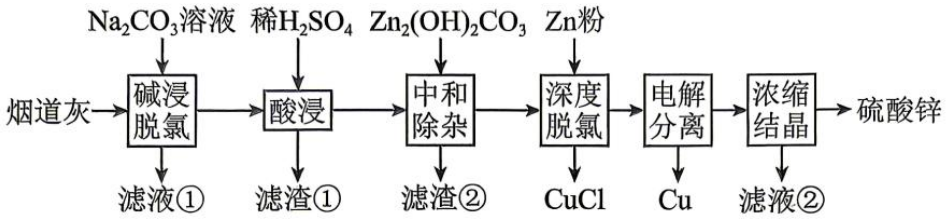
（5）J 与 K 合成 L 的过程中通常还会加入少量弱碱性物质吡啶()，主要目的是_____。

（6）F 与 I 生成中间体 1 时断裂的化学键有 C=O 中的 π 键和 N-H 键。

F+I→中间体 1→中间体 2 $\xrightarrow{\text{消去反应}}$ J

写出中间体 2 与 J 的结构简式_____、_____。

18. 为了节约资源，减少重金属对环境的污染，一研究小组对某有色金属冶炼厂的高氯烟道灰(主要含有 $CuCl_2$、$ZnCl_2$、CuO、ZnO、PbO、Fe_2O_3、SiO_2 等)进行研究，设计如下工艺流程，实现了铜和锌的分离回收。



已知：金属离子沉淀 pH 范围：

离子	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Pb^{2+}
沉淀 pH 范围	1.5-2.8	6.5-8.5	4.7-6.7	4.6-6.6

回答下列问题：

（1）用离子方程式表示碳酸钠溶液显碱性的原因_____。

（2）“碱浸脱氯”使可溶性铜盐、锌盐转化为碱式碳酸盐沉淀。其中，铜盐发生反应的离子方程式为_____。

（3）滤渣①中，除SiO_2外，主要还有_____。

（4）“中和除杂”步骤，调控溶液 pH 的合适范围为_____。

（5）“深度脱氯”步骤发生的离子反应方程式为_____。

（6）CuCl 可以通过适当试剂将其溶解，并返回到_____步骤中(填序号)。

a．碱浸脱氯　　b．酸浸　　c．中和除杂

（7）“电解分离”采用无隔膜电解槽，以石墨为阳极，铜为阴极。“电解分离”时，阴极产生大量气泡，说明铜、锌分离已完成。理由是_____。

19. 某小组验证“$2Fe^{3+}+2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+}+I_2$”(反应 A)为可逆反应，并探究外加试剂对该平衡的影响。

实验 I、取$5\,mL$ $0.01\,mol\cdot L^{-1}$ KI 溶液，加入$2\,mL$ $0.005\,mol\cdot L^{-1}$ $Fe_2(SO_4)_3$溶液($pH=1$)，溶液变为棕黄色。

（1）为证明该反应能正向发生，并排除空气造成的干扰，最佳选用的试剂是_____(填序号)。

a．KSCN 溶液　　b．$K_3[Fe(CN)_6]$溶液　　c．淀粉溶液

（2）充分反应后，检测出_____(离子符号)，可证实反应 A 为可逆反应。

实验II、向碘水(含淀粉)中加入酸性$FeSO_4$溶液，无明显现象，未检出Fe^{3+}。

（3）甲同学认为加入Ag_2SO_4溶液可增大Fe^{2+}与I_2的反应程度，其理由是_____。

实验III、向实验II所得溶液中加入溶液，产生沉淀 a，溶液蓝色褪去，检测出Fe^{3+}。

（4）乙同学认为碘水与Ag_2SO_4溶液也可能产生沉淀，不能由“产生沉淀 a，溶液蓝色褪去”来证实反应 A 逆向进行。

资料：i. $3I_2+3H_2O \rightleftharpoons 5HI+HIO_3$

ii. $K_{sp}(AgI)=8.5\times10^{-17}$、$K_{sp}(AgIO_3)=3.2\times10^{-8}$(微溶)

实验IV：



①滤液 1 和滤液 2 中均有 IO_3^-，请结合平衡移动原理解释滤液 2 中含有 IO_3^- 的原因_____。

②用离子方程式解释实验IV中溶液变蓝的原因_____。

③经检验和分析，沉淀 a 的$\frac{n(AgI)}{n(AgIO_3)}$_____沉淀 b 的$\frac{n(AgI)}{n(AgIO_3)}$(填“>”或“<”)，证实了实验III中反应 A 逆向进行。

（5）丙同学认为不能由实验III中检出 Fe^{3+} 来证实反应 A 逆向进行，因为 Fe^{2+} 与 Ag^+ 的反应(反应 B)会造成干扰。

①反应 B 的离子方程式是_____。

②确认反应 B 发生的实验操作和现象是：将实验III反应后混合物过滤，_____。

供选择试剂：稀 HNO_3、$Na_2S_2O_3$ 溶液、KI 溶液

已知：AgI、$AgIO_3$ 溶于 $Na_2S_2O_3$ 溶液；AgI 难溶于稀 HNO_3

参考答案

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，选出最符合题目要求的一项。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	C	A	B	C	A	BC	B	A	C	C	D	B	B	B

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 【答案】（1）ds　　（2）　　①. N>O>C　　②. >　　③. α 处中心 N 原子为 sp^2 杂化，键角接近 120°，β 处中心 C 原子为 sp^3 杂化，键角接近 109°28'

（3）　　①. b　　②. $\dfrac{2\times(64\times2+16)}{N_A\times(a\times10^{-7})^3}$

（4）NH_3 分子与 Cu^{2+} 的配位能力强于 H_2O 分子与 Cu^{2+} 的配位能力，N 的电负性小于 O，N 原子给出孤电子对的能力强于 O

【小问 1 详解】

Cu 的核外电子排布为 $[Ar]3d^{10}4s^1$，其价电子构型为 $3d^{10}4s^1$，因此 Cu 位于 ds 区；

【小问 2 详解】

①配离子中第二周期元素为 C、N、O；同周期第一电离能从左到右整体增大，但 N 原子的 2p 轨道为半充满稳定结构，第一电离能大于相邻的 O 原子，因此顺序为 $N>O>C$；

②α 处为与 Cu 配位的 N 原子，该 N 原子为 sp^2 杂化，键角接近 120°；β 处为配体中的 C 原子，为 sp^3 杂化，键角接近 109°28′。因此键角 $\alpha>\beta$；

【小问 3 详解】

①晶胞结构中，白球位于顶点和体心，数目为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$；黑球位于晶胞内部，数目为 4，Cu_2O 中 Cu^+ 与 O^{2-} 个数比为 2:1，因此黑球表示的是 Cu^+；

②晶胞中含有 2 个 Cu_2O 单元，晶胞质量为 $m=\dfrac{2\times(64\times2+16)}{N_A}g=\dfrac{288}{N_A}g$，晶胞体积为 $V=(a\times10^{-7}cm)^3=a^3\times10^{-21}cm^3$，因此晶体密度 $\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{2\times(64\times2+16)}{N_A\times(a\times10^{-7})^3}g\cdot cm^{-3}$；

【小问 4 详解】

配位能力：$NH_3 > H_2O$；原因为 N 的电负性小于 O，对孤电子对的吸引力更弱，更易给出孤电子对与 Cu^{2+} 形成配位键。

16. 【答案】（1）$CH_4(g)+4NO(g)=2N_2(g)+CO_2(g)+2H_2O(l)\quad \Delta H=-1160\ kJ/mol$

（2）$4NH_3+4NO+O_2 \overset{催化剂}{=\!=\!=} 4N_2+6H_2O$

（3）ab　　（4）$3H_2O_2+2NO=2NO_3^-+2H_2O+2H^+$

（5）电解氯化钠溶液生成 ClO^-，ClO^- 氧化性强于 H_2O_2，而且电解氯化钠溶液生成烧碱，溶液的碱性更强，更有利于 NO 的去除

（6）随着电流强度增大，电流强度大于 4 时产生的 ClO^- 浓度减小，ClO_3^- 浓度增大，ClO_3^- 氧化性弱

【小问 1 详解】

根据盖斯定律，反应②-反应①×2：$CH_4(g)+4NO(g)=2N_2(g)+CO_2(g)+2H_2O(l)$

$\Delta H=-799kJ/mol-2\times180.5kJ/mol=-1160kJ/mol$。

【小问 2 详解】

将反应①、②、③相加消去中间产物，化学计量数化为最简整数比，得总反应的化学方程式为：

$4NH_3+4NO+O_2 \overset{催化剂}{=\!=\!=} 4N_2+6H_2O$。

【小问 3 详解】

a．$(FeNH_2)^{2+}$ 中，NH_2^- 为-1 价，因此 Fe 为+3 价，a 正确；

b．Fe^{3+} 作为催化剂，参与反应历程改变反应路径，降低活化能，提高反应速率，b 正确；

c．反应①、②、③相加等于总反应，根据盖斯定律，分步反应的反应热之和等于总反应的反应热，c 错误；

故答案选 ab。

【小问 4 详解】

NO 被氧化为 NO_3^-，H_2O_2 被还原为 H_2O，离子方程式为：$3H_2O_2+2NO=2NO_3^-+2H_2O+2H^+$。

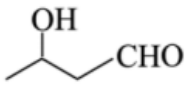
【小问 5 详解】

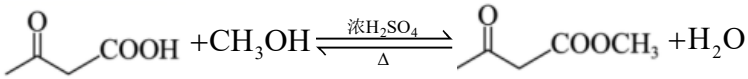
电解 NaCl 溶液时生成 ClO^-，ClO^- 的氧化性强于 H_2O_2，对 NO 的氧化效率更高，电解 NaCl 溶液时阴极

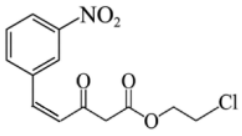
产生 OH^-，使溶液呈碱性，更有利于对 NO 的吸收和氧化，因此 NO 去除率比 Na_2SO_4 电解液大。

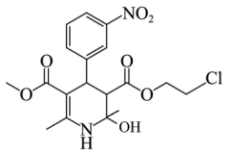
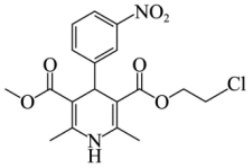
【小问 6 详解】

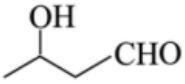
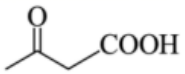
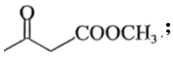
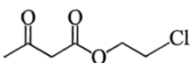
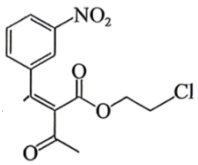
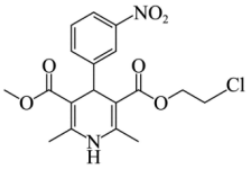
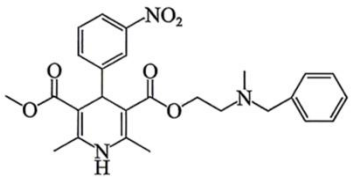
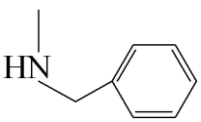
随着电流强度增大，电流强度大于 4 时，ClO^- 会被进一步氧化生成氧化性较弱的 ClO_3^-，导致溶液中有效氧化 NO 的 ClO^- 浓度降低，因此 NO 去除率下降。

17. 【答案】（1）  （2）羰基、酯基

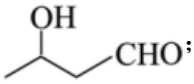
（3） 

（4）  （5）吡啶显碱性，与生成的 HCl 反应，促进反应正向进行，提高产率

（6） ①.  ②. 

【分析】乙醛（A）在碱性条件下发生羟醛加成反应生成 B： ，B 经氧化得到 D： ，D 与甲醇发生酯化反应生成 E： ；E 与氨气发生类似已知的反应生成含烯胺结构的 F，F 的结构简式为 $CH_3C(NH_2)=CHCOOCH_3$。G 与  反应生成 I： ；F 与 I 经三步反应得到中间体 J ；J 再与 K 发生取代反应生成目标产物 L ，K 的结构简式为 ，据此分析。

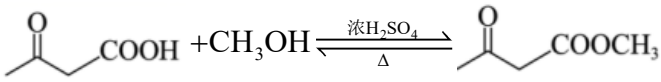
【小问 1 详解】

乙醛在碱性条件下发生羟醛加成反应 B 的结构简式是：；

【小问 2 详解】

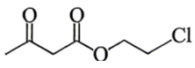
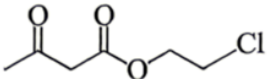
根据 E 的结构简式可知 E 中官能团的名称是：酮羰基、酯基；

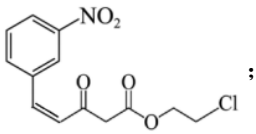
【小问 3 详解】

D 与甲醇在浓硫酸加热条件下发生酯化反应生成 E：

$+H_2O$；

【小问 4 详解】

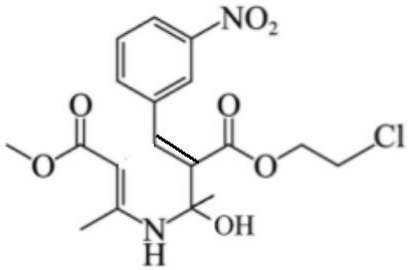
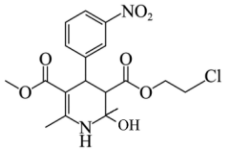
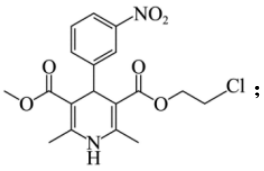
G 与  发生羟醛缩合生成 I， 中酮羰基的邻位甲基上的 C—H 键断裂与 G 的醛基发生先加成、后消去的反应得到与 I 互为同分异构体的副产物，该副产物的结构简式为：

；

【小问 5 详解】

J 与 K 反应生成 L 和 HCl，吡啶显碱性，与生成的 HCl 反应，促进反应正向进行，提高产率；

【小问 6 详解】

F 与 I 反应生成中间体 1 时，断裂 C=O 的 π 键和 N-H 键；中间体 2 再经消去反应最终得到 J。故中间体 1 的结构简式为，中间体 2 的结构简式：；J 的结构简式：；

18. 【答案】（1）$CO_3^{2-}+H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$

（2）$2Cu^{2+}+3CO_3^{2-}+2H_2O=Cu_2(OH)_2CO_3\downarrow+2HCO_3^-$

（3）$PbSO_4$

（4）2.8~4.7　　（5）$Zn+2Cu^{2+}+2Cl^{-}=Zn^{2+}+2CuCl\downarrow$

（6）a　　（7）电解液中阳离子有Cu^{2+}、Zn^{2+}、H^{+}，且放电顺序为$Cu^{2+}>H^{+}>Zn^{2+}$，当有H_2生成时，说明Cu^{2+}已充分析出

【分析】本工艺以高氯烟道灰为原料，目标为回收铜并制备硫酸锌。首先进行碱浸脱氯，加入碳酸钠溶液将可溶性铜盐、锌盐转化为碱式碳酸盐沉淀，氯离子进入滤液①除去；随后酸浸加入稀硫酸，碱式碳酸盐、CuO、ZnO、Fe_2O_3均溶解，SiO_2不与硫酸反应，PbO与硫酸反应生成难溶的$PbSO_4$，二者作为滤渣①除去，滤液中含Cu^{2+}、Zn^{2+}、Fe^{3+}、H^{+}、SO_4^{2-}；中和除杂环节加入碱式碳酸锌调节 pH，使Fe^{3+}完全沉淀为$Fe(OH)_3$作为滤渣②除去，同时保证Cu^{2+}、Zn^{2+}未沉淀；深度脱氯环节加入Zn粉，将Cu^{2+}转化为$CuCl$沉淀除去残余氯离子；最后电解分离，Cu^{2+}在阴极放电生成Cu，剩余含Zn^{2+}的滤液经浓缩结晶得到硫酸锌。

【小问 1 详解】

碳酸钠为强碱弱酸盐，碳酸根离子发生水解反应使溶液显碱性，以第一步水解为主，离子方程式为$CO_3^{2-}+H_2O\rightleftharpoons HCO_3^{-}+OH^{-}$。

【小问 2 详解】

碱浸脱氯时，铜盐中的Cu^{2+}与碳酸根离子、水反应生成碱式碳酸铜沉淀，结合电荷守恒、原子守恒配平，离子方程式为$2Cu^{2+}+3CO_3^{2-}+2H_2O=Cu_2(OH)_2CO_3+2HCO_3^{-}$。

【小问 3 详解】

酸浸时加入稀硫酸，SiO_2不与稀硫酸反应，PbO与稀硫酸反应生成难溶于水和酸的$PbSO_4$，因此滤渣①除SiO_2外，主要还有$PbSO_4$。

【小问 4 详解】

中和除杂的目的是使Fe^{3+}完全沉淀，同时避免Cu^{2+}、Zn^{2+}沉淀；根据金属离子沉淀 pH 范围，Fe^{3+}完全沉淀的 pH 为 2.8，Cu^{2+}开始沉淀的 pH 为 4.7，因此调控溶液 pH 的合适范围为 2.8~4.7。

【小问 5 详解】

深度脱氯时，加入Zn粉作还原剂，将Cu^{2+}还原为+1 价铜，与溶液中的Cl^{-}结合生成$CuCl$沉淀，结合电子守恒、电荷守恒、原子守恒配平，离子方程式为$Zn+2Cu^{2+}+2Cl^{-}=Zn^{2+}+2CuCl$。

【小问 6 详解】

a．碱浸脱氯环节加入碳酸钠溶液，$CuCl$ 可与碳酸钠反应转化为碱式碳酸铜沉淀，重新进入后续流程，同时氯离子进入滤液①除去，a 正确；

b．若返回酸浸步骤，会重新引入氯离子，影响后续脱氯效果，b 错误；

c．中和除杂环节主要目的是沉淀 Fe^{3+}，$CuCl$ 进入该步骤无法有效回收铜，c 错误；

故选 a。

【小问 7 详解】

电解分离时，阴极的阳离子放电顺序为 $Cu^{2+}>H^{+}>Zn^{2+}$，阴极优先发生 $Cu^{2+}+2e^{-}=Cu$，当 Cu^{2+} 完全放电后，H^{+} 开始放电生成 H_2，因此阴极产生大量气泡时，说明 Cu^{2+} 已充分析出，铜、锌分离已完成。

19. 【答案】（1）b　　（2）Fe^{3+}

（3）Ag^{+} 与 I^{-} 反应生成 AgI，$c(I^{-})$ 降低，促使 $2Fe^{3+}+2I^{-}\rightleftharpoons 2Fe^{2+}+I_2$ 反应逆向进行

（4）　①. $AgIO_3(s)\rightleftharpoons Ag^{+}(aq)+IO_3^{-}(aq)$，$Ag^{+}+I^{-}=AgI\downarrow$，$c(Ag^{+})$ 减小，平衡正向移动，溶液中 $c(IO_3^{-})$ 浓度增大(或其他合理答案)　②. $IO_3^{-}+5I^{-}+6H^{+}=3I_2+3H_2O$　③. >

（5）　①. $Fe^{2+}+Ag^{+}=Fe^{3+}+Ag$　②. 取滤渣，加入足量 $Na_2S_2O_3$ 溶液，充分作用后过滤，向滤渣中加入稀 HNO_3，产生的气体遇空气变红棕色，说明滤渣中含银。(或其他合理答案)

【分析】本实验核心目的为验证反应 $2Fe^{3+}+2I^{-}\rightleftharpoons 2Fe^{2+}+I_2$ 为可逆反应，探究外加试剂对该平衡的影响，实验逻辑链如下：

首先实验 I 取过量 KI 与少量 $Fe_2(SO_4)_3$ 反应，若反应正向发生则生成 Fe^{2+} 与 I_2，为排除空气氧化 I^{-} 生成 I_2 的干扰，需选择仅检验 Fe^{2+} 的试剂；若反应为可逆反应，则 I^{-} 过量的情况下体系中仍应残留 Fe^{3+}，可通过检测 Fe^{3+} 证实可逆性。

实验 II 向含淀粉的碘水中加酸性 $FeSO_4$ 无明显现象，未检出 Fe^{3+}，说明 Fe^{2+} 与 I_2 的正向反应程度极低。加入 Ag_2SO_4 时，Ag^{+} 可与 I^{-} 生成溶度积极小的 AgI 沉淀，降低体系中 I^{-} 浓度，促使可逆反应逆向移动，增大 Fe^{2+} 与 I_2 的反应程度。

实验 III 加 Ag_2SO_4 后产生沉淀、蓝色褪去、检出 Fe^{3+}，需排除碘水自身歧化反应的干扰：碘水存在歧化平衡 $3I_2+3H_2O\rightleftharpoons 5HI+HIO_3$，加入 Ag^{+} 可同时生成 AgI 与微溶的 $AgIO_3$ 沉淀。实验 IV 验证沉淀组成：

$AgIO_3$存在溶解平衡，加入过量KI时Ag^+被I^-沉淀，$AgIO_3$溶解平衡正移，释放的IO_3^-在酸性条件下与I^-归中生成I_2使淀粉变蓝。若实验 III 中反应 A 逆向进行，会额外生成I^-，使沉淀中AgI的占比高于仅由碘歧化生成的沉淀 b，即$\frac{n(AgI)}{n(AgIO_3)}$更大。

最后需排除Fe^{2+}与Ag^+的氧化还原反应对Fe^{3+}检验的干扰，该反应生成Ag与Fe^{3+}，可通过检验滤渣中的Ag证实反应发生，需先用$Na_2S_2O_3$溶解AgI、$AgIO_3$，再用稀硝酸检验Ag。

【小问 1 详解】

要证明反应正向发生且排除空气干扰，需检验反应的特征产物Fe^{2+}：

a. $KSCN$溶液用于检验Fe^{3+}，无法证明反应正向发生，a 不符合要求；

b. $K_3[Fe(CN)_6]$溶液与Fe^{2+}反应生成特征蓝色沉淀，空气氧化I^-不会生成Fe^{2+}，可排除空气干扰，b 符合要求；

c. 淀粉溶液检验I_2，空气可氧化I^-生成I_2，无法排除空气干扰，c 不符合要求；

故选 b。

【小问 2 详解】

实验 I 中KI过量，若反应 A 不可逆，Fe^{3+}会完全反应，体系中无Fe^{3+}残留；若充分反应后检测到Fe^{3+}，说明反应不能进行完全，为可逆反应。

【小问 3 详解】

Ag_2SO_4电离出的Ag^+可与体系中的I^-反应生成溶度积极小的AgI沉淀，使体系中$c(I^-)$降低，促使平衡$2Fe^{3+}+2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+}+I_2$逆向移动，即$Fe^{2+}$与$I_2$的反应正向进行程度增大。

【小问 4 详解】

① 沉淀 b 中含$AgIO_3$，存在溶解平衡$AgIO_3(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq)+IO_3^-(aq)$，加入过量$KI$溶液时，$Ag^+$与$I^-$反应生成$AgI$沉淀，使$c(Ag^+)$减小，$AgIO_3$的溶解平衡正向移动，$IO_3^-$进入滤液 2，因此滤液 2 中含有$IO_3^-$。

② 滤液 2 中含IO_3^-，加入H_2SO_4和淀粉溶液后，酸性条件下IO_3^-与过量的I^-发生归中反应生成I_2，淀粉遇I_2变蓝，离子方程式为$IO_3^-+5I^-+6H^+=3I_2+3H_2O$。

③ 实验 IV 中沉淀 b 仅由碘水歧化反应生成的 I^-、IO_3^- 与 Ag^+ 反应得到，$\frac{n(AgI)}{n(AgIO_3)}=5:1$；实验 III 中若反应 A 逆向进行，会额外生成 I^-，使沉淀中 AgI 的物质的量增大，因此沉淀 a 的 $\frac{n(AgI)}{n(AgIO_3)}$ 大于沉淀 b 的对应比值。

【小问 5 详解】

① Fe^{2+} 具有还原性，Ag^+ 具有氧化性，二者发生氧化还原反应生成 Fe^{3+} 和 Ag，离子方程式为 $Fe^{2+}+Ag^+=Fe^{3+}+Ag$。

② 反应 B 生成 Ag，需排除滤渣中 AgI、$AgIO_3$ 的干扰：根据已知信息，AgI、$AgIO_3$ 可溶于 $Na_2S_2O_3$ 溶液，Ag 不溶于 $Na_2S_2O_3$ 溶液，且 Ag 可与稀 HNO_3 反应生成 NO，NO 遇空气被氧化为红棕色的 NO_2，因此操作为取滤渣，加入足量 $Na_2S_2O_3$ 溶液，充分作用后过滤，向滤渣中加入稀 HNO_3，产生的气体遇空气变红棕色，说明滤渣中含银，证实反应 B 发生。