

2023 年广东省普通高中学业水平选择性考试

化学

满分 100 分，考试用时 75 分钟

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必用黑色字迹钢笔或签字笔将自己的姓名、考生号、考场号和座位号填写在答题卡上。用 2B 铅笔将试卷类型(B)填涂在答题卡相应位置上。将条形码横贴在答题卡右上角“条形码粘贴处”。
- 2.作答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目选项的答案信息点涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案，答案不能答在试卷上。
- 3.非选择题必须用黑色字迹钢笔或签字笔作答，答案必须写在答题卡各题目指定区域内相应位置上；如需改动，先划掉原来的答案，然后再写上新的答案，不准使用铅笔和涂改液。不按以上要求作答的答案无效。
- 4.考生必须保持答题卡的整洁。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：H-1 C-12 N-14 O-16 S-32 Cl-35.5 Fe-56 Cu-64 Zn-65

一、选择题：本题共 16 小题，共 44 分。第 1~10 小题，每小题 2 分；第 11~16 小题，每小题 4 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. “高山流水觅知音”。下列中国古乐器中，主要由硅酸盐材料制成的是

			
A. 九霄环佩木古琴	B. 裴李岗文化骨笛	C. 商朝后期陶埙	D. 曾侯乙青铜编钟

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 九霄环佩木古琴主要构成是木材，动物筋制得，A 错误；

- B. 裴李岗文化骨笛由动物骨骼构成，B 错误；
C. 商朝后期陶埙属于陶瓷，由硅酸盐制成，C 正确；
D. 曾侯乙青铜编钟主要由合金材料制成，D 错误；

故选 C。

2. 科教兴国，“可上九天揽月，可下五洋捉鳖”。下列说法正确的是

- A. “天舟六号”为中国空间站送去推进剂 Xe 气，Xe 是第 IA 族元素
B. 火星全球影像彩图显示了火星表土颜色，表土中赤铁矿主要成分为 FeO
C. 创造了可控核聚变运行纪录的“人造太阳”，其原料中的 ^2H 与 ^3H 互为同位素
D. “深地一号”为进军万米深度提供核心装备，制造钻头用的金刚石为金属晶体

【答案】C

【解析】

【详解】A. 化学符号 Xe，原子序数 54，在元素周期表中处于第 5 周期 0 族，故 A 错误；

B. 赤铁矿的主要成分是 Fe_2O_3 ，不是 FeO，故 B 错误；

C. ^2H 与 ^3H 具有相同的质子数，不同的中子数，互为同位素，故 C 正确；

D. 金刚石是共价晶体，故 D 错误；

故选 C。

3. 建设美丽乡村，守护中华家园，衣食住行皆化学。下列说法正确的是

- A. 千家万户通光纤，光纤的主要材质为 Si
B. 乡村公路铺沥青，沥青属于天然无机材料
C. 美容扮靓迎佳节，化妆品中的甘油难溶于水
D. 均衡膳食助健康，主食中的淀粉可水解为葡萄糖

【答案】D

【解析】

【详解】A. 光纤的主要材质为二氧化硅，A 错误；

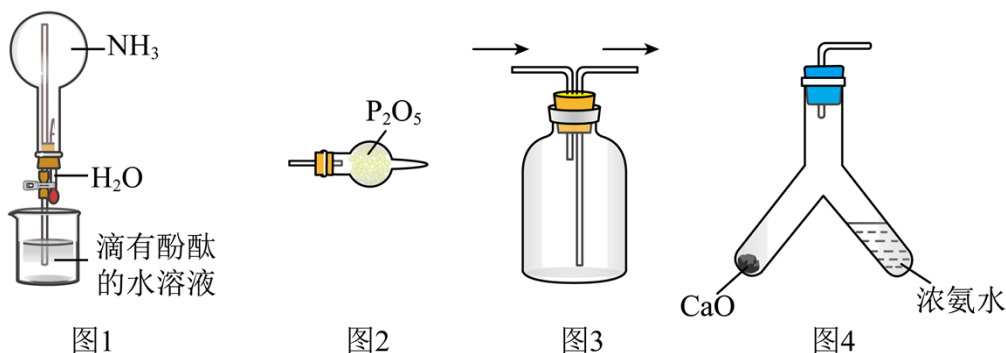
B. 沥青属于有机材料，B 错误；

C. 甘油溶于水，C 错误；

D. 淀粉水解的最终产物为葡萄糖，D 正确；

故选 D。

4. 1827 年，英国科学家法拉第进行了 NH_3 喷泉实验。在此启发下，兴趣小组利用以下装置，进行如下实验。其中，难以达到预期目的是



- A. 图1: 喷泉实验 B. 图2: 干燥 NH_3 C. 图3: 收集 NH_3 D. 图4: 制备 NH_3

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. NH_3 极易溶于水，溶于水后圆底烧瓶内压强减小，从而产生喷泉，故 A 可以达到预期；
- B. P_2O_5 为酸性氧化物， NH_3 具有碱性，两者可以发生反应，故不可以用 P_2O_5 干燥 NH_3 ，故 B 不可以达到预期；
- C. NH_3 的密度比空气小，可采用向下排空气法收集，故 C 可以达到预期；
- D. CaO 与浓氨水混合后与水反应并放出大量的热，促使 NH_3 挥发，可用此装置制备 NH_3 ，故 D 可以达到预期；
- 故选 B。

5. 化学处处呈现美。下列说法正确的是

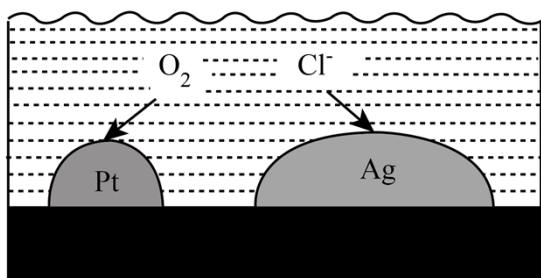
- A. 舞台上干冰升华时，共价键断裂
- B. 饱和 CuSO_4 溶液可析出无水蓝色晶体
- C. 苯分子的正六边形结构，单双键交替呈现完美对称
- D. 晨雾中的光束如梦如幻，是丁达尔效应带来的美景

【答案】D

【解析】

- 【详解】A. 舞台上干冰升华物理变化，共价键没有断裂，A 错误；
- B. 饱和 CuSO_4 溶液可析出的蓝色晶体中存在结晶水为五水硫酸铜，B 错误；
- C. 苯分子的正六边形结构，六个碳碳键完全相同呈现完美对称，C 错误；
- D. 晨雾中由于光照射胶体粒子散射形成的光束如梦如幻，是丁达尔效应带来的美景，D 正确；
- 故选 D。

6. 负载有 Pt 和 Ag 的活性炭，可选择性去除 Cl^- 实现废酸的纯化，其工作原理如图。下列说法正确的是



- A. Ag 作原电池正极
- B. 电子由 Ag 经活性炭流向 Pt
- C. Pt 表面发生的电极反应： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
- D. 每消耗标准状况下 11.2L 的 O_2 ，最多去除 1 mol Cl^-

【答案】B

【解析】

【分析】 O_2 在 Pt 得电子发生还原反应，Pt 为正极， Cl^- 在 Ag 极失去电子发生氧化反应，Ag 为负极。

【详解】A. 由分析可知， Cl^- 在 Ag 极失去电子发生氧化反应，Ag 为负极，A 错误；

B. 电子由负极 Ag 经活性炭流向正极 Pt，B 正确；

C. 溶液为酸性，故 Pt 表面发生的电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ，C 错误；

D. 每消耗标准状况下 11.2L 的 O_2 ，转移电子 2mol，而 2mol Cl^- 失去 2mol 电子，故最多去除 2mol Cl^- ，D 错误。

故选 B。

7. 劳动有利于“知行合一”。下列劳动项目与所述的化学知识没有关联的是

选项	劳动项目	化学知识
A	帮厨活动：帮食堂师傅煎鸡蛋准备午餐	加热使蛋白质变性
B	环保行动：宣传使用聚乳酸制造的包装材料	聚乳酸在自然界可生物降解
C	家务劳动：擦干已洗净的铁锅，以防生锈	铁丝在 O_2 中燃烧生成 Fe_3O_4

D	学农活动：利用秸秆、厨余垃圾等生产沼 气	沼气中含有的CH ₄ 可作燃料
---	-------------------------	----------------------------

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 鸡蛋主要成分是蛋白质，帮食堂师傅煎鸡蛋准备午餐，加热使蛋白质变性，有关联，故 A 不符合题意；

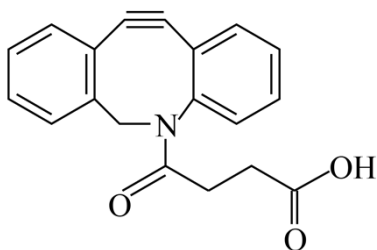
B. 聚乳酸在自然界可生物降解，为了减小污染，宣传使用聚乳酸制造的包装材料，两者有关联，故 B 不符合题意；

C. 擦干已洗净的铁锅，以防生锈，防止生成氧化铁，铁丝在 O₂ 中燃烧生成 Fe₃O₄，两者没有关联，故 C 符合题意；

D. 利用秸秆、厨余垃圾等生产沼气，沼气主要成分是甲烷，甲烷用作燃料，两者有关系，故 D 不符合题意。

综上所述，答案为 C。

8. 2022 年诺贝尔化学奖授予研究“点击化学”的科学家。图所示化合物是“点击化学”研究中的常用分子。关于该化合物，说法不正确的是



A. 能发生加成反应

B. 最多能与等物质的量的 NaOH 反应

C. 能使溴水和酸性 KMnO₄ 溶液褪色

D. 能与氨基酸和蛋白质中的氨基反应

【答案】B

【解析】

【详解】A. 该化合物含有苯环，含有碳碳叁键都能和氢气发生加成反应，因此该物质能发生加成反应，故 A 正确；

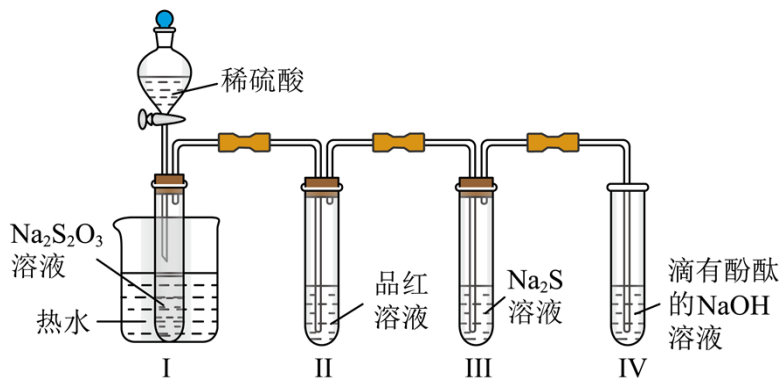
B. 该物质含有羧基和 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$ ，因此 1mol 该物质最多能与 2mol NaOH 反应，故 B 错误；

C. 该物质含有碳碳叁键，因此能使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色，故 C 正确；

D. 该物质含有羧基，因此能与氨基酸和蛋白质中的氨基反应，故 D 正确；

综上所述，答案为 B。

9. 按图装置进行实验。将稀硫酸全部加入 I 中的试管，关闭活塞。下列说法正确的是



A. I 中试管内的反应，体现 H^+ 的氧化性

B. II 中品红溶液褪色，体现 SO_2 的还原性

C. 在 I 和 III 的试管中，都出现了浑浊现象

D. 撤掉水浴，重做实验，IV 中红色更快褪去

【答案】C

【解析】

【分析】I 中发生反应 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，二氧化硫进入 II 中使品红溶液褪色，二氧化硫进入 III 中与硫化钠反应生成 S 沉淀，二氧化硫进入 IV 中与氢氧化钠反应使溶液碱性减弱，酚酞褪色。

【详解】A. I 中试管内发生反应 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，氢元素化合价不变， H^+ 不体现氧化性，故 A 错误；

B. II 中品红溶液褪色，体现 SO_2 的漂白性，故 B 错误；

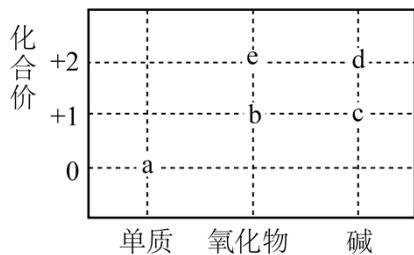
C. I 试管内发生反应 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，III 试管内发生反应

$2\text{S}^{2-} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{S} \downarrow + 4\text{OH}^-$ ，I 和 III 的试管中都出现了浑浊现象，故 C 正确；

D. 撤掉水浴，重做实验，反应速率减慢，IV 中红色褪去的速率减慢，故 D 错误；

故选 C。

10. 部分含 Na 或含 Cu 物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不合理的是



- A. 可存在 $c \rightarrow d \rightarrow e$ 的转化
 B. 能与 H_2O 反应生成 c 的物质只有 b
 C. 新制的 d 可用于检验葡萄糖中的醛基
 D. 若 b 能与 H_2O 反应生成 O_2 ，则 b 中含共价键

【答案】B

【解析】

【分析】由图可知 a 、 b 、 c 对应物质分别为：钠、氧化钠（过氧化钠）、氢氧化钠或 a 、 b 、 e 、 d 对应物质分别为：铜、氧化亚铜、氧化铜、氢氧化铜。

【详解】A. 由分析可知氢氧化钠和硫酸铜反应生成氢氧化铜，氢氧化铜受热分解生成氧化铜所以存在 $c \rightarrow d \rightarrow e$ 的转化，A 合理；

B. 钠和氧化钠（过氧化钠）都能与 H_2O 反应都能生成氢氧化钠，B 不合理；

C. 新制氢氧化铜可用于检验葡萄糖中的醛基，C 合理；

D. 若 b 能与 H_2O 反应生成 O_2 ，则 b 为过氧化钠，结构中含共价键和离子键，D 合理；

故选 B。

11. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。侯氏制碱法涉及 $NaCl$ 、 NH_4Cl 和 $NaHCO_3$ 等物质。下列叙述正确的是

- A. $1 \text{ mol } NH_4Cl$ 含有的共价键数目为 $5N_A$
 B. $1 \text{ mol } NaHCO_3$ 完全分解，得到的 CO_2 分子数目为 $2N_A$
 C. 体积为 1 L 的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NaHCO_3$ 溶液中， HCO_3^- 数目为 N_A
 D. $NaCl$ 和 NH_4Cl 的混合物中含 $1 \text{ mol } Cl^-$ ，则混合物中质子数为 $28N_A$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 铵根中存在 4 个 N-H 共价键， $1 \text{ mol } NH_4Cl$ 含有的共价键数目为 $4N_A$ ，A 错误；

B. 碳酸氢钠受热分解生成碳酸钠、水和二氧化碳， $1 \text{ mol } NaHCO_3$ 完全分解，得到 $0.5 \text{ mol } CO_2$ 分子，B 错误；

C. $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$, HCO_3^- 会发生水解和电离, 则 1mol NaHCO_3 溶液中 HCO_3^- 数目小于 1N_A , C 错误;

D. NaCl 和 NH_4Cl 的混合物中含 1molCl^- , 则混合物为 1mol , 质子数为 28N_A , D 正确;

故答案为: D。

12. 下列陈述I与陈述II均正确, 且具有因果关系的是

选项	陈述I	陈述II
A	将浓硫酸加入蔗糖中形成多孔炭	浓硫酸具有氧化性和脱水性
B	装有 NO_2 的密闭烧瓶冷却后颜色变浅	NO_2 转化为 N_2O_4 的反应吸热
C	久置空气中的漂白粉遇盐酸产生 CO_2	漂白粉的有效成分是 CaCO_3
D	$1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液导电性比同浓度醋酸强	NaCl 溶液的 pH 比醋酸的高

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 蔗糖在浓硫酸作用下形成多孔炭主要是蔗糖在浓硫酸作用下脱水, 得到碳和浓硫酸反应生成二氧化碳、二氧化硫和水, 体现浓硫酸具有氧化性和脱水性, 故 A 符合题意;

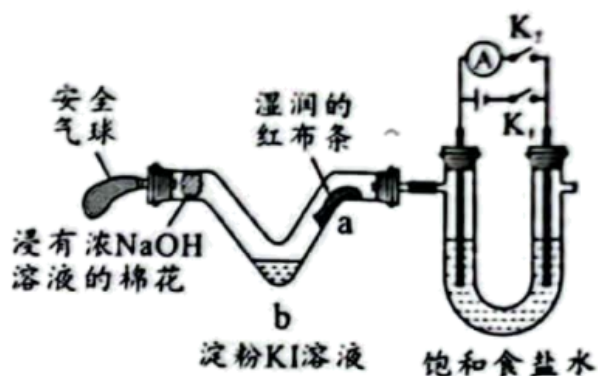
B. 装有 NO_2 的密闭烧瓶冷却后颜色变浅, 降低温度, 平衡向生成 N_2O_4 方向移动, 则 NO_2 转化为 N_2O_4 的反应为放热, 故 B 不符合题意;

C. 久置空气中的漂白粉遇盐酸产生 CO_2 是由于次氯酸钙变质, 次氯酸钙和空气中二氧化碳、水反应生成碳酸钙, 碳酸钙和盐酸反应生成二氧化碳, 故 C 不符合题意;

D. $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液导电性比同浓度醋酸强, 氯化钠是强电解质, 醋酸是弱电解质, 导电性强弱与 NaCl 溶液的 pH 比醋酸的高无关系, 故 D 不符合题意。

综上所述, 答案为 A。

13. 利用活性石墨电极电解饱和食盐水, 进行如图所示实验。闭合 K_1 , 一段时间后



- A. U型管两侧均有气泡冒出，分别是 Cl_2 和 O_2 B. a 处布条褪色，说明 Cl_2 具有漂白性
- C. b 处出现蓝色，说明还原性： $\text{Cl}^- > \text{I}^-$ D. 断开 K_1 ，立刻闭合 K_2 ，电流表发生偏转

【答案】D

【解析】

【分析】闭合 K_1 ，形成电解池，电解饱和食盐水，左侧为阳极，阳极氯离子失去电子生成氯气，电极反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ ，右侧为阴极，阴极电极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，总反应为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ ，据此解答。

- 【详解】A. 根据分析，U型管两侧均有气泡冒出，分别是 Cl_2 和 H_2 ，A 错误；
- B. 左侧生成氯气，氯气遇到水生成 HClO ，具有漂白性，则 a 处布条褪色，说明 HClO 具有漂白性，B 错误；
- C. b 处出现蓝色，发生 $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$ ，说明还原性： $\text{I}^- > \text{Cl}^-$ ，C 错误；
- D. 断开 K_1 ，立刻闭合 K_2 ，此时构成氢氯燃料电池，形成电流，电流表发生偏转，D 正确；
- 故选 D。

14. 化合物 XYZ_4ME_4 可作肥料，所含的 5 种元素位于主族，在每个短周期均有分布，仅有 Y 和 M 同族。Y 的基态原子价层 p 轨道半充满，X 的基态原子价层电子排布式为 ns^{n-1} ，X 与 M 同周期，E 在地壳中含量最多。下列说法正确的是

- A. 元素电负性： $\text{E} > \text{Y} > \text{Z}$ B. 氢化物沸点： $\text{M} > \text{Y} > \text{E}$
- C. 第一电离能： $\text{X} > \text{E} > \text{Y}$ D. YZ_3 和 YE_3 的空间结构均为三角锥形

【答案】A

【解析】

【分析】E 在地壳中含量最多为氧元素，X 的基态原子价层电子排布式为 ns^{n-1} ，所以 $n-1=2$ ， $n=3$ ，X 为镁或者 $n=2$ ，X 为锂，Y 的基态原子价层 p 轨道半充满所以可能为氮或磷，Y 和 M 同族所以为氮或磷，根据 X 与 M 同周期、 XYZ_4ME_4 化合价之和为零，可确定 Z 为氢元素、M 为磷元素、X 为镁元素、E 为氧元素、Y 氮元素。

【详解】A. 元素电负性：氧大于氮大于氢，A 正确；

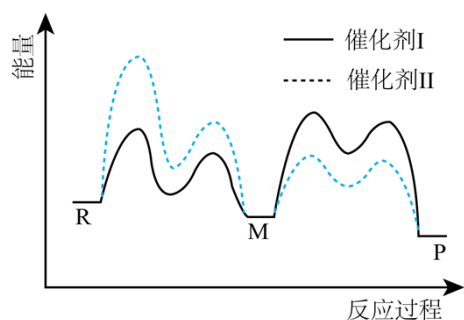
B. 磷化氢、氨气、水固体均是分子晶体，氨气、水固体中都存在氢键沸点高，磷化氢没有氢键沸点低，所以氢化物沸点：冰大于氨大于磷化氢，B 错误；

C. 同周期第一电离能自左向右总趋势逐渐增大，当出现第 II A 族和第 V A 族时比左右两侧元素电离能都要大，所以氮大于氧大于镁，C 错误；

D. NH_3 价层电子对为 $3+1=4$ ，有一对孤电子对，空间结构为三角锥形， NO_3^- 价层电子对为 $3+0=3$ ，没有孤电子对， NO_3^- 空间结构为平面三角形，D 错误；

故选 A。

15. 催化剂 I 和 II 均能催化反应 $R(g) \rightleftharpoons P(g)$ 。反应历程(下图)中，M 为中间产物。其它条件相同时，下列说法不正确的是



A. 使用 I 和 II，反应历程都分 4 步进行

B. 反应达平衡时，升高温度，R 的浓度增大

C. 使用 II 时，反应体系更快达到平衡

D. 使用 I 时，反应过程中 M 所能达到的最高浓度更大

大

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由图可知两种催化剂均出现四个波峰，所以使用 I 和 II，反应历程都分 4 步进行，A 正确；

B. 由图可知该反应是放热反应，所以达平衡时，升高温度平衡向左移动，R 的浓度增大，B 正确；

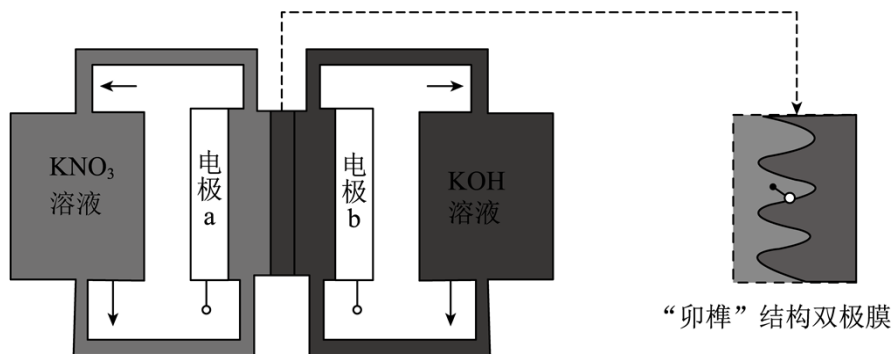
C. 由图可知 I 的最高活化能小于 II 的最高活化能，所以使用 I 时反应速率更快，反应体系更快达到平衡，C 错误；

D. 由图可知在前两个历程中使用 I 活化能较低反应速率较快，后两个历程中使用 I 活化能较高反应速率

较慢，所以使用 I 时，反应过程中 M 所能达到的最高浓度更大，D 正确；

故选 C。

16. 用一种具有“卵榫”结构的双极膜组装电解池(下图)，可实现大电流催化电解 KNO_3 溶液制氨。工作时， H_2O 在双极膜界面处被催化解离成 H^+ 和 OH^- ，有利于电解反应顺利进行。下列说法不正确的是



- A. 电解总反应： $\text{KNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2 \uparrow + \text{KOH}$
- B. 每生成 $1 \text{ mol } \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，双极膜处有 9 mol 的 H_2O 解离
- C. 电解过程中，阳极室中 KOH 的物质的量不因反应而改变
- D. 相比于平面结构双极膜，“卵榫”结构可提高氨生成速率

【答案】B

【解析】

【分析】由信息大电流催化电解 KNO_3 溶液制氨可知，在电极 a 处 KNO_3 放电生成 NH_3 ，发生还原反应，故电极 a 为阴极，电极方程式为 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 9\text{H}^+ = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，电极 b 为阳极，电极方程式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，“卵榫”结构的双极膜中的 H^+ 移向电极 a， OH^- 移向电极 b。

【详解】A. 由分析中阴阳极电极方程式可知，电解总反应为

$\text{KNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2 \uparrow + \text{KOH}$ ，故 A 正确；

B. 每生成 $1 \text{ mol } \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，阴极得 $8 \text{ mol } \text{e}^-$ ，同时双极膜处有 $8 \text{ mol } \text{H}^+$ 进入阴极室，即有 8 mol 的 H_2O 解离，故 B 错误；

C. 电解过程中，阳极室每消耗 $4 \text{ mol } \text{OH}^-$ ，同时有 $4 \text{ mol } \text{OH}^-$ 通过双极膜进入阳极室， KOH 的物质的量不因反应而改变，故 C 正确；

D. 相比于平面结构双极膜，“卵榫”结构具有更大的膜面积，有利于 H_2O 被催化解离成 H^+ 和 OH^- ，可提高氨生成速率，故 D 正确；

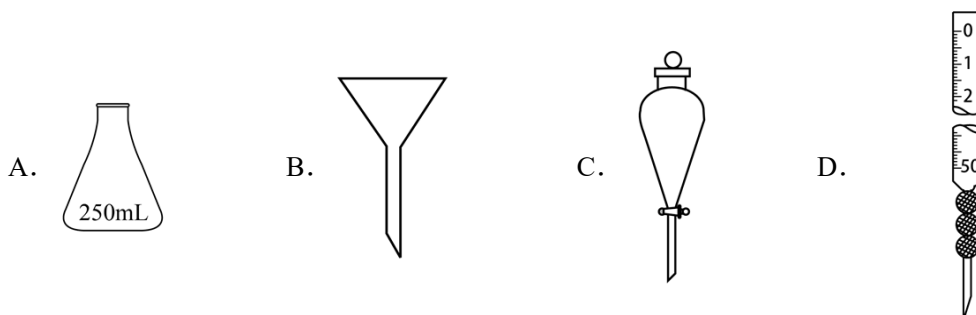
故选 B。

二、非选择题：本题共 4 小题，共 56 分。

17. 化学反应常伴随热效应。某些反应(如中和反应)的热量变化，其数值 Q 可通过量热装置测量反应前后体系温度变化，用公式 $Q=c\rho V_{\text{总}}\cdot\Delta T$ 计算获得。

(1) 盐酸浓度的测定：移取 20.00 mL 待测液，加入指示剂，用 $0.5000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定至终点，消耗 NaOH 溶液 22.00 mL。

①上述滴定操作用到的仪器有_____。



②该盐酸浓度为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(2) 热量的测定：取上述 NaOH 溶液和盐酸各 50 mL 进行反应，测得反应前后体系的温度值($^{\circ}\text{C}$)分别为 T_0 、 T_1 ，则该过程放出的热量为_____ J (c 和 ρ 分别取 $4.18\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ 和 $1.0\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ，忽略水以外各物质吸收的热量，下同)。

(3) 借鉴(2)的方法，甲同学测量放热反应 $\text{Fe}(\text{s})+\text{CuSO}_4(\text{aq})=\text{FeSO}_4(\text{aq})+\text{Cu}(\text{s})$ 的焓变 ΔH (忽略温度对焓变的影响，下同)。实验结果见下表。

序号	反应试剂	体系温度/ $^{\circ}\text{C}$		
		反应前	反应后	
i	0.20 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液 100 mL	1.20 g Fe 粉	a	b
ii		0.56 g Fe 粉	a	c

①温度：b_____c(填“>”“<”或“=”)。

② ΔH =_____ (选择表中一组数据计算)。结果表明，该方法可行。

(4) 乙同学也借鉴(2)的方法，测量反应 $\text{A}:\text{Fe}(\text{s})+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq})=3\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 的焓变。

查阅资料：配制 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液时需加入酸。加酸的目的是_____。

提出猜想：Fe粉与 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液混合，在反应A进行的过程中，可能存在Fe粉和酸的反应。

验证猜想：用pH试纸测得 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的pH不大于1；向少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入Fe粉，溶液颜色变浅的同时有气泡冒出，说明存在反应A和_____（用离子方程式表示）。

实验小结：猜想成立，不能直接测反应A的焓变。

教师指导：鉴于以上问题，特别是气体生成带来的干扰，需要设计出实验过程中无气体生成的实验方案。

优化设计：乙同学根据相关原理，重新设计了优化的实验方案，获得了反应A的焓变。该方案为_____。

(5) 化学能可转化为热能，写出其在生产或生活中的一种应用_____。

【答案】(1) ①. AD ②. 0.5500

(2) $418(T_1-T_0)$

(3) ①. > ②. $-20.9(b-a)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 或 $-41.8(c-a)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(4) ①. 抑制 Fe^{3+} 水解 ②. $\text{Fe}+2\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ③. 将一定量的Cu粉加入一定浓度的

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中反应，测量反应热，计算得到反应 $\text{Cu}+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3=\text{CuSO}_4+2\text{FeSO}_4$ 的焓变 ΔH_1 ；根

据(3)中实验计算得到反应 $\text{Fe}+\text{CuSO}_4=\text{Cu}+\text{FeSO}_4$ 的焓变 ΔH_2 ；根据盖斯定律计算得到反应

$\text{Fe}+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3=3\text{FeSO}_4$ 的焓变为 $\Delta H_1+\Delta H_2$

(5) 燃料燃烧(或铝热反应焊接铁轨等)

【解析】

【小问1详解】

①滴定操作时需要用的仪器有锥形瓶、酸式滴定管、碱式滴管、铁架台等，故选AD；

②滴定时发生的反应为 $\text{HCl}+\text{NaOH}=\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}$ ，故

$$c(\text{HCl})=\frac{c(\text{NaOH})V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})}=\frac{0.5000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 22.00\text{mL}}{20.00\text{mL}}=0.5500\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$
，故答案为0.5500；

【小问2详解】

由 $Q=c\rho V_{\text{总}}\cdot\Delta T$ 可得 $Q=4.18\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}\times 1.0\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}\times(50\text{mL}+50\text{mL})\times(T_1-T_2)=418(T_1-T_0)$ ，故答案为 $418(T_1-T_0)$ ；

【小问3详解】

100 mL $0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液含有溶质的物质的量为0.02mol，1.20 g Fe粉和0.56 g Fe粉的物质的

量分别为 0.021mol、0.01 mol，实验 i 中有 0.02 mol CuSO_4 发生反应，实验 ii 中有 0.01mol CuSO_4 发生反应，实验 i 放出的热量多，则 $b>c$ ；若按实验 i 进行计算，

$$\Delta H = \frac{4.18 \times 1.0 \times 100 \times (b-a)}{1000 \times 0.02} = -20.9 (c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}；\text{若按实验 ii 进行计算，}$$

$$\Delta H = \frac{4.18 \times 1.0 \times 100 \times (c-a)}{1000 \times 0.01} = -41.8 (c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}，\text{故答案为：} >； -20.9 (b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ 或}$$

$$-41.8 (c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}；$$

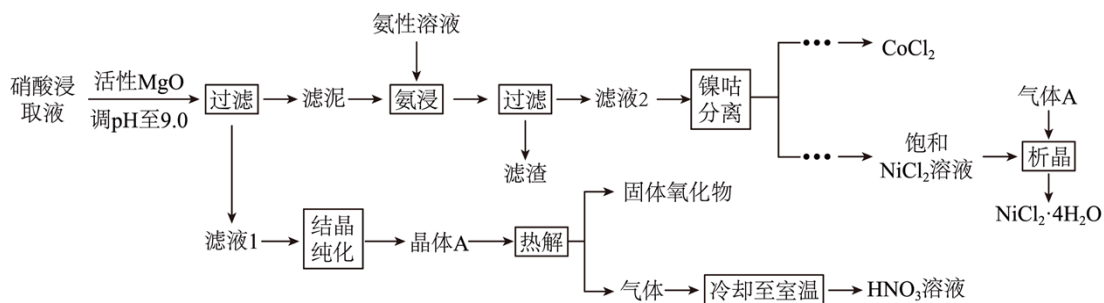
【小问 4 详解】

Fe^{3+} 易水解，为防止 Fe^{3+} 水解，在配制 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液时需加入酸；用 pH 试纸测得 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的 pH 不大于 1 说明溶液中呈强酸性，向少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入 Fe 粉，溶液颜色变浅的同时有气泡即氢气产生，说明溶液中还存在 Fe 与酸的反应，其离子方程式为 $\text{Fe}+2\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ；乙同学根据相关原理，重新设计优化的实验方案的重点为如何防止 Fe 与酸反应产生影响，可以借助盖斯定律，设计分步反应来实现 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液与 Fe 的反应，故可将一定量的 Cu 粉加入一定浓度的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中反应，测量反应热，计算得到反应 $\text{Cu}+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3=\text{CuSO}_4+2\text{FeSO}_4$ 的焓变 ΔH_1 ；根据(3)中实验计算得到反应 $\text{Fe}+\text{CuSO}_4=\text{Cu}+\text{FeSO}_4$ 的焓变 ΔH_2 ；根据盖斯定律计算得到反应 $\text{Fe}+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3=3\text{FeSO}_4$ 的焓变为 $\Delta H_1+\Delta H_2$ ，故答案为：抑制 Fe^{3+} 水解； $\text{Fe}+2\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ；将一定量的 Cu 粉加入一定浓度的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中反应，测量反应热，计算得到反应 $\text{Cu}+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3=\text{CuSO}_4+2\text{FeSO}_4$ 的焓变 ΔH_1 ；根据(3)中实验计算得到反应 $\text{Fe}+\text{CuSO}_4=\text{Cu}+\text{FeSO}_4$ 的焓变 ΔH_2 ；根据盖斯定律计算得到反应 $\text{Fe}+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3=3\text{FeSO}_4$ 的焓变为 $\Delta H_1+\Delta H_2$ ；

【小问 5 详解】

化学能转化为热能在生产和生活中应用比较广泛，化石燃料的燃烧、炸药开山、放射火箭等都是化学能转化热能的应用，另外铝热反应焊接铁轨也是化学能转化热能的应用，故答案为：燃料燃烧(或铝热反应焊接铁轨等)。

18. Ni、Co 均是重要的战略性金属。从处理后的矿石硝酸浸取液(含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+})中，利用氨浸工艺可提取 Ni、Co，并获得高附加值化工产品。工艺流程如下：

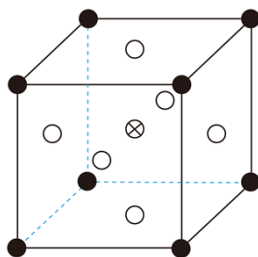


已知：氨性溶液由 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 配制。常温下， Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Co^{3+} 与 NH_3 形成可溶于水的配离子： $\lg K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = -4.7$ ； $\text{Co}(\text{OH})_2$ 易被空气氧化为 $\text{Co}(\text{OH})_3$ ；部分氢氧化物的 K_{sp} 如下表。

氢氧化物	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Co}(\text{OH})_3$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
K_{sp}	5.9×10^{-15}	1.6×10^{-44}	5.5×10^{-16}	1.3×10^{-33}	5.6×10^{-12}

回答下列问题：

- 活性 MgO 可与水反应，化学方程式为_____。
- 常温下， $\text{pH}=9.9$ 的氨性溶液中， $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ _____ $c(\text{NH}_4^+)$ (填“>”“<”或“=”)。
- “氨浸”时，由 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 转化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的离子方程式为_____。
- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 会使滤泥中的一种胶状物质转化为疏松分布的棒状颗粒物。滤渣的 X 射线衍射图谱中，出现了 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的明锐衍射峰。
 - $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 属于_____ (填“晶体”或“非晶体”)。
 - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 提高了 Ni 、 Co 的浸取速率，其原因是_____。
- ①“析晶”过程中通入的酸性气体 A 为_____。
 ②由 CoCl_2 可制备 Al_xCoO_y 晶体，其立方晶胞如图。Al 与 O 最小间距大于 Co 与 O 最小间距，x、y 为整数，则 Co 在晶胞中的位置为_____；晶体中一个 Al 周围与其最近的 O 的个数为_____。



(6) ①“结晶纯化”过程中，没有引入新物质。晶体 A 含 6 个结晶水，则所得 HNO_3 溶液中 $n(\text{HNO}_3)$ 与 $n(\text{H}_2\text{O})$ 的比值，理论上最高为_____。

②“热解”对于从矿石提取 Ni、Co 工艺的意义，在于可重复利用 HNO_3 和_____ (填化学式)。

【答案】(1) $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2$

(2) $>$ (3) $2\text{Co}(\text{OH})_3 + 12\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 13\text{H}_2\text{O} + 4\text{OH}^-$ 或

$2\text{Co}(\text{OH})_3 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_4^+ + \text{SO}_3^{2-} = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 13\text{H}_2\text{O}$

(4) ①. 晶体 ②. 减少胶状物质对镍钴氢氧化物的包裹，增加了滤泥与氨性溶液的接触面积

(5) ①. HCl ②. 体心 ③. 12

(6) ①. 0.4 或 2:5 ②. MgO

【解析】

【分析】硝酸浸取液(含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+})中加入活性氧化镁调节溶液 pH 值，过滤，得到滤液主要是硝酸镁，结晶纯化得到硝酸镁晶体，再热解得到氧化镁和硝酸。滤泥加入氨性溶液氨浸，过滤，向滤液中进行镍钴分离，经过一系列得到氯化铬和饱和氯化镍溶液，向饱和氯化镍溶液中加入氯化氢气体得到氯化镍晶体。

【小问 1 详解】

活性 MgO 可与水反应，化学方程式为 $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2$ ；故答案为： $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

【小问 2 详解】

常温下， $\text{pH}=9.9$ 的氨性溶液中， $\lg K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = -4.7$ ，

$K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{-4.7} = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ ， $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{10^{-4.7}}{c(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-4.7}}{10^{-9.1}} = 10^{-0.6} < 1$ ，则

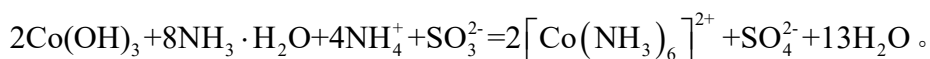
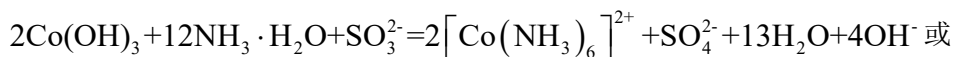
$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+)$ ；故答案为： $>$ 。

【小问 3 详解】

“氨浸”时， $\text{Co}(\text{OH})_3$ 与亚硫酸根发生氧化还原反应，再与氨水反应生成 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ，则由 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 转化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的离子方程式为

$2\text{Co}(\text{OH})_3 + 12\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 13\text{H}_2\text{O} + 4\text{OH}^-$ 或

$2\text{Co}(\text{OH})_3 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_4^+ + \text{SO}_3^{2-} = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 13\text{H}_2\text{O}$ ；故答案为：



【小问 4 详解】

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 会使滤泥中的一种胶状物质转化为疏松分布的棒状颗粒物。滤渣的 X 射线衍射图谱中，出现了 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的明锐衍射峰。

①X 射线衍射图谱中，出现了 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的明锐衍射峰，则 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 属于晶体；故答案为：晶体。

②根据题意 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 会使滤泥中的一种胶状物质转化为疏松分布的棒状颗粒物，则 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 能提高了 Ni、Co 的浸取速率，其原因是减少胶状物质对镍钴氢氧化物的包裹，增加了滤泥与氨性溶液的接触面积；故答案为：减少胶状物质对镍钴氢氧化物的包裹，增加了滤泥与氨性溶液的接触面积。

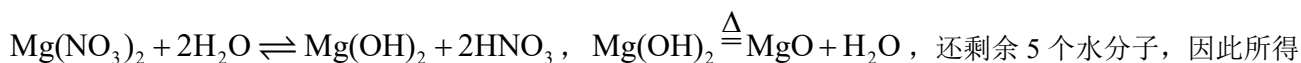
【小问 5 详解】

①“析晶”过程中为了防止 Ni^{2+} 水解，因此通入的酸性气体 A 为 HCl；故答案为：HCl。

②由 CoCl_2 可制备 Al_xCoO_y 晶体，其立方晶胞如图。x、y 为整数，根据图中信息 Co、Al 都只有一个原子，而氧(白色)原子有 3 个，Al 与 O 最小间距大于 Co 与 O 最小间距，则 Al 在顶点，因此 Co 在晶胞中的位置为体心；晶体中一个 Al 周围与其最近的 O 原子，以顶点 Al 分析，面心的氧原子一个横截面有 4 个，三个横截面共 12 个，因此晶体中一个 Al 周围与其最近的 O 的个数为 12；故答案为：体心；12。

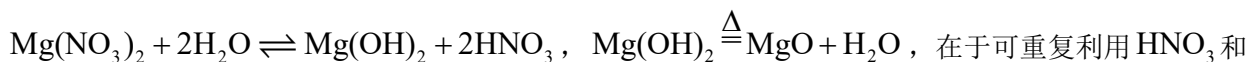
【小问 6 详解】

①“结晶纯化”过程中，没有引入新物质。晶体 A 含 6 个结晶水，则晶体 A 为 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，根据



还剩余 5 个水分子，因此所得 HNO_3 溶液中 $n(\text{HNO}_3)$ 与 $n(\text{H}_2\text{O})$ 的比值理论上最高为 2:5；故答案为：0.4 或 2:5。

②“热解”对于从矿石提取 Ni、Co 工艺的意义，根据前面分析



在于可重复利用 HNO_3 和 MgO ；故答案为： MgO 。

19. 配合物广泛存在于自然界，且在生产和生活中都发挥着重要作用。

(1) 某有机物 R 能与 Fe^{2+} 形成橙红色的配离子 $[\text{FeR}_3]^{2+}$ ，该配离子可被 HNO_3 氧化成淡蓝色的配离子

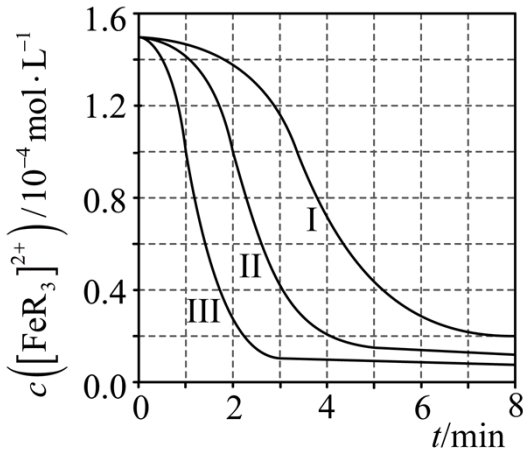
$[\text{FeR}_3]^{3+}$ 。

①基态 Fe^{2+} 的 3d 电子轨道表示式为_____。

②完成反应的离子方程式： $\text{NO}_3^- + 2[\text{FeR}_3]^{2+} + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{_____} + 2[\text{FeR}_3]^{3+} + \text{H}_2\text{O}$

(2) 某研究小组对(1)中②的反应进行了研究。

用浓度分别为 $2.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $2.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $3.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HNO_3 溶液进行了三组实验，得到 $c([\text{FeR}_3]^{2+})$ 随时间 t 的变化曲线如图。



① $c(\text{HNO}_3) = 3.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，在 $0\sim 1\text{min}$ 内， $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 的平均消耗速率=_____。

②下列有关说法中，正确的有_____。

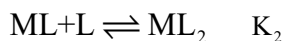
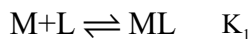
A. 平衡后加水稀释， $\frac{c([\text{FeR}_3]^{2+})}{c([\text{FeR}_3]^{3+})}$ 增大

B. $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 平衡转化率： $\alpha_{\text{III}} > \alpha_{\text{II}} > \alpha_{\text{I}}$

C. 三组实验中，反应速率都随反应进程一直减小

D. 体系由橙红色转变为淡蓝色所需时间： $t_{\text{III}} > t_{\text{II}} > t_{\text{I}}$

(3) R 的衍生物 L 可用于分离稀土。溶液中某稀土离子(用 M 表示)与 L 存在平衡：



研究组配制了 L 起始浓度 $c_0(\text{L}) = 0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、M 与 L 起始浓度比 $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})$ 不同的系列溶液，反应

平衡后测定其核磁共振氢谱。配体 L 上的某个特征 H 在三个物种 L、ML、 ML_2 中的化学位移不同，该

特征 H 对应吸收峰的相对峰面积 S(体系中所有特征 H 的总峰面积计为 1)如下表。

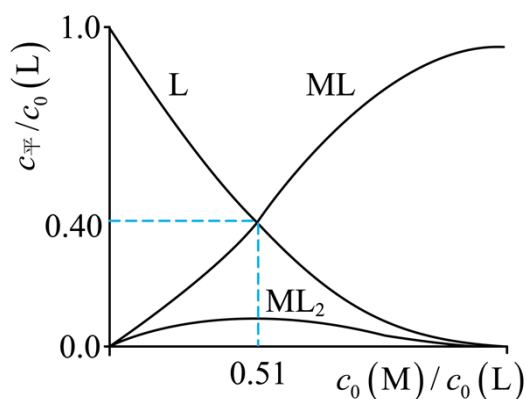
$c_0(\text{M})/c_0(\text{L})$	S(L)	S(ML)	S(ML ₂)
0	1.00	0	0
a	x	<0.01	0.64
b	<0.01	0.40	0.60

【注】核磁共振氢谱中相对峰面积 S 之比等于吸收峰对应 H 的原子数目之比；“<0.01”表示未检测到。

① $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})=a$ 时, $x=$ _____。

② $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})=b$ 时, 平衡浓度比 $c_{\text{平}}(\text{ML}_2):c_{\text{平}}(\text{ML})=$ _____。

(4) 研究组用吸收光谱法研究了(3)中 M 与 L 反应体系。当 $c_0(\text{L})=1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 测得平衡时各物
种 $c_{\text{平}}/c_0(\text{L})$ 随 $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})$ 的变化曲线如图。 $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})=0.51$ 时, 计算 M 的平衡转化率
_____ (写出计算过程, 结果保留两位有效数字)。



【答案】(1) ①. $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ ②. HNO₂

(2) ①. $5 \times 10^{-5} \text{ mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$ ②. A、B

(3) ①. 0.36 ②. 3: 4 或 0.75

(4) 98%

【解析】

【小问 1 详解】

① 基态 Fe²⁺ 的 3d 电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$;

②根据原子守恒可知离子方程式中需要增加 HNO_2 。

【小问 2 详解】

①浓度分别为 $2.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $2.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $3.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HNO_3 溶液，反应物浓度增加，反应速率增大，据此可知三者对应的曲线分别为 I、II、III； $c(\text{HNO}_3)=3.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，在 $0\sim 1\text{min}$ 内，观察图像可知

$[\text{FeR}_3]^{2+}$ 的平均消耗速率为 $\frac{(1.5-1.0)\times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}{1\text{min}}=5\times 10^{-5}\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ；

②A. 对于反应 $\text{NO}_3^-+2[\text{FeR}_3]^{2+}+3\text{H}^+\rightleftharpoons\text{HNO}_2+2[\text{FeR}_3]^{3+}+\text{H}_2\text{O}$ ，加水稀释，平衡往粒子数增加的方向移动， $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 含量增加， $[\text{FeR}_3]^{3+}$ 含量减小， $\frac{c([\text{FeR}_3]^{2+})}{c([\text{FeR}_3]^{3+})}$ 增大，A 正确；

B. HNO_3 浓度增加， $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 转化率增加，故 $\alpha_{\text{III}}>\alpha_{\text{II}}>\alpha_{\text{I}}$ ，B 正确；

C. 观察图像可知，三组实验反应速率都是前期速率增加，后期速率减小，C 错误；

D. 硝酸浓度越高，反应速率越快，体系由橙红色转变为淡蓝色所需时间越短，故 $t_{\text{III}}<t_{\text{II}}<t_{\text{I}}$ ，D 错误；

故选 AB。

故选 AB。

【小问 3 详解】

① $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})=a$ 时， $S(\text{ML}_2)+S(\text{ML})+S(\text{L})=1$ ，且 $S(\text{ML}_2)=0.64$ ， $S(\text{ML})<0.01$ 得 $x=0.36$ ；

② $S(\text{ML}_2)$ 相比于 $S(\text{ML})$ 含有两个配体，则 $S(\text{ML}_2)$ 与 $S(\text{ML})$ 的浓度比应为 $S(\text{ML}_2)$ 相对峰面积 S 的

一半与 $S(\text{ML})$ 的相对峰面积 S 之比，即 $\frac{0.6\times\frac{1}{2}}{0.4}=\frac{3}{4}$ 。

【小问 4 详解】

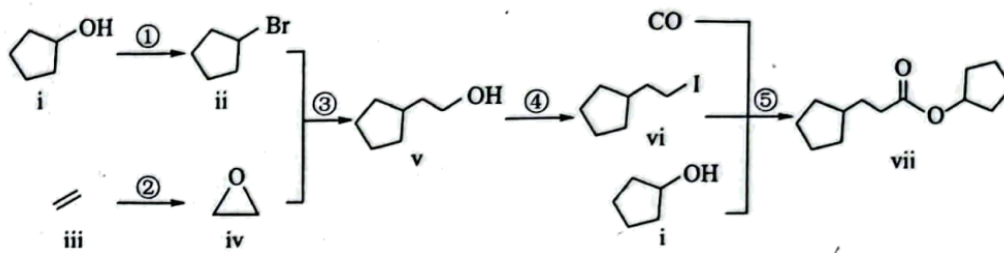
$c_0(\text{M})=0.51c_0(\text{L})=5.1\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ； $c_{\text{平}}(\text{ML})=c_{\text{平}}(\text{L})=0.4c_0(\text{L})=4.0\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，由 L 守恒可知

$c_{\text{平}}(\text{ML}_2)=\frac{1\times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\{4\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}+4\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\}}{2}=1.0\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则

$c_{\text{转}}(\text{M})=4.0\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}+1.0\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}=5.0\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；则 M 的转化率为

$\frac{5.0\times 10^{-6}}{5.1\times 10^{-6}}\times 100\%\approx 98\%$ 。

20. 室温下可见光催化合成技术，对于人工模仿自然界、发展有机合成新方法意义重大。一种基于 CO 、碘代烃类等，合成化合物 vii 的路线如下(加料顺序、反应条件略)：



(1) 化合物 i 的分子式为_____。化合物 x 为 i 的同分异构体，且在核磁共振氢谱上只有 2 组峰。x 的结构简式为_____ (写一种)，其名称为_____。

(2) 反应②中，化合物 iii 与无色无味气体 y 反应，生成化合物 iv，原子利用率为 100%。y 为_____。

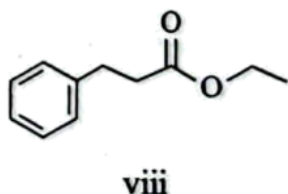
(3) 根据化合物 V 的结构特征，分析预测其可能的化学性质，完成下表。

序号	反应试剂、条件	反应形成的新结构	反应类型
a	_____	_____	消去反应
b	_____	_____	氧化反应(生成有机产物)

(4) 关于反应⑤的说法中，不正确的有_____。

- A. 反应过程中，有 C-I 键和 H-O 键断裂
- B. 反应过程中，有 C=O 双键和 C-O 单键形成
- C. 反应物 i 中，氧原子采取 sp^3 杂化，并且存在手性碳原子
- D. CO 属于极性分子，分子中存在由 p 轨道“头碰头”形成的 π 键

(5) 以苯、乙烯和 CO 为含碳原料，利用反应③和⑤的原理，合成化合物 viii。

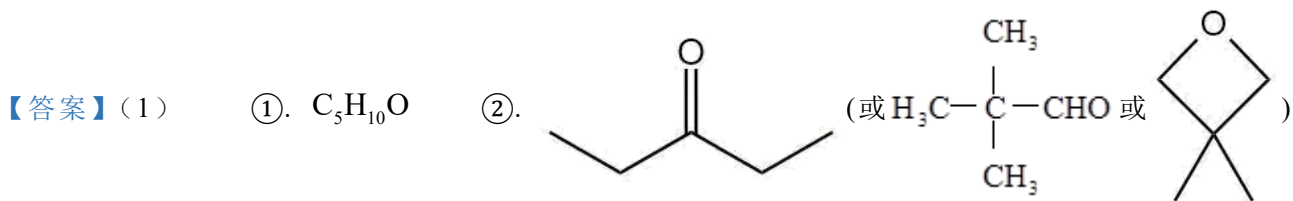


基于你设计的合成路线，回答下列问题：

(a) 最后一步反应中，有机反应物为_____ (写结构简式)。

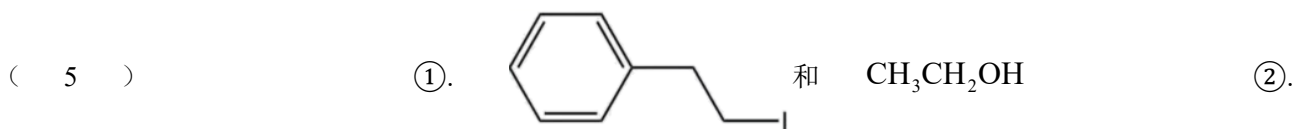
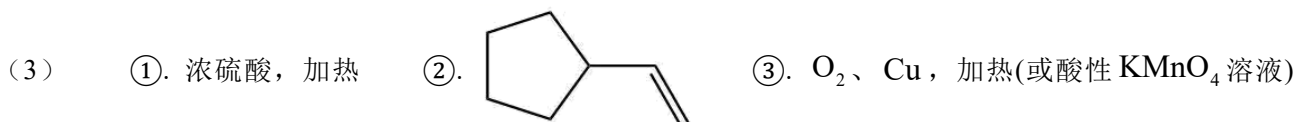
(b) 相关步骤涉及到烯烃制醇反应，其化学方程式为_____。

(c) 从苯出发，第一步的化学方程式为_____ (注明反应条件)。



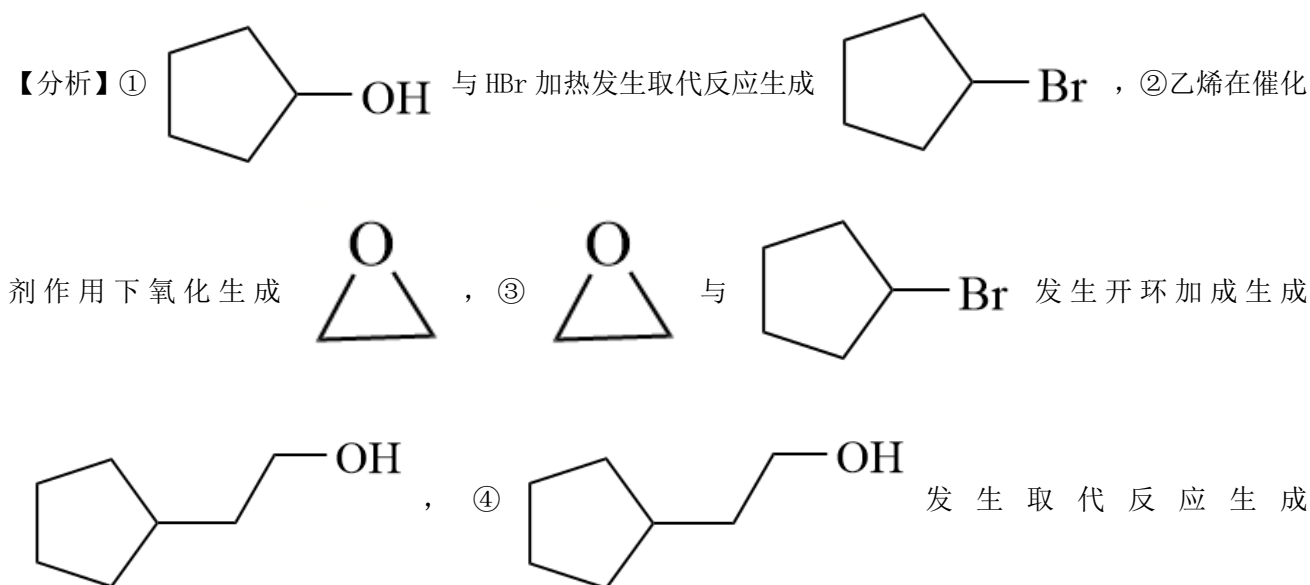
③. 3-戊酮(或2,2-二甲基丙醛或3,3-二甲基氧杂环丁烷)

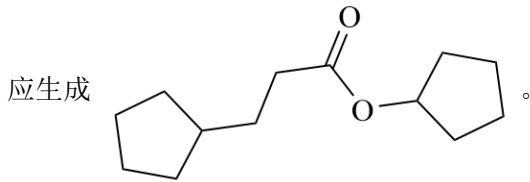
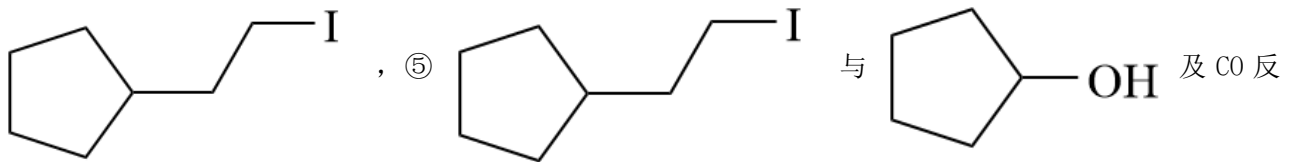
(2) O_2 或氧气



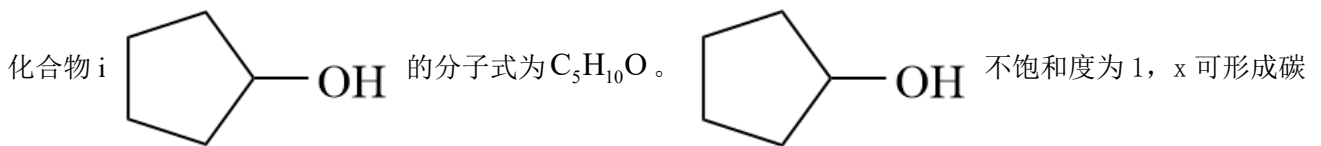
+HBr

【解析】

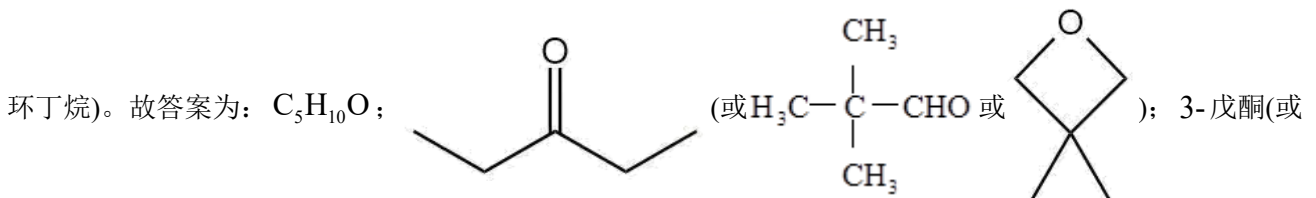
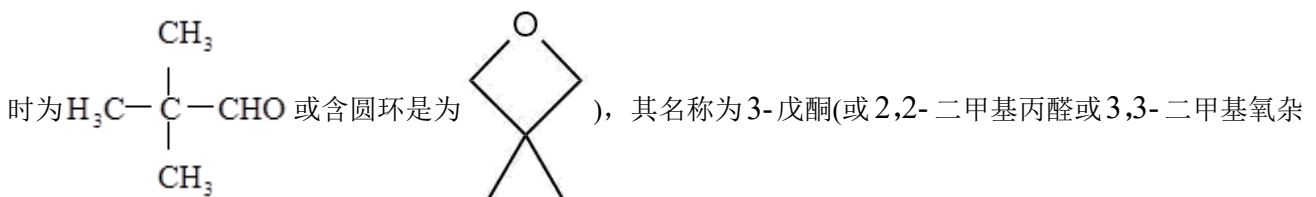
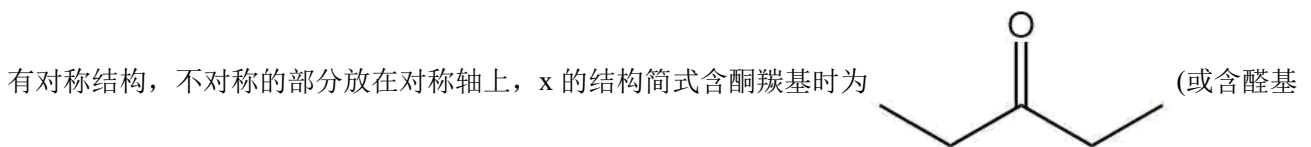




【小问 1 详解】



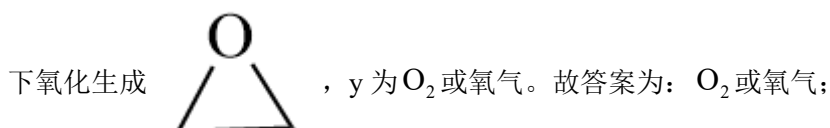
碳双键或碳氧双键或一个圆环, 化合物 x 为 i 的同分异构体, 且在核磁共振氢谱上只有 2 组峰, 说明分子中



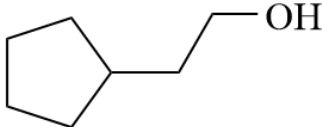
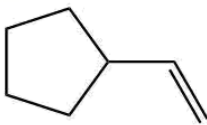

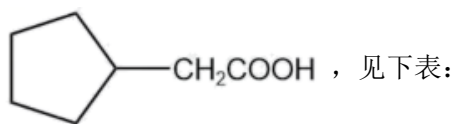
2,2-二甲基丙醛或 3,3-二甲基氧杂环丁烷);

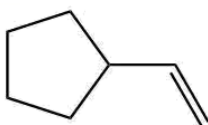
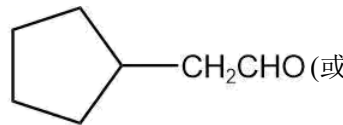
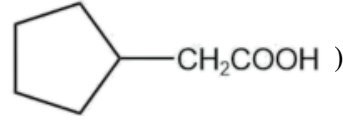
【小问 2 详解】

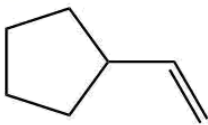
反应②中, 化合物 iii 与无色无味气体 y 反应, 生成化合物 iv, 原子利用率为 100%, ②乙烯在催化剂作用

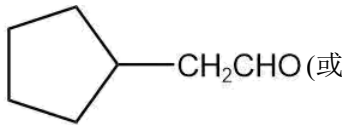
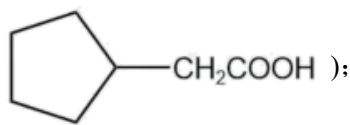


【小问 3 详解】

根据化合物 V  的结构特征，分析预测其可能的化学性质：含有羟基，且与羟基相连的碳的邻碳上有氢，可在浓硫酸、加热条件下发生消去反应生成  ，与羟基相连的碳上有氢，可在铜名银催化作用下氧化生成  ，或酸性 KMnO_4 溶液中氧化生成  ，见下表：

序号	反应试剂、条件	反应形成的新结构	反应类型
a	浓硫酸，加热		消去反应
b	O_2 、Cu，加热(或酸性 KMnO_4 溶液)	 	氧化反应(生成有机产物)

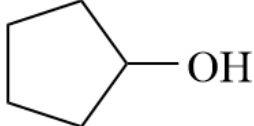
故答案为：浓硫酸，加热；  ； O_2 、Cu，加热(或酸性 KMnO_4 溶液)；

 (或 )；

【小问 4 详解】

A. 从产物中不存在 C-I 键和 H-O 键可以看出，反应过程中，有 C-I 键和 H-O 键断裂，故 A 正确；

B. 反应物中不存在 C=O 双键，酰碘基中碘原子离去与羟基中氢离去，余下的部分结合形成酯基中 C-O 单键，所以反应过程中，有 C=O 双键和 C-O 单键形成，故 B 正确；

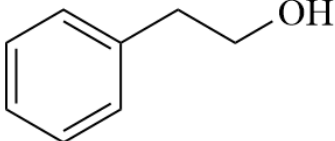
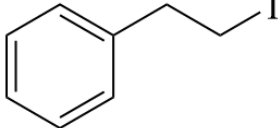
C. 反应物 i  中，氧原子采取 sp^3 杂化，但与羟基相连的碳有对称轴，其它碳上均有 2 个氢，分子中不存在手性碳原子，故 C 错误；

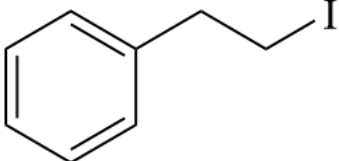
D. CO 属于极性分子，分子中存在由 p 轨道“肩并肩”形成的 π 键，故 D 错误；

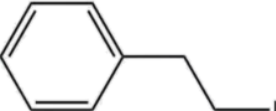
故答案为：CD；

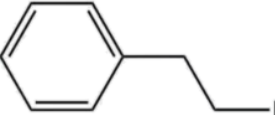
【小问 5 详解】

以苯、乙烯和 CO 为含碳原料，利用反应③和⑤的原理，合成化合物 viii。乙烯与水在催化剂加热加压条件下合成乙醇；乙烯在银催化作用下氧化生成环氧乙醚；苯在铁催化作用下与溴生成溴苯，溴苯与环氧乙醚

生成 ，与 HI 反应合成 ，最后根据反应⑤的原

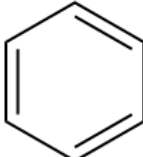
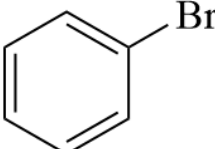
理， 与乙醇、CO 合成化合物 viii。

(a) 最后一步反应中，有机反应物为  和 CH_3CH_2OH 。故答案为：

 和 CH_3CH_2OH ；

(b) 相关步骤涉及到烯烃制醇反应，其化学方程式为 $CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} CH_3CH_2OH$ 。故答案

为： $CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} CH_3CH_2OH$ ；

(c) 从苯出发，第一步的化学方程式为  + $Br_2 \xrightarrow{Fe}$  + HBr 。故答案为：

