

2023 年高考广东卷化学真题

一、单选题

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

【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

【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

【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，难以达到预期目的的是

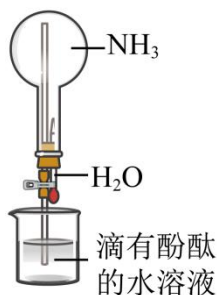


图1

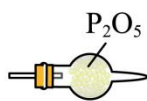


图2

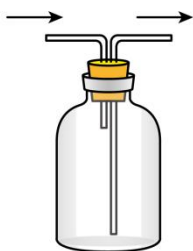


图3

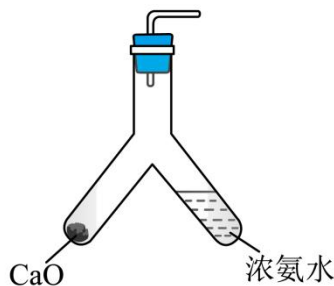


图4

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

【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

【详解】A. 舞台上干冰升华物理变化，共价键没有断裂，A 错误；

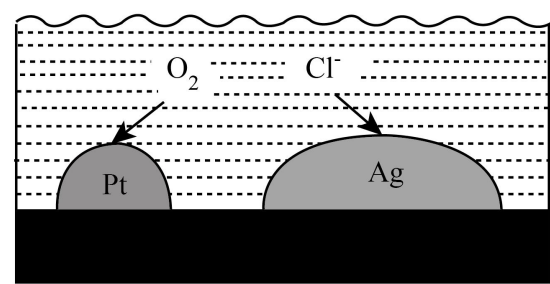
B. 饱和 CuSO_4 溶液可析出的蓝色晶体中存在结晶水为五水硫酸铜，B 错误；

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： $O_2+2H_2O+4e^- = 4OH^-$
- D. 每消耗标准状况下 11.2L 的O₂，最多去除1 mol Cl⁻

【答案】B

【分析】O₂在 Pt 得电子发生还原反应，Pt 为正极，Ag 失去电子与溶液中的 Cl⁻反应，Ag 为负极。

【详解】A. 由分析可知，Ag 失去电子与溶液中的 Cl⁻反应生成 AgCl，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 $O_2+4H^++4e^- = 2H_2O$ ，C 错误；

D. 每消耗标准状况下 11.2L 的O₂，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 ₃ O 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

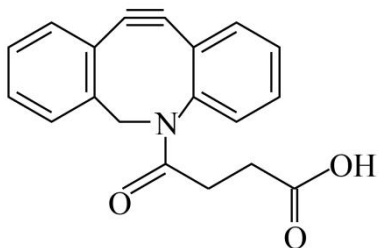
【答案】C

【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 O_2 中燃烧生成 Fe_3O_4 ，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 $KMnO_4$ 溶液褪色
D. 能与氨基酸和蛋白质中的氨基反应

【答案】B

【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；

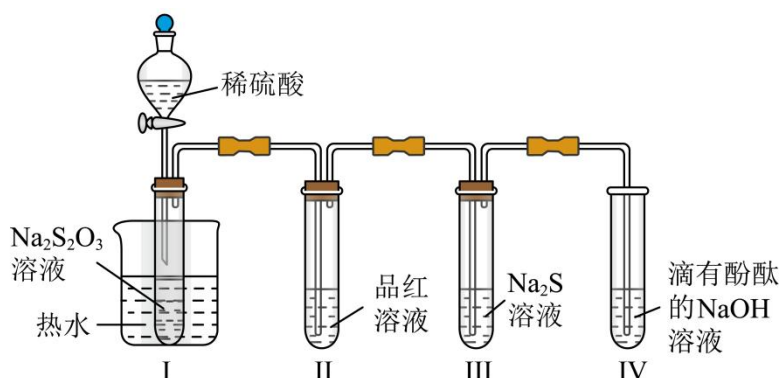
B. 该物质含有羧基和 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$ ，因此 1mol 该物质最多能与 2mol NaOH 反应，故 B 错误；

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

【分析】I 中发生反应 $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$ ，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；

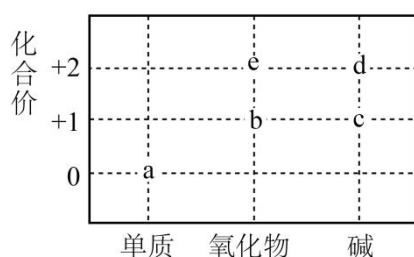
B. II 中品红溶液褪色，体现 SO_2 的漂白性，故 B 错误；

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

【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 mol NH_4Cl 含有的共价键数目为 $5N_A$

B. 1 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 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液中， HCO_3^- 数目为 N_A

D. NaCl 和 NH_4Cl 的混合物中含 1 mol Cl^- ，则混合物中质子数为 $28N_A$

【答案】D

【详解】A. 铵根中存在 4 个 N-H 共价键，1mol NH₄Cl 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，1mol NaHCO₃ 完全分解，得到 0.5molCO₂ 分子，B 错误；
C. $NaHCO_3 = Na^+ + HCO_3^-$ ， HCO_3^- 会发生水解和电离，则 1mol NaHCO₃ 溶液中 HCO_3^- 数目小于 1N_A，C 错误；
D. NaCl 和 NH₄Cl 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 ₂ O 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 mol · L ⁻¹ NaCl 溶液导电性比同浓度醋酸强	NaCl 溶液的 pH 比醋酸的高

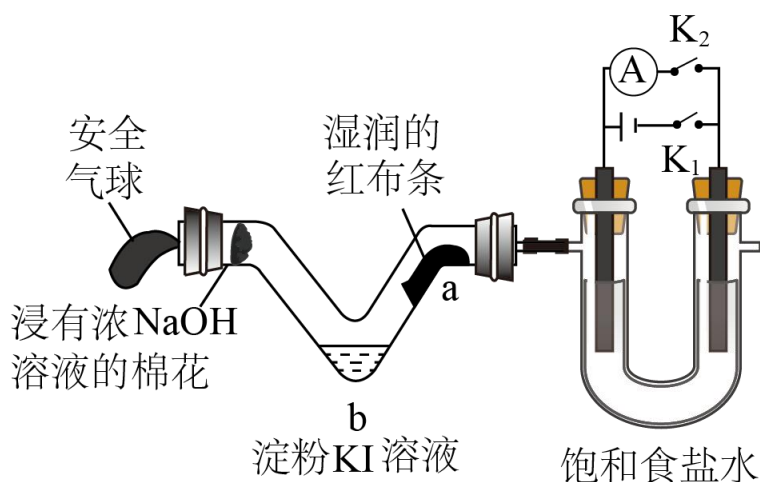
A. A B. B C. C D. D

【答案】A

【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NO₂的密闭烧瓶冷却后颜色变浅，降低温度，平衡向生成N₂O₄方向移动，则NO₂转化为N₂O₄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CO₂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 mol · L⁻¹NaCl 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K₁，一段时间后



- 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

【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

【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。

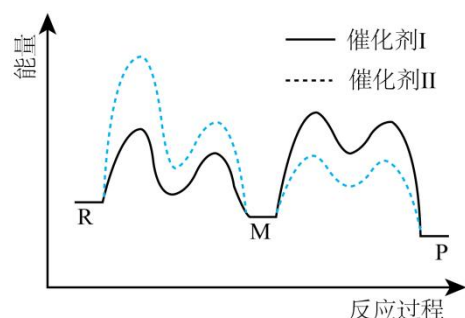
【详解】A. 元素电负性：氧大于氮大于氢，A 正确；
B. 磷化氢、氨气、水固体均是分子晶体，氨气、水固体中都存在氢键沸点高，磷化氢没有氢键沸点低，所以氢化物沸点：冰大于氨大于磷化氢，B 错误；

C. 同周期第一电离能自左向右总趋势逐渐增大，当出现第ⅡA族和第ⅤA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 $\text{R(g)} \rightleftharpoons \text{P(g)}$ 。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



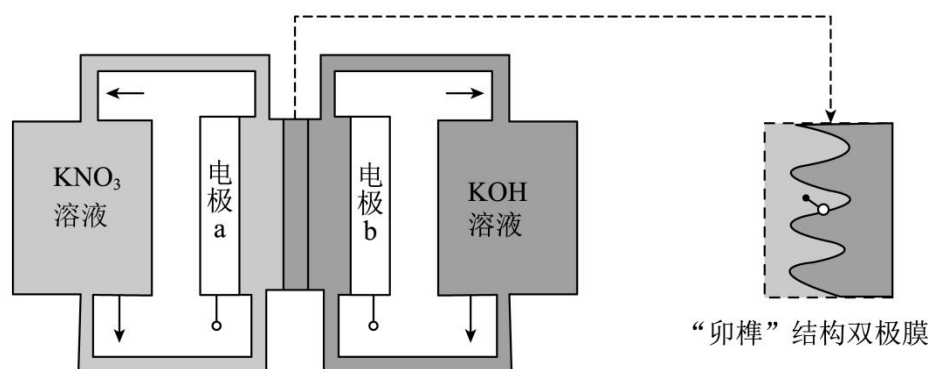
- A. 使用Ⅰ和Ⅱ，反应历程都分4步进行 B. 反应达平衡时，升高温度，R的浓度增大
C. 使用Ⅱ时，反应体系更快达到平衡 D. 使用Ⅰ时，反应过程中M所能达到的最高浓度更大

【答案】C

【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 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

【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 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 7\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 9\text{OH}^-$, 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1mol $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 阴极得 8mol e^- , 同时双极膜处有 8mol H^+ 进入阴极室, 即有 8mol 的 H_2O 解离, 故 B 错误;

C. 电解过程中, 阳极室每消耗 4mol OH^- , 同时有 4mol 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;

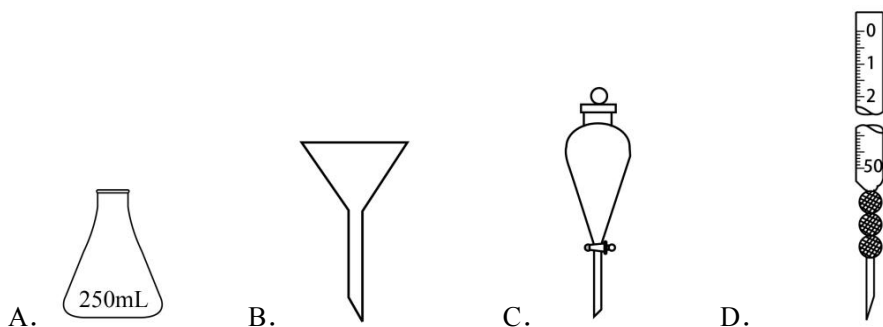
故选 B。

二、实验探究题

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 $0.5000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 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/°C	
			反应前	反应后
i	0.20 mol · L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液	1.20 g Fe 粉	a	b
ii	100 mL	0.56 g Fe 粉	a	c

①温度: b_____c(填“>”“<”或“=”)。

②ΔH=_____(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A: Fe(s)+Fe₂(SO₄)₃(aq)=3FeSO₄(aq)的焓变。

查阅资料: 配制Fe₂(SO₄)₃溶液时需加入酸。加酸的目的是_____。

提出猜想: Fe 粉与Fe₂(SO₄)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Fe₂(SO₄)₃溶液的 pH 不大于 1; 向少量Fe₂(SO₄)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) AD 0.5500

(2)418(T₁-T₀)

(3) > -20.9 (b-a) kJ · mol⁻¹或-41.8 (c-a) kJ · mol⁻¹

(4) 抑制Fe³⁺水解 Fe+2H⁺=Fe²⁺+H₂ ↑ 将一定量的 Cu 粉加入一定浓度的Fe₂(SO₄)₃溶液中反应, 测量反应热, 计算得到反应Cu+Fe₂(SO₄)₃=CuSO₄+2FeSO₄的焓变ΔH₁; 根据(3)中实验计算得到反应Fe+CuSO₄=Cu+FeSO₄的焓变ΔH₂; 根据盖斯定律计算得到反应Fe+Fe₂(SO₄)₃=3FeSO₄的焓变为ΔH₁+ΔH₂

(5)燃料燃烧(或铝热反应焊接铁轨等)

【详解】(1) 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 HCl+NaOH=NaCl+H₂O, 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;

(2) 由Q=cρV_总 · ΔT 可得 Q=4.18 J · g⁻¹ · °C⁻¹×1.0 g · mL⁻¹×(50mL+50mL)×(T₁-T₂)=418(T₁-T₀), 故答案为 418(T₁-T₀);

(3) 100 mL 0.20 mol · L⁻¹ CuSO₄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

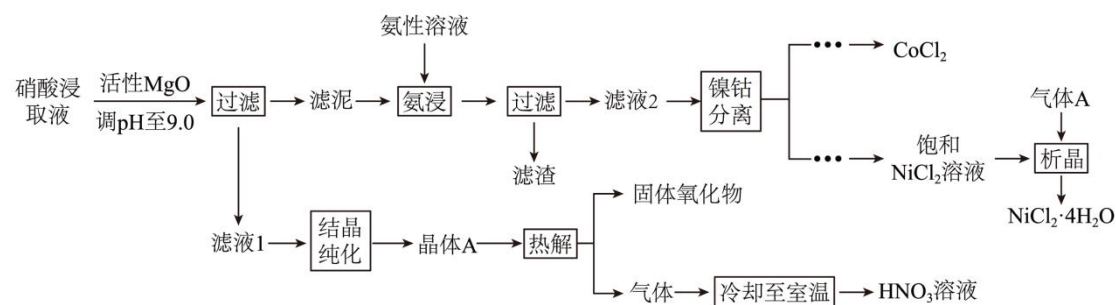
0.021mol、0.01 mol，实验 i 中有 0.02 mol CuSO_4 发生反应，实验 ii 中有 0.01mol CuSO_4 发生反应，实验 i 放出的热量多，则 $b > c$ ；若按实验 i 进行计算， $\Delta H = \frac{4.18 \times 1.0 \times 100 \times (b-a)}{1000 \times 0.02} = -20.9 (b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；若按实验 ii 进行计算， $\Delta H = \frac{4.18 \times 1.0 \times 100 \times (c-a)}{1000 \times 0.01} = -41.8 (c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故答案为：>； $-20.9 (b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $-41.8 (c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

(4) 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 $\Delta H_1 + \Delta H_2$ ；

(5) 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)。

三、工业流程题

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 $\times 10^{-15}$	1.6 $\times 10^{-44}$	5.5 $\times 10^{-16}$	1.3 $\times 10^{-33}$	5.6 $\times 10^{-12}$

回答下列问题：

(1)活性 MgO 可与水反应, 化学方程式为_____。

(2)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“=”)。

(3)“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_____。

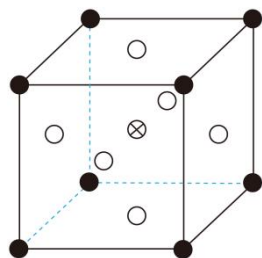
(4) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 会使滤泥中的一种胶状物质转化为疏松分布的棒状颗粒物。滤渣的 X 射线衍射图谱中, 出现了 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的明锐衍射峰。

① $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 属于_____ (填“晶体”或“非晶体”)。

② $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 提高了 Ni 、 Co 的浸取速率, 其原因是_____。

(5)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) 晶体 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) HCl 体心 12

(6) 0.4 或 2:5 MgO

【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。

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

(2) 常温下, $\text{pH}=9.9$ 的氨性溶液中, $\lg K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = -4.7$, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{-4.7} = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$, $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} =$

$\frac{10^{-4.7}}{c(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-4.7}}{10^{-4.1}} = 10^{-0.6} < 1$, 则 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+)$; 故答案为: $>$ 。

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

(5) 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。

(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, 则晶体 A 为 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 根据 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$, 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 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$, 在于可重复利用 HNO_3 和 MgO; 故答案为: MgO。

四、原理综合题

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。

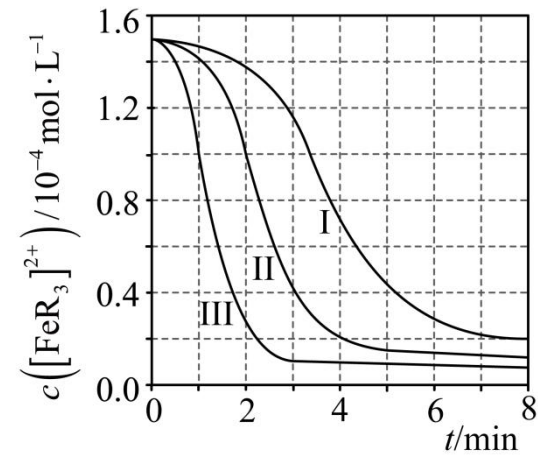
(1) 某有机物 R 能与 Fe^{2+} 形成橙红色的配离子 $[\text{FeR}_3]^{2+}$, 该配离子可被 HNO_3 氧化成淡蓝色的配离子 $[\text{FeR}_3]^{3+}$ 。

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: $\text{NO}_3^- + 2[\text{FeR}_3]^{2+} + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons ______ + 2[\text{FeR}_3]^{3+} + \text{H}_2\text{O}$

(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。

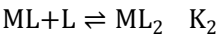
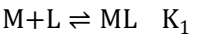


① $c(\text{HNO}_3)=3.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，在 $0\sim 1\text{min}$ 内， $[\text{FeR}_3]^{2+}$ 的平均消耗速率=_____。

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。

$c_0(\text{M})/c_0(\text{L})$	$S(\text{L})$	$S(\text{ML})$	$S(\text{ML}_2)$
0	1.00	0	0
a	x	<0.01	0.64
b	<0.01	0.40	0.60

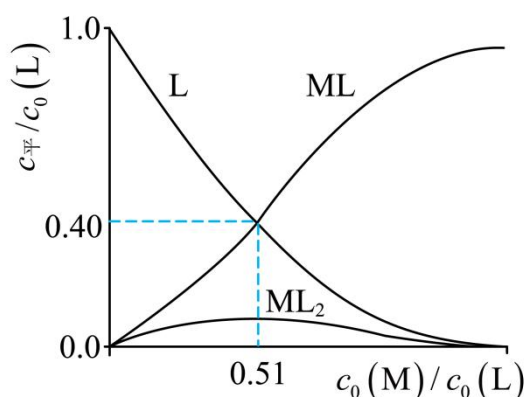
【注】核磁共振氢谱中相对峰面积 S 之比等于吸收峰对应 H 的原子数目之比；“<0.01”表示未检测到。

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

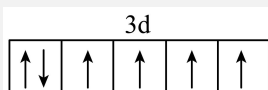
② $c_0(\text{M})/c_0(\text{L})=\text{b}$ 时，平衡浓度比 $c_{\text{平}}(\text{ML}_2):c_{\text{平}}(\text{ML})=$ _____。

(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)



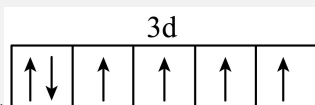
HNO_2

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

(3) 0.36 3: 4 或 0.75

(4) 98%

【详解】(1) ①基态 Fe^{2+} 的3d电子轨道表示式为



;

②根据原子守恒可知离子方程式中需要增加 HNO_2 。

(2) 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。

(3) 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 $x=0.36$;

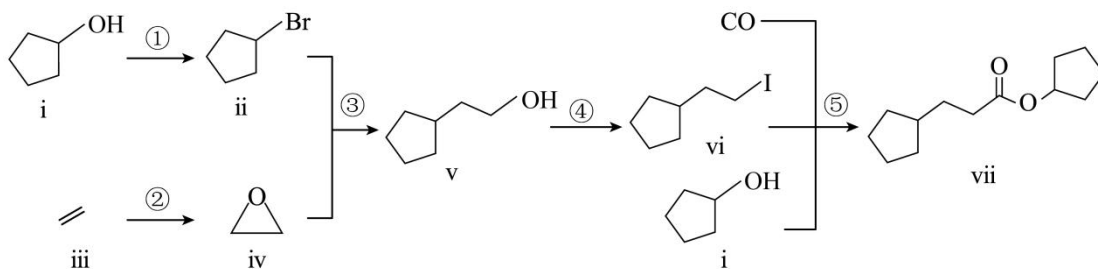
② $S(\text{ML}_2)$ 相比于 $S(\text{ML})$ 含有两个配体, 则 $S(\text{ML}_2)$ 与 $S(\text{ML})$ 的浓度比应为 $S(\text{ML}_2)$ 相对峰面积 S 的一半与 $S(\text{ML})$ 的相对峰面积 S 之比, 即 $\frac{0.6 \times \frac{1}{2}}{0.4} = \frac{3}{4}$ 。

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

$$c_{\text{平}}(\text{ML}_2) = \frac{1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - (4 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 4 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})}{2} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 则 } c_{\text{转}}(\text{M}) = 4.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; \text{ 则 M 的转化率为 } \frac{5.0 \times 10^{-6}}{5.1 \times 10^{-6}} \times 100\% \approx 98\%。$$

五、有机推断题（新）

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_____。

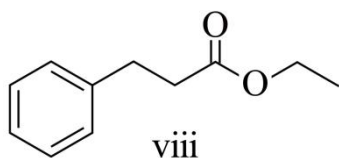
(3) 根据化合物 V 的结构特征，分析预测其可能的化学性质，完成下表。

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)。

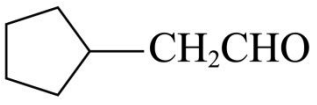
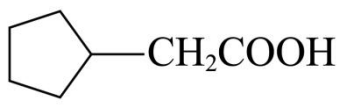
(b) 相关步骤涉及到烯烃制醇反应，其化学方程式为_____。

(c)从苯出发，第一步的化学方程式为_____ (注明反应条件)。

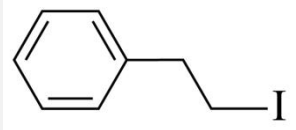
【答案】(1) $C_5H_{10}O$  (或  或 ) 3-戊酮(或 2, 2-甲基丙醛或 3, 3-二甲基氧杂环丁烷)

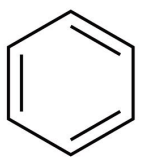
(2) O_2 或氧气

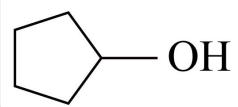
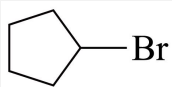
(3) 浓硫酸，加热  O_2 、Cu，加热(或酸性 $KMnO_4$ 溶液)

 (或 )

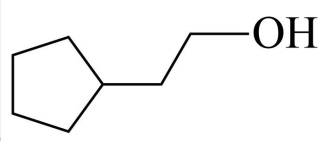
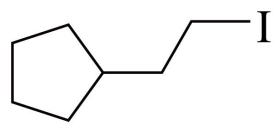
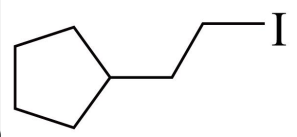
(4) CD

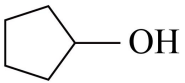
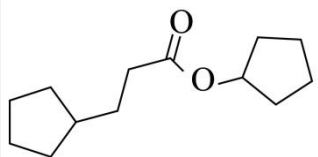
(5)  和 CH_3CH_2OH $CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} CH_3CH_2OH$

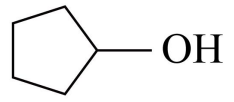
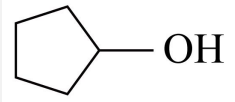
 $+Br_2 \xrightarrow{Fe} \text{C}_6H_5Br + HBr$

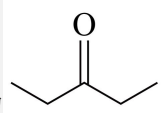
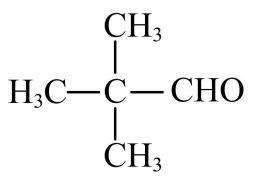
【分析】①  与 HBr 加热发生取代反应生成  ， ②乙烯在催化剂作用下氧化生成

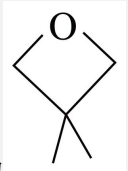
 ， ③  与  发生开环加成生成  ，

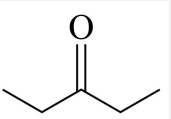
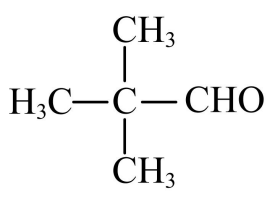
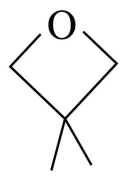
④  发生取代反应生成  ， ⑤  与


 及 CO 反应生成  。

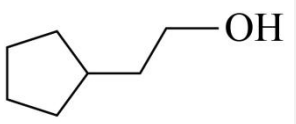
【详解】(1) 化合物 i  的分子式为 $C_5H_{10}O$ 。  不饱和度为 1, x 可形成碳碳双键或碳氧双键或一个圆环, 化合物 x 为 i 的同分异构体, 且在核磁共振氢谱上只有 2 组峰, 说明分子中有对称结构,

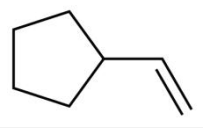
不对称的部分放在对称轴上, x 的结构简式含酮羰基时为  (或含醛基时为  或含圆

环是为 ), 其名称为 3-戊酮(或 2, 2-二甲基丙醛或 3, 3-二甲基氧杂环丁烷)。故答案为: $C_5H_{10}O$;

 (或  或 ); 3-戊酮(或 2, 2-二甲基丙醛或 3, 3-二甲基氧杂环丁烷);

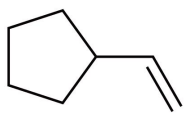
(2) 反应②中, 化合物 iii 与无色无味气体 y 反应, 生成化合物 iv, 原子利用率为 100%, ②乙烯在催化剂作用下氧化生成  , y 为 O_2 或氧气。故答案为: O_2 或氧气;

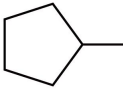
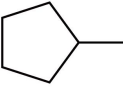
(3) 根据化合物 v  的结构特征, 分析预测其可能的化学性质: 含有羟基, 且与羟基相连

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

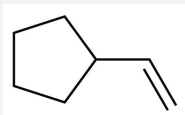
铜名银催化作用下氧化生成  , 或酸性 $KMnO_4$ 溶液中氧化生成  ,

见下表:

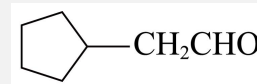
序号	反应试剂、条件	反应形成的新结构	反应类型
a	浓硫酸, 加热		消去反应

b	O_2 、Cu，加热(或酸性 $KMnO_4$ 溶液)	 $-CH_2CHO$  $-CH_2COOH$ (或)	氧化反应(生成有机产物)
---	-------------------------------	---	--------------

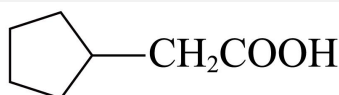
故答案为：浓硫酸，加热；



； O_2 、Cu，加热(或酸性 $KMnO_4$ 溶液)；



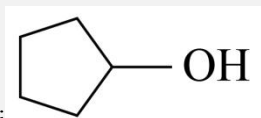
(或



)；

(4) 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；

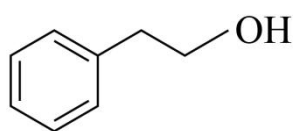


C. 反应物 i 中，氧原子采取 sp^3 杂化，但与羟基相连的碳有对称轴，其它碳上均有 2 个氢，分子中不存在手性碳原子，故 C 错误；

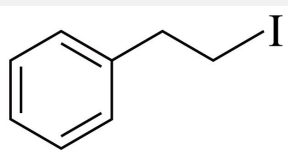
D. CO 属于极性分子，分子中存在由 p 轨道“肩并肩”形成的 π 键，故 D 错误；

故答案为：CD；

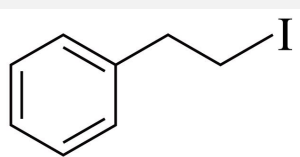
(5) 以苯、乙烯和 CO 为含碳原料，利用反应③和⑤的原理，合成化合物 viii。乙烯与水在催化剂加热加压条件下合成乙醇；乙烯在银催化作用下氧化生成环氧乙醚；苯在铁催化作用下与溴生成溴苯，溴苯与环氧乙醚生成



，与 HI 反应合成

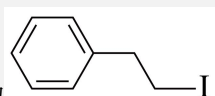


，最后根据反应⑤的原理，

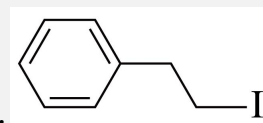


与乙醇、CO 合成化合物 viii。

(a) 最后一步反应中，有机反应物为

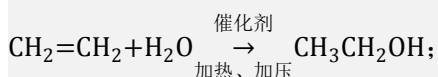


和 CH_3CH_2OH 。故答案为：

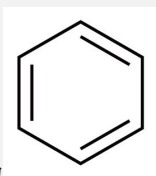


和 CH_3CH_2OH ；

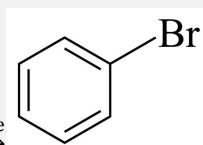
(b) 相关步骤涉及到烯烃制醇反应，其化学方程式为 $CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} CH_3CH_2OH$ 。故答案为：



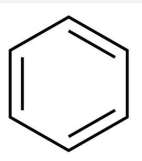
(c)从苯出发，第一步的化学方程式为



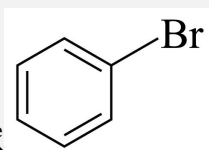
+Br₂^{Fe}→



+HBr。故答案为：



+Br₂^{Fe}→



+HBr。