

机密★启用前

## 2025 年全省普通高中学业水平等级考试

### 化学

注意事项:

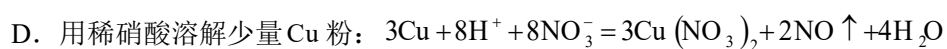
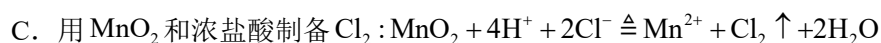
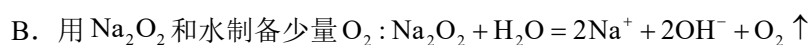
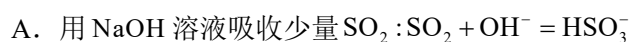
- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后、再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: H1 O16 Na23 K39

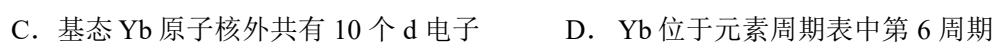
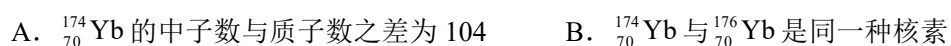
一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 下列在化学史上产生重要影响的成果中, 不涉及氧化还原反应的是  
A. 侯德榜发明了以  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  和  $\text{NaCl}$  为原料的联合制碱法  
B. 戴维电解盐酸得到  $\text{H}_2$  和  $\text{Cl}_2$ , 从而提出了酸的含氢学说  
C. 拉瓦锡基于金属和  $\text{O}_2$  的反应提出了燃烧的氧化学说  
D. 哈伯发明了以  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  为原料合成氨的方法
2. 化学应用体现在生活的方方面面, 下列用法不合理的是  
A. 用明矾净化黄河水  
B. 用漂白粉漂白蚕丝制品  
C. 用食醋去除水壶中水垢  
D. 用小苏打作烘焙糕点膨松剂
3. 实验室中, 下列试剂保存方法正确的是  
A. 液溴加水封保存在广口试剂瓶中  
B. 硝酸银溶液保存在棕色细口试剂瓶中  
C. 高锰酸钾与苯酚存放在同一药品柜中  
D. 金属锂保存在盛有煤油的广口试剂瓶中
4. 称取 1.6g 固体  $\text{NaOH}$  配制 400mL 浓度约为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液, 下列仪器中不需要使用的是  
A. 100mL 烧杯  
B. 500mL 容量瓶  
C. 500mL 量筒  
D. 500mL 细口试剂瓶(具橡胶塞)

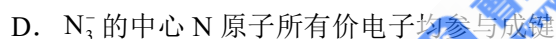
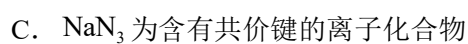
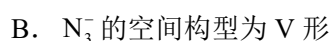
5. 下列实验涉及反应的离子方程式书写正确的是



6. 第 70 号元素镱(Yb)的基态原子价电子排布式为  $4f^{14}6s^2$ 。下列说法正确的是



7. 用硫酸和  $\text{NaN}_3$  可制备一元弱酸  $\text{HN}_3$ 。下列说法错误的是



8. 物质性质与组成元素的性质有关, 下列对物质性质差异解释错误的是

	性质差异	主要原因
A	沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$	电离能: $\text{O} > \text{S}$
B	酸性: $\text{HClO} > \text{HBrO}$	电负性: $\text{Cl} > \text{Br}$
C	硬度: 金刚石 $>$ 晶体硅	原子半径: $\text{Si} > \text{C}$
D	熔点: $\text{MgO} > \text{NaF}$	离子电荷: $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+, \text{O}^{2-} > \text{F}^-$

A. A

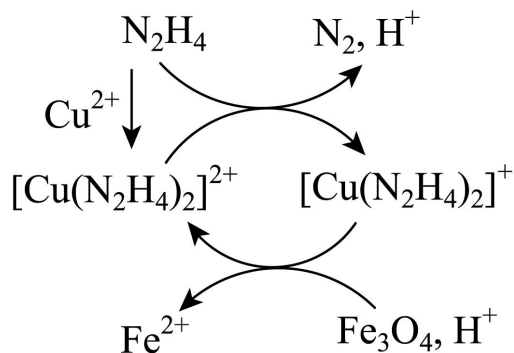
B. B

C. C

D. D

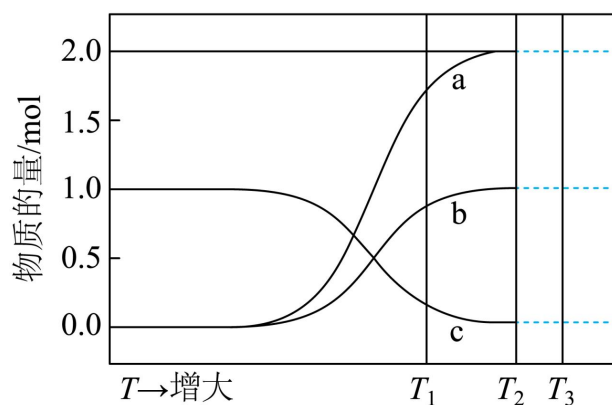
9. 用肼( $\text{N}_2\text{H}_4$ )的水溶液处理核冷却系统内壁上的铁氧化物时, 通常加入少量  $\text{CuSO}_4$ , 反应

原理如图所示。下列说法正确的是



- A.  $\text{N}_2$  是还原反应的产物  
 B. 还原性:  $\text{N}_2\text{H}_4 < \text{Fe}^{2+}$   
 C. 处理后溶液的 pH 增大  
 D. 图示反应过程中起催化作用的是  $\text{Cu}^{2+}$

10. 在恒容密闭容器中,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$  热解反应所得固相产物和气相产物均为含氟化合物。平衡体系中各组分物质的量随温度的变化关系(实线部分)如图所示。已知:  $T_2$  温度时,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$  完全分解; 体系中气相产物在  $T_1$ 、 $T_3$  温度时的分压分别为  $p_1$ 、 $p_3$ 。下列说法错误的是



- A. a 线所示物种为固相产物  
 B.  $T_1$  温度时, 向容器中通入  $\text{N}_2$ , 气相产物分压仍为  $p_1$   
 C.  $p_3$  小于  $T_3$  温度时热解反应的平衡常数  $K_p$   
 D.  $T_1$  温度时、向容器中加入 b 线所示物种, 重新达平衡时逆反应速率增大

二、选择题: 本题共 5 小题, 每小题 4 分, 共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

11. 完成下列实验所用部分仪器或材料选择正确的是

实验内容	仪器或材料

A	灼烧海带	坩埚、泥三角
B	加热浓缩 NaCl 溶液	表面皿、玻璃棒
C	称量 5.0gNaOH 固体	电子天平、称量纸
D	量取 25.00mL 稀 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	25mL 移液管、锥形瓶

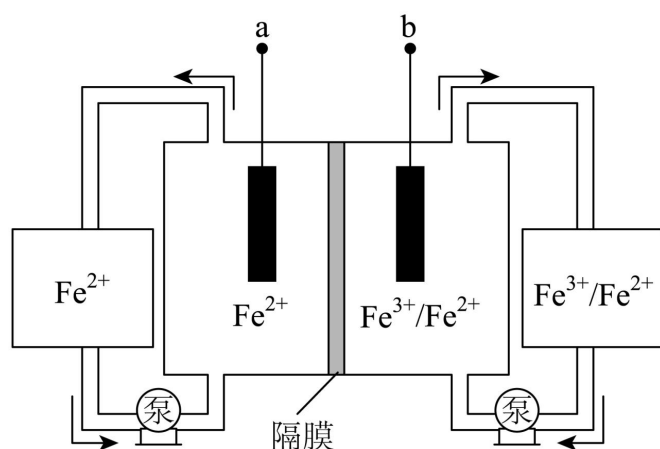
A. A

B. B

C. C

D. D

12. 全铁液流电池工作原理如图所示，两电极分别为石墨电极和负载铁的石墨电极。下列说法正确的是



A. 隔膜为阳离子交换膜

B. 放电时，a 极为负极

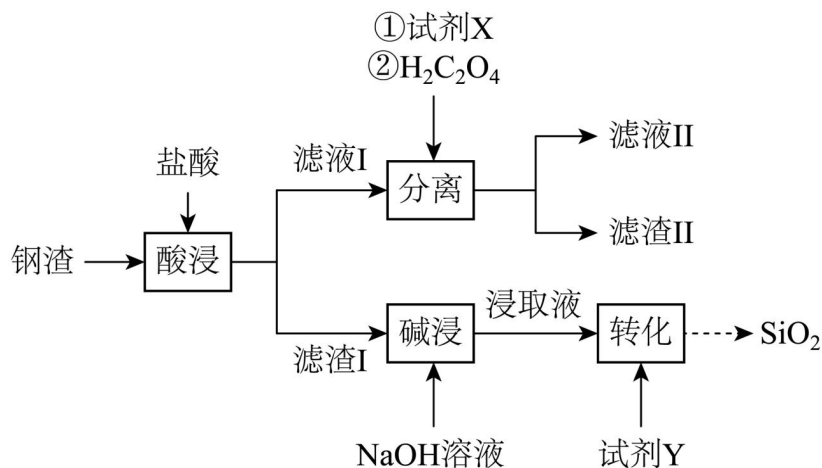
C. 充电时，隔膜两侧溶液 Fe<sup>2+</sup> 浓度均减小

D. 理论上，Fe<sup>3+</sup> 每减少 1mol, Fe<sup>2+</sup> 总量相应增加 2mol

13. 钢渣中富含 CaO、SiO<sub>2</sub>、FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等氧化物，实验室利用酸碱协同法分离钢渣中的

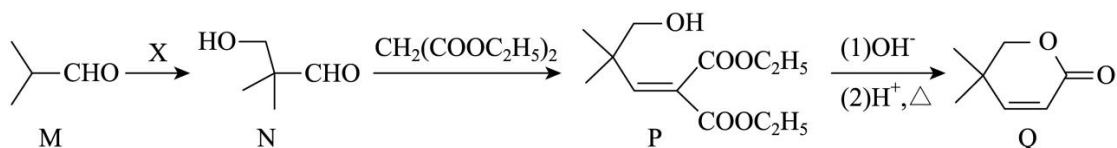
Ca, Si, Fe 元素，流程如下。已知：Fe<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 能溶于水；K<sub>sp</sub>(CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) = 2.3 × 10<sup>-9</sup>，

K<sub>sp</sub>(FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) = 3.2 × 10<sup>-7</sup>。下列说法错误的是



- A. 试剂 X 可选用 Fe 粉  
 B. 试剂 Y 可选用盐酸  
 C. “分离”后 Fe 元素主要存在于滤液II中  
 D. “酸浸”后滤液I的 pH 过小会导致滤渣II质量减少

14. 以异丁醛(M)为原料制备化合物 Q 的合成路线如下, 下列说法错误的是

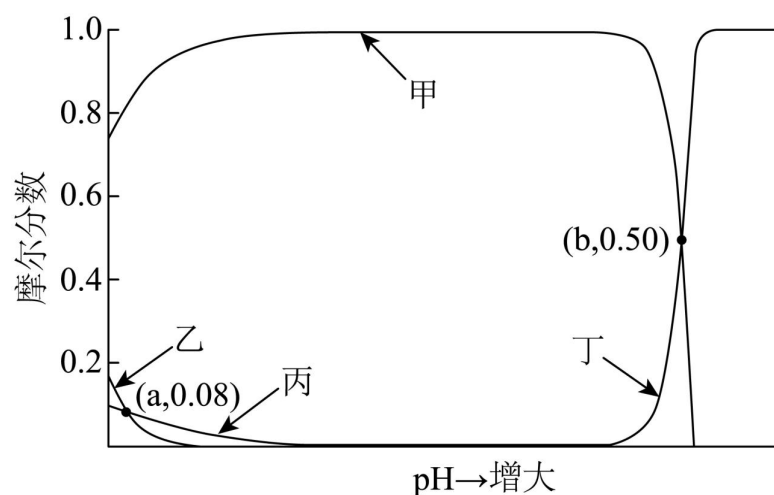


- A. M 系统命名为 2-甲基丙醛  
 B. 若  $M+X \rightarrow N$  原子利用率为 100%, 则 X 是甲醛  
 C. 用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液可鉴别 N 和 Q  
 D.  $P \rightarrow Q$  过程中有  $\text{CH}_3\text{COOH}$  生成

15. 常温下, 假设 1L 水溶液中  $\text{Co}^{2+}$  和  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  初始物质的量浓度均为  $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。平衡条件下, 体系中全部四种含碳物种的摩尔分数随 pH 的变化关系如图所示(忽略溶液体积变化)。

已知: 体系中含钴物种的存在形式为  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  和  $\text{Co}(\text{OH})_2(\text{s})$ ;

$K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.0 \times 10^{-8}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$ 。下列说法正确的是



- A. 甲线所示物种为  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$
- B.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离平衡常数  $K_{a2} = 10^{-8}$
- C.  $\text{pH} = a$  时,  $\text{Co}^{2+}$  物质的量浓度为  $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D.  $\text{pH} = b$  时, 物质的量浓度:  $c(\text{OH}^-) < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

### 三、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

16. Fe 单质及其化合物应用广泛。回答下列问题：

(1) 在元素周期表中, Fe 位于第 \_\_\_\_\_ 周期 \_\_\_\_\_ 族。基态 Fe 原子与基态  $\text{Fe}^{3+}$  离子未成对电子数之比为 \_\_\_\_\_。

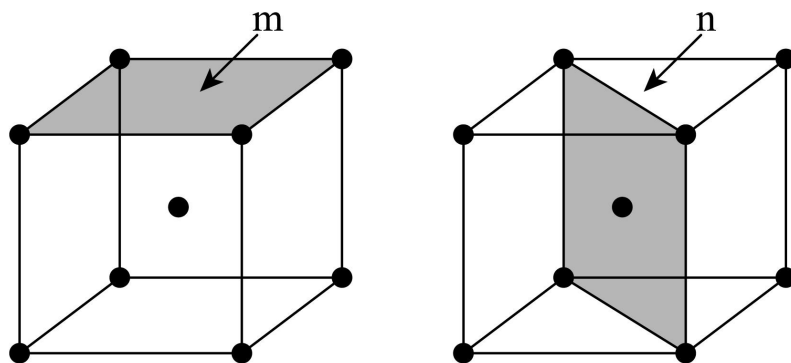
(2) 尿素分子 ( $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ ) 与  $\text{Fe}^{3+}$  形成配离子的硝酸盐  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6](\text{NO}_3)_3$  俗称尿素铁, 既可作铁肥, 又可作缓释氮肥。

① 元素 C、N、O 中, 第一电离能最大的是 \_\_\_\_\_, 电负性最大的是 \_\_\_\_\_。

② 尿素分子中, C 原子采取的轨道杂化方式为 \_\_\_\_\_。

③ 八面体配离子  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6]^{3+}$  中  $\text{Fe}^{3+}$  的配位数为 6, 碳氮键的键长均相等, 则与  $\text{Fe}^{3+}$  配位的原子是 \_\_\_\_\_ (填元素符号)。

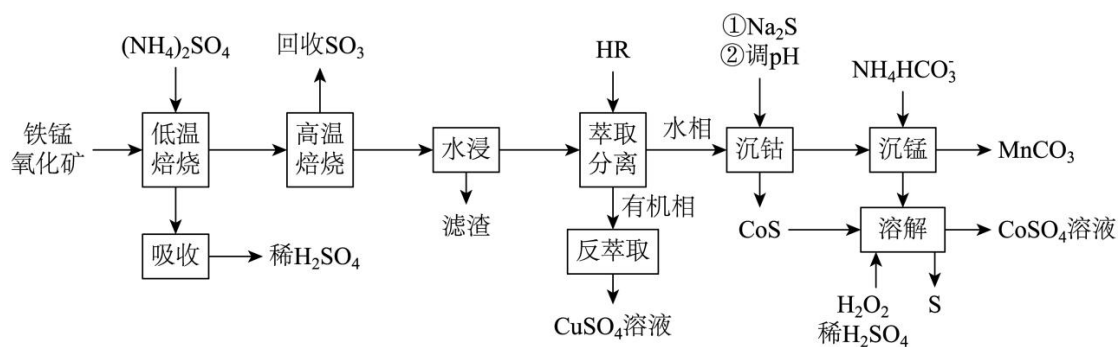
(3)  $\alpha\text{-Fe}$  可用作合成氨催化剂, 其体心立方晶胞如图所示(晶胞边长为  $a \text{ pm}$ )。



①  $\alpha$ -Fe 晶胞中 Fe 原子的半径为\_\_\_\_\_ pm。

② 研究发现， $\alpha$ -Fe 晶胞中阴影所示 m, n 两个截面的催化活性不同，截面单位面积含有 Fe 原子个数越多，催化活性越低。m, n 截面中，催化活性较低的是\_\_\_\_\_，该截面单位面积含有的 Fe 原子为\_\_\_\_\_个 $\cdot\text{pm}^{-2}$ 。

17. 采用两段焙烧—水浸法从铁锰氧化矿(要含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$  及 Co、Cu、Ca、Si 等元素的氧化物)分离提取 Cu、Co、Mn 等元素，工艺流程如下：



已知：该工艺条件下， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  低温分解生成  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ，高温则完全分解为气体；

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  在  $650^\circ\text{C}$  完全分解，其他金属硫酸盐分解温度均高于  $700^\circ\text{C}$ 。

回答下列问题：

(1)“低温焙烧”时金属氧化物均转化为硫酸盐。 $\text{MnO}_2$  与  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  反应转化为  $\text{MnSO}_4$  时有  $\text{N}_2$  生成，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。“高温焙烧”温度为  $650^\circ\text{C}$ ，“水浸”所得滤渣主要成分除  $\text{SiO}_2$  外还含有\_\_\_\_\_ (填化学式)。

(2)在  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  投料量不变的情况下，与两段焙烧工艺相比，直接“高温焙烧”，“水浸时金属元素的浸出率\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

(3)HR 萃取  $\text{Cu}^{2+}$  反应为： $2\text{HR}(\text{有机相}) + \text{Cu}^{2+}(\text{水相}) \rightleftharpoons \text{CuR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+(\text{水相})$ 。“反萃取”

时加入的试剂为\_\_\_\_\_ (填化学式)。

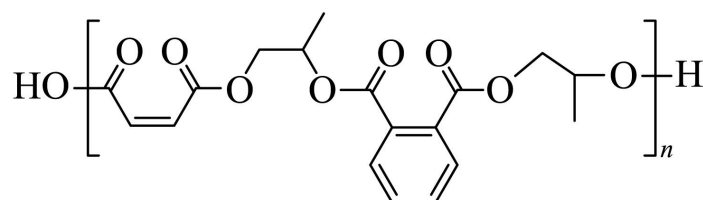
(4)“沉钴”中，pH = 4 时  $\text{Co}^{2+}$  恰好沉淀完全  $[\text{c}(\text{Co}^{2+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}]$ ，则此时溶液中

$\text{c}(\text{H}_2\text{S}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知：

$K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2}(\text{HS}^-) = 1 \times 10^{-13}$ ， $K_{sp}(\text{CoS}) = 4 \times 10^{-21}$ 。CoS“溶解”时发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

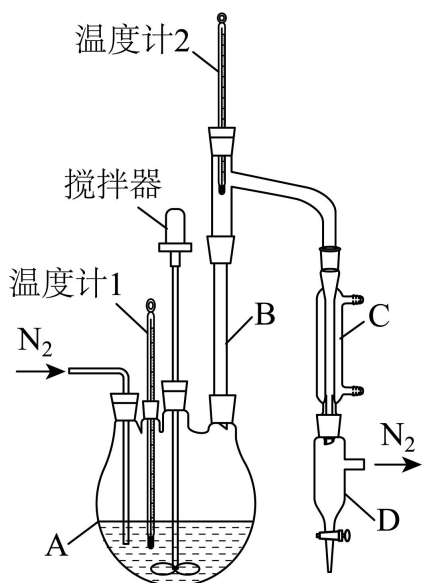
(5)“沉锰”所得滤液并入“吸收”液中，经处理后所得产品导入\_\_\_\_\_ (填操作单元名称)循环利用。

18. 如下不饱和聚酯可用于制备玻璃钢。



实验室制备该聚酯的相关信息和装置示意图如下(加热及夹持装置略)：

原料	结构简式	熔点 /°C	沸点 /°C
顺丁烯二酸酐		52.6	202.2
邻苯二甲酸酐		130.8	295.0
丙-1, 2-二醇		-60.0	187.6



实验过程：

①在装置 A 中加入上述三种原料，缓慢通入  $N_2$ 。搅拌下加热，两种酸酐分别与丙-1, 2-二醇发生醇解反应，主要生成 HO-C(=O)-C=C-C(=O)-O-CH2-CH(OH)-CH3 和 HO-C(=O)-C6H4-C(=O)-O-CH2-CH(OH)-CH3。然后逐步升温至  $190 \sim 200^\circ C$ ，醇解产物发生缩聚反应生成聚酯。

②缩聚反应后期，每隔一段时间从装置 A 中取样并测量其酸值，直至酸值达到聚合度要求(酸值：中和 1 克样品所消耗 KOH 的毫克数)。

回答下列问题：

(1)理论上，原料物质的量投料比  $n(\text{顺丁烯二酸酐}):n(\text{邻苯二甲酸酐}):n(\text{丙-1, 2-二醇})$ \_\_\_\_\_。

(2)装置 B 的作用是\_\_\_\_\_；仪器 C 的名称是\_\_\_\_\_；反应过程中，应保持温度计 2 示数处于一定范围，合理的是\_\_\_\_\_ (填标号)。

A.  $55 \sim 60^\circ C$     B.  $100 \sim 105^\circ C$     C.  $190 \sim 195^\circ C$

(3)为测定酸值，取  $a$ g 样品配制  $250.00\text{mL}$  溶液。移取  $25.00\text{mL}$  溶液，用  $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KOH}$ —乙醇标准溶液滴定至终点，重复实验，数据如下：

序号	1	2	3	4	5
滴定前读数 /mL	0.00	24.98	0.00	0.00	0.00
滴定后读数 /mL	24.98	49.78	24.10	25.00	25.02

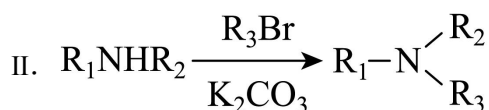
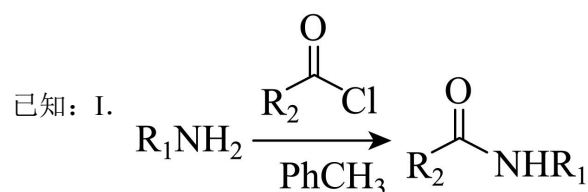
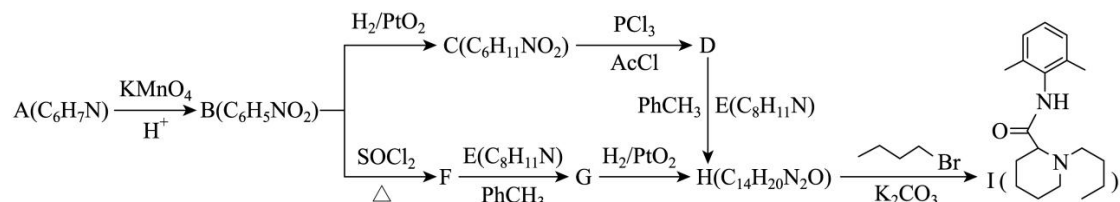
应舍弃的数据为\_\_\_\_\_ (填序号); 测得该样品的酸值为\_\_\_\_\_ (用含 a, c 的代数式表示)。

若测得酸值高于聚合度要求, 可采取的措施为\_\_\_\_\_ (填标号)。

A. 立即停止加热 B. 排出装置 D 内的液体 C. 增大 N<sub>2</sub> 的流速

(4) 实验中未另加催化剂的原因是\_\_\_\_\_。

19. 麻醉药布比卡因(I)的两条合成路线如下:



回答下列问题:

(1) A 结构简式为\_\_\_\_\_; B 中含氧官能团名称为\_\_\_\_\_。

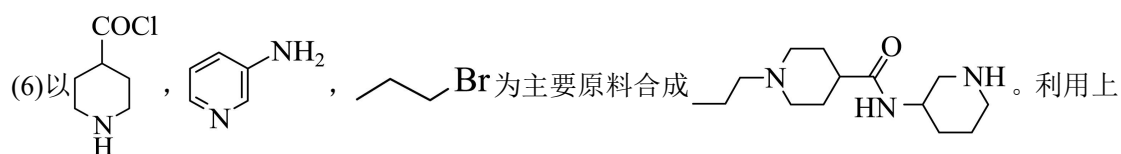
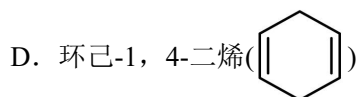
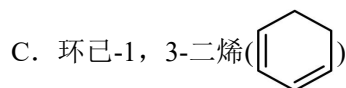
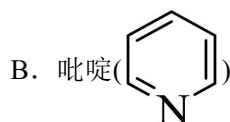
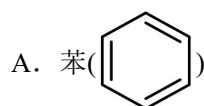
(2) C → D 反应类型为\_\_\_\_\_; D + E → H 化学方程式为\_\_\_\_\_。

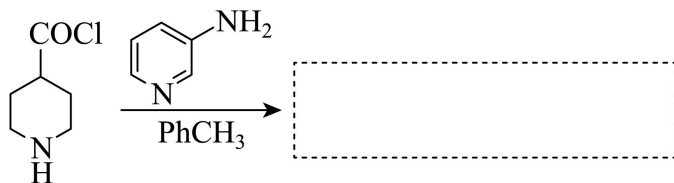
(3) G 的同分异构体中, 同时满足下列条件的结构简式为\_\_\_\_\_ (写出一种即可)。

①含 -NH<sub>2</sub> ②含 2 个苯环 ③含 4 种不同化学环境的氢原子

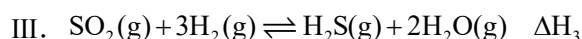
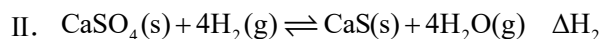
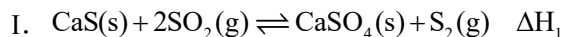
(4) H 中存在酰胺基 N 原子(a)和杂环 N 原子(b), N 原子电子云密度越大, 碱性越强, 则碱性较强的 N 原子是\_\_\_\_\_ (填“a”或“b”)。

(5) 结合路线信息, 用 H<sub>2</sub>/PtO<sub>2</sub> 催化加氢时, 下列有机物中最难反应的是\_\_\_\_\_ (填标号)。



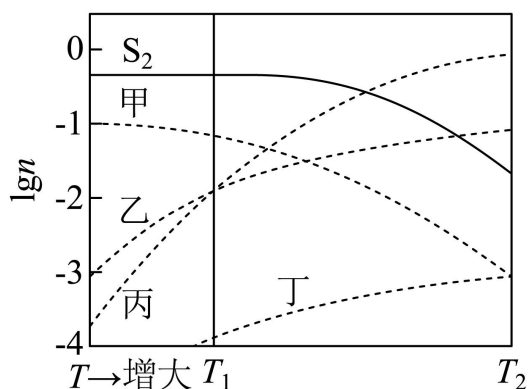


20. 利用 CaS 循环再生可将燃煤尾气中的  $\text{SO}_2$  转化生产单质硫，涉及的主要反应如下：



恒容条件下，按  $1\text{mol CaS}$ 、 $1\text{mol SO}_2$  和  $0.1\text{mol H}_2$  投料反应。平衡体系中，各气态物种的  $\lg n$  随温度的变化关系如图所示， $n$  为气态物种物质的量的值。

已知：图示温度范围内反应 II 平衡常数  $K = 10^8$  基本不变。



回答下列问题：

(1) 反应  $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$  的焓变  $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$  (用含  $\Delta H_1$ 、 $\Delta H_2$  的代数式表示)。

(2) 乙线所示物种为  $\underline{\hspace{2cm}}$  (填化学式)。反应 III 的焓变  $\Delta H_3 \underline{\hspace{1cm}} 0$  (填“>”“<”或“=”)。

(3)  $T_1$  温度下，体系达平衡时，乙线、丙线所示物种的物质的量相等，若丁线所示物种为  $a\text{mol}$ ，则  $\text{S}_2$  为  $\underline{\hspace{2cm}}$  mol (用含  $a$  的代数式表示)；此时， $\text{CaS}$  与  $\text{CaSO}_4$  物质的量的差值  $n(\text{CaS}) - n(\text{CaSO}_4) = \underline{\hspace{2cm}}$  mol (用含  $a$  的最简代数式表示)。

(4)  $T_2$  温度下，体系达平衡后，压缩容器体积  $\text{S}_2$  产率增大。与压缩前相比，重新达平衡时， $\text{H}_2\text{S}$

与  $\text{H}_2$  物质的量之比  $\frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2)}$  \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”),  $\text{H}_2\text{O}$  物质的量  $n(\text{H}_2\text{O})$  \_\_\_\_\_  
(填“增大”“减小”或“不变”).

1. A

【详解】A. 联合制碱法的反应中，化学方程式为： $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$

和  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，各元素（Na、Cl、N、C、H、O）的

化合价均未发生改变，属于非氧化还原反应，A 符合题意；

B. 电解盐酸生成  $\text{H}_2$  和  $\text{Cl}_2$ ，H 和 Cl 的化合价均发生变化（H 从 +1 → 0，Cl 从 -1 → 0），涉及氧化还原反应，B 不符合题意；

C. 金属与  $\text{O}_2$  反应生成氧化物，金属被氧化（化合价升高），O 被还原（化合价降低），涉及氧化还原反应，C 不符合题意；

D. 合成氨反应中  $\text{N}_2$  的 N 化合价从 0 → -3， $\text{H}_2$  的 H 从 0 → +1，涉及氧化还原反应，D 不符合题意；

故选 A。

2. B

【详解】A. 明矾水解生成氢氧化铝胶体可吸附水中悬浮杂质，可用于净水，用法合理，A 正确；

B. 漂白粉含次氯酸钙，其强氧化性会破坏蚕丝（蛋白质）结构，导致丝制品损坏，用法不合理，B 不正确；

C. 食醋中的醋酸与水垢（碳酸钙、氢氧化镁）反应生成可溶物，可用于除水垢，用法合理，C 正确；

D. 小苏打（碳酸氢钠）受热分解产生  $\text{CO}_2$  使糕点疏松，可用于烘焙糕点，用法合理，D 正确；

故选 B。

3. B

【详解】A. 液溴为液体，应使用细口瓶保存，广口瓶通常用于固体，加水封正确但试剂瓶选择错误，A 错误；

B. 硝酸银溶液见光易分解，棕色细口瓶避光且适合液体保存，B 正确；

C. 高锰酸钾是强氧化剂，苯酚有还原性，两者混合可能反应，不能放在同一药品柜中，C 错误；

D. 锂密度小于煤油，无法被煤油浸没隔绝空气，保存方法错误，应保存在固体石蜡油中，

D 错误;

故选 B。

4. C

【分析】配制 NaOH 溶液的步骤包括计算, 称量, 溶解, 转移, 洗涤, 定容, 摇匀等步骤。

【详解】A. 溶解 1.6g NaOH 需要在烧杯中进行, 烧饼是需要的, 故 A 需要;

B. 因无 400mL 容量瓶, 必须改用 500mL 配制, 计算时按 500mL 计算, 需要 500mL 容量瓶, 故 B 需要;

C. 溶解时直接加水至固体溶解, 无需精确量取; 定容由容量瓶完成, 无需 500mL 量筒, 故 C 不需要;

D. NaOH 溶液配制好后需要转移到试剂瓶中储存, 氢氧化钠溶液是液体, 而且易与玻璃中的二氧化硅反应, 不能选择玻璃塞, 所以需要 500mL 细口试剂瓶(具橡胶塞), 故 D 需要;

故选 C。

5. C

【详解】A. 当 NaOH 吸收少量  $\text{SO}_2$  时, 应生成  $\text{SO}_3^{2-}$  而非  $\text{HSO}_3^-$ , 正确反应为:

$\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ , A 错误;

B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应生成氢氧化钠和氧气, 正确离子方程式为

$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$ , 原方程式系数未配平, B 错误;

C.  $\text{MnO}_2$  与浓盐酸加热生成  $\text{Cl}_2$  的离子方程式为  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \triangleq \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,

各元素及电荷均守恒, C 正确;

D. 稀硝酸与 Cu 反应时, 产物  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  应拆解为  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{NO}_3^-$ , 正确离子方程式为

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

故选 C。

6. D

【详解】A. 中子数=174-70=104, 与质子数 70 的差为 104-70=34, 而非 104, A 错误;

B. 同位素之间质子数相同, 但中子数不同, 两者属于不同核素, B 错误;

C. 根据构造原理可知, Yb 的电子排布为  $[\text{Xe}]4f^{14}6s^2$ , 在 3d 和 4d 轨道上有电子, 共 20 个 d 电子, C 错误;

D. 根据 Yb 的价电子排布式可知，其有 6s 轨道，说明其有 6 个电子层第 6 周期，其位于，Yb 且属于镧系元素，镧系元素位于第 6 周期，D 正确；

故选 D。

7. B

【详解】A:  $\text{NaN}_3$  是强碱 ( $\text{NaOH}$ ) 和弱酸 ( $\text{HN}_3$ ) 形成的盐， $\text{N}_3^-$  水解生成  $\text{OH}^-$ ，溶液显碱性，A 正确。

$\text{N}_3^-$  与  $\text{CO}_2$  是等电子体，两者结构相似，其中心原子均为 sp 杂化，其电空间构型均为直线型，而非 V 形，B 错误。

C:  $\text{NaN}_3$  为离子化合物 ( $\text{Na}^+$  与  $\text{N}_3^-$  通过离子键结合)， $\text{N}_3^-$  内部三个 N 原子以共价键连接，C 正确。

D: 中心 N 原子通过 sp 杂化形成两个双键，无孤电子对，所有价电子参与成键，D 正确。

故选 B。

8. A

【详解】A.  $\text{H}_2\text{O}$  沸点高于  $\text{H}_2\text{S}$  的主要原因是  $\text{H}_2\text{O}$  分子间存在氢键、 $\text{H}_2\text{S}$  分子间不存在氢键，而非 O 的电离能大于 S，电离能与沸点无直接关联，A 错误；

B.  $\text{HClO}$  酸性强于  $\text{HBrO}$  是因为 Cl 的电负性大于 Br，导致 O-H 键极性更强，更易解离  $\text{H}^+$ ，B 正确；

C. 金刚石硬度大于晶体硅是因为 C 原子半径小于 Si，C-C 键键能更大，共价结构更稳定，C 正确；

D.  $\text{MgO}$  和  $\text{NaF}$  均属于离子晶体，离子晶体的熔点取决于其晶格能的大小，离子半径越小、离子电荷越多的，其晶格能一般较大，其熔点更高； $\text{MgO}$  熔点高于  $\text{NaF}$  是因为  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{O}^{2-}$  的电荷高于  $\text{Na}^+$  和  $\text{F}^-$ ，且其阴、阳离子的半径对应较小，故离子键强度更大，晶格能更高，D 正确；

故选 A。

9. C

【分析】由图中信息可知， $\text{N}_2\text{H}_4$  和  $\text{Cu}^{2+}$  反应生成的  $[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^{2+}$  是  $\text{N}_2\text{H}_4$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  反应的催化剂， $[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^+$  是中间产物，该反应的离子方程式为

$$\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 12\text{H}^+ \xrightarrow{[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^{2+}} \text{N}_2 \uparrow + 6\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$$
,  $\text{N}_2\text{H}_4$  是还原剂,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  是氧化剂,  $\text{Fe}^{2+}$  是还原产物。

【详解】A. 该反应中,  $\text{N}_2\text{H}_4$  中 N 元素的化合价升高被氧化, 因此,  $\text{N}_2$  是氧化反应的产物, A 不正确;

B. 在同一个氧化还原反应中, 还原剂的还原性强于还原产物, 因此, 还原性的强弱关系为  $\text{N}_2\text{H}_4 > \text{Fe}^{2+}$ , B 不正确;

C. 由反应的离子方程式可知, 该反应消耗  $\text{H}^+$ , 处理后溶液的 pH 增大, C 正确;

D. 根据循环图可知, 图示反应过程中起催化作用的是  $[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^{2+}$ , D 不正确;

综上所述, 本题选 C。

10. C

【分析】 $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$  热解反应所得固相产物和气相产物均为含氟化合物, 则其分解产物为  $\text{NaF}(\text{s})$  和  $\text{SiF}_4(\text{g})$ , 其分解的化学方程式为  $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NaF}(\text{s}) + \text{SiF}_4(\text{g})$ , 根据图数据分析可知, a 线代表  $\text{NaF}(\text{s})$ , b 线代表  $\text{SiF}_4(\text{g})$ , c 线代表  $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$ 。由各线的走势可知, 该反应为吸热反应, 温度升高, 化学平衡正向移动。

【详解】A. a 线所示物种为  $\text{NaF}(\text{s})$ ,  $\text{NaF}(\text{s})$  固相产物, A 正确;

B.  $T_1$  温度时, 向容器中通入  $\text{N}_2$ , 恒容密闭容器的体积不变, 各组分的浓度不变, 化学平衡不发生移动, 虽然总压变大, 但是气相产物分压不变, 仍为  $p_1$ , B 正确;

C. 恒容密闭容器的平衡体系的气相产物只有  $\text{SiF}_4(\text{g})$ ,  $K_p = p(\text{SiF}_4)$ , 因此,  $p_3$  与  $T_3$  温度时热解反应的平衡常数  $K_p$  相等, C 不正确;

D. b 线所示物种为  $\text{SiF}_4(\text{g})$ ,  $T_1$  温度时向容器中加入  $\text{SiF}_4(\text{g})$ , 增大生成物的浓度导致逆反应速率增大, 化学平衡向逆反应方向移动, 因此重新达平衡时 (此处指的是重新建立化学平衡的过程中) 逆反应速率增大 (比原平衡体系的大), D 正确;

综上所述, 本题选 C。

11. A

【详解】A. 灼烧海带需在坩埚中进行, 并用泥三角支撑坩埚于铁架台上加热, 仪器选择正

确，A 正确；

B. 加热浓缩 NaCl 溶液应使用蒸发皿（而非表面皿）和玻璃棒，表面皿无法直接加热，B 错误；

C. NaOH 易潮解且腐蚀性强，称量时应置于烧杯或表面皿中，而非称量纸上，C 错误；

D. 量取 25.00mL 的稀硫酸可以用 25mL 的移液管量取，并注入锥形瓶中，但移液管需要洗耳球配合使用，D 错误；

故选 A。

12. BC

【分析】全铁流电池原理为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ，a 极发生  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，为负载铁的石墨电极做负极，b 极发生  $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，发生还原反应，b 为石墨电极，做正极，依次解题。

【详解】A. 两极通过阴离子平衡电荷，隔膜允许阴离子通过，为阴离子交换膜，A 错误；

B. 根据分析，放电时，a 极为负极，b 极为正极，B 正确；

C. 充电时，a 接电源负极，为阴极，电极反应式为  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ ，b 接电源正极，为阳极，发生的电极反应式为： $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$ ，两极的  $\text{Fe}^{2+}$  均减少，C 正确；

D. 根据总反应方程式  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$  可知， $\text{Fe}^{3+}$  减少 1mol， $\text{Fe}^{2+}$  增加 1.5mol，D 错误；

答案选 BC。

13. A

【分析】钢渣通过盐酸酸浸，得到滤液 I 中含有  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  等，滤渣 I 为  $\text{SiO}_2$ ，滤渣 I 加入 NaOH 溶液碱浸，得到含有  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  的浸取液，加入试剂 Y 盐酸生成硅酸沉淀，最后得到  $\text{SiO}_2$ ，滤液 I 加入试剂 X 和  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  分离，由于  $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  能溶于水，试剂 X 将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，再加入  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，使  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  先沉淀，滤渣 II 为  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ，滤液 II 中有  $\text{Fe}^{3+}$ ，依次解题。

【详解】A. 根据分析，加入试剂 X 的目的是将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，试剂 X 应该是氧化剂，不可以是 Fe 粉，A 错误；

B. 加入试剂 Y，将  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  转化为  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  沉淀，最后转化为  $\text{SiO}_2$ ，试剂 Y 可以是盐酸，B 正确；

C. 根据分析，“分离”后 Fe 元素主要存在于滤液 II 中，C 正确；

D. “酸浸”后滤液 I 中 pH 过小，酸性强，造成  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  浓度小，使  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$  平衡逆向移动，得到  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  沉淀少，滤渣 II 质量减少，D 正确；

答案选 A。

14. CD

【分析】由图示可知，M 到 N 多一个碳原子，M 与 X 发生加成反应得到 N，X 为甲醛，N 与  $\text{CH}_2(\text{COOC}_2\text{H}_5)$  发生先加成后消去的反应，得到 P，P 先在碱性条件下发生取代反应，再酸化得到 Q。

【详解】A. M 属于醛类醛基的碳原子为 1 号，名称为 2-甲基丙醛，A 正确；

B. 根据分析，若  $\text{M}+\text{X}\rightarrow\text{N}$  原子利用率为 100%，则 X 为 HCHO，B 正确；

C. N 有醛基和  $-\text{CH}_2\text{OH}$ ，能使酸性高锰酸钾溶液褪色，Q 有碳碳双键，也能使酸性高锰酸钾溶液褪色，不能用酸性高锰酸钾溶液鉴别 N 和 Q，C 错误；

D. P 到 Q 第一步在碱性条件下酯基和羟基发生取代反应形成环状结构，生成物有  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，没有  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，D 错误；

答案选 CD。

15. D

【分析】由题中信息可知， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  可以形成 4 物种，分别为  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $\text{HC}_2\text{O}_4^-$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  和  $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$ ，随着 pH 增大， $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的摩尔分数逐渐减小， $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  会转化为溶解度更小的  $[\text{Co}(\text{OH})_2]$ ， $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  的摩尔分数先增大后减小，因此， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的摩尔分数逐渐增大。

综合以上分析可知，甲线所示物种为  $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$ ，丁线所示物种为  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，根据曲线的走势结合电离平衡的过程可知，乙线所示物种为  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，丙线所示物种为  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$ 。由甲、丁两

线的交点可知，在该点  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  和  $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  的摩尔分数相等，均为 0.5，由于水溶液中  $\text{Co}^{2+}$  和  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  初始物质的量浓度均为  $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则此时溶液中  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的浓度为  $0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，由

$K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.0 \times 10^{-8}$  可以求出此时溶液中  $\text{Co}^{2+}$  的浓度为  $\frac{6.0 \times 10^{-8}}{0.005} = 1.2 \times 10^{-5} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，再

由  $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$  可以求出此时溶液中  $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{5.9 \times 10^{-15}}{1.2 \times 10^{-5}}} \approx 2.2 \times 10^{-5} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，

$\text{pH} \approx 9.3$ ，即  $\text{b} \approx 9.3$ ，根据图像中的位置可以估算出  $\text{a} < 7$ 。由乙和丙两线的交点可知，

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  和  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的摩尔分数相等，均为 0.08，则由 C 元素守恒可知，此时  $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  的摩尔分数为 0.84。

【详解】A. 由分析可知，甲线所示物种为  $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$ ，A 不正确；

B. 已知  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  二元中强酸，其酸式盐的水溶液显酸性， $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离程度大于其水解程度；当溶液中  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  与  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  浓度相等时，溶液显酸性， $c(\text{H}^+) > 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则

$$K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = c(\text{H}^+) > 1 \times 10^{-7}，故 B 不正确；$$

C.  $\text{pH} = a$  时， $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  的摩尔分数为 0.84， $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$  的物质的量为

$$1\text{L} \times 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.84 = 0.0084 \text{ mol}，由水于溶液中  $\text{Co}^{2+}$  初始物质的量浓度为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，$$

体系中还存在  $\text{Co}^{2+}$  水解产生的  $\text{Co}(\text{OH})_2$ ，因此， $\text{Co}^{2+}$  的物质的量浓度小于  $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

C 不正确；

D. 由分析可知  $\text{pH} = b$  时， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的浓度为  $0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c(\text{OH}^-) \approx 2.2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

$c(\text{OH}^-) < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，D 正确；

综上所述，本题选 D。

16. (1) 四 VIII 4: 5

(2) N O  $\text{sp}^2$  O

(3)  $\frac{\sqrt{3}a}{4}$  n  $\frac{\sqrt{2}}{a^2}$

【详解】(1) Fe 为 26 号元素，位于元素周期表中第四周期 VIII 族；基态 Fe 原子电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^64\text{s}^2$ ，未成对电子数为 4，基态  $\text{Fe}^{3+}$  电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^5$ ，未成对电子数为 5，故答案为：四；VIII；4: 5。

(2) ①同周期元素从左到右，第一电离能呈增大趋势，但 N 原子 2p 轨道为半充满稳定结构，第一电离能： $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ ；同周期元素从左到右，电负性逐渐增大，因此电负性： $\text{O} > \text{N} > \text{C}$ ，故答案为：N；O。

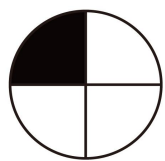
②尿素分子 ( $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ ) 中 C 原子形成 3 个  $\sigma$  键，无孤电子对，采取的轨道杂化方式为  $\text{sp}^2$  杂化。

③八面体配离子  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6]^{3+}$  中  $\text{Fe}^{3+}$  的配位数为 6，碳氮键的键长均相等，因此 N 原子不会参与形成配位键，说明  $\text{C}=\text{O}$  中 O 原子参与配位，所以与  $\text{Fe}^{3+}$  配位的原子是 O。

(3) ①  $\alpha\text{-Fe}$  为体心立方晶胞，晶胞边长为  $a \text{ pm}$ ，体对角线长度为  $\sqrt{3}a \text{ pm}$ ，体心立方晶胞

中 Fe 原子半径  $r$  与体对角线关系为  $4r = \sqrt{3}a$ ，因此 Fe 原子的半径为  $\frac{\sqrt{3}a}{4}$  pm。

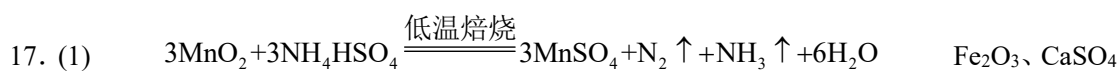
②m 截面面积  $S_m = a^2 \text{pm}^2$ ，每个角原子被 4 个相邻晶胞共享（二维共享），如图所示：



每个晶胞的顶点原子贡献  $\frac{1}{4}$  个原子给该晶面，所含原子数为  $4 \times \frac{1}{4} = 1$ ，单位面积原子数为  $\frac{1}{a^2}$  个  $\text{pm}^{-2}$ ，n 截面面积为  $a \times \sqrt{2}a = \sqrt{2}a^2 \text{pm}^2$ ，每个角原子被 4 个相邻晶胞共享，

体心原子完全属于本截面，所含原子数为  $\left(4 \times \frac{1}{4}\right) + 1 = 2$ ，单位面积原子数为  $\frac{2}{\sqrt{2}a^2} = \frac{\sqrt{2}}{a^2}$  个

$\text{pm}^{-2}$ ，因此催化活性较低的是 n 截面，该截面单位面积含有的 Fe 原子为  $\frac{\sqrt{2}}{a^2}$  个  $\text{pm}^{-2}$ 。



(2) 减小

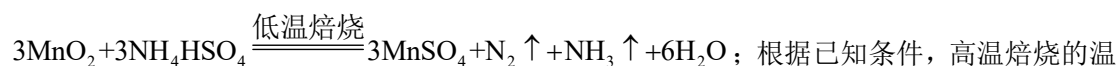
(3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$



(5) 低温焙烧

【分析】采用两段焙烧—水浸法从铁锰氧化矿中分离提取 Cu、Co、Mn 等元素，加入硫酸铵低温焙烧，金属氧化物均转化为硫酸盐，如硫酸锰、硫酸铁、硫酸钴、硫酸钙等，产生的气体有氨气，氮气等，氨气用稀硫酸吸收，得到硫酸铵溶液，得到的硫酸盐经  $650^\circ\text{C}$  高温焙烧，只有硫酸铁发生了分解，产生三氧化硫气体和氧化铁，水浸后，过滤分离出滤渣，滤渣主要为二氧化硅，氧化铁，及硫酸钙，后续萃取分离，将铜元素萃取到有机相中，最终得到硫酸铜溶液，水相主要含有钴元素和锰元素，加入硫化钠，调节 pH，生成硫化钴，过滤分离最终得到硫酸钴溶液，滤液中加入碳酸氢铵，生成碳酸锰沉淀，据此解答。

【详解】(1) 低温焙烧，金属氧化物均转化为硫酸盐，二氧化锰与硫酸氢铵反应，转化为硫酸锰和氮气，根据电子得失守恒可知还有氨气生成，化学方程式为：



度为  $650^\circ\text{C}$ ，只有硫酸铁发生分解，生成三氧化硫气体和氧化铁，二氧化硅，氧化铁，硫酸钙等在水中溶解度都较小，所以“水浸”所得滤渣的主要成分除了  $\text{SiO}_2$  外还含有， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ ；

故答案为： $3\text{MnO}_2+3\text{NH}_4\text{HSO}_4 \xrightarrow{\text{低温焙烧}} 3\text{MnSO}_4+\text{N}_2\uparrow+\text{NH}_3\uparrow+6\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ ；

(2) 根据已知条件，硫酸铵低温分解成硫酸氢铵，高温则完全分解成气体，如果直接高温焙烧，则硫酸铵会分解，物质的量减少，导致金属元素的浸出率减小，故答案为：减小；

(3) 根据萃取的化学方程式： $2\text{HR}(\text{有机相})+\text{Cu}^{2+}(\text{水相})\rightleftharpoons \text{CuR}_2(\text{有机相})+2\text{H}^+(\text{水相})$ ，加入有机相将铜离子萃取到有机相中，反萃取时需要使平衡逆向移到，生成铜离子，而且为了不引入新的杂质，应加入的试剂为稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，故答案为： $\text{H}_2\text{SO}_4$ ；

(4) 沉钴时， $\text{pH}=4$  时  $\text{Co}^{2+}$  恰好沉淀完全，其浓度为  $c(\text{Co}^{2+})=1\times 10^{-5}\text{mol/L}$ ，此时

$c(\text{H}^+)=1\times 10^{-4}\text{mol/L}$ ，根据  $K_{\text{sp}}(\text{CoS})=4\times 10^{-21}$ ，推出  $c(\text{S}^{2-})=\frac{K_{\text{sp}}(\text{CoS})}{c(\text{Co}^{2+})}=\frac{4\times 10^{-21}}{1\times 10^{-5}}=4\times 10^{-16}\text{mol/L}$ ，

又因为  $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S})=1\times 10^{-7}$ ， $K_{\text{a2}}(\text{HS}^-)=1\times 10^{-13}$ ，

$K_{\text{a1}}\times K_{\text{a2}}=\frac{c(\text{H}^+)\times c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}\times \frac{c(\text{H}^+)\times c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)}=\frac{c^2(\text{H}^+)\times c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})}$ ，则  $c(\text{H}_2\text{S})=$

$\frac{c^2(\text{H}^+)\times c(\text{S}^{2-})}{K_{\text{a1}}\times K_{\text{a2}}}=\frac{(10^{-4})^2\times 4\times 10^{-16}}{10^{-7}\times 10^{-13}}=4\times 10^{-4}\text{mol/L}$ ；由流程图可知， $\text{CoS}$  溶解时加入了过氧化

氢，稀硫酸，生成了  $\text{CoSO}_4$  和  $\text{S}$ ，化学方程式为： $\text{CoS}+\text{H}_2\text{O}_2+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{CoSO}_4+\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$ ，改

写成离子方程式为： $\text{CoS}+\text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^+=\text{Co}^{2+}+\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$ 。故答案为： $4\times 10^{-4}$ ；

$\text{CoS}+\text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^+=\text{Co}^{2+}+\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$ ；

(5) 由分析可知，沉锰过程中，加入碳酸氢铵，生成碳酸锰，二氧化碳，硫酸铵等，过滤后滤液中的硫酸铵可并入吸收液中，经过处理后导入低温焙烧循环使用，故答案为：低温焙烧。

18. (1)1:1:2

(2) 导气，同时将顺丁烯二酸酐、苯二甲酸酐、丙-1,2-二醇以及醇解反应的产物冷凝回流到装置 A 中，但是不会将水蒸气冷凝 (直形) 冷凝管 B

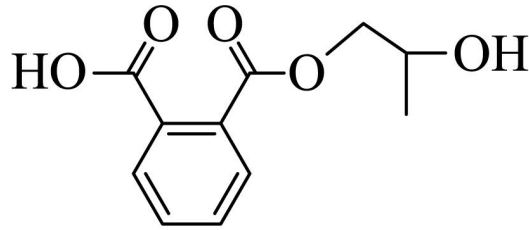
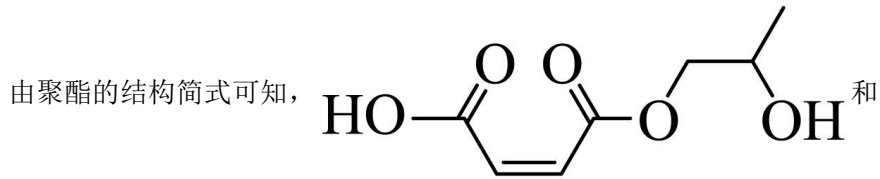
(3) 2、3  $\frac{14000c}{a}\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  C

(4) 酸酐本身就能催化成酯反应 (酰基化反应)，且可以与水反应，促进缩聚反应正向进行

【分析】根据题中信息可知，本实验分为两个阶段，先由 3 种原料发生醇解反应，然后醇解产物再发生缩聚反应得到聚酯，两个阶段控制的温度不同。当测得样品的酸值达到合理要求

后，缩聚反应完成。

【详解】(1)



按物质的量之比 1:1 发生缩聚反应生成该聚酯，

而顺丁烯二酸酐和邻苯二甲酸酐分别与丙-1,2-二醇以物质的量之比 1:1 发生醇解反应，因此，理论上，原料物质的量投料比  $n(\text{顺丁烯二酸酐}) : n(\text{邻苯二甲酸酐}) : n(\text{丙-1,2-二醇}) = 1:1:2$ 。

(2) 装置 A 中 3 种原料在加热的条件下发生反应，由于这些原料有一定的挥发性，若这些原料的蒸气随氮气一起流出，则原料的利用率减小，从而导致产品的产率减小，因此，需要冷凝回流装置，装置 B 为空气冷凝管，其作用是导气，同时将顺丁烯二酸酐、苯二甲酸酐、丙-1,2-二醇以及醇解反应的产物冷凝回流到装置 A 中，但是不会将水蒸气冷凝；仪器 C 的名称是冷凝管，其可以将反应生成的水蒸气冷凝为水；根据 3 种原料的沸点可知，反应过程中，应保持温度计 2 示数处于一定范围，即高于水的沸点、低于原料的沸点，防止原料流失，合理的是  $100\sim 105^\circ\text{C}$ ，故选 B。

(3) 由表中数据可知，5 次滴定消耗标准溶液的体积分别为 24.98mL、24.80mL、24.10mL、25.00mL、25.02mL，第 2、3 两次实验的数据的误差明显偏大，故应舍弃的数据为 2、3；用合理的 3 次实验的数据求平均值为 25.00mL， $25.00\text{mL cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KOH}$  一乙醇标准溶液中含有 KOH 的质量为  $25.00\text{mL} \times 10^{-3}\text{L}\cdot\text{mL}^{-1} \times \text{cmol}\cdot\text{L}^{-1} \times 56000 \text{ mg}\cdot\text{mol}^{-1} = 1400c \text{ mg}$ ，因此，测得该样

$$\text{品的酸值为 } \frac{1400c\text{mg}}{\text{ag} \times \frac{25.00\text{mL}}{250.00\text{mL}}} = \frac{14000c}{a} \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}。$$

若测得酸值高于聚合度要求，说明样品中所含的羧基数目较多，还有一部分单体没有发生充分发生缩聚反应，或者聚合程度不够。因此，可采取的措施为（填标号）

A. 若立即停止加热，则酸值不变，不能达到目的，相反地，可以继续加热，让缩聚反应充分进行，A 不可取；

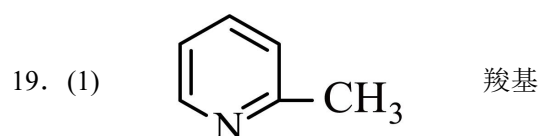
B. 若排出装置 D 内的液体，可以除去未参与缩聚反应的单体，降低混合物的酸值，但是明

显不符合题意，题中描述每隔一段时间从装置 A 中取样并测量其酸值，直至酸值达到聚合度要求才可以达到目的，B 不可取；

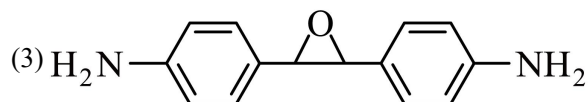
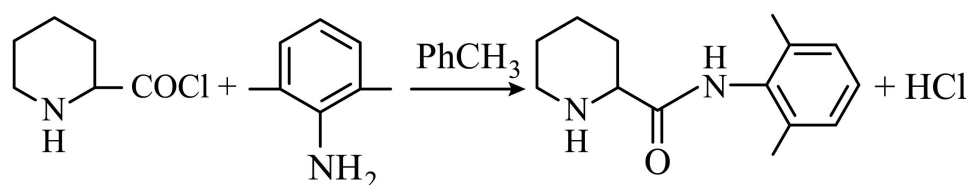
C.  $N_2$  的作用是一方面可以将生成的水带走，另一方面可以起到搅拌作用，从而加快反应速率且促进缩聚反应充分进行，因此，增大  $N_2$  的流速可行，C 可取；

综上所述，选 C。

(4) 本实验中使用了 2 种酸酐，酸酐本身就能催化成酯反应（酰基化反应），且可以与水反应，促进缩聚反应正向进行，因此，可以适当增大酸酐的用量，实验中未另加催化剂的原因是：酸酐本身就能催化成酯反应（酰基化反应），且可以与水反应，促进缩聚反应正向进行。

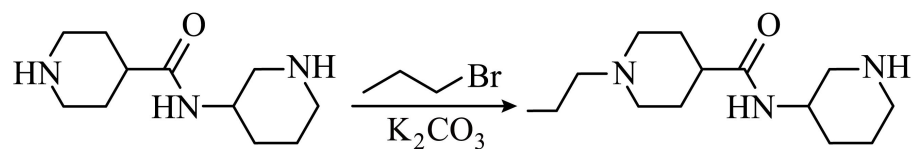
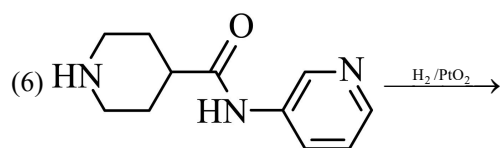


(2) 取代反应

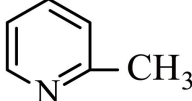


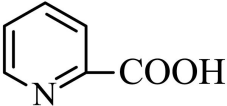
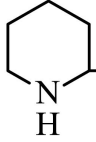
(4)b

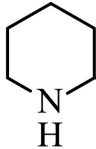
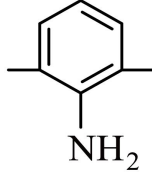
(5)A

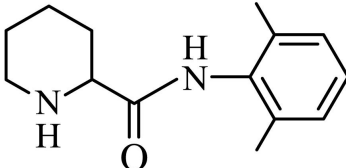


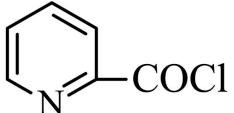
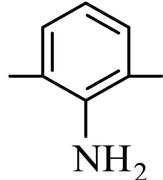
【分析】

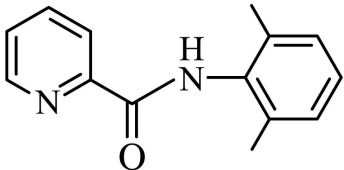
A 的分子式为  $C_6H_7N$ ，结合 I 的结构式可推出 A 的结构式为 ，A 被高锰酸

钾氧化为 B ()，B 与氢气加成生成 C ()，C 与三氯

化磷发生取代反应生成 D ()，D 与 E () 发生取代反应生

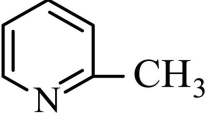
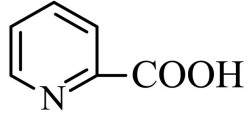
成 H ()，H 与 1-溴丁烷发生取代反应生成目标产物。另一条

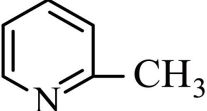
合成路线为：B 与  $\text{SOCl}_2$  反应生成 F ()，F 与 E () 发生

取代反应生成 G ()，G 与氢气加成得到 H，H 与 1-溴丁烷发生

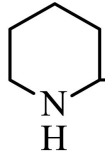
取代反应生成目标产物，据此解答。

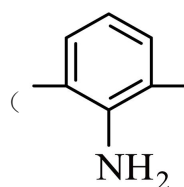
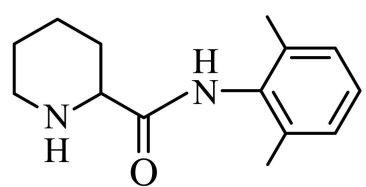
【详解】(1)

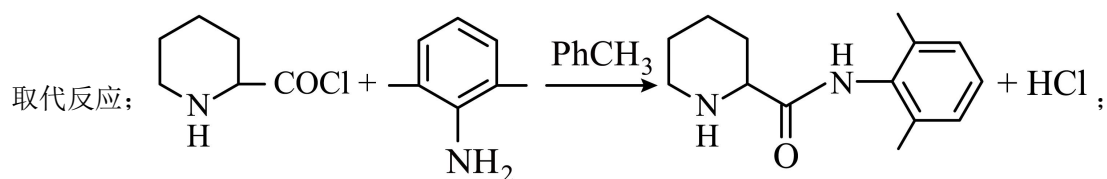
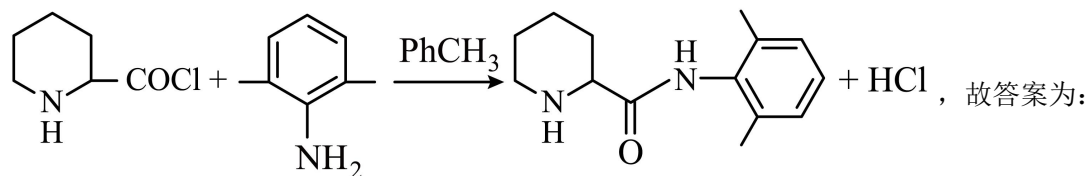
由分析可知，A 的结构式为 ，B 为 ，B 含有的含氧官

能团名称为羧基，故答案为：；羧基；

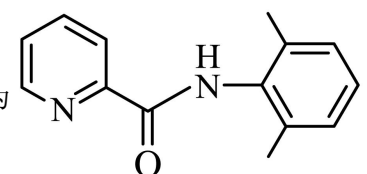
(2)

由分析可知，C 与三氯化磷发生取代反应生成 D ()，D 与 E

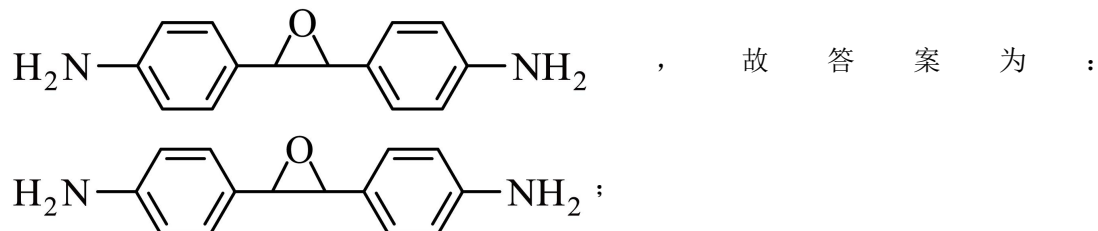
() 发生取代反应生成 H ()，化学方程式为：



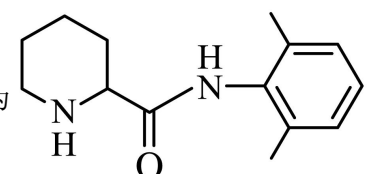
(3)

G 为 ，满足以下条件的①含 -NH<sub>2</sub> ②含 2 个苯环 ③含 4 种

不同化学环境的氢原子，说明物质结构高度对称，如



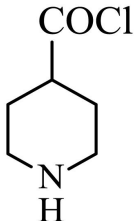
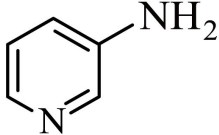
(4)

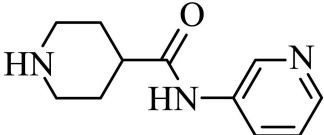
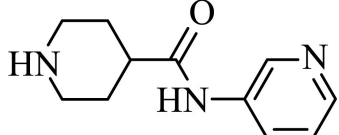
H 为 ，存在酰胺基 N 原子(a)和杂环 N 原子(b)，N 原子电子云

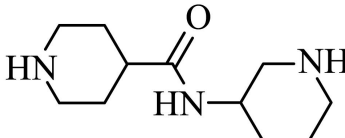
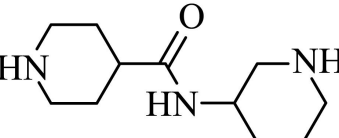
密度越大，碱性越强，烷基是给电子基，酰胺基受旁边碳氧双键的影响，导致杂环 N 原子(b)上电子云密度增大，碱性增强，所以碱性较强的 N 原子(b)，故答案为：b；

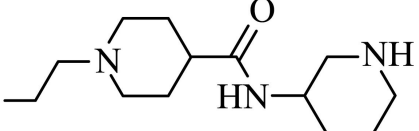
(5) 合成路线中涉及到用 H<sub>2</sub>/PtO<sub>2</sub> 加成的路线有 B→C，G→H，B→C 反应中，吡啶环被加成，G→H 转化时，吡啶环被加成，但苯环仍然存在，说明苯环不易被加成，C，D 选项中含有碳碳双键，碳碳双键不稳定，易发生加成反应，所以下列有机物最难反应的是苯环，故答案为：A；

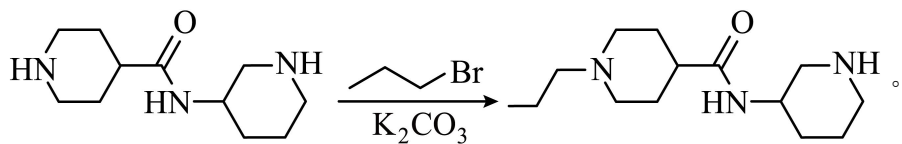
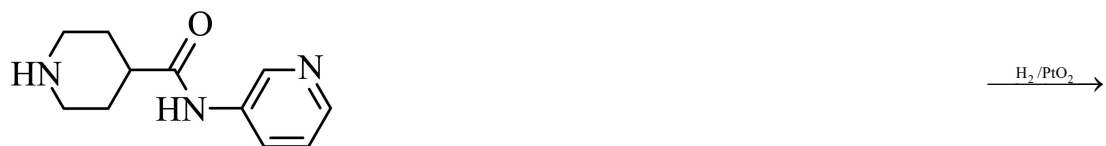
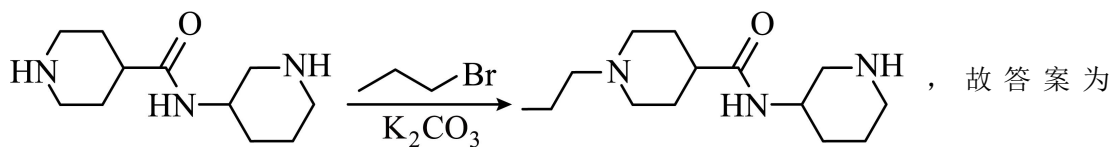
(6)

根据题目中的信息，与发生取代反应生成

，与氢气加成得到

，与1-溴丙烷发生取代反应得

到，所以需要补充的合成路线为



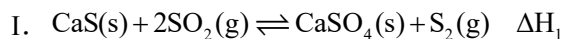
20. (1)  $\Delta H_1 + \Delta H_2$

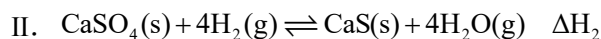
(2)  $\text{H}_2\text{O} <$

(3)  $0.45 + 0.5a$      $150a$

(4) 增大    增大

【详解】(1) 已知：





依据盖斯定律I+II即得到反应  $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$  的焓变为  $\Delta H_1 + \Delta H_2$ ;

(2) 由于图示范围内反应II的平衡常数始终为  $K=10^8$ , 根据方程式结合平衡常数表达式可知  $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = 100$  始终成立, 因此根据图像可知乙表示的物种是  $\text{H}_2\text{O}$ , 丁表示的是  $\text{H}_2$ , 升高温度  $\text{S}_2$  减小,  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2$  均增大, 所以丙表示表示  $\text{SO}_2$ , 甲表示  $\text{H}_2\text{S}$ , 因此反应III的正反应是放热反应, 即  $\Delta H < 0$ ;

(3)  $T_1$  平衡时  $\text{H}_2$  是  $a\text{mol}$ , 根据  $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = 100$  可知  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{SO}_2$  的物质的量均为  $100a\text{mol}$ , 根据 H 元素守恒可知  $\text{H}_2\text{S}$  为  $0.1 - 101a$ , 设平衡时  $\text{CaS}$  和  $\text{S}_2$  的物质的量分别为  $x\text{mol}$  和  $y\text{mol}$ , 根据 Ca 元素守恒可知  $\text{CaSO}_4$  是  $1 - x$ , 根据 O 元素守恒可知  $2 = 100a + 200a + 4 - 4x$ , 解得  $x = 75a + 0.5$ , 根据 S 元素守恒可知  $2 = 0.1 - 101a + 100a + 1 + 2y$ , 解得  $y = 0.45 + 0.5a$ , 所以此时  $\text{CaS}$  和  $\text{CaSO}_4$  的物质的量的差值为  $2x - 1 = 150a$ 。

(4) 压缩容器容积, 压强增大, 反应  $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$  平衡正向进行,  $\text{S}_2$  的产率增大,  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量增大; 温度不变, 由于  $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = 100$  始终不变, 反应  $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$  的平衡常数不变, 所以  $\text{SO}_2$  增大, 由于反应III的平衡常

数可表示为  $K = \frac{c^2(\text{H}_2\text{O}) \times c(\text{H}_2\text{S})}{c^2(\text{H}_2) \times c(\text{H}_2) \times c(\text{SO}_2)}$ ,  $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = 100$  始终不变, 所以  $\frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2)}$  增大。