

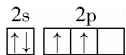
## 1. A 【命题点】物质的性质与用途。

【解析】生铁中含碳,在潮湿的空气中能构成原电池,金属铁为负极,易失电子被腐蚀而生锈,但是纯铁不易被腐蚀,不易生锈,A 错误;臭氧具有强氧化性,可以杀灭水中的细菌,B 正确;酚醛树脂不导电,导热性差,可用作绝缘、隔热材料,C 正确;硅作为半导体材料广泛应用于计算机芯片的制造,D 正确。

▶【关键点拨】 生铁比纯铁易生锈,生铁会发生电化学腐蚀,Fe 与 C 形成微小原电池结构,Fe 作负极,会加快被腐蚀的速率。

## 2. D 【命题点】化学用语。

【解析】C 位于元素周期表中第二周期第ⅣA 族,基态原子的价电子排布式为  $2s^2 2p^2$ ,所以基态碳原子的价电子排布图为



,A 错误;氯离子的原子核内有 17 个质子,核外

有 18 个电子,离子结构示意图为  $\textcircled{+17} \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 8 \end{array}$ ,B 错误;KCl 中存

在钾离子和氯离子,K 原子要达到 8 电子稳定结构,需失去 1 个电子,而 Cl 原子要达到 8 电子稳定结构则需得到 1 个电子,则形成过程可表示为  $\text{K} \times \text{Cl} \cdot \longrightarrow \text{K}^+ [\times \text{Cl} \cdot]^-$ ,C 错误;质量数=质子数+中子数,质量数标注于元素符号左上角,质子数标注于左下角,结合核素  ${}^2_1\text{H}$  可知,其质量数是 2,D 正确。

## 3. C 【命题点】化学与古文献知识解读。

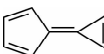
【解析】豆油中含有 C、H、O 三种元素,其不完全燃烧会产生黑烟,所以“乌金纸”的“乌”与豆油的不完全燃烧有关,A 正确;根据题意可知,“巨竹膜”是造纸的原料,主要成分是纤维素,B 正确;豆油的主要成分是油脂,油脂不属于天然高分子化合物,C 错误;金具有良好的延展性,所以可以打金成箔,D 正确。

## 4. B 【命题点】阿伏加德罗常数的应用、物质的性质和离子方程式等。

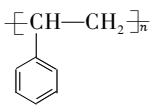
【解析】标准状况下,22.4 L 氯气的物质的量为 1 mol,氯气与水的反应为可逆反应,因此标准状况下的 22.4 L 氯气与足量水充分反应转移电子的物质的量小于 1 mol,A 错误; $\text{SO}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  发生化合反应生成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,Cu 在  $\text{Cl}_2$  中燃烧发生化合反应生成  $\text{CuCl}_2$ ,B 正确;浓硫酸难挥发,将蘸有浓氨水和浓硫酸的玻璃棒相互靠近,不会产生白烟,C 错误; $\text{SO}_2$  具有还原性,KClO 具有氧化性,两者相遇发生氧化还原反应,D 错误。

▶【易错警示】 浓硫酸具有难挥发性,蘸有浓氨水和浓硫酸的玻璃棒相互靠近无明显现象,而蘸有浓氨水和浓盐酸(或浓硝酸)的玻璃棒相互靠近,有白烟产生。

## 5. A 【命题点】有机物的结构与性质。

【解析】具有对称结构,有 3 种不同化学环境的氢

原子,则其一氯代物有3种,A正确;b是苯乙炔,



的单体是苯乙烯,B错误;c中碳原子有碳碳

双键和碳碳单键两种成键方式,根据价层电子对互斥理论和杂化轨道理论判断C原子杂化类型有 $sp^2$ 杂化和 $sp^3$ 杂化,C错误;a、b的分子式都是 $C_8H_6$ ,c的分子式是 $C_8H_8$ ,三者分子式不相同,不互为同分异构体,D错误。

#### 6. B 【命题点】有机物的结构与性质。

【解析】该有机物分子中含有碳碳单键,由于碳碳单键可以旋转,所以该分子中所有碳原子不一定在一个平面上,A错误;蛋白质中含有氨基和羧基,该有机物分子中含有羟基,该有机物分子能够与蛋白质分子形成分子间氢键,B正确;1个该有机物分子中含有两个酚羟基和一个酚酯基,1 mol 酚羟基能与1 mol NaOH发生反应,1 mol 酚酯基水解时消耗2 mol NaOH,故1 mol 该有机物分子最多能够与4 mol NaOH反应,C错误;该有机物分子中含有酚羟基、酯基和碳碳双键,所以能够发生加成反应和取代反应,但是不能发生消去反应,D错误。

#### ▶ 关键点拨 氢键形成的条件

氢键普遍存在于已经与N、O、F等电负性很大的原子形成共价键的氢原子与另外的N、O、F等电负性很大的原子之间。

#### 7. D 【命题点】物质结构与性质。

【解析】基态S原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ,电子最后填入p能级,S位于p区,A正确;根据晶胞结构示意图可知,S原子位于晶胞的顶点和体心,则一个晶胞含有S原子的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ,H原子位于晶胞的棱上和面心,则一个晶胞含有H原子的个数为 $12 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 6$ ,则该物质的化学式为 $H_3S$ ,B正确;在题图晶胞中,可以看出S位于H构成的八面体空隙中,C正确;由晶胞结构图可知,该晶胞由原子构成,并无分子,则该物质不是分子晶体,D错误。

#### 8. C 【命题点】物质推断和元素化合物性质。

【解析】根据题意和图示转化关系可知,该盐a具有一定的还原性,当a是 $Na_2SO_3$ 、 $Na_2S_2O_3$ 或 $NaHSO_3$ 时,均符合题意, $Na_2SO_3$ 和 $Na_2S_2O_3$ 是正盐, $NaHSO_3$ 是酸式盐,A正确; $Cl_2$ 具有氧化性,能够把 $Na_2SO_3$ 、 $Na_2S_2O_3$ 和 $NaHSO_3$ 氧化成 $Na_2SO_4$ 或 $NaHSO_4$ ,再加 $BaCl_2$ 溶液生成 $BaSO_4$ 白色沉淀, $BaSO_4$ 不溶于盐酸,B正确; $Na_2SO_3$ 、 $Na_2S_2O_3$ 和 $NaHSO_3$ 与稀盐酸反应时生成的刺激性气味气体为 $SO_2$ , $SO_2$ 是V形分子,是含极性键的极性分子,C错误; $Na_2S_2O_3$ 和稀盐酸反应生成 $NaCl$ 、S、 $SO_2$ 和 $H_2O$ ,S是淡黄色沉淀,D正确。

#### 9. D 【命题点】化学实验方案的设计与评价。

【解析】向KBr、KI混合溶液中依次加入少量氯水和 $CCl_4$ ,振荡静置后,溶液出现分层,下层呈现紫红色,说明有 $I_2$ 生成,氯气氧化性很强,能将 $I^-$ 氧化生成 $I_2$ ,但不能说明氧化性: $Cl_2 > Br_2$ ,A错误;Na元素的焰色试验为黄色,但玻璃棒中含Na元素,会影响Na元素的检验,应用洁净的铂

丝(或铁丝)蘸取溶液灼烧,**B 错误**;没有说明  $\text{NaHCO}_3$  溶液和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液的浓度,无法比较,**C 错误**; $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{O}_2$ , $\text{O}_2$  可使带火星的木条复燃,操作、现象、结论均合理,**D 正确**。

**关键点拨** 进行焰色试验时应使用铂丝(或铁丝)蘸取溶液,洗涤焰色试验中用的铂丝(或铁丝)可用稀盐酸,这是因为金属化合物与盐酸反应生成的氯化物在灼烧时易气化而挥发。

**10. B 【命题点】二次电池的工作原理。**

**思路分析**

电极		电极反应式
放电	M 电极(负极)	$\text{Li}-\text{e}^-=\text{Li}^+$
	N 电极(正极)	$3\text{Li}^++\text{Bi}+3\text{e}^-=\text{Li}_3\text{Bi}$
充电	M 电极(阴极)	$\text{Li}^++\text{e}^-=\text{Li}$
	N 电极(阳极)	$\text{Li}_3\text{Bi}-3\text{e}^-=3\text{Li}^++\text{Bi}$

**【解析】**根据分析,**A、D 错误**;N 电极为原电池正极,电解质中阳离子向正极移动,**B 正确**;充电时,M 电极为阴极,发生还原反应,电极反应式为  $\text{Li}^++\text{e}^-=\text{Li}$ ,M 电极质量增加,**C 错误**。

**11. C 【命题点】可逆反应和化学平衡移动。**

**【解析】**根据勒夏特列原理,升高温度,平衡向着吸热反应方向移动,**A 正确**;加入一定量 Z,平衡逆向移动,达新平衡后,Y 的质量减小,**B 正确**;由于该反应中 X、Y 是固体,该反应的平衡常数  $K=c_{\text{平}}(\text{Z})$ ,温度不变,则平衡常数 K 不变,达新平衡后 Z 的浓度不变,**C 错误**;恒容条件下,加入稀有气体,Z 的浓度不变,则平衡不移动,**D 正确**。

**12. B 【命题点】化学反应速率的计算和影响因素。**

**【解析】**通过图像对比①②可知,②的反应速率比①大,则说明其他条件相同时,催化剂浓度越大,反应速率越大,**A 正确**;①和③催化剂浓度相同,降冰片烯浓度③小于①,但③的速率与①相等,不能说明其他条件相同时,降冰片烯浓度越大,反应速率越大,**B 错误**;根据化学反应速率的计算公式

$$v=\frac{\Delta c}{\Delta t} \text{ 可知,条件①时,反应速率为 } \frac{3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{250 \text{ min}}=0.012 \text{ mol} \cdot$$

$\text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,**C 正确**;已知反应物消耗一半所需的时间称为半衰期,条件②,降冰片烯的起始浓度为  $3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,半衰期为 62.5 min,**D 正确**。

**13. C 【命题点】电解原理及其应用。**

**思路分析**

电极	电极及应式
M 极(阴极)	$\text{Q}+2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=\text{QH}_2+2\text{OH}^-$
N 极(阳极)	$\text{QH}_2-2\text{e}^-=\text{Q}+2\text{H}^+$

**【解析】**根据分析,M 极为阴极,则 a 为电源负极,**A 正确**;根据电极反应式可知,溶液中 Q 的物质的量保持不变,**B 正确**;结合题意和电极反应式可知, $\text{CO}_2$  没有参与电极反应, $\text{CO}_2$  在 M 极没有被还原,**C 错误**;烟气中含有的  $\text{CO}_2$  在

M 极上与生成的  $\text{OH}^-$  结合生成  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  向阳极移动, 在 N 极上与生成的  $\text{H}^+$  结合又生成  $\text{CO}_2$ , 故分离出的  $\text{CO}_2$  从出口 2 排出, **D 正确**。

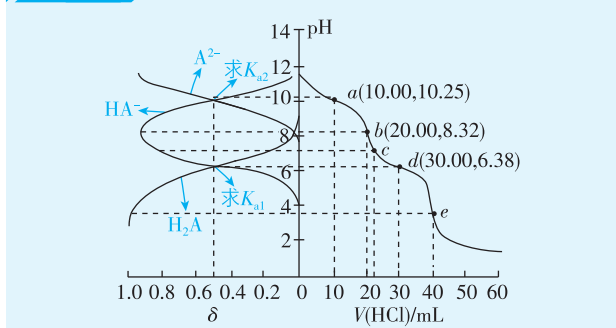
**14. D** 【命题点】元素“位、构、性”推断、元素周期律等知识。

【解析】基态 Z 原子的电子填充了 3 个能级, 其中有 2 个未成对电子, 基态 C、O 原子核外电子均填充了 3 个能级, 且它们均有 2 个未成对电子, 根据前驱体的结构可知 Z 能形成两个共价键, 故 Z 是 O, M 能够形成一个共价键, 且原子序数是 5 种元素中最小的, 故 M 是 H, 根据 X 能够形成 4 个共价键, 可推测 X 是 C, 结合阴阳离子的结构特征, 联想  $\text{NH}_4^+$  的特征与硼元素能够形成配位化合物的特点, 可以推测 Y、W 分别是 N 和 B, 即 M、W、X、Y、Z 分别是 H、B、C、N、O。氨气分子间能够形成氢键, 其沸点高于甲烷, **A 错误**; 同周期主族元素原子序数越大, 原子半径越小, C、N、O 均位于第二周期, 原子序数依次增大, 则原子半径依次减小, **B 错误**; 通常同周期主族元素随原子序数增大第一电离能呈增大趋势, 但 N 原子 2p 轨道为半充满稳定状态, 它的第一电离能高于同周期相邻元素, 故第一电离能:  $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ , **C 错误**; 根据以上分析和前驱体的结构可知, 阴、阳离子中均有配位键, **D 正确**。

**易错警示** 同周期主族元素随原子序数增大第一电离能呈增大趋势, 但第 II A 族、第 V A 族元素原子为全充满或半充满稳定状态, 它们的第一电离能高于同周期相邻元素。

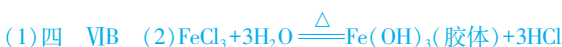
**15. C** 【命题点】溶液中微粒的分布分数随 pH 变化曲线和滴定曲线的综合分析, 涉及电离常数的计算、滴定指示剂的选择、守恒关系的应用等。

**要点图解**



【解析】 $\text{H}_2\text{A}$  存在两步电离平衡, 即  $\text{H}_2\text{A} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{H}^+$ ,  $\text{HA}^- \rightleftharpoons \text{A}^{2-} + \text{H}^+$ , 结合 d 点可知  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{HA}^-)$  时  $\text{pH} = 6.38$ , 则  $\text{H}_2\text{A}$  的一级电离常数  $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})} = 10^{-6.38}$ , **A 错误**; 由图像可知 c 点:  $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A}) > c(\text{A}^{2-})$ , **B 错误**; 由图像可知, 第一次突变时溶液显碱性, pH 约为 8.32, 可选酚酞作指示剂, **C 正确**;  $\text{Na}_2\text{A}$  与足量盐酸反应的化学方程式为  $\text{Na}_2\text{A} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{A} + 2\text{NaCl}$ , 可知 HCl 和  $\text{Na}_2\text{A}$  以 2:1 完全反应, 由图可知完全反应时消耗  $V(\text{HCl}) = 40 \text{ mL}$ ,  $c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 2c(\text{Na}_2\text{A}) \cdot V(\text{Na}_2\text{A})$ , 可求得  $c(\text{Na}_2\text{A}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , **D 错误**。

**16. (14 分)**



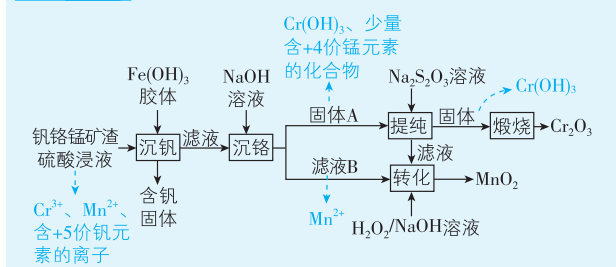
(3)  $\text{H}_3\text{V}_2\text{O}_7^-$  (4)  $6.0 \times 10^{-6}$

(5)  $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(6) 将固体 A 中含有 +4 价锰元素的沉淀还原为  $\text{Mn}^{2+}$ , 与  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  分离

【命题点】无机化工流程, 涉及元素周期表、产物确定、方程式的书写、操作目的分析等。

### 思路分析



【解析】(1) Cr 为 24 号元素, 根据元素周期表, 可知其位于元素周期表第四周期第 VI B 族。

(2) 实验室可将饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液逐滴加入沸水中制备  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体, 对应的化学方程式为  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ 。

(3) 当  $c_{\text{总}}(\text{V}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $\lg c_{\text{总}}(\text{V}) = -2$ 。“沉钒”过程控制  $\text{pH} = 3.0$ 。在题图中找到横坐标为 3.0、纵坐标为 -2 的点, 可知与胶体共沉降的五价钒粒子的存在形态为  $\text{H}_3\text{V}_2\text{O}_7^-$ 。

(4) 根据题图可知, 当  $\text{pH} = 6.0$  时,  $\text{Cr}(\text{III})$  的沉淀率已经较高, 继续增大  $\text{pH}$ ,  $\text{Cr}(\text{III})$  的沉淀率增加不明显, 且  $\text{Mn}(\text{II})$  的沉淀率明显增加, 不利于后续提纯操作, 则“沉铬”过程最佳  $\text{pH}$  为 6.0; 根据  $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$  可得此时溶液中  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 此时  $c(\text{Cr}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Cr}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{1 \times 10^{-30}}{(1 \times 10^{-8})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(5) 根据思路分析可知, 在碱性条件下,  $\text{H}_2\text{O}_2$  与  $\text{Mn}^{2+}$  发生氧化还原反应生成  $\text{MnO}_2$ , 由此可写出该反应的离子方程式为  $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 根据思路分析和已知信息可知, 固体 A 中含有少量 +4 价锰元素的化合物, 为“沉铬”时, 在碱性环境中  $\text{Mn}(\text{II})$  被氧化生成的,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液具有还原性, 可以将含有 +4 价锰元素的化合物还原为  $\text{Mn}^{2+}$ , 使锰元素进入滤液中, 与固体中的  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  分离。

### 方法拓展

在工艺流程中, 从含有多种金属阳离子的溶液中分离或除去某种金属阳离子的操作通常为调节溶液  $\text{pH}$  使其形成氢氧化物沉淀。在选择合适的  $\text{pH}$  范围时, 要注意使被分离或除去的离子尽可能多形成沉淀, 其他的离子要尽可能少形成沉淀。

## 17. (13 分)

(1)  $\frac{3}{2} \Delta H_3 + \frac{1}{2} \Delta H_4 - \Delta H_5$  (2) BC

(3) 提高苯的转化率

(4)  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{CO}$  等杂质也可被催化剂表面活性中心吸附, 导

致氢原子和苯分子被催化剂表面活性中心吸附的机会减少,从而导致反应 I 的产率降低 (5)②

$$(6) \frac{p}{\left(\frac{1-\alpha}{5-3\alpha} \cdot p_0\right) \cdot \left(\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha} \cdot p_0\right)^3} \text{ (其他合理答案也可)}$$

**【命题点】**化学反应原理,涉及盖斯定律、反应条件的选择、催化剂的性质、物质结构和化学平衡常数的计算等。

**【解析】**(1) 题给反应存在关系: 反应 I = 反应 III  $\times \frac{3}{2}$  + 反应 IV  $\times \frac{1}{2}$  - 反应 V, 根据盖斯定律可得,  $\Delta H_1 = \frac{3}{2} \Delta H_3 + \frac{1}{2} \Delta H_4 - \Delta H_5$ 。



(2) 为了提高平衡体系中环己烷的体积分数, 应使反应 I 的平衡正向移动、反应 II 的平衡逆向移动。从温度角度考虑, 反应 I 为放热反应, 反应 II 为吸热反应, 则适当降温, 反应 I 平衡正向移动, 反应 II 平衡逆向移动, 有利于提高平衡体系中环己烷的体积分数; 从压强角度考虑, 反应 I 正反应为气体分子数减少的反应, 反应 II 为气体分子数不变的反应, 则适当加压, 反应 I 平衡正向移动, 反应 II 平衡不移动, 有利于提高平衡体系中环己烷的体积分数。

(3) 适当增加  $H_2$  的投料量, 有利于提高苯的转化率。

(4) 由于氢原子和苯分子必须吸附在催化剂表面活性中心才能发生反应, 则  $H_2S$ 、CO 等杂质使反应 I 的产率降低的主要原因可能是这些杂质气体也可以被催化剂表面活性中心吸附且不能及时脱离, 使氢原子和苯分子被吸附在催化剂表面活性中心的机会减少。

(5) 酸性中心可结合孤电子对, 则作为酸性中心的原子应具有空轨道。①处的 Si 原子形成了 4 个共价键, 无空轨道, 不能作为酸性中心; ②处的 Al 原子形成了 3 个共价键, 有 1 个空轨道, 可作为酸性中心; ③处的 O 原子形成了 2 个共价键, 无空轨道, 不能作为酸性中心。

(6) 设起始时投入苯的物质的量为  $x$  mol,  $H_2$  的物质的量为  $4x$  mol, 若只考虑反应 I, 根据题意可列三段式:

		$(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons$		$(g)$
起始量/mol	$x$		$4x$	0
转化量/mol	$\alpha x$		$3\alpha x$	$\alpha x$
平衡量/mol	$(1-\alpha)x$		$(4-3\alpha)x$	$\alpha x$

由于反应 II 是气体总物质的量不变的反应, 所以可得平衡时气体总物质的量为  $(1-\alpha + 4-3\alpha + \alpha)x$  mol =

$$(5-3\alpha)x \text{ mol}。则平衡时 } p(\text{苯}) = \frac{1-\alpha}{5-3\alpha} \cdot p_0, p(H_2) = \frac{4-3\alpha}{5-3\alpha} \cdot p_0,$$

环己烷的分压为  $p$ , 此时反应 I 的平衡常数  $K_p =$

$$\frac{p(\text{环己烷})}{p(\text{苯}) \cdot p^3(H_2)} = \frac{p}{\left(\frac{1-\alpha}{5-3\alpha} \cdot p_0\right) \cdot \left(\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha} \cdot p_0\right)^3}。$$

**易错警示** 反应 I 的平衡常数与甲基环戊烷的分压无关, 且环己烷的分压已知, 如果去计算甲基环戊烷的分压, 则既浪费了时间又容易出现错误。

## 18. (14 分)

(1) 球形冷凝管 平衡内外压强, 便于液体顺利滴下



(4) AD

(5) 硝酸酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液 除去沉淀表面水分, 使沉淀更易干燥 (6) 90.0%

【命题点】化学实验, 涉及仪器的识别与使用、实验方案的选择、方程式的书写、离子检验和产率计算等。

【解析】(1) 根据仪器构造可知仪器 a 为球形冷凝管; 使用恒压滴液漏斗可以平衡装置内外的压强, 便于液体顺利滴下。

(2) 需要通过氧化还原反应制备  $\text{N}_2$ 。 $\text{NH}_3$  中 N 元素的化合价为 -3 价, 虽然可用氧化剂将其氧化得到  $\text{N}_2$ , 但由此制得的  $\text{N}_2$  中可能会混有未反应的  $\text{NH}_3$  和生成的其他气体物质, 所以适合制备  $\text{N}_2$  的方案为用饱和  $\text{NaNO}_2$  溶液与饱和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液混合加热, 该反应无其他气体产物生成, 其化学方程式为  $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$ ; 该反应为加热液体混合物制备气体, 应选择的装置是 B。

(3) 根据 Fe 元素在反应前后的化合价可知, 该反应为歧化反应, 可得该反应的离子方程式为  $4\text{Fe}^{2+} + 8\text{OH}^- \xrightarrow{100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Fe} \downarrow + \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 采用适宜的滴液速度, 可以生成粒径适中的产品, **A 正确**; 由 (3) 中的离子方程式可知该反应要在碱性条件下进行, 故不能用盐酸代替  $\text{KOH}$  溶液, **B 错误**;  $\text{Fe}^{2+}$  容易被空气中的氧气氧化, 则不宜在空气氛围中制备, **C 错误**; 选择适宜的焙烧温度, 可以得到结晶度良好的产品, **D 正确**。

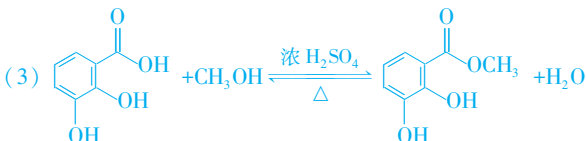
(5) 用热水洗涤沉淀的目的是除去表面吸附的  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{K}^+$  等杂质离子, 则可以通过检验洗涤液中是否含有  $\text{Cl}^-$  来判断沉淀是否洗涤干净, 应选用的试剂为硝酸酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液; 乙醇与水能以任意比例互溶, 且乙醇比水更易挥发, 挥发时会带走沉淀表面的水分, 所以使用乙醇洗涤的目的是除去沉淀表面水分, 使沉淀更易干燥。

(6)  $9.95\text{ g FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  的物质的量为  $0.05\text{ mol}$ , 根据 (3) 中的离子方程式可知, 理论上可生成  $0.0125\text{ mol Fe}$  和  $0.0125\text{ mol Fe}_3\text{O}_4$ , 其总质量为  $0.0125\text{ mol} \times 56\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.0125\text{ mol} \times 232\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.6\text{ g}$ , 则产率为  $\frac{3.24\text{ g}}{3.6\text{ g}} \times 100\% = 90.0\%$ 。

## 19. (14 分)

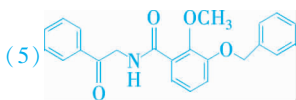
(1) 醚键、酯基  $\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{O}_3\text{N}$ 

(2) 高于



(4) 取代反应





(6) 17

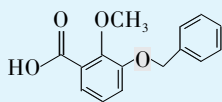


**【命题点】**有机合成与推断,涉及官能团的识别、分子式与结构简式的书写、熔点的比较、有机化学方程式的书写、有机反应类型、同分异构体等。

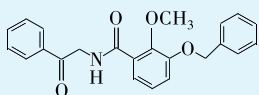
**思路分析** 有机物 A 中含有羧基,与甲醇在浓硫酸、加

热条件下反应生成 B,可知 B 为 ; B 与

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$  发生取代反应生成 C, C 与  $\text{CH}_3\text{I}$  发生取代反应生成 D, D 在碱性条件下水解再酸化后得到 E,则 E 为



; E 中的羧基与 F 中的氨基发生分子间脱水反应形成酰胺键,则 G 为



; G 在  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、吡啶作用下发生已知反应生成 H, H 在  $\text{H}_2$ 、催化剂存在的条件下反应生成 J。

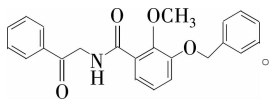
**【解析】**(1) 根据 D 的结构简式可知其含氧官能团的名称为醚键和酯基;根据 J 的结构简式可知其分子式为  $\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{O}_3\text{N}$ 。

(2) 分子间氢键会使物质的熔、沸点升高,而分子内氢键会使物质的熔、沸点降低。羟基、羧基均可形成氢键, M 分子中 3 个取代基不易形成分子内氢键,易形成分子间氢键; N 分子中的羧基和其中一个羟基处于邻位,容易形成分子内氢键,不易形成分子间氢键。因此, M 的熔点高于 N 的熔点。

(3) 由 A 生成 B 的反应为酯化反应,化学方程式见答案。

(4) 根据思路分析可知,由 B 生成 C 的反应为取代反应。

(5) 根据思路分析可知 G 的结构简式为

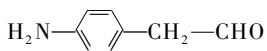


(6) F 的分子式为  $\text{C}_8\text{H}_9\text{ON}$ , 其同分异构体中含有苯环、 $-\text{NH}_2$ , 且能发生银镜反应,说明含有醛基。如果苯

环上只有 1 个取代基,则只有 1 种结构;

如果苯环上有 2 个取代基,可以是  $-\text{NH}_2$  和  $-\text{CH}_2\text{CHO}$ ,也可以是  $-\text{CH}_2\text{NH}_2$  和  $-\text{CHO}$ ,分别有邻、间、对 3 种位置关系,共 6 种结构;如果苯环上有 3 个取代基,则分别为  $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{NH}_2$  和  $-\text{CHO}$ ,共有 10 种结构。因此符合条件的同分异构体共有 17 种。若核磁共振氢谱峰面积之比为  $2:2:2:2:1$ ,则除了  $-\text{CHO}$  和  $-\text{NH}_2$  外,还存在  $-\text{CH}_2-$ ,且两个取代基位于苯环的对位,满足条件的同分异构体的结构简式为





和  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 。

**方法拓展** 在确定含苯环物质的同分异构体数目时,可以记住以下关键点:

- ①若苯环上有 1 个取代基,该取代基只有 1 种位置。
- ②若苯环上有 2 个取代基,它们可以有邻、间、对 3 种位置关系。
- ③若苯环上有 3 个取代基,3 个取代基均相同时有 3 种结构,2 个取代基相同且另 1 个不同时有 6 种结构,3 个取代基各不相同时有 10 种结构。在书写符合条件的同分异构体时,如果核磁共振氢谱峰面积之比中出现 3 或 3 的整数倍时,首先应考虑甲基;如果出现多个 2,则首先应考虑两个取代基在苯环对位的情况。