

2025 年湖南省高考名校名师联席命制 化学押题卷(五)

参考答案及评分标准

一、选择题:共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分。

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

二、非选择题:共 4 小题,共 58 分。

15. (14 分)

- (1) 恒压滴液漏斗 (1 分)
 呋喃甲醛在水中的溶解度小,与 NaOH 溶液接触不充分,需要搅拌增大接触面积
 (2 分)
 (2) 呋喃甲醛很容易被氧化 (2 分)
 (3) BC (2 分)
 (4) 呋喃甲酸 (1 分)
 重结晶 (2 分)
 自然晾干 (2 分)
 (5) 93.3% (2 分)


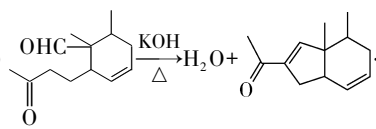
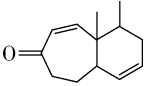
16. (15 分)

- (1) ①(加快)搅拌 (2 分)
 ② $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ (2 分)
 (2) 75 °C 时 Li 损失率最小;pH=2.5 时铁、磷沉淀率较高,锂损失率较低,同时避免加入过多的 NaOH 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,且节约成本 (3 分)
 (3) ①将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} (2 分)
 ② $5.0 \times 10^{-18.5}$ (2 分)
 (4) ①充电 (1 分)
 ② 18.75% (3 分)

17. (14 分)

- (1) 降低温度、减小压强 (2 分)
 (2) CE (2 分)
 (3) 53.3% (2 分)
 (4) +123 (2 分)
 (5) ① II、III (1 分)
 该反应为气体分子总数增大的吸热反应,升高温度,平衡正向移动,所以 I、III 为 C_3H_6 对应曲线,II、IV 为 C_3H_8 对应曲线,增大压强时平衡逆向移动,故 100 kPa 下 C_3H_8 的体积分数更大(曲线 II), C_3H_6 的体积分数较小(曲线 III) (3 分)
 ② 12.5 (2 分)

18. (15 分)

- (1)  (1 分)
 b (2 分)
 (2)  (2 分)
 (2 分)
 (3) 酯基、碳碳双键 (1 分)
 4 (2 分)
 (4) 3 (2 分)

评分细则

15. (3) 少选给 1 分,多选、错选不给分

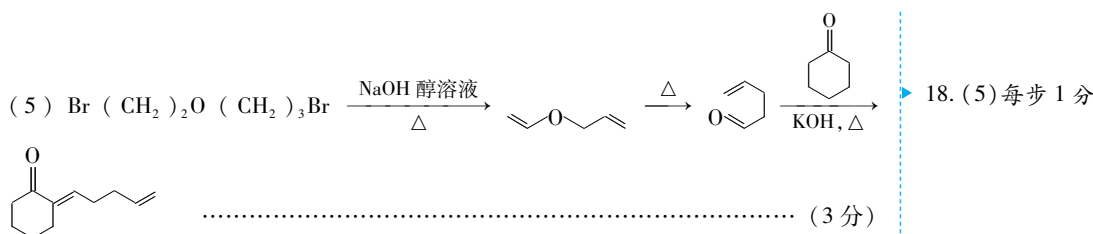
失分注意 (5) 保留 3 位有效数字,否则不给分

16. (1) ②写化学方程式、未配平不给分,漏写气体符号不扣分

(2) 说明“75 °C 时 Li 的损失率最小”给 1 分;说明“pH=2.5 时铁、磷沉淀率较高,锂损失率较低”给 1 分,说明“防止生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀”给 1 分

17. (1) 合理即可,写出 1 个给 1 分,写错不给分
 (2) 漏选给 1 分,错选不给分

(5) ①说明温度变化对平衡的影响给 1 分,说明压强变化对平衡的影响给 1 分,说明对应曲线给 1 分



拆招式超详解

1. B 押考点▶物质的组成与分类,涉及蛋白质、多肽、氨基酸等

【深度解析】蛋白质主要由 C、H、O、N、S 等元素组成,有些蛋白质还含有 P、Fe、Zn、Cu 等元素, **A 错误**;蛋白质是一种生物大分子,属于混合物,不同结构的多肽也属于混合物,氨基酸的种类有很多,单一氨基酸属于小分子化合物, **C 错误**;从“2024 年诺贝尔化学奖由三人共享”,可以看出对团队合作和跨学科研究的重视,随科学技术的发展、知识量的增加,在科学研究时团队合作和跨学科研究越来越有必要, **D 错误**。

2. B 押考点▶电子式、杂化方式、焰色试验等

【深度解析】 NH_4Cl 为离子化合物,电子式为 $[\text{H}:\text{N}:\text{H}]^+[\text{Cl}]^-$, **A 错误**;在过氧化氢分子中,氧原子分别与一个氢原子和另一个氧原子形成一个单键,剩下 2 个孤电子对, H_2O 和 H_2O_2 中 O 原子杂化方式均为 sp^3 杂化, **B 正确**;焰色试验原理是激发态的电子从能量较高的轨道跃迁到能量较低的轨道,以光的形式释放出能量而显色,是金属元素的物理性质, **C 错误**;基态 N 的最外层电子排布式为 $2s^2 2p^3$,该层没有 d 轨道,基态 P 的最外层电子排布式为 $3s^2 3p^3$,该层还有 3d 空轨道可以参与成键,所以有 PCl_5 没有 NCl_5 , **D 错误**。

3. A 押考点▶硝酸铜晶体制备实验,涉及配制一定物质的量浓度的溶液、结晶的方式、尾气处理等

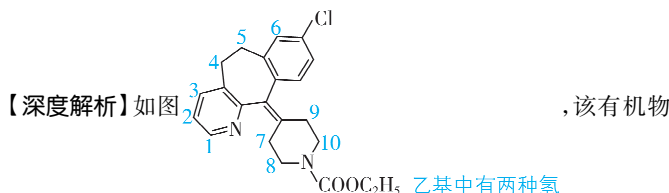
【深度解析】配制一定物质的量浓度的溶液时,当液面离刻度线 1~2 cm 时,改用胶头滴管滴加,胶头滴管下端不能伸入容量瓶中,且眼睛应平视刻度线,直到凹液面最低处和刻度线相切, **A 正确**;废铜和硝酸溶液反应会生成氮氧化物,氮氧化物是污染性气体,因此反应要在密闭系统中进行, **B 错误**;制备硝酸铜晶体 $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 时,蒸发结晶会造成结晶水合物失去结晶水,达不到实验目的,因此应采用蒸发浓缩、冷却结晶的方法, **C 错误**;NO 和 NO_2 密度均比空气大,收集时导管应长进短出,而且用蒸馏水吸收氮氧化物时,NO 不能被吸收, NO_2 与水反应也会生成 NO, **D 错误**。

4. B 押考点▶卤素的性质、电解原理、化学工艺原理、离子方程式的正误判断

【深度解析】 Cl_2 与烧碱溶液反应制备 84 消毒液的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$,离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, **A 正确**;用铁作电极电解饱和 NaCl 溶液,活泼金属阳极 Fe 放电顺序优先于 Cl^- ,故阳极 Fe 失电子,化学方程式: $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$, **B 错误**;玻璃中含有 SiO_2 ,氢氟酸与 SiO_2 反应,化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, **C 正确**;用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} ,可观察到生成蓝色沉淀 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,离子方程式为 $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$, **D 正确**。

【关键点拨】电解水溶液时,阳极放电顺序:活泼金属阳极(Au、Pt 除外) $> \text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{含氧酸根离子} > \text{F}^-$,还原性强的微粒优先失去电子。

5. A 押考点▶有机反应类型、原子杂化方式、官能团判断、核磁共振氢谱峰数



的核磁共振氢谱峰数目共有 12 个, **A 正确**;取代苯环上碳原子的氮原子,所在六元环与苯环结构相似,均为平面结构,杂化方式为 sp^2 ,连接酯基的氮原子为饱和状态,杂化方式为 sp^3 ,该有机物分子中氮原子的杂化方式有两种, **B 错误**;该有机物中不含有羧基, **C 错误**;该有机物中含有苯环等不饱和结构,可以发生加成反应,含有酯基、碳氯键,可以发生水解(取代)反应, **D 错误**。

6. D 押题型▶元素化合物的鉴别与转化

【深度解析】核磁共振氢谱用于鉴别有机化合物中的氢原子种类和相对数目,对于丙烯($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$)、丙醛($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$)、丙烯醇($\text{CH}_2\text{OHCH}=\text{CH}_2$),丙烯醇含有四种氢原子,而丙烯与丙酮中的氢原子所处化学环境不完全相同,在核磁共振氢谱图中,吸收峰个数、面积或化学位移不相同,可以用核磁共振氢谱鉴别, **A 正确**。将过量溴水加入少量苯酚溶液中,产生白色絮状沉淀,溴水加入 Na_2SO_3 溶液中,溴水褪色,溴水加入 AgNO_3 溶液中,产生淡黄色沉淀,现象不同,可以鉴别, **B 正确**。新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 为含蓝色沉淀的悬浊液,将其加入苯中不互溶,分层后苯在上层;将其加入溴乙烷中不互溶,分层后溴乙烷在下层;将其加入乙醇中互溶,且析出更多蓝色固体;将其加入乙醛中并加热,会产生砖红色沉淀,现象不同,可以鉴别, **C 正确**。加热 NaCl 和浓硫酸的混合溶液可制备 HCl,是利用难挥发性酸制易挥发性酸, **D 错误**。

【方法总结】选用试剂鉴别多种物质时,可以从是否互溶、是否变色、是否产生沉淀或气体、密度大小等角度进行分析。

7. D 押题型▶元素推断及元素周期律,涉及第一电离能、化学键、沸点、键角比较

元素梳理

信息	分析	结论
基态 X 原子的电子只有一种自旋取向	X 只有 1 个电子	X 为 H
基态 W 原子核外 s 能级上的电子总数与 p 能级上的电子总数相等;W 是非金属元素,W 在分子结构中形成 2 个共价键	W 原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^4$	W 为 O
Y 在分子结构中形成 4 个共价键,原子序数: $Y < Z < O$	Y 为第 IVA 族元素	Y 为 C, Z 为 N

【深度解析】同周期元素从左向右第一电离能呈增大趋势,其中 N 的 2p 轨道处于半充满状态,相对稳定,第一电离能大于同周期相邻元素,故第一电离能: $\text{N} > \text{O}$, **A 正确**;H、N、O 三种元素形成的化合物 NH_4NO_3 中含离子键、极性键和配位键, **B 正确**;Y、Z、W 对应的简单氢

化物分别为 CH_4 、 NH_3 、 H_2O ，常温下 H_2O 为液体， CH_4 与 NH_3 为气体，而 NH_3 分子间存在氢键，沸点高于 CH_4 ，所以沸点： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{CH}_4$ ，**C 正确**； NF_3 与 NCl_3 结构相似，由于周围原子 F 的电负性大于 Cl，所以中心原子相同，周围原子电负性越大，键角越小，则 NF_3 的键角更小，**D 错误**。

方法总结 键角比较：①首先看中心原子杂化类型， $\text{sp} > \text{sp}^2 > \text{sp}^3$ ；②中心原子杂化类型相同看孤电子对数，中心原子孤电子对数越多，键角越小；③孤电子对数也相同则看电负性，中心原子电负性越大，键角越大，周围原子电负性越大，键角越小。

8. A 押考点 分子的溶解度、氢键对物质沸点的影响、共价晶体、金属晶体的物理性质

【深度解析】臭氧是弱极性分子，由于臭氧的极性微弱，它在四氯化碳中的溶解度高于在水中的溶解度，**A 正确**； K_a 越大，酸性越强，羧酸的酸性强弱与其分子的组成和结构有关，卤素原子如 F、Cl 等电负性相对较大，和与羧基相连的碳原子连接时，会使羧基中 O—H 极性增强，更容易电离出氢离子，酸性更强，并且卤素原子的电负性越大、数目越多，则对应酸的酸性越强，**B 错误**；2-羟基苯甲醛可以形成分子内氢键，4-羟基苯甲醛形成分子间氢键，分子间氢键使沸点升高，分子内氢键使沸点降低，**C 错误**；原子半径： $\text{C} < \text{Si} < \text{Ge}$ ，原子半径越小，共价键键能越大，共价晶体的熔点越高、硬度越大，则金刚石、晶体硅、晶体锗的熔点和硬度依次降低，**D 错误**。

知识拓展 在同一类羧酸中，含有的吸电子基团越多，基团吸电子能力越强，羧酸酸性越强；卤素原子作为吸电子基团，一般与羧基靠得越近，羧酸酸性越强。

9. A 押考点 原电池的工作原理及应用

模型解读 该电池为原电池，负极区电解质为碱性电解质，正极区电解质为酸性电解质，则 a 极为负极，b 极为正极。

定位	电极	电极反应式
原电池	正极(b极)	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$
	负极(a极)	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (A 正确)

【深度解析】原电池工作时，阴离子移向负极，**B 错误**；环境温度过低，反应速率太慢，不利于放电，**C 错误**；在反应 $2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 中， H_2O_2 中 O 元素分别由 -1 价升高为 0 价、降低为 -2 价，则每生成 1 mol O_2 ，转移 2 mol e^- ，转移电子数约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，**D 错误**。

10. C 押题型 实验方案的设计与评价

【深度解析】将 Cu、C 分别和浓硫酸共热，生成的气体中均有 SO_2 ，分别通入品红溶液中，品红溶液都褪色，只能说明 SO_2 有漂白性，不能说明 CO_2 有漂白性，**A 错误**；该实验中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液过量，蓝色褪去的时间与碘单质的量有关，实验时要控制碘的浓度和体积相同， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的浓度和体积不同，才可比较反应速率大小，**B 错误**；将两块相同的铝片分别投入 2 mL 等浓度的 CuSO_4 溶液和 CuCl_2 溶液中，前者无明显现象，后者迅速反应，说明 Cl^- 可以破坏铝片表面氧化膜，**C 正确**； Ag_2CrO_4 是 A_2B 型沉淀， AgCl 是 AB 型沉淀，二者类型不同，无法通过沉淀顺序比较溶度积大小，**D 错误**。

11. B 押题型 晶胞结构分析、晶胞的有关计算，涉及分数坐标、晶体密度、配位数

【深度解析】以面心处 Fe^{2+} 为例，与面心处 Fe^{2+} 距离最近且相等的 S_2^{2-} 位于其所在面的棱上及晶胞体心处，由此可推断出与面心处 Fe^{2+} 距离最近且相等的 S_2^{2-} 有 6 个，则 Fe^{2+} 的配位数为 6，由化学式 FeS_2 可知 Fe^{2+} 与 S_2^{2-} 数目之比为 1:1，则 S_2^{2-} 的配位数也为 6，**A 错误**；C 点处于晶胞的面心，故 C 点分数坐标为 $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$ ，**B 正**

确；由晶胞结构图可知，一个晶胞中有 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个 Fe^{2+} ， $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ 个 S_2^{2-} ，则 FeS_2 晶体的密度为 $\frac{4 \times 120}{N_A(a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{4.8 \times 10^{32}}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，**C 错误**；分析晶胞结构可知， Fe^{2+} 位于体心时， S_2^{2-} 位于面心及顶角处，**D 错误**。

12. C 押考点 以铬铁矿 $[(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot (\text{Cr}, \text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_3]$ 为原料制备重铬酸钠的工艺流程

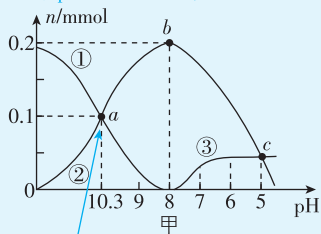
流程分析 焙烧：向铬铁矿 $[(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot (\text{Cr}, \text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_3]$ 中通入空气并加入 Na_2CO_3 ，进行焙烧时， Cr_2O_3 、 Al_2O_3 分别转化为 Na_2CrO_4 、 NaAlO_2 ， FeO 转化为 Fe_2O_3 ；
水浸：水浸时 Na_2CrO_4 、 NaAlO_2 进入溶液中， Fe_2O_3 、 MgO 不发生溶解；
中和沉淀： Na_2CrO_4 、 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液中，通入足量 CO_2 ， $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；
酸化：酸性条件下 Na_2CrO_4 转化为 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ；
结晶：经过结晶等一系列操作可得到重铬酸钠晶体。

【深度解析】根据化合价升降守恒、元素守恒可写出“焙烧”中 Cr_2O_3 反应的化学方程式： $2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{CO}_2$ ，**A 正确**；“中和沉淀”时通入足量 CO_2 ， $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，同时生成 HCO_3^- ，反应的离子方程式为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ ，**B 正确**； Na_2CrO_4 、 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 均具有强氧化性， HCl 具有还原性，二者会发生反应生成有毒气体 Cl_2 ，同时导致产率降低，应加入稀硫酸等酸，**C 错误**；加入 Na_2CO_3 氧化焙烧时会生成 CO_2 ，可回收利用，在“中和沉淀”步骤使用，**D 正确**。

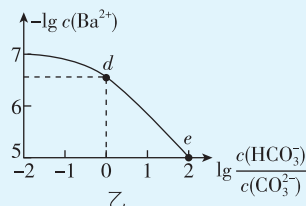
13. D 押考点 水溶液中的粒子平衡，涉及曲线判断、 K_{sp} 计算、守恒关系等

要点图解

第一步：通过滴定变化过程判断曲线归属，随着 H^+ 的滴加，pH 减小， Na_2CO_3 转化为 NaHCO_3 ，进一步转化为 H_2CO_3 ，所以可得曲线①表示 CO_3^{2-} 的物质的量随溶液 pH 的变化关系，曲线②表示 HCO_3^- 的物质的量随溶液 pH 的变化关系，曲线③表示溶液中溶解的 H_2CO_3 的物质的量随溶液 pH 的变化关系，**A 正确**



第二步：由图乙可知 d 点处 $\lg \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 0$ ，即 $c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{CO}_3^{2-})$ ，与 a 点对应，通过 a 点横坐标可知，对应溶液 pH=10.3，**B 正确**



【深度解析】e 点处 $\lg \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 2$ ， $c(\text{HCO}_3^-) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，可得 $c(\text{CO}_3^{2-}) = 5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，由图乙可知 $c(\text{Ba}^{2+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，所以 $K_{sp}(\text{BaCO}_3) = 5 \times 10^{-9}$ ，**C 正确**；a→b 点过程中溶液中始终存在元素守恒 $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ ，但 pH 较小时有 CO_2 逸出，溶液中 $c(\text{Na}^+) > 2[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ ，**D 错误**。

14. D 押题型 化学平衡图像分析，涉及化学反应速率的计算、分压

计算、判断达到平衡的时间

【深度解析】0~6 min 内, CH_4 的平均反应速率 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{6 \text{ min}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, **A 正确**; 6 min 时, 增大正丁烷浓度, 恒容容器中, 增大反应物浓度相当于加压, 由于两反应均为气体分子数增加的反应, 平衡均逆向移动, 但根据勒夏特列原理, 平衡逆向移动的程度不足以抵消反应物增加导致的产物增加的影响, $\alpha(\text{C}_4\text{H}_{10})$ 减小, $c(\text{CH}_4)$ 增大, 变化对应曲线 b, **B 正确**; 根据图像可知, 6 min 时反应达到平衡:

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$		
起始浓度/(mol · L ⁻¹)	1	0 0
转化浓度/(mol · L ⁻¹)	0.3	0.3 0.3
平衡浓度/(mol · L ⁻¹)	0.7	0.3 0.3

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6 + \text{CH}_2=\text{CH}_2$		
起始浓度/(mol · L ⁻¹)	0.7	0 0
转化浓度/(mol · L ⁻¹)	0.7-0.3	0.4 0.4
平衡浓度/(mol · L ⁻¹)	0.3	0.4 0.4

平衡时, 由于容积相同, 浓度之比等于物质的量之比, 且在恒温恒容条件下, 气体的物质的量之比等于气体分压之比, 则丙烯的分压与乙烯的分压之比为 3:4, **C 正确**; 其他条件相同, 起始时向该恒容容器中充入一定量的氮气, 原气体分压不变, 速率不变, 平衡不发生移动, 反应达到平衡的时间仍为 6 min, **D 错误**。

15. (除标注外, 每空 2 分, 共 14 分)

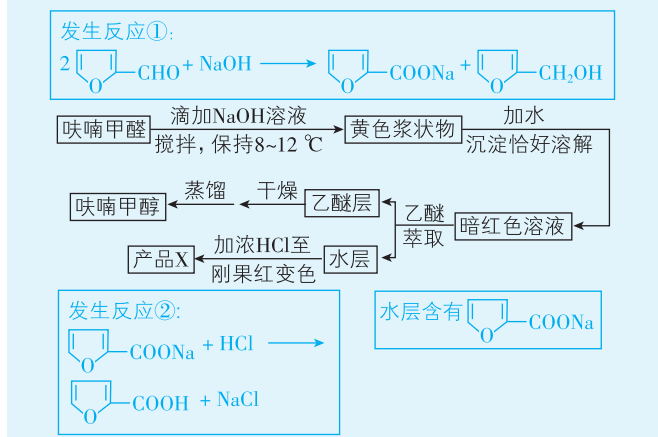
(1) 恒压滴液漏斗 (1 分) 呋喃甲醛在水中的溶解度小, 与 NaOH 溶液接触不充分, 需要搅拌增大接触面积

(2) 呋喃甲醛很容易被氧化 (3) BC

(4) 呋喃甲酸 (1 分) 重结晶 自然晾干 (5) 93.3%

押题型▶有机物的制备实验, 涉及仪器名称、操作原因、提纯方法、纯度计算等

实验原理



【深度解析】(1) 仪器 A 为恒压滴液漏斗; 呋喃甲醛在水中的溶解度较小, 与 NaOH 溶液接触不充分, 需要搅拌增大接触面积。(2) 久置的呋喃甲醛部分会被空气中的氧气氧化, 而使反应物不纯, 故反应使用新蒸馏的呋喃甲醛。(3) 乙醚层的有机物为呋喃甲醇, 呋喃甲醇与强酸会发生剧烈反应, **A 不选**; 无水氯化钙、无水碳酸钠与呋喃甲醇不反应, 同时也不溶于有机溶剂, **B、C 可选**。(4) 根据流程分析, 产品 X 是呋喃甲酸, 可使用重结晶方法提纯, 根据已知信息, 呋喃甲酸约在 100 °C 会升华, 故干燥方式采用自然晾干, 而非红外灯高温烘干。(5) 三次滴定结果中, 23.20 mL 舍弃, 取 25.10 mL、24.90 mL 的平均值为 25.00 mL, 氢氧化钾溶液滴定呋喃甲酸时, $n(\text{KOH}) =$

$$n(\text{呋喃甲酸}), X \text{ 的纯度} = \frac{25.0 \times 10^{-3} \times 0.10 \times 112 \times 10}{3.00} \times 100\% \approx 93.3\%.$$

16. (除标注外, 每空 2 分, 共 15 分)

(1) ①(加快) 搅拌

② $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

(2) 75 °C 时 Li 损失率最小; pH=2.5 时铁、磷沉淀率较高, 锂损失率较低, 同时避免加入过多的 NaOH 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 且节约成本 (3 分) (3) ①将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ② $5.0 \times 10^{-18.5}$

(4) ①充电 (1 分) ② 18.75% (3 分)

押题型▶工艺流程分析, 涉及条件控制、操作目的、溶度积相关计算、晶胞结构分析等

流程分析

原料: 废旧磷酸铁锂正极粉 (主要成分是 LiFePO_4 、乙炔黑和 Al)
除杂元素: Al、C
目标产物: FePO_4 、 Li_3PO_4

碱洗: NaOH 与废旧磷酸铁锂正极粉中的 Al 反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 滤液 1 为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 、NaOH 混合溶液, 过滤除去铝元素, 滤渣为磷酸铁锂、乙炔黑;

浸出: 加入稀酸, 与滤渣中的磷酸铁锂反应, 生成含有 Li 元素和 Fe 元素的盐, 乙炔黑不反应作为滤渣 1 除去;

氧化: 加入 H_2O_2 溶液, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ; …… 第 (3) ①问

沉淀: 加入 NaOH 调节溶液 pH, 滤渣 2 为 FePO_4 , 滤液 2 为含有 Li 元素的盐溶液;

水洗、焙烧: 滤渣 2 经水洗、焙烧获得无水磷酸铁;

补磷后调节 pH: 将含 Li 元素的盐转化为滤渣 3 磷酸锂。

【深度解析】(1) ①搅拌可加快反应速率, 使反应进行更充分。② Al 与 NaOH 溶液反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 和 H_2 , 根据得失电子守恒和电荷守恒可配平方程式。

(2) 从题图乙中可看出 75 °C 时 Li 损失率最小; 由题图甲可知, pH=2.5 时, 铁、磷沉淀率已经很高, Li 损失率也已较小, 得到的磷酸铁的纯度很高, 增大 pH 铁、磷沉淀率和 Li 损失率变化不大, 故控制反应终点 pH=2.5, 可避免加入过多的 NaOH 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 且节约成本。

(3) ②常温下, pH 为 2.5, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-2.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-11.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-) = c(\text{Fe}^{3+}) \times (10^{-11.5})^3 = 2.6 \times 10^{-39}$, 则 $c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{2.6 \times 10^{-39}}{10^{-34.5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.6 \times 10^{-4.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4) = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-}) = 1.3 \times 10^{-22}$, 则 $c(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{1.3 \times 10^{-22}}{2.6 \times 10^{-4.5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.0 \times 10^{-18.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4) ①由题意知, 晶胞中位于面心、棱上、顶点的小球代表 Li^+ , 则 (a)→(c) 的过程为 Li^+ 脱嵌的过程, 放电时磷酸铁锂作正极, 则充电时磷酸铁锂作阳极, 充电过程中, LiFePO_4 中的 Li^+ 会不断脱嵌, Fe 元素化合价升高, A 表示充电过程。②根据 (a), 位于顶点的 Li^+ 有 8 个, 位于棱上的 Li^+ 有 4 个, 位于面心的 Li^+ 有 4 个, 1 个 LiFePO_4 晶胞中含有 Li^+ 的总数为 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} = 4$ 。

(b) 比 (a) 少了 2 个 Li^+ , 一个是棱上的, 一个是面心的, 所以 $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$ 中含 Li^+ 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 3 \times \frac{1}{4} + 3 \times \frac{1}{2} = \frac{13}{4}$, Li^+ 的脱嵌

$$\text{率} = \frac{4 - \frac{13}{4}}{4} \times 100\% = \frac{3}{16} \times 100\% = 18.75\%.$$

17. (除标注外, 每空 2 分, 共 14 分)

(1) 降低温度、减小压强 (合理即可)

(2) CE

(3) 53.3%

(4) +123

(5) ① II、III (1分) 该反应为气体分子总数增大的吸热反应, 升高温度, 平衡正向移动, 所以 I、III 为 C_3H_6 对应曲线, II、IV 为 C_3H_8 对应曲线, 增大压强时平衡逆向移动, 故 100 kPa 下 C_3H_8 的体积分数更大 (曲线 II), C_3H_6 的体积分数较小 (曲线 III) (3分) ② 12.5

押题型 ▶ 化学反应原理, 涉及化学平衡移动、化学平衡状态的判断、平衡常数的相关计算、反应热的计算等

【深度解析】 (1) 丙烷氧化脱氢反应是气体分子总数增加的放热反应, 降低温度、减小压强可使平衡正向移动, 有利于提高丙烷的平衡转化率, 即有利于丙烯的生成。

(2) 某温度下的刚性密闭容器即说明为恒温恒容条件下发生反应, 若 $v_{正}(O_2) = 2v_{逆}(C_3H_8)$, 换算为同种物质表示时 $v_{正}(O_2) = 4v_{逆}(O_2)$, $v_{正} \neq v_{逆}$, 反应未达平衡状态, **A 错误**; 反应混合物中各组分浓度之比等于化学计量数之比不能说明各组分浓度不再变化, 故不能说明反应达平衡状态, **B 错误**; 平衡移动过程中, 气体总质量不变, 平均摩尔质量随气体总物质的量的变化而变化, 故平均摩尔质量不再变化可说明反应已达平衡状态, **C 正确**; 恒容容器, 气体体积不变, 总质量也不变, 故反应过程中气体密度始终不变, 不能说明反应达平衡状态, **D 错误**; 反应物浓度在达到平衡之前一直减小, 生成物浓度在达到平衡之前一直增加, 故反应物浓度和产物浓度的比值不变可说明反应已达平衡状态, **E 正确**。

(3) 设起始时通入的 $n(C_3H_8)$ 、 $n(O_2)$ 分别为 3 mol、1 mol, 恒温恒容条件下, 气体压强之比等于物质的量之比, 故有 $n_{平}(总): n_{始}(总) = p_{平}: p_{始} = 24 \text{ kPa}: 20 \text{ kPa}$, 即 $n_{平}(总): 4 \text{ mol} = 24: 20$, 则平衡时气体总物质的量为 4.8 mol, 设转化的 O_2 的物质的量为 $x \text{ mol}$ 。可列三段式如下:

	$2C_3H_8(g)$	$+ O_2(g)$	\rightleftharpoons	$2C_3H_6(g)$	$+ 2H_2O(g)$
$n_{始}/\text{mol}$	3	1		0	0
$\Delta n/\text{mol}$	$2x$	x		$2x$	$2x$
$n_{平}/\text{mol}$	$3-2x$	$1-x$		$2x$	$2x$


平衡时气体的总物质的量为 $(3-2x+1-x+2x+2x) \text{ mol} = (4+x) \text{ mol} = 4.8 \text{ mol}$, $x = 0.8$, 则 C_3H_8 的平衡转化率为 $\frac{2 \times 0.8 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} \times 100\% \approx 53.3\%$ 。

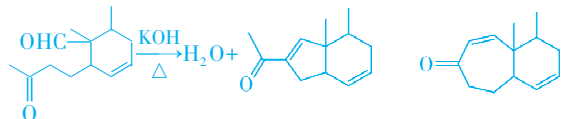
(4) 反应热 = 断键吸收的总能量 - 成键放出的总能量, 在该反应中每生成 1 mol 氢气, 断裂 1 mol C—C 和 2 mol C—H, 同时形成 1 mol C=C 和 1 mol H—H, 则 $\Delta H_2 = (348 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2) - (615 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +123 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(5) ② Q 点表示 560 °C、100 kPa 下反应平衡时 C_3H_8 的体积分数为 50%, 则 $p(C_3H_8) = 100 \text{ kPa} \times 50\% = 50 \text{ kPa}$, $p(C_3H_8) + p(C_3H_6) + p(H_2) = 100 \text{ kPa}$, 结合方程式可知, $n(C_3H_6) = n(H_2)$, 则 $p(C_3H_6) = p(H_2) = \frac{100 \text{ kPa} - 50 \text{ kPa}}{2} = 25 \text{ kPa}$, 故 $K_p =$

$\frac{p(C_3H_6) \times p(H_2)}{p(C_3H_8)} = \frac{25 \text{ kPa} \times 25 \text{ kPa}}{50 \text{ kPa}} = 12.5 \text{ kPa}$ 。

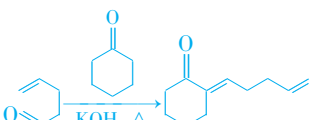
18. (除标注外, 每空 2 分, 共 15 分)

(1)  (1分) b

(2) 

(3) 酯基、碳碳双键 (1分) 4 (4) 3


(5) $Br(CH_2)_2O(CH_2)_3Br \xrightarrow[\Delta]{NaOH \text{ 醇溶液}} \text{cyclic ether} \xrightarrow{\Delta} \text{open chain ether}$

 (3分)

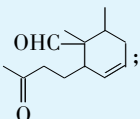
押题型 ▶ 有机物的合成与推断, 涉及有机反应方程式、副产物的判断、手性碳原子、合成路线设计、同分异构体等

有机速破

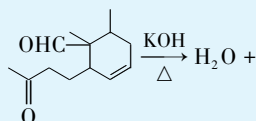
$A \rightarrow B \rightarrow C$: 由已知①及 B 的分子式, 结合 C 的结构反推可知, B

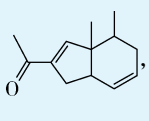
为 ; 由 A、B 的结构简式可知, A 发生取代反应生成 B;

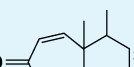
..... 第(1)问

$C \rightarrow D$: C 发生已知②反应生成的 D 为 

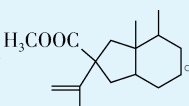
(2) $D \rightarrow E$: 根据题意, $D \rightarrow E$ 为羟醛缩合反应, 结合已知④可知, 羟醛缩合反应原理是醛分子中在醛基邻位碳原子上的氢原子 (α -H) 受羰基吸电子作用的影响, 具有一定的活泼性, 分子内含有 α -H 的醛在一定条件下可与另一个醛基中的 $C=O$ 发生加成反应, 生成 β -羟基醛, 该产物受热易失水, 得到 α, β -不饱和

和醛, 则 $D \rightarrow E$ 的化学方程式为 

 中①②位置的 H 原子均有活性, 因

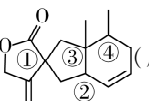
此也能得到副产物 ; 第(2)问

$E \rightarrow F$: E 与 H_2 发生加成反应生成 F;

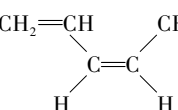
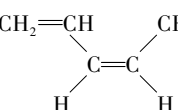
$G \rightarrow H$: G 发生已知③反应生成的 H 为 

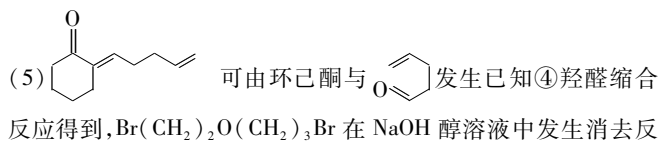
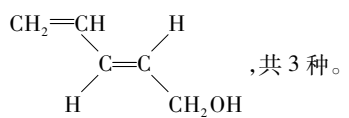
【深度解析】 (1) $A \rightarrow B$ 的反应类型为取代反应。丙酮与氢气发生的是加成反应, **a 错误**; 苯酚与浓溴水发生取代反应, **b 正确**; 1-溴丙烷在 NaOH 的醇溶液中加热发生消去反应, **c 错误**; 乙烯与氧气加热发生氧化反应, **d 错误**。

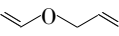
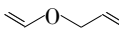
(3) 蜂斗菜内酯 A 中官能团的名称为酯基、碳碳双键, 连有 4 个不同的原子或原子团的碳原子叫手性碳原子, 如图所示


 (序号标记的为手性碳原子), 共 4 个手性碳原子。

(4) A 为 $CH_2=CH-CH(OH)-CH=CH_2$, 与 A 的官能团的种类和个数相同的同分异构体为 $CH_2=CH-CH=CH-CH_2OH$ 、 $CH_2=CH-C(=CH_2)-CH_2OH$, 其中 $CH_2=CH-CH=CH-CH_2OH$ 有顺

反异构, 顺式结构为 , 反式结构为 



应生成  ,  发生已知①反应异构化得到

, 具体合成路线见答案。

易错警示 碳碳双键和碳碳三键上的碳原子连有羟基时不稳定, 易发生异构化。