

答题规范

DA TI GUI FAN

主编

浙江省杭州第二中学钱江学校 孙老师



目 录

C O N T E N T S

一	考 前 指 引	01
---	---------	----

二	临 考 策 略	01
---	---------	----

●	(一) 化工流程题答题策略	01
---	---------------	----

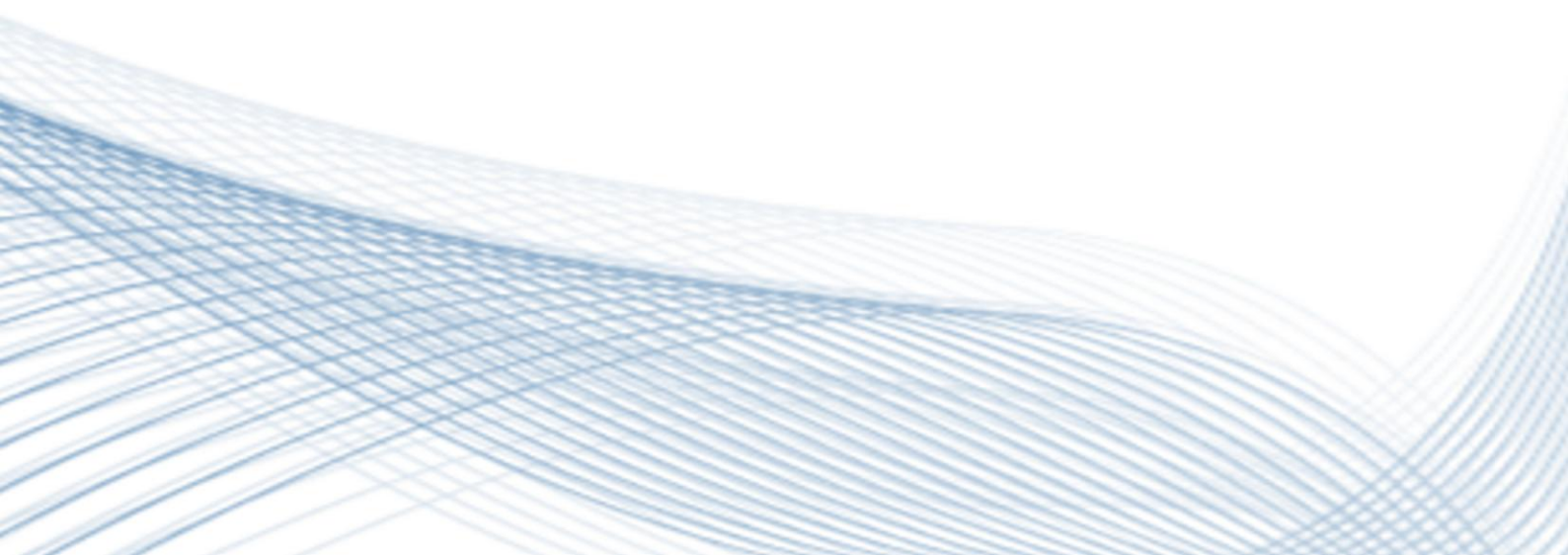
●	(二) 实验题的答题策略	03
---	--------------	----

●	(三) 化学反应原理综合题的答题指导	05
---	--------------------	----

●	(四) 物质结构与性质答题指导	07
---	-----------------	----

●	(五) 有机题的答题指导	09
---	--------------	----

四	真 题 示 范	12
---	---------	----





一、考前指引

- 1.正确的答题心态很重要，告诉自己考试就和完成一次作业一样。
- 2.用好考前五分钟，试卷下发后先预览一遍题目，大概了解难易程度。
- 3.合理分配答题时间，不要在没把握的题上花费大量时间。
- 4.做题顺序最好先易后难，按顺序做下去，没思路的题先跳过。
- 5.会做的题一定要保证尽量做对不丢分，做到细心、耐心。
- 6.碰到拿不准的题不要留尾巴，先把会的部分写出，其他的备注思路，最后有时间再来思考。
- 7.碰到难题既不能轻易放弃，也不要抓住不放，做个标记，选择题可以按经验先选一个，不要留空，填空题看看题干信息选填一些，有些答案就在信息中。
- 8.草稿纸的使用要得当，标好题号、书写整洁，对最后检查很有帮助。
- 9.注意涂答题卡，避免填涂不规范无法识别丢分，也要避免填涂时间不够。一般选择题做完后即将答题卡涂好。
- 10.答题时，特别要注意充分利用题中所给的关键信息。



二、临考策略

选择题部分主要考查化学与 STSE，简单实验，有机物结构与性质，化学方程式，物质结构与元素周期律，电化学，电解质溶液等。考点相对比较固定，难度也相对较小。平时可每题集中训练，把题中考点和常见的陷阱整理清楚，形成针对性较强的解题方法。解题时不仅要注意速度，给后面大题留够时间，更要保证做题的正确率，尽可能做到全部正确。此外多关注最新的化学相关新闻报道。

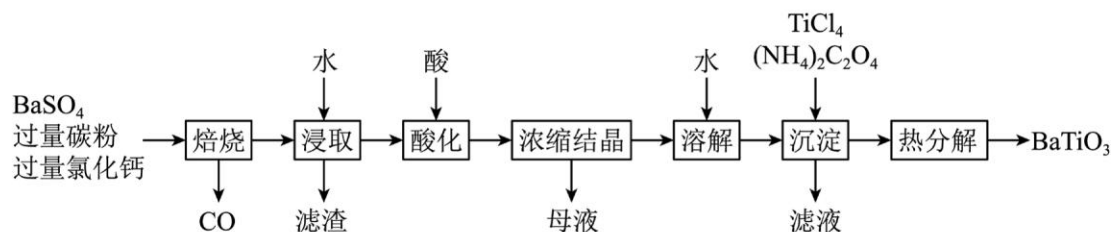
(一) 化工流程题答题策略

该题一般考查从原料到产品的转化、分离和提纯流程，包括一条主线和多条分线。原料中主要成分元素需沿着主线行进，最终到达产品中，其它成分元素（杂质）则从各分线通过沉淀或滤液等不断去除，期间可能涉及氧化还原反应的转化形式，以及普通离子反应产生沉淀的形式。近两年都出现了焙烧、浸取等操作。解题时，需通读题干，找出关键信息，即原料中主要成分、杂质成分和最终产品，结合信息明确每一种杂质成分的去除方式。题干设计一般较多从流程简洁、速度较快、产品纯度和产率高的角度考虑具体方法，因此，答题时也应多从这几个方

面入手，注意答案的全面性，关注流程中的信息、题干中的信息，很多时候，解题关键或答案就在信息中。

【实例 1】

BaTiO_3 是一种压电材料。以 BaSO_4 为原料，采用下列路线可制备粉状 BaTiO_3 。



回答下列问题：

- (1) “焙烧”步骤中碳粉的主要作用是_____。
- (2) “焙烧”后固体产物有 BaCl_2 、易溶于水的 BaS 和微溶于水的 CaS 。“浸取”时主要反应的离子方程式为_____。
- (3) “酸化”步骤应选用的酸是_____ (填标号)。
a. 稀硫酸 b. 浓硫酸 c. 盐酸 d. 磷酸
- (4) 如果焙烧后的产物直接用酸浸取，是否可行？_____，其原因是_____。
- (5) “沉淀”步骤中生成 $\text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 的化学方程式为_____。
- (6) “热分解”生成粉状钛酸钡，产生的 $n_{\text{CO}_2}:n_{\text{CO}} =$ _____。

分析：

本题的主要目的是以硫酸钡为原料，制备压电材料 BaTiO_3 ，体现了化学在材料科技发展中的重要作用。其中，Ba 元素的价态没有发生变化，Ti 元素通过加入 TiCl_4 并热分解得到。整体流程的侧重点在于 Ba 元素的预处理。

从整个流程结合后续题干来分析，

前半段流程的目的是得到纯净的 Ba^{2+} ，因此第一步焙烧加入的碳粉是为了还原硫酸根；

焙烧后的产物有 BaCl_2 、 BaS 、 CaS ，其中 BaCl_2 、 BaS 均可溶于水，而 CaS 微溶，因此利用浸取过滤的方法除去 CaS ；

随后加入酸溶液进行酸化，主要是为了除去 BaS 而保留 BaCl_2 成为纯净的溶质，因此选择能除去 S^{2-} 离子，又不产生新杂质的 HCl 作为酸化试剂；

浓缩得到纯净的 BaCl_2 后，进行产品制备：加入 TiCl_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 进行反应、沉淀。题干提示此时得到的沉淀为 $\text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ，最后受热分解才得到目标产物 BaTiO_3 。最后的操作类似侯氏制碱法中的操作：先通入原料发生反应产生沉淀，后沉淀灼烧（后处理）得到目标

产物，考查了对课本知识的类比迁移能力。

解题关注：

- (1) 对陌生流程的分析，理解制备全过程中各个步骤的目的及目标产物；
- (2) 根据氧化还原反应特点、物质溶解度、离子转化特点进行预处理和除杂；
- (3) 对于陌生、已给定反应物和产物的方程式的书写；
- (4) 根据物质的量的守恒进行定量计算。

参考答案：

- (1) 做还原剂，将 BaSO_4 还原
- (2) $\text{Ca}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CaS} \downarrow$
- (3) c
- (4) 不可行；因为在焙烧后，产物有 BaCl_2 、 BaS 、 CaS ，若直接使用 HCl 进行浸取，会使 CaS 溶解后产生 CaCl_2 成为杂质混入，无法除去，导致产品纯度降低。
- (5) $\text{BaCl}_2 + \text{TiCl}_4 + 2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \downarrow + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{HCl}$
- (6) 1:1

(二) 实验题的答题策略

该题一般以物质的合成、制备、提取为载体，考查物质的分离和提纯相关实验的基本操作。涉及的点主要有仪器名称与实验操作、实验条件选择与分析、实验方案设计与评价、陌生化学方程式书写、产品纯度或产率分析等。需重点关注以下几个方面的梳理。

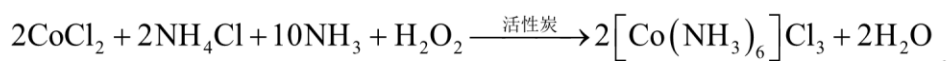
1. 气体相关：气密性检测操作、防倒吸、干燥、尾气处理等（干燥剂的选择）
2. 液体处理：萃取和分液操作及注意事项、分液漏斗检漏、萃取剂选择、蒸馏操作及注意事项（减压蒸馏）
3. 结晶相关：蒸发结晶、蒸发浓缩（冷却结晶）、加试剂结晶、控温结晶、大颗粒晶体的培养、过饱和溶液的处理等
4. 沉淀处理：沉淀是否完全、各种过滤方法（抽滤、热过滤、倾析法）、洗涤液的选择、洗涤操作及注意事项、洗涤干净的标准、干燥条件的选择、灼烧等
5. 定量分析：溶液配制、移液、滴定操作及注意事项、滴定管检漏及处理、润洗、排气泡、指示剂选择、终点现象描述、误差分析等

6.其它：pH 调节、实验条件选择与分析、实验方案设计与评价、提示信息采集与利用、陌生化学方程式书写、产品纯度的相关计算与分析。

解题时，注意已知信息的使用、很多时候，答案就在信息中。注意所制备物质的特征（是否易被氧化、是否易潮解等），方案分析评价时类似于流程题，多从合成速度较快、产品纯度和产率高的角度考虑。

【实例 2】

钴配合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 溶于热水，在冷水中微溶，可通过如下反应制备：



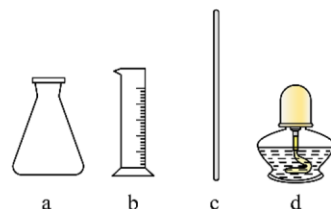
具体步骤如下：

- I. 称取 2.0g NH_4Cl ，用 5mL 水溶解。
- II. 分批加入 3.0g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 后，将溶液温度降至 10°C 以下，加入 1 g 活性炭、7 mL 浓氨水，搅拌下逐滴加入 10 mL 6% 的双氧水。
- III. 加热至 $55\sim 60^\circ\text{C}$ 反应 20 min。冷却，过滤。
- IV. 将滤得的固体转入含有少量盐酸的 25 mL 沸水中，趁热过滤。
- V. 滤液转入烧杯，加入 4 mL 浓盐酸，冷却、过滤、干燥，得到橙黄色晶体。

回答下列问题：

(1) 步骤I中使用的部分仪器如下。

仪器 a 的名称是_____。加快 NH_4Cl 溶解的操作有_____。

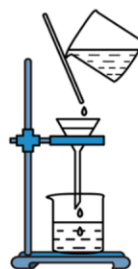


(2) 步骤II中，将温度降至 10°C 以下以避免_____、_____；可选用_____降低溶液温度。

(3) 指出下列过滤操作中不规范之处：_____。

(4) 步骤IV中，趁热过滤，除掉的不溶物主要为_____。

(5) 步骤V中加入浓盐酸的目的是_____。



分析：

本题主要借助钴配合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 溶解度的特点，以 CoCl_2 、 NH_3 、 H_2O_2 为主要原料，利用氧化还原反应进行制备。在制备过程中采用低温下混合加料的方法，在 NH_4Cl 溶液中逐步加入 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、活性炭和浓氨水，再滴入双氧水将 Co^{2+} 氧化至 Co^{3+} 。升温反应 20 分钟后进行冷却，此时因溶解度特点， $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 就会析出，得到固体产物。最后经过冷却

析出、过滤、干燥，得到较纯净的产品。

解题关注：

- (1) 结合化学方程式，了解目标物质的制备方法。该方程是氧化还原反应，将原料中的 CoCl_2 氧化至 Co^{3+} ，而后利用溶解度的特点析出。
- (2) 操作过程简明清晰，溶解加料、加氧化剂、升温反应、过滤，即得到产品。
- (3) 部分操作的意义、温度的选择，需要结合已学课内实验结合本题题干进行分析。如 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 溶于热水，在冷水中微溶，则最后得到产品就采用冷却的方式；反应中加入了浓氨水和双氧水，则温度不宜过高，否则会挥发分解等。
- (4) 反应中加入了活性炭，此时易疏忽活性炭是过量的，因此 IV 反应后的趁热过滤为将过量未反应的活性炭滤去。
- (5) 最后加入浓盐酸易被分析为洗涤，但根据后一步冷却分析，此时还未得到固体，结合配合物生成、可逆反应的调控可知，加入浓盐酸是为了提高 Cl^- 的浓度，帮助产品析出。

参考答案：

- (1) 锥形瓶； 升温、搅拌
- (2) 浓氨水的分解和挥发； 双氧水的分解； 冰水浴
- (3) 玻璃棒没有紧靠在三层滤纸处； 漏斗下端尖嘴未靠在烧杯内壁上
- (4) 活性炭
- (5) 引入大量 Cl^- ，利用同离子效应促进配合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的析出，提高产率

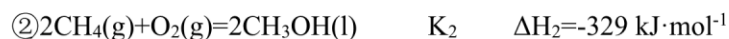
(三) 化学反应原理综合题的答题指导

该题一般从化学反应热效应、化学反应速率、平衡状态、化学平衡的移动、平衡图像、平衡常数和转化率相关计算，以及化学反应与电能几方面考查对反应原理的综合应用。平时应加强利用盖斯定律或者键能和活化能计算焓变、平衡图像解析与作图、平衡常数和转化率计算、电化学闭合回路等方面知识的训练，同时关注对信息解读能力的培养。

【实例 3】

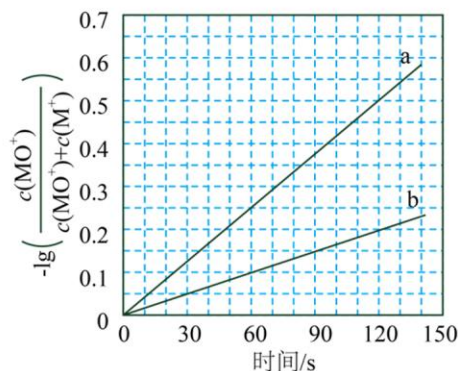
甲烷选择性氧化制备甲醇是一种原子利用率高的方法。回答下列问题：

(1) 已知下列反应的热化学方程式：

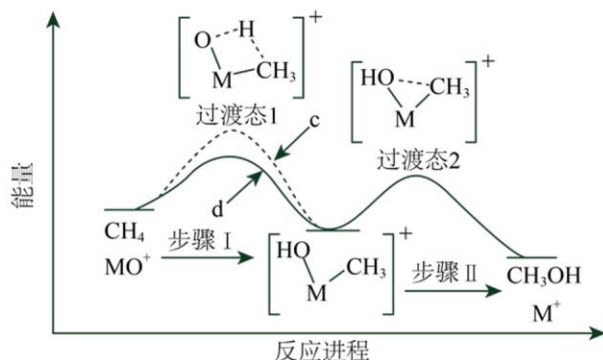


反应③ $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 平衡常数 $K_3 =$ _____ (用 K_1 、 K_2 表示)。

(2) 电喷雾电离等方法得到的 M^+ (Fe^+ 、 Co^+ 、 Ni^+ 等) 与 O_3 反应可得 MO^+ 。 MO^+ 与 CH_4 反应能高选择性地生成甲醇。分别在 300K 和 310K 下(其他反应条件相同)进行反应 $\text{MO}^+ + \text{CH}_4 = \text{M}^+ + \text{CH}_3\text{OH}$, 结果如下图所示。图中 300K 的曲线是 _____ (填“a”或“b”)。300K、60s 时 MO^+ 的转化率为 _____ (列出算式)。



(3) MO^+ 分别与 CH_4 、 CD_4 反应, 体系的能量随反应进程的变化如下图所示(两者历程相似, 图中以 CH_4 示例)。



- (i) 步骤I和II中涉及氢原子成键变化的是 _____ (填“I”或“II”)。
- (ii) 直接参与化学键变化的元素被替换为更重的同位素时, 反应速率会变慢, 则 MO^+ 与 CD_4 反应的能量变化应为图中曲线 _____ (填“c”或“d”)。
- (iii) MO^+ 与 CH_2D_2 反应, 氘代甲醇的产量 CH_2DOD _____ CHD_2OH (填“>”“<”或“=”)。若 MO^+ 与 CHD_3 反应, 生成的氘代甲醇有 _____ 种。

分析:

本题为化学反应原理的综合题型, 解题时关注反应热的变化、反应过程活化能的分析、反应速率与平衡。题中采用甲烷选择性氧化制备甲醇为载体, 设计了一系列操作与问答, 从最基础的热化学方程式分析入手, 考察学生对于盖斯定律的应用和多个方程中平衡常数的计算, 属基础题。随后给出电喷雾电离方法作为陌生情景, 意在考查温度对化学反应的影响特征。

最后依然借助电喷雾电离法的背景,给出了反应过程的能量进程图,考查了对反应中活化能大小的判断和过渡态的理解与分析。

解题关注:

(1) 根据盖斯定律,直接进行计算根据盖斯定律可知,反应③= $\frac{1}{2}$ (反应②-①),在平衡常数计算中,方程式相加为乘、方程式相减为除。

(2) 根据图像可知,纵坐标数值与 MO^+ 的微粒分布系数成反比,与 M^+ 的微粒分布系数成正比。分析 b 曲线小于 a 曲线,因此反应速率较慢。结合温度对反应速率的影响分析得到答案。

(3) 根据反应的能量进程图,第一步涉及碳氢键的断裂、氢氧键的形成;第二步涉及碳氧键的形成。由题干知,元素被替换为更重的同位素时反应速率会变慢,则意味着活化能上升。最后一小题是根据反应机理判断同位素产物的种类,此时关注反应过程中氢原子的走向。

参考答案:

(1) -307; $(\frac{K_2}{K_1})^{\frac{1}{2}}$ 或 $\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}$

(2) b; $\frac{1-10^{-0.1}}{1} \times 100\%$ 或 $\frac{10^{0.1}-1}{10^{0.1}} \times 100\%$

(3) I; c; <; 2

(四) 物质结构与性质答题指导

1. 熟练掌握基本化学用语,如四同(即同位素、同素异形体、同分异构体、同系物)的概念及相关物质组合的判断、微粒间相互作用力(即离子键、共价键、分子间作用力等)的分析判断等。

2. 熟练掌握核外电子排布基本原理,以及电离能、电负性大小的判断方法及递变规律。

3. 熟练掌握杂化轨道与空间构型的判断方法

4. 熟练掌握晶体类型、晶胞结构、配位数的分析与相关计算

【实例 4】

将酞菁—钴酞菁—三氯化铝复合嵌接在碳纳米管上,制得一种高效催化还原二氧化碳的催化剂。回答下列问题:

(1) 图 1 所示的几种碳单质,它们互为_____,其中属于原子晶体的是_____, C_{60} 间的作用力是_____。

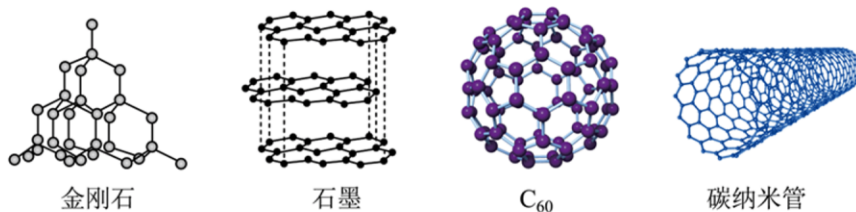


图1

(2) 酞菁和钴酞菁的分子结构如图 2 所示。

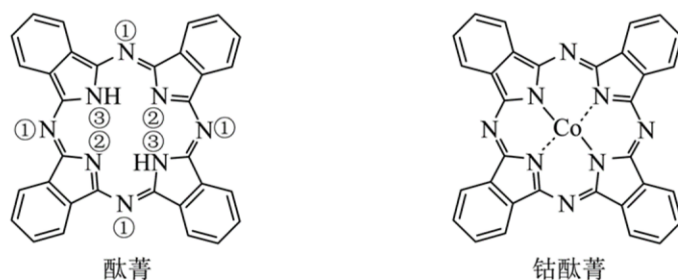


图2

酞菁分子中所有原子共平面，其中 p 轨道能提供一对电子的 N 原子是_____ (填图 2 酞菁中 N 原子的标号)。钴酞菁分子中，钴离子的化合价为_____，氮原子提供孤对电子与钴离子形成_____键。

(3) 气态 AlCl₃ 通常以二聚体 Al₂Cl₆ 的形式存在，其空间结构如图 3a 所示，二聚体中 Al 的轨道杂化类型为_____。AlF₃ 的熔点为 1090℃，远高于 AlCl₃ 的 192℃，由此可以判断铝氟之间的化学键为_____键。AlF₃ 结构属立方晶系，晶胞如图 3b 所示，F 的配位数为_____。若晶胞参数为 a pm，晶体密度 $\rho = \frac{M}{V \cdot N_A}$ (列出计算式，阿伏加德罗常数的值为 N_A)。

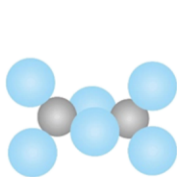


图3a Al₂Cl₆的分子结构

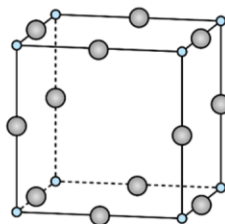


图3b AlF₃的晶体结构

分析：

2023 年全国甲卷中的物质结构题，较前一年有了更细致的考查，包括对化学用语的辨析、晶体类型的分析等。本题仍为在多个模型的基础上，从多角度进行提问。如几种物质间的四同概念辨析、从结构示意图分析物质晶体类型、从键线式分析 N 原子的配位情况。本题也考查了 AlCl₃ 的二聚，分析了如杂化轨道类型、化学键类型、晶体结构中的配位数及晶体密度计算。这些考查点都是较为常规和基础的，但是结合陌生物质的结构，在新的情景下会对答题产生干扰，提升一定的难度。

解题关注:

(1) 在四同(即同位素、同素异形体、同分异构体、同系物)的概念及相关物质组合的判断中,同位素的对象是核素、同素异形体的对象是单质、同分异构体的对象是化合物、同系物的对象是有机物。因此几种碳单质之间互称为同素异形体。晶体类型的判断中,共价晶体需要组成原子间都存在共价键,而分子晶体的组成微粒(分子)之间是分子间作用力。

(2) 有机物大分子通常有着复杂的结构,但是可以根据课内所学的官能团、基团的特征对其进行分块分析。结合原子共平面,可以得到 N 原子 sp^2 的杂化方式;结合 N 原子的成键方式,可以分析中心金属离子的配位情况。

(3) 根据分子结构的结构示意图,可以分析出中心原子的杂化方式。结合不同晶体类型的物理性质,熔点较高的为离子晶体。结合晶体结构的示意图,可以分析得到某微粒的配位数(距离最近且相等),此时通常需要一定的空间想象能力,将已有晶胞平移,分析微粒间的距离来得到答案。

参考答案:

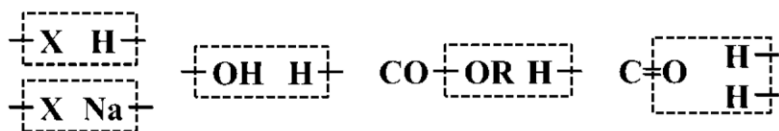
(1) 同素异形体; 金刚石; 范德华力

(2) ③; +2; 配位

(3) sp^3 ; 离子; 2; $\frac{84 \times 10^{30}}{N_A \cdot a^3}$

(五) 有机题的答题指导

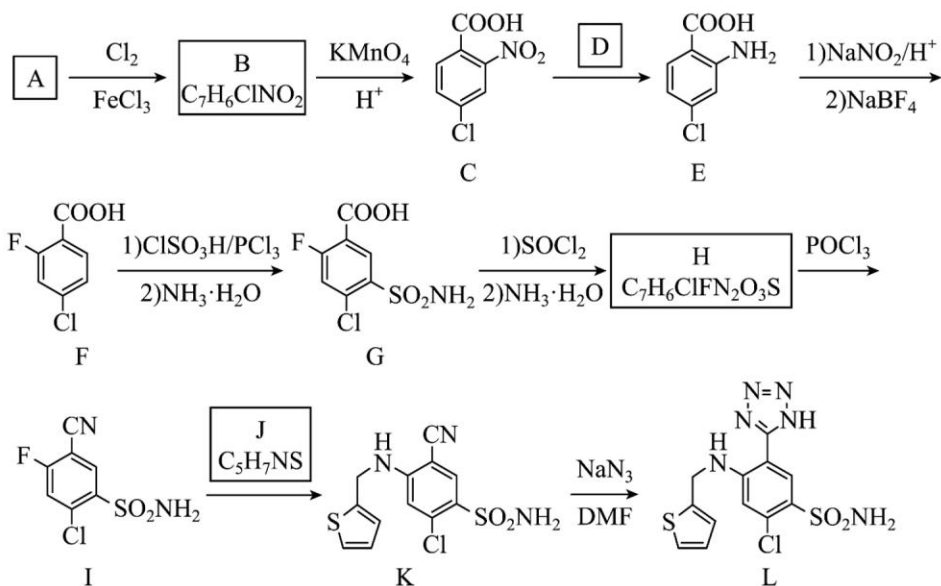
本题主要根据有机合成流程图,进行结构推断、官能团性质与反应类型分析、反应方程式书写、限制条件下的同分异构体书写等方面的考查。平时应多关注不同结构的对称性,加强结构与分子式对比切断能力的训练,常见的结构拼接方式(如下)。



推断时,记住常用拼接方式,基本上不用看信息,少数情况或较新的情景再看看提示信息。另外,有些特征结构常作为反应的活性位点,如-X(卤素)、-NH₂、-COCH₂- (活泼氢)等。

【实例 5】

阿佐塞米(化合物 L)是一种可用于治疗心脏、肝脏和肾脏病引起的水肿的药物。L 的一种合成路线如下(部分试剂和条件略去)。



已知: $\text{R-COOH} \xrightarrow{\text{SOCl}_2} \text{R-COCl} \xrightarrow{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{R-CONH}_2$

回答下列问题:

- (1) A 的化学名称是_____。
- (2) 由 A 生成 B 的化学方程式为_____。
- (3) 反应条件 D 应选择_____(填标号)。
a. $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ b. Fe/HCl c. $\text{NaOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ d. $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$
- (4) F 中含氧官能团的名称是_____。
- (5) H 生成 I 的反应类型为_____。
- (6) 化合物 J 的结构简式为_____。
- (7) 具有相同官能团的 B 的芳香同分异构体还有_____种(不考虑立体异构, 填标号)。
a. 10 b. 12 c. 14 d. 16

其中,核磁共振氢谱显示 4 组峰,且峰面积比为 2:2:1:1 的同分异构体结构简式为_____。

分析:

本题有机合成,基本可以用完全的逆向合成法进行分析,如 K-L 叠氮化钠的加入形成了四唑环; I-K 是卤素原子与氨基的取代反应; G-H 是羧基的酰胺化,则 H-I 是酰胺的脱水成腈; F-G 是磺化再磺酰胺化; E-F 为氨基转化为 F 原子取代;最终推至 A 和 B。完全的逆向合成法将物质都推出来后,可以较轻松地完成大部分题目的考查。

解题关注：

(1) B 遇到酸性高锰酸钾得到 C，则 B 中存在甲基，因此 A-B 是邻对位定位，Cl 原子取代在对位上。

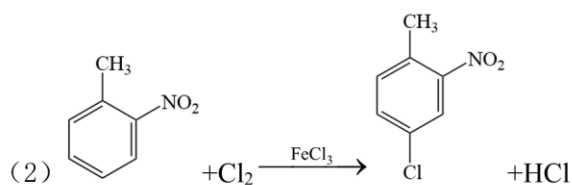
(2) D 是硝基的还原所用试剂。

(3) POCl_3 物质比较陌生，如果没有印象其有脱水的作用，就完全按照酰胺变为氰基的方式分析变化即可。

(3) 与分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{ClNO}_2$ 的芳香同分异构体且含有 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{NO}_2$ 两种官能团共有 17 种。分子中共 6 个氢，而核磁共振氢谱的峰面积比为 2:2:1:1，说明其结构中有 4 种化学环境的 H 原子，分别为 2 个、2 个、1 个、1 个，也说明对称性较好。

参考答案：

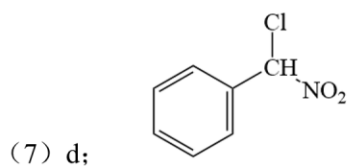
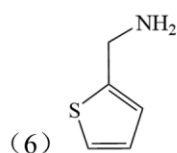
(1) 邻硝基甲苯（或 2-硝基甲苯）



(3) b

(4) 羧基

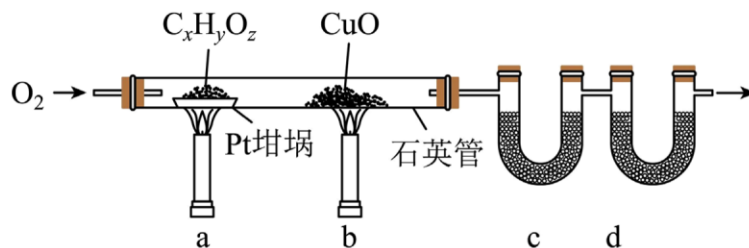
(5) 消去反应





三、真题示范 (2023 年新高考全国乙卷)

1. 元素分析是有机化合物的表征手段之一。按下图实验装置(部分装置略)对有机化合物进行 C、H 元素分析。



回答下列问题:

- (1) 将装有样品的 Pt 坩埚和 CuO 放入石英管中, 先_____, 而后将已称重的 U 型管 c、d 与石英管连接, 检查_____。依次点燃煤气灯_____, 进行实验。
 - (2) O₂ 的作用有_____。CuO 的作用是_____(举 1 例, 用化学方程式表示)。
 - (3) c 和 d 中的试剂分别是_____, _____(填标号)。c 和 d 中的试剂不可调换, 理由是_____。
- A. CaCl₂ B. NaCl C. 碱石灰(CaO+NaOH) D. Na₂SO₃
- (4) Pt 坩埚中样品 C_xH_yO_z 反应完全后, 应进行操作: _____。取下 c 和 d 管称重。
 - (5) 若样品 C_xH_yO_z 为 0.0236g, 实验结束后, c 管增重 0.0108g, d 管增重 0.0352g。质谱测得该有机物的相对分子量为 118, 其分子式为_____。

【答案】

- (1) 通入一定的 O₂; 装置气密性; b、a
- (2) 作为实验中的氧化剂、作为载气保证反应产物完全进入到 U 型管中;

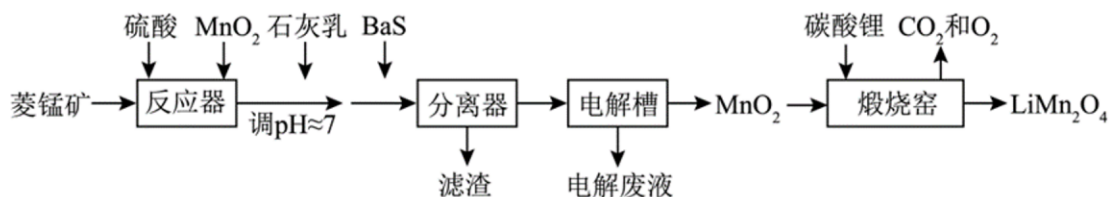
$$\text{CO} + \text{CuO} \triangleq \text{Cu} + \text{CO}_2$$
- (3) A; C; 碱石灰可以同时吸收水蒸气和二氧化碳, 而氯化钙只能吸收水蒸气
- (4) 先熄灭煤气灯 a, 继续通入一定量的 O₂, 然后再熄灭煤气灯 b, 待装置冷却后停止通 O₂,
- (5) C₄H₆O₄

【解析】

本题模仿了元素分析仪的原理, 利用检测有机物完全燃烧的产物(H₂O 和 CO₂) 对有机物组成进行分析。在题目设计中, 为防止有机物不完全燃烧产生 CO, 在硬质玻璃管中又加入了 CuO。随后先吸收水分, 再吸收 CO₂, 可分别计算出 H 和 C 的相关物质的量

- (1) 实验中，通入的氧气有两个作用，一方面作为有机物燃烧所需，另一方面起到了载气的作用，将产生的 H_2O 和 CO_2 吹入到后续的干燥管中。
- (2) 有机物燃烧产生的 H_2O 和 CO_2 分别用无水 CaCl_2 和碱石灰先后吸收，二者不可调换。因无水 CaCl_2 只吸收水蒸气，可先将其分离。而碱石灰若放置于前，就会同时吸收水和二氧化碳，无法将 H 和 C 元素分开计算。
- (3) 完全反应后，需要继续利用 O_2 作为载气的功能，将反应生成的、还残留在实验装置中的气体完全吹扫至两个干燥管中进行完全吸收。
- (4) CaCl_2 只吸收水蒸气，可计算得出 H 元素的物质的量；碱石灰吸收 CO_2 ，可计算出 C 元素的物质的量。再根据总质量得到原有机物中 O 元素的物质的量，结合相对分子量，计算出最终的分子式。

2. LiMn_2O_4 作为一种新型锂电池正极材料受到广泛关注。由菱锰矿 (MnCO_3 ，含有少量 Si、Fe、Ni、Al 等元素) 制备 LiMn_2O_4 的流程如下：



已知： $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=2.8\times 10^{-39}$ ， $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3]=1.3\times 10^{-33}$ ， $K_{sp}[\text{Ni}(\text{OH})_2]=5.5\times 10^{-16}$ 。

回答下列问题：

- (1) 硫酸溶矿主要反应的化学方程式为_____。
- 为提高溶矿速率，可采取的措施_____ (举 1 例)。
- (2) 加入少量 MnO_2 的作用是_____。
- 不宜使用 H_2O_2 替代 MnO_2 ，原因是_____。
- (3) 溶矿反应完成后，反应器中溶液 $\text{pH}=4$ ，此时 $c(\text{Fe}^{3+})= \text{_____} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；用石灰乳调节至 $\text{pH}\approx 7$ ，除去的金属离子是_____。
- (4) 加入少量 BaS 溶液除去 Ni^{2+} ，生成的沉淀有_____。
- (5) 在电解槽中，发生电解反应的离子方程式为_____。
- 随着电解反应进行，为保持电解液成分稳定，应不断_____。
- 电解废液可在反应器中循环利用。
- (6) 煅烧窑中，生成 LiMn_2O_4 反应的化学方程式是_____。

【答案】

(1) $\text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$; 粉碎菱锰矿

(2) 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ; Fe^{3+} 可以催化 H_2O_2 分解

(3) 2.8×10^{-9} ; Al^{3+}

(4) BaSO_4 、 NiS

(5) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2\uparrow + \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}^+$; 加入 $\text{Mn}(\text{OH})_2$

(6) $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + 8\text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} 4\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

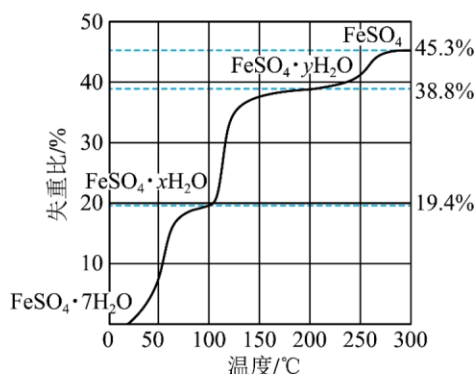
【解析】

本题利用菱锰矿来制备目前锂电池发展中受到关注的正极材料。通过一系列的操作、分离提纯、电解、煅烧等，最终获得目标产物。

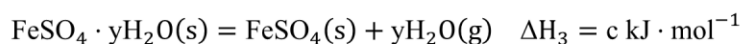
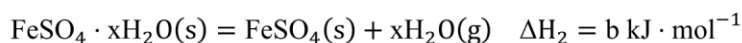
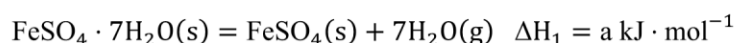
- (1) 考查了矿石溶解过程中的化学方程式和提高反应速率的方式。菱锰矿中主要含有 MnCO_3 ，加入硫酸后可以与其反应，是一个非氧化还原反应。在矿石的溶解中，增大固体的接触面积是非常有效的方式之一，所以选择使用粉碎矿石的方法来加快反应速率。
- (2) MnO_2 作为典型的氧化剂，可以将铁元素氧化，便于后续步骤的沉淀除杂。虽然双氧水也可以将铁元素氧化，但是生成的三价铁又是双氧水分解的催化剂，会大量损失，因此此处不适用双氧水。
- (3) 在已知 pH 值和 K_{sp} 的基础上， Fe^{3+} 的离子浓度可以直接计算。pH=7 时除去的离子，可以利用各沉淀 K_{sp} 和 pH=7 这两个条件，先计算出各离子的浓度，结合浓度小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 为完全沉淀得到答案。
- (4) 电解过程的方程式书写，首先要判断电解原料及产物。 Mn^{2+} 被氧化生成 MnO_2 ， H_2O 被还原生成 H_2 ，因此方程式按此氧化还原反应书写配平。随着电解过程的进行， Mn^{2+} 大量减少， H^+ 大量增加，因此需要加入 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 以保持电解液成分的稳定。
- (5) 煅烧过程的陌生方程式书写与电解方程式书写方法相同，先判断反应物和生成物。在煅烧窑中， MnO_2 与 Li_2CO_3 发生反应生成 LiMn_2O_4 ，因此方程式按此氧化还原进行书写配平。

3. 硫酸亚铁在工农业生产中有许多用途，如可用作农药防治小麦黑穗病，制造磁性氧化铁、铁催化剂等。回答下列问题：

(1) 在 N_2 气氛中, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 的脱水热分解过程如图所示:



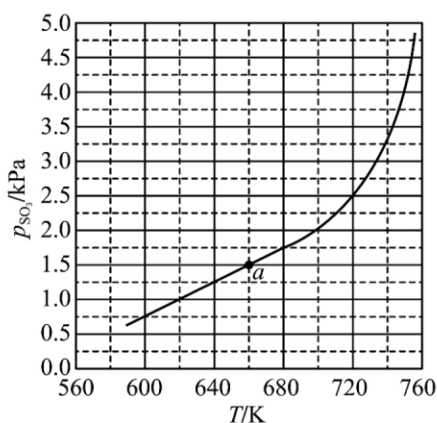
(2) 已知下列热化学方程式:



则 $FeSO_4 \cdot 7H_2O(s) + FeSO_4 \cdot yH_2O(s) = 2(FeSO_4 \cdot xH_2O)(s)$ 的 $\Delta =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 将 $FeSO_4$ 置入抽空的刚性容器中, 升高温度发生分解反应:

$2FeSO_4(s) \rightleftharpoons Fe_2O_3(s) + SO_2(g) + SO_3(g)$ (I)。平衡时 P_{SO_3} -T 的关系如下图所示。660K 应的平衡总压 $P_{\text{总}}$ _____ kPa、平衡常数 $K_p(\text{I})$ _____ $(\text{kPa})^2$ 。 $K_p(\text{I})$ 随反应温度升高而 _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。



(5) 提高温度, 上述容器中进一步发生反应 $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ (II), 平衡时

$P_{O_2} =$ _____ (用 P_{SO_3} 、 P_{SO_2} 表示)。在 929K 时, $P_{\text{总}} = 84.6 \text{ kPa}$ 、 $P_{SO_3} = 35.7 \text{ kPa}$,

则 $P_{SO_2} =$ _____ kPa, $K_p(\text{II}) =$ _____ kPa (列出计算式)。

【答案】

(1) 4; 1

(2) $(a+c-2b)$

(3) 3; 2.25; 增大

$$(4) \frac{P_{\text{SO}_2} - P_{\text{SO}_3}}{4}; 46.26; \frac{46.26^2 \times 2.64}{35.7^2}$$

【解析】

本题是以硫酸亚铁为背景的反应原理相关题型。

(1) 热重实验，可以直接根据图像中曲线的横坐标失重比的变化，计算失去水的量，进而求得两个阶段对应的化学式。

(2) 根据盖斯定律进行计算。

(3) 对于此分解反应的平衡，利用图像特征找到 660K 时的二氧化硫分压。根据反应，二氧化硫分压与三氧化硫分压相同，因此总压为 3kPa，进而求得分压平衡常数。随着温度的升高，图像上升，因此平衡常数增大。

(4) 由上题分析，反应 I 中的 $P_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2}$ 。因此假设第二个反应 SO_3 减少 $2x$ ，则 SO_2 增加 $2x$ ， O_2 增加 x 。此时构成等式， $P_{\text{SO}_3} + 2x = P_{\text{SO}_2} - 2x$ ， $x = P_{\text{O}_2}$ 。则 $P_{\text{SO}_3} + 2P_{\text{O}_2} = P_{\text{SO}_2} - 2P_{\text{O}_2}$ ， $P_{\text{O}_2} = \frac{P_{\text{SO}_2} - P_{\text{SO}_3}}{4}$ 。另外 $P_{\text{总}} = P_{\text{SO}_3} + P_{\text{O}_2} + P_{\text{SO}_2}$ ，可求得各物质分压，计算出 $K_p(\text{II})$ 。

4. 中国第一辆火星车“祝融号”成功登陆火星。探测发现火星上存在大量橄榄石矿物（化学式为 $\text{Mg}_x\text{Fe}_{2-x}\text{SiO}_4$ ）。回答下列问题：

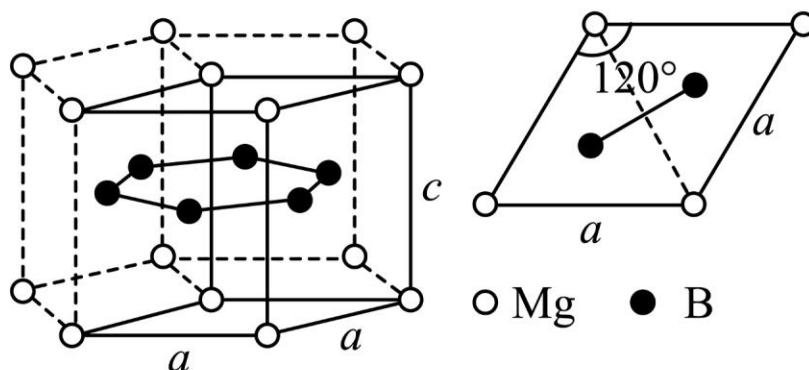
(1) 基态 Fe 原子的价电子排布式为_____。橄榄石中，各元素电负性大小顺序为_____，铁的化合价为_____。

(2) 已知一些物质的熔点数据如下表：

物质	熔点/°C
NaCl	800.7
SiCl ₄	-68.8
GeCl ₄	-51.5
SnCl ₄	-34.1

Na 与 Si 均为第三周期元素，NaCl 熔点明显高于 SiCl₄，原因是_____。分析同族元素的氯化物 SiCl₄、GeCl₄、SnCl₄ 熔点变化趋势及其原因_____。SiCl₄ 的空间结构为_____，其中 Si 的轨道杂化形式为_____。

(3) 一种硼镁化合物具有超导性能，晶体结构属于六方晶系，其晶体结构、晶胞沿 c 轴的投影图如下所示，晶胞中含有_____个 Mg 。该物质化学式为_____， B-B 最近距离为_____。



【答案】

(1) $3d^6 4s^2$; $\text{O} > \text{Si} > \text{Fe} > \text{Mg}$; +2

(2) 钠的电负性小于硅，氯化钠为离子晶体，而 SiCl_4 为分子晶体；

随着同族元素的电子层数的增多，其熔点依次升高，其原因是： SiCl_4 、 GeCl_4 、 SnCl_4 均形成分子晶体，分子晶体的熔点由分子间作用力决定，分子间作用力越大则其熔点越高；随着其相对分子质量增大，其分子间作用力依次增大；

正四面体；

sp^3

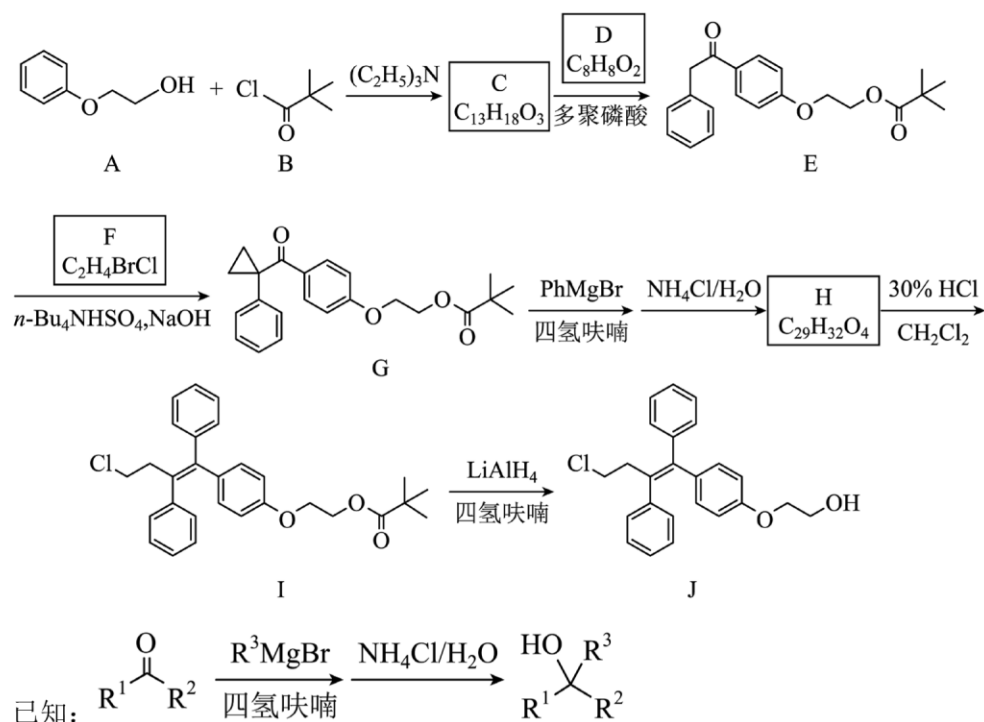
(3) 1; MgB_2 ; $\frac{\sqrt{3}}{3} a$

【解析】

本题是物质结构相关综合题型。

- (1) 原子的核外电子排布、电负性为物质结构相关的基础知识。
- (2) 结合不同晶体类型的物理性质，熔点较低的通常为分子晶体，而熔点较高的为离子晶体。根据 VSEPR 可计算出分子的空间构型以及中心原子的杂化方式。
- (3) 根据所画晶体的特征，结合角度分析， Mg 位于正六棱柱的顶点和面心，可以得到晶胞中 Mg 的个数，分析出化学式。配合立体几何特征，可以计算出 B-B 的距离。

5. 奥培米芬(化合物 J)是一种雌激素受体调节剂, 以下是一种合成路线(部分反应条件已简化)。



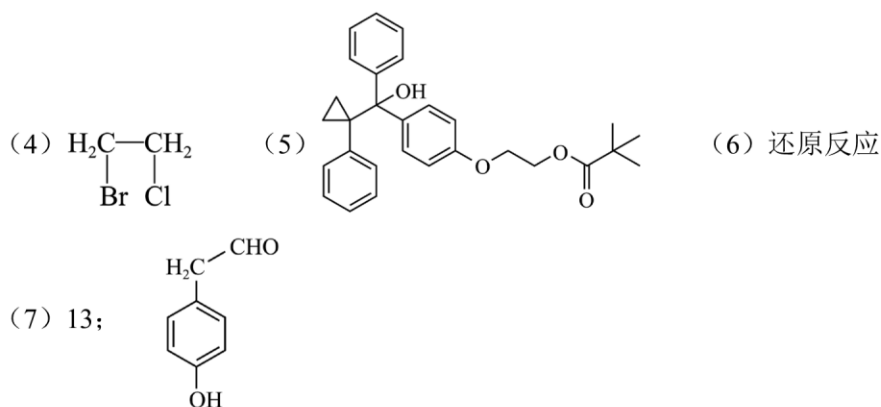
回答下列问题:

- (1) A 中含氧官能团的名称是_____。
- (2) C 的结构简式为_____。
- (3) D 的化学名称为_____。
- (4) F 的核磁共振谱显示为两组峰, 峰面积比为 1:1, 其结构简式为_____。
- (5) H 的结构简式为_____。
- (6) 由 I 生成 J 的反应类型是_____。
- (7) 在 D 的同分异构体中, 同时满足下列条件的共有_____种;
①能发生银镜反应; ②遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色; ③含有苯环。

其中, 核磁共振氢谱显示为五组峰、且峰面积比为 2:2:2:1:1 的同分异构体的结构简式为_____。

【答案】

- (1) 醚键和羟基 (2) (3) 苯乙酸



【解析】

本题是有机合成路线相关题型，根据已知结构和信息，基本可以做到从前往后的顺向推断。A 和 B 为酰氯的取代反应生成 C 酯。对比 C 和 E 可知苯环对位的取代片段为 D 引入的。E-F 为碳氧双键边的活泼 C-H 参与反应，增加一个三元碳环。G-H 为已知条件反应的迁移，在碳氧双键上引入苯环和羟基。最后经过还原得到目标产物 J。

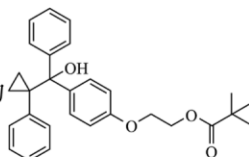
(1) 注意考查时题干的说明，此处为书写含氧官能团。

(2) C 为 A 和 B (醇和酰氯) 取代反应后的产物。

(3) D 为 E 中苯环对位的取代片段，为苯环接两个碳的酸，因此是苯乙酸。

(4) F 是三元环片段的来源，因此为 $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$ 。
 $\text{Br} \quad \text{Cl}$

(5) 参照已知条件，H 的结构中引入了苯环和羟基，为



(6) I-J 从结构特点看失去了酯基变回羟基，因此为酯的还原。

(7) 能发生银镜反应的片段为醛基、能与 FeCl_3 显色的片段为酚羟基、同时含有苯环。因此结构已有较多固定片段，还剩 1 个碳可以自由放置。即苯环上可以有三取代位 (甲基、醛基、酚羟基) 的同分异构体共 $4+4+2$ 种，将亚甲基和醛基结合成一个取代有 3 种，共 13 种。D 结构共有 8 个 H，在题干要求下，存在 5 种不同化学环境的 H，

