

绝密★启用前

2023 年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试化学部分（全国甲卷）

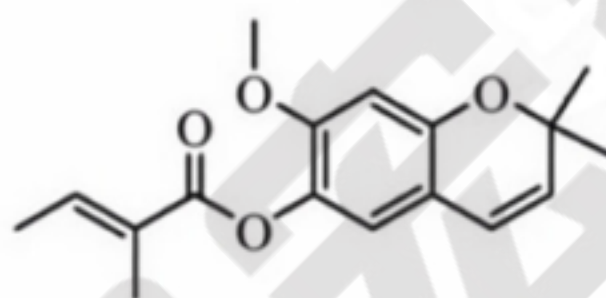
可能用到的相对原子质量：F 19 Al 27

一、选择题：本题共 13 小题，每小题 6 分，共 78 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。（化学部分为第 7~13 题）

7. 化学与生活密切相关，下列说法正确的是

- A. 苯甲酸钠可作为食品防腐剂是由于其具有酸性
- B. 豆浆能产生丁达尔效应是由于胶体粒子对光线的散射
- C. SO_2 可用于丝织品漂白是由于其能氧化丝织品中有色成分
- D. 维生素 C 可用作水果罐头的抗氧化剂是由于其难以被氧化

8. 藿香蓟具有清热解毒功效，其有效成分结构如下。下列有关该物质的说法错误的是



- A. 可以发生水解反应
- B. 所有碳原子处于同一平面
- C. 含有 2 种含氧官能团
- D. 能与溴水发生加成反应

9. 实验室将粗盐提纯并配制 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液。下列仪器中，本实验必须用到的有

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| ①天平 | ②温度计 | ③坩埚 | ④分液漏斗 |
| ⑤容量瓶 | ⑥烧杯 | ⑦滴定管 | ⑧酒精灯 |
- A. ①②④⑥ B. ①④⑤⑥ C. ②③⑦⑧ D. ①⑤⑥⑧

10. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是

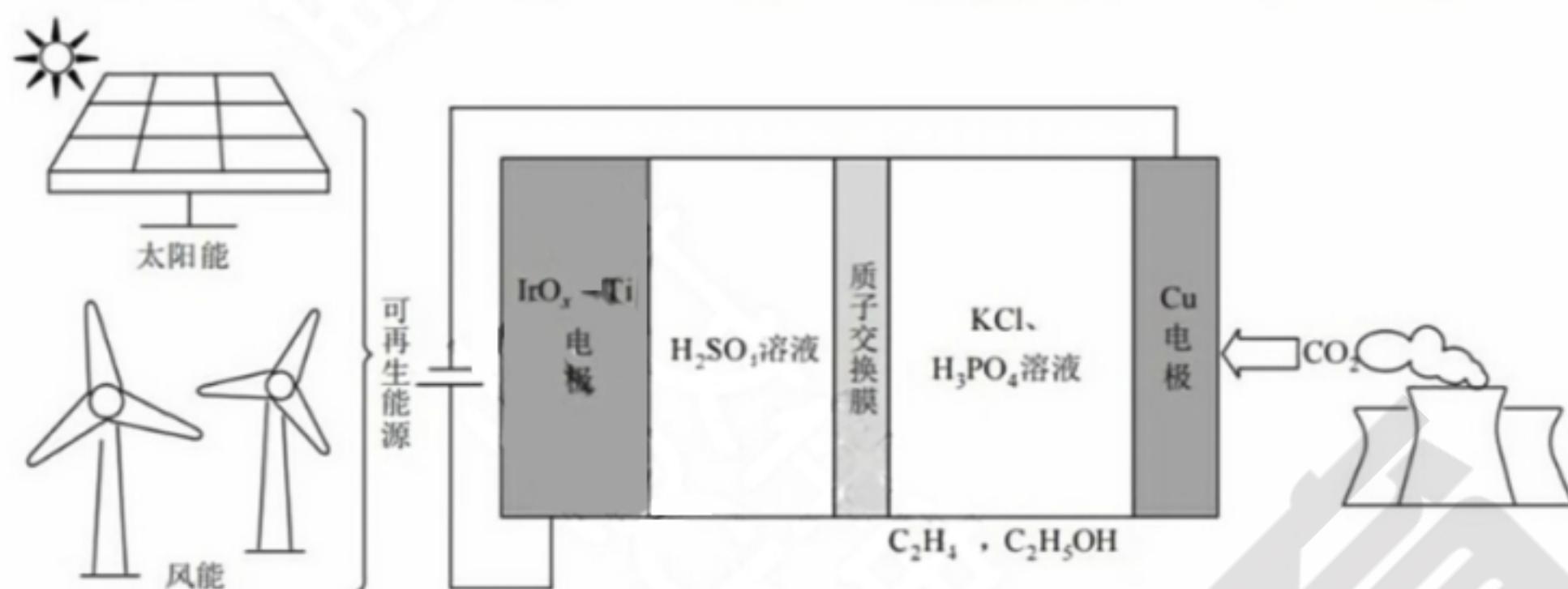
- A. 0.50 mol 异丁烷分子中共价键的数目为 $6.5 N_A$
- B. 标准状况下， 2.24 L SO_3 中电子的数目为 $4.00 N_A$
- C. $1.0 \text{ L pH}=2$ 的 H_2SO_4 溶液中 H^+ 的数目为 $0.02 N_A$
- D. $1.0 \text{ L } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 的数目为 $1.0 N_A$

11. W、X、Y、Z 为短周期主族元素，原子序数依次增大，最外层电子数之和为 19。

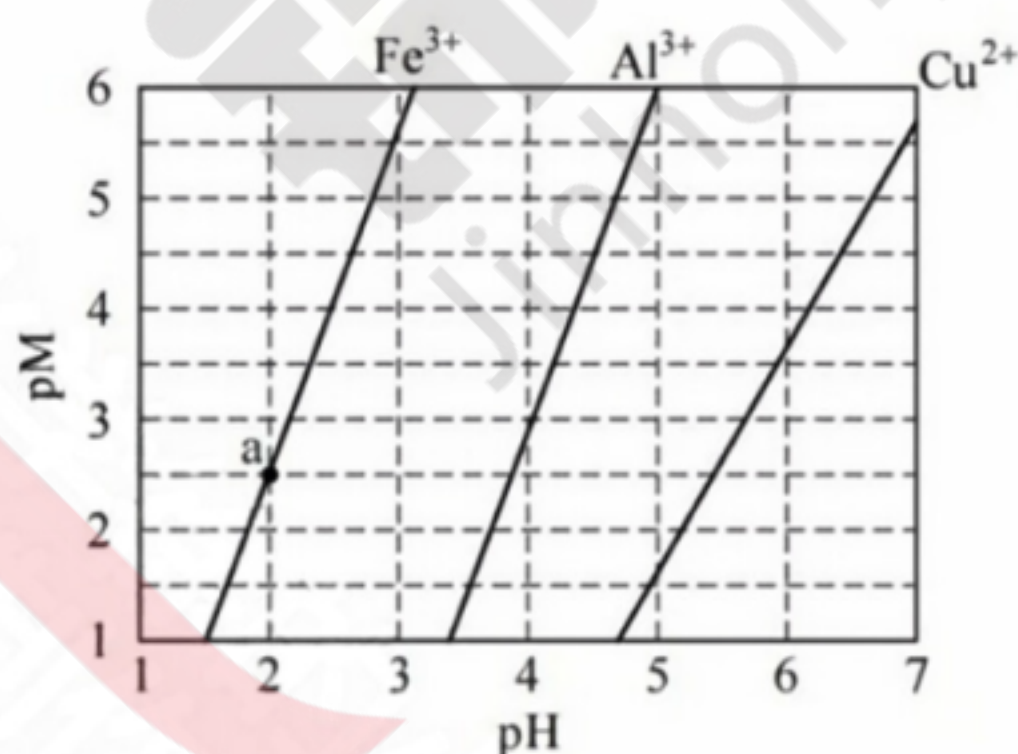
Y 的最外层电子数与其 K 层电子数相等， WX_2 是形成酸雨的物质之一。下列说法正确的是

- A. 原子半径： $X > W$
- B. 简单氢化物的沸点： $X < Z$
- C. Y 与 X 可形成离子化合物
- D. Z 的最高价含氧酸是弱酸

12. 用可再生能源电还原 CO_2 时，采用高浓度的 K^+ 抑制酸性电解液中的析氢反应来提高多碳产物（乙烯、乙醇等）的生成率，装置如下图所示。下列说法正确的是



- A. 析氢反应发生在 $\text{IrO}_x - \text{Ti}$ 电极上
 B. Cl^- 从 Cu 电极迁移到 $\text{IrO}_x - \text{Ti}$ 电极
 C. 阴极发生的反应有： $2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+ + 12\text{e}^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 D. 每转移 1 mol 电子，阳极生成 11.2 L 气体（标准状况）
13. 下图为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 在水中达沉淀溶解平衡时的 $\text{pM}-\text{pH}$ 关系图（ $\text{pM} = -\lg[c(\text{M})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ ； $c(\text{M}) \leq 10^{-5}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 可认为 M 离子沉淀完全）。下列叙述正确的是

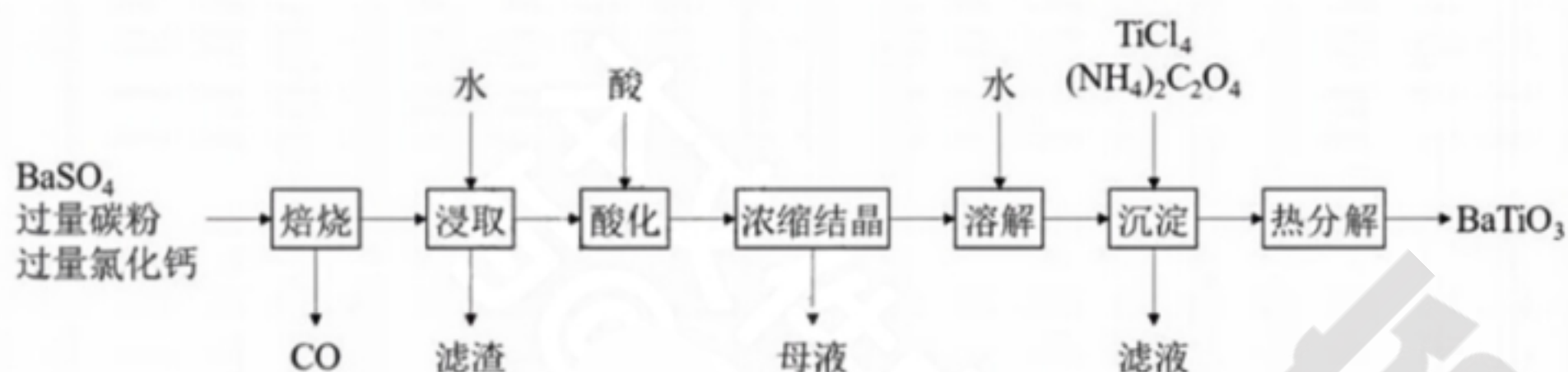


- A. 由 a 点可求得 $K_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 10^{-8.5}$
 B. $\text{pH}=4$ 时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的溶解度为 $\frac{10^{-10}}{3}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. 浓度均为 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 可通过分步沉淀进行分离
 D. Al^{3+} 、 Cu^{2+} 混合溶液中 $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时二者不会同时沉淀

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。（必做题：26~28 题，选做题：35~36 题）

26. (14 分)

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 。

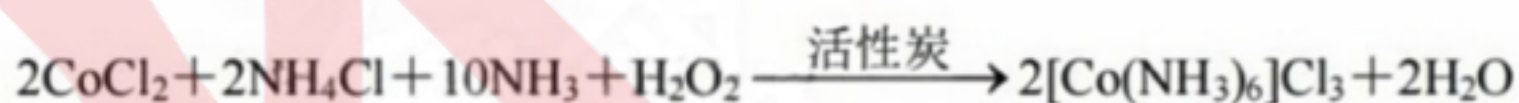


回答下列问题：

- (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 $n_{\text{CO}_2} : n_{\text{CO}} =$ _____。

27. (14 分)

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：

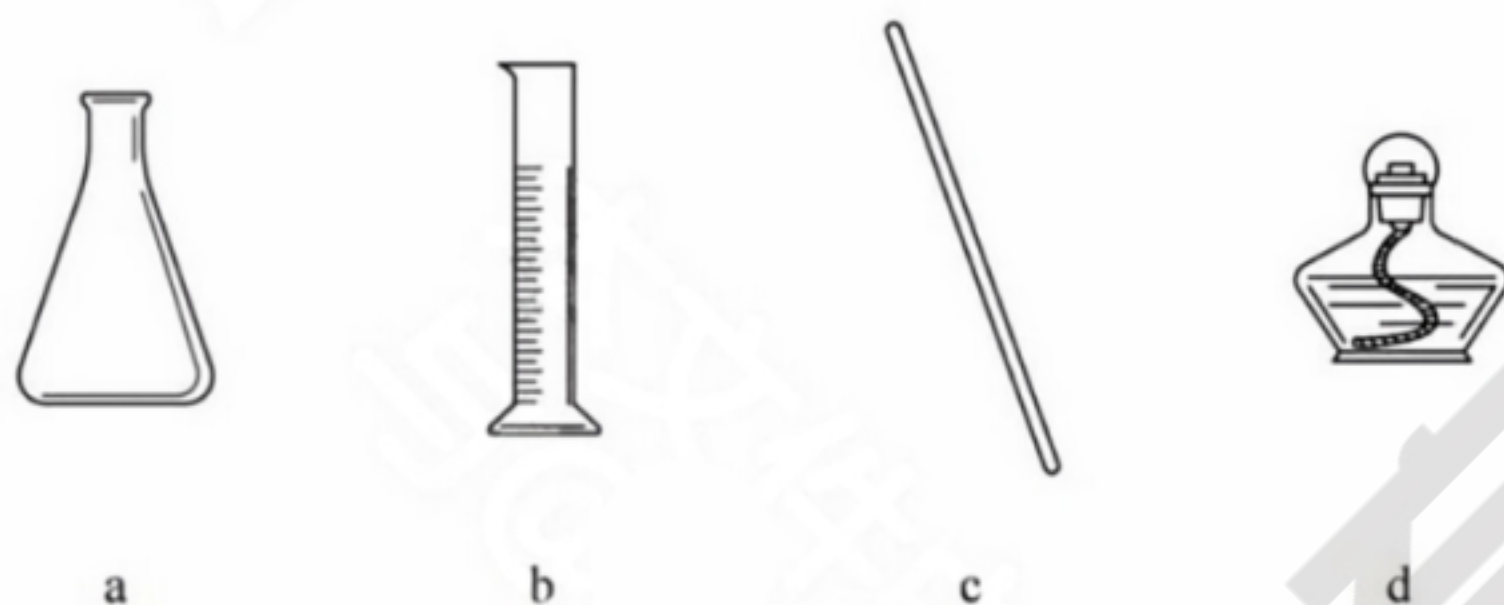


具体步骤如下：

- 称取 2.0 g NH_4Cl ，用 5 mL 水溶解。
- 分批加入 3.0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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。
- 加热至 $55 \sim 60^\circ\text{C}$ 反应 20 min。冷却，过滤。
- 将滤得的固体转入含有少量盐酸的 25 mL 沸水中，趁热过滤。
- 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：

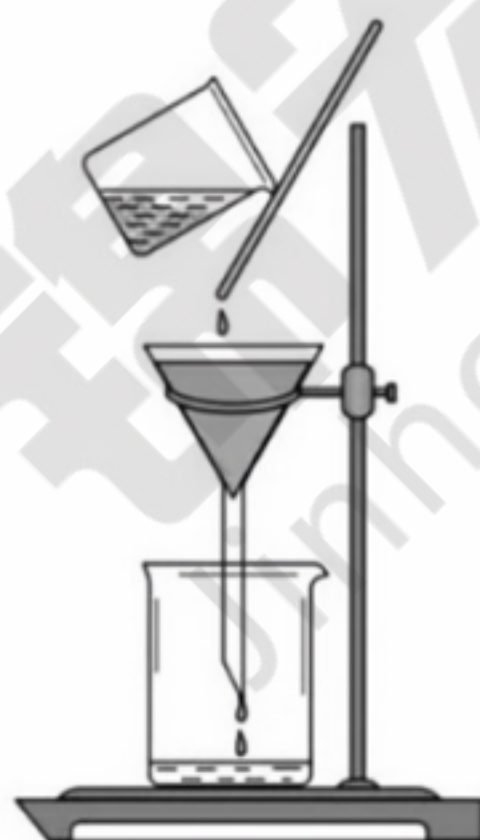
(1) 步骤 I 中使用的部分仪器如下。



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 VI 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_____。

28. (15 分)

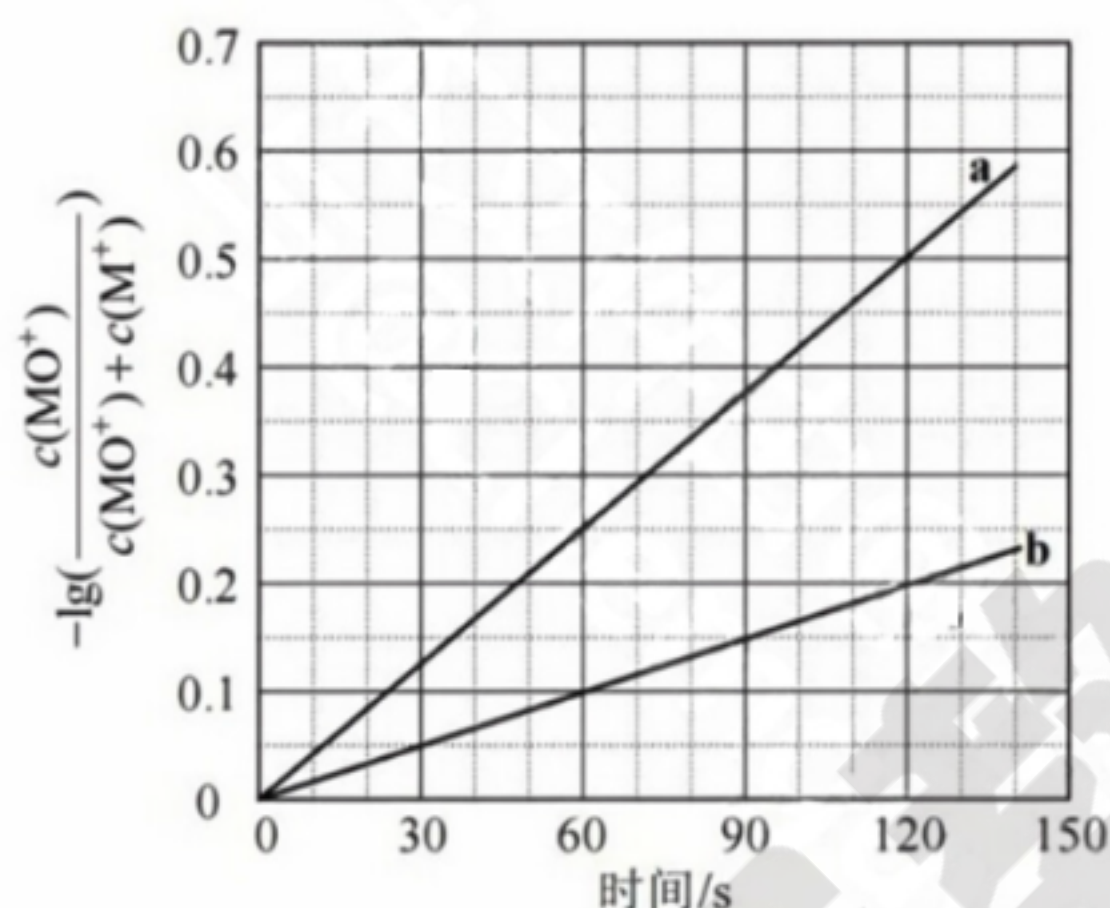
甲烷选择性氧化制备甲醇是一种原子利用率高的方法。回答下列问题：

(1) 已知下列反应的热化学方程式：

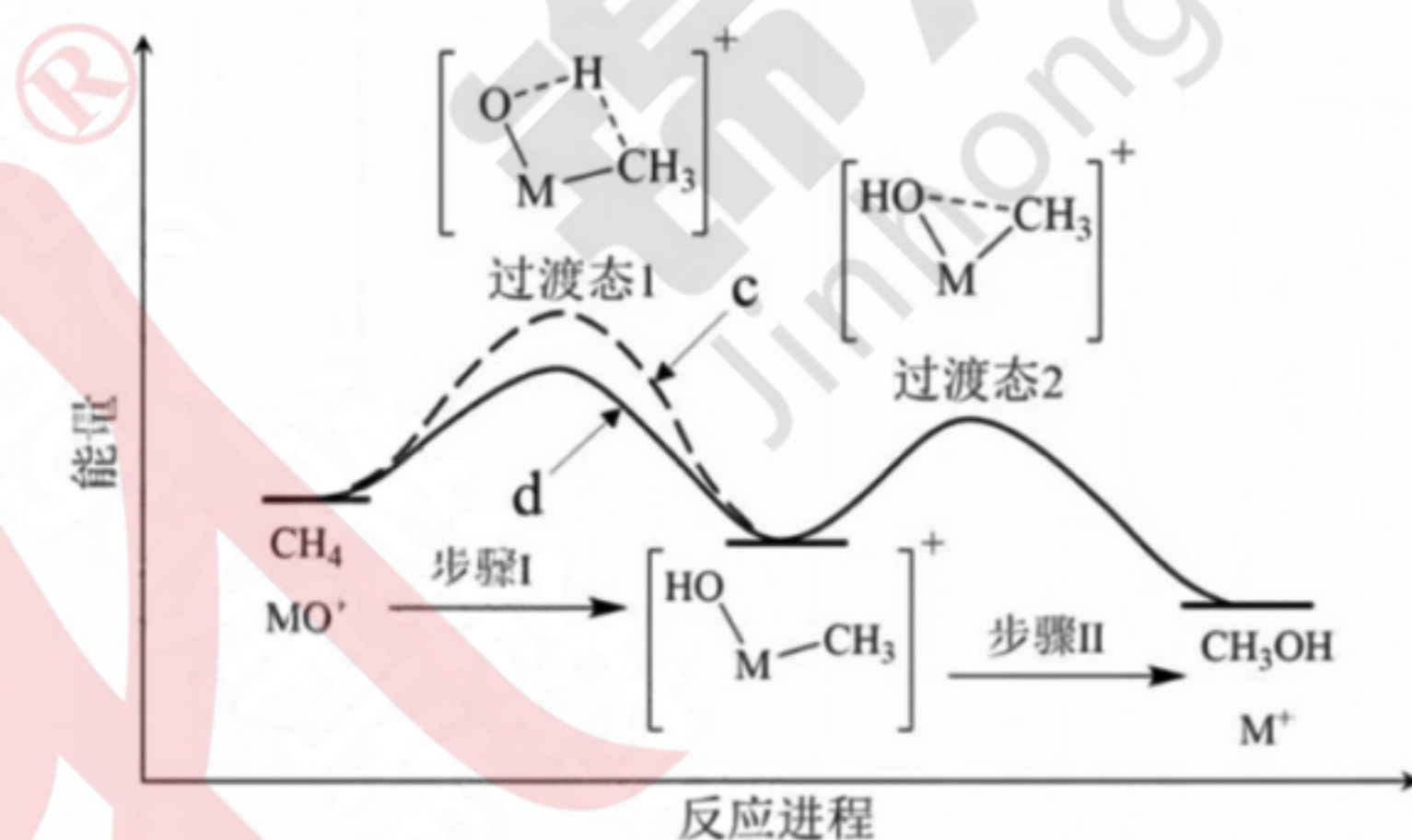


反应③ $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，平衡常数 $K_3 =$ _____ (用 K_1 、 K_2 表示)。

(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 300 K 和 310 K 下 (其他反应条件相同) 进行反应 $MO^+ + CH_4 = M^+ + CH_3OH$, 结果如下图所示。图中 300 K 的曲线是_____ (填 “a” 或 “b”)。300 K、60 s 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。

35. [化学——选修3：物质结构与性质] (15分)

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_____。

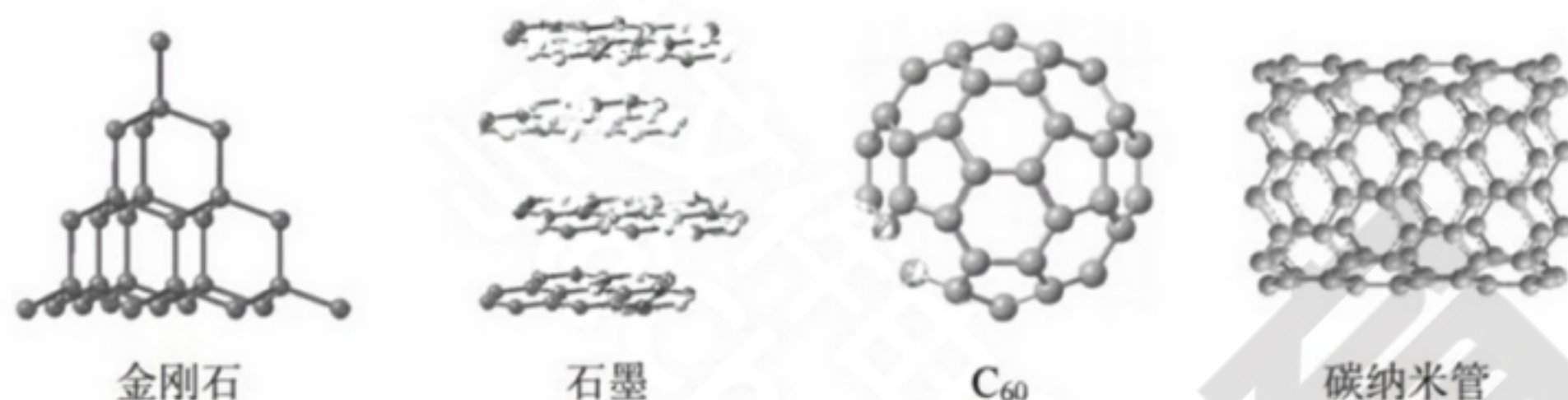


图1

(2) 酞菁和钴酞菁的分子结构如图2所示。

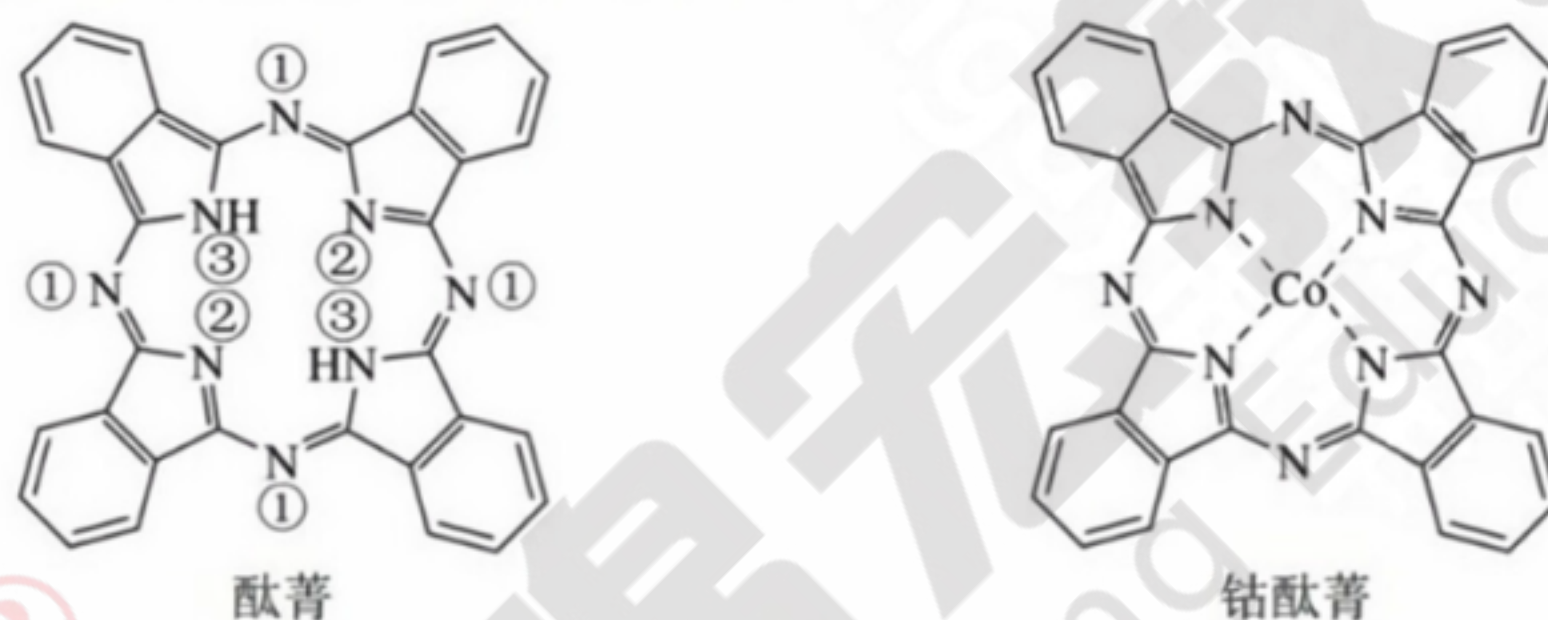


图2

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 $AlCl_3$ 通常以二聚体 Al_2Cl_6 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_____。 AlF_3 的熔点为 $1090^\circ C$ ，远高于 $AlCl_3$ 的 $192^\circ C$ ，由此可以判断铝氟之间的化学键为_____键。 AlF_3 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 $a\text{ pm}$ ，晶体密度 $\rho = \text{_____ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (列出计算式，阿伏加德罗常数的值为 N_A)。

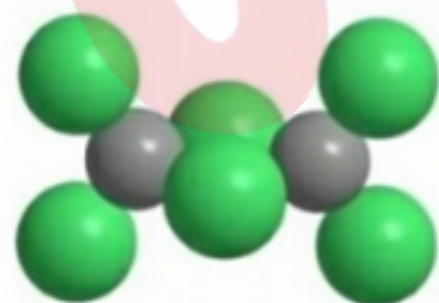


图3a Al_2Cl_6 的分子结构

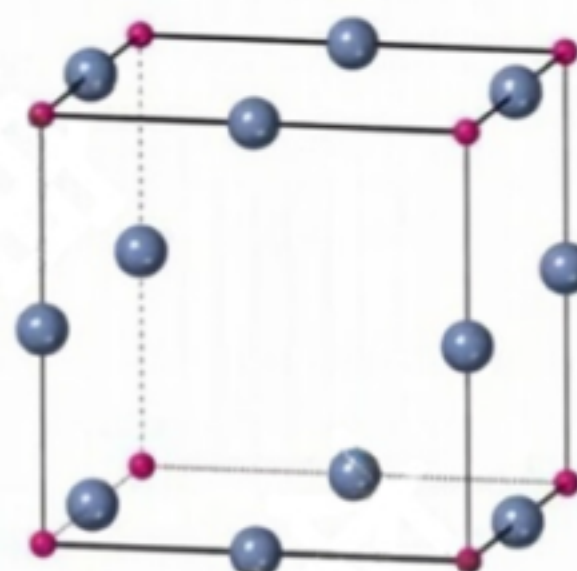
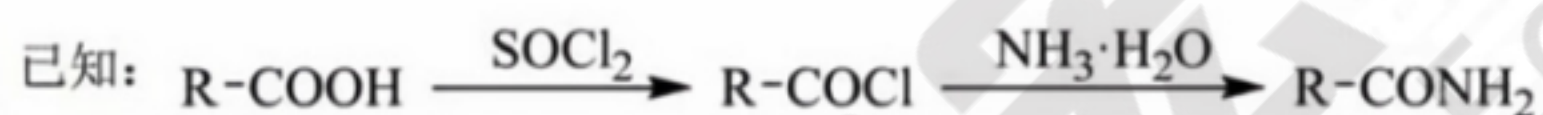
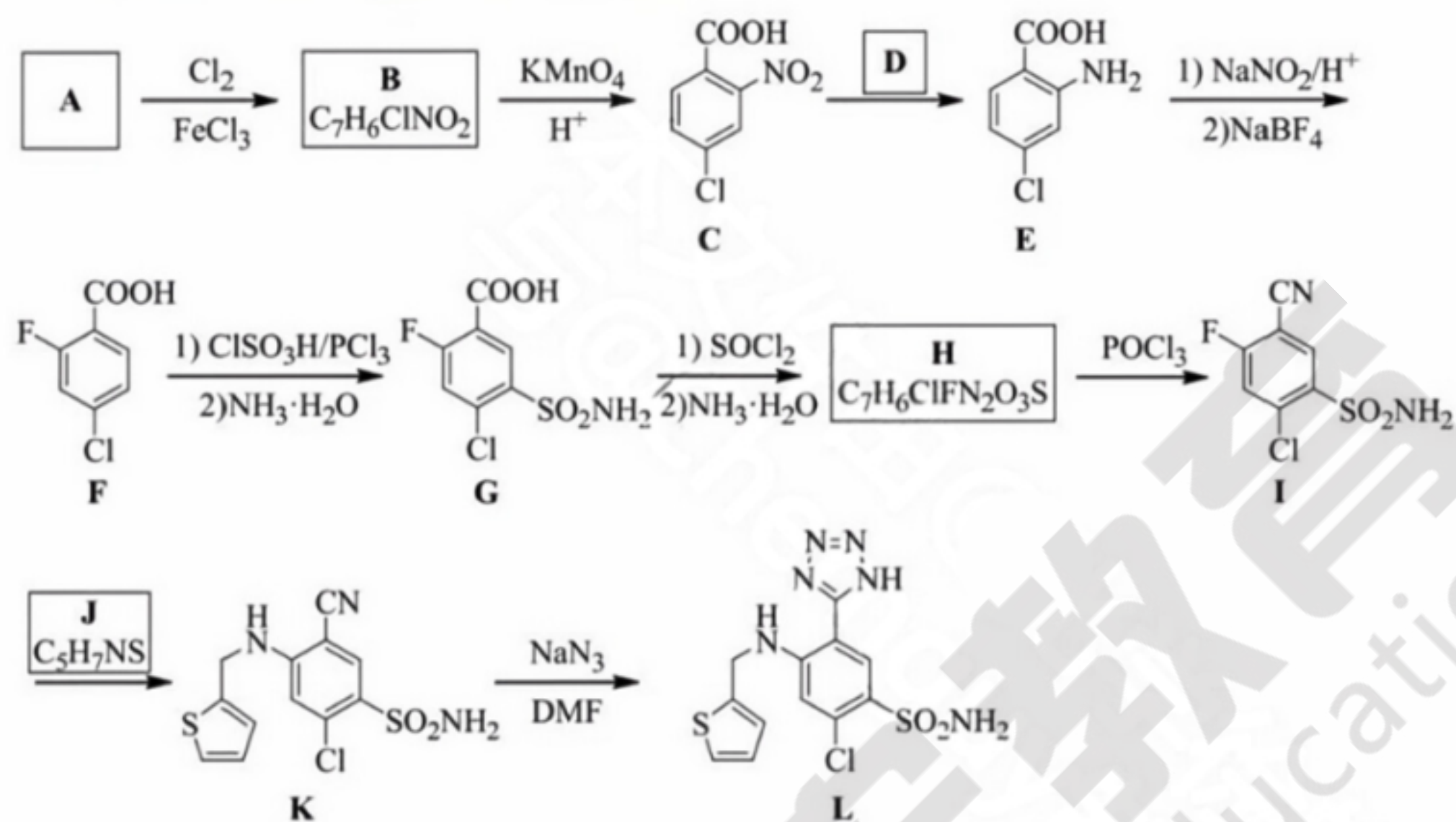


图3b AlF_3 的晶体结构

36. [化学——选修 5：有机化学基础] (15 分)

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）。



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_____。