

2025 年内蒙古自治区普通高等学校招生考试适应性测试

化学

注意事项:

- 1.答卷前考生务必将自己的姓名、考生号、座位号填写在答题卡上。本试卷满分 100 分。
- 2.作答时, 将答案写在答题卡上。写在试卷上无效。
- 3.考试结束后, 将试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: H1 C12 N14 O16 S32 Co59 Cu64

一、选择题: 本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共 45 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 内蒙古自治区作为我国重要的能源和战略资源基地, 拥有丰富的自然资源。下列说法正确的是

- A. 天然气的主要成分是 CO 和 H₂ B. 有色金属是指铜、金等有颜色的金属
- C. 煤的直接液化是物理变化 D. 稀土元素是金属元素

2. 下列化学用语或表述正确的是

- A. Na₂O₂ 电子式: $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$ B. ²⁰⁹Bi 和 ²¹⁰Bi: 互为同素异形体
- C. CH₄ 的空间结构: 正方形 D. 基态 Fe²⁺ 的价电子排布式: 3d⁵4s¹

3. 化学革新催化体育发展, 科技赋能铸就赛场荣光。下列有关说法正确的是

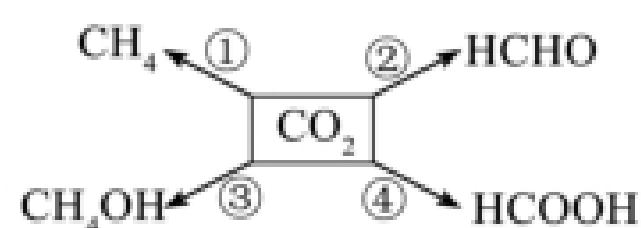
- A. 碳纤维复合材料可增强羽毛球拍的强度, 其成分属于单质
- B. 聚氨酯泳衣能有效提升游泳速度, 其成分属于天然高分子
- C. 氯乙烷气雾剂可缓解运动扭伤疼痛, 氯乙烷是乙烷的同系物
- D. 防滑粉可吸汗防滑, 其主要成分碳酸镁属于无机盐

4. 下列有关物质的工业制备反应正确的是

- A. 侯氏制碱: $2\text{NaCl} + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
- B. 制硝酸: $\text{NaNO}_3 + \text{HCl}(\text{浓}) = \text{NaCl} + \text{HNO}_3$
- C. 制氯气: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

D. 冶炼铝： $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \triangleq 2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O}$

5. CO_2 能与 H_2 反应生成一系列高附加值的化学品，其碳元素转化关系如下图所示。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是



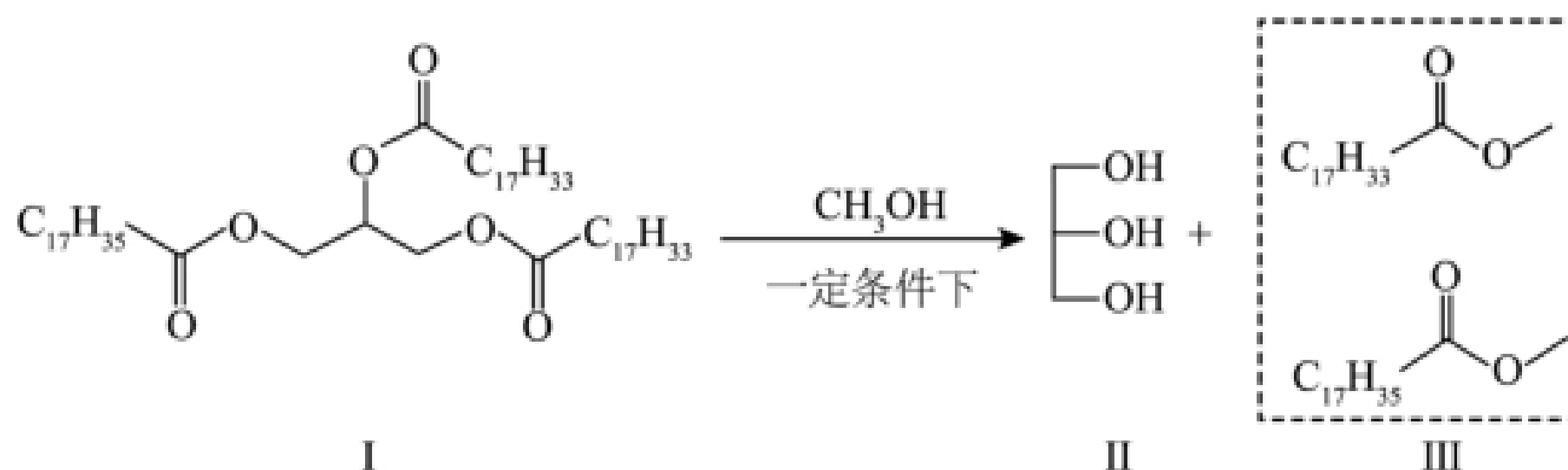
A. 反应①每生成 1mol CH_4 ，消耗 H_2 分子数目为 $4N_A$

B. 标准状况下， 2.24L HCHO 中含中子数目为 $1.6N_A$

C. 反应③每生成 $3.2\text{g CH}_3\text{OH}$ ，转移电子数目为 $0.4N_A$

D. $100\text{mL } 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCOOH}$ 溶液中含 H 原子数目为 $0.2N_A$

6. 地沟油某成分 I 可发生“酯交换”反应制备生物柴油 III，转化如下图所示。下列说法错误的是



A. I 和 III 均为高级脂肪酸酯

B. 为使 I 充分转化，甲醇的物质的量应大于 I 的 3 倍

C. 水萃取法分离 II 和 III 时，加入 NaCl 可提升分离效果

D. 生物柴油与石化柴油均可水解

7. 下列各组实验中试剂或方法选用正确的是

| 选项 | 实验目的 | 试剂或方法 |
|----|--|----------------------|
| A | 除去铁屑中的铜 | 稀 HNO_3 、过滤 |
| B | 测定 NaHSO_3 水溶液中 $c(\text{H}^+)$ | NaOH 溶液、滴定 |

| | | |
|---|-------------------------|--|
| C | 除去试管内壁的 CaSO_4 | Na_2CO_3 溶液、 HCl 溶液 |
| D | 分离乙醇和乙酸乙酯 | 直接分液 |

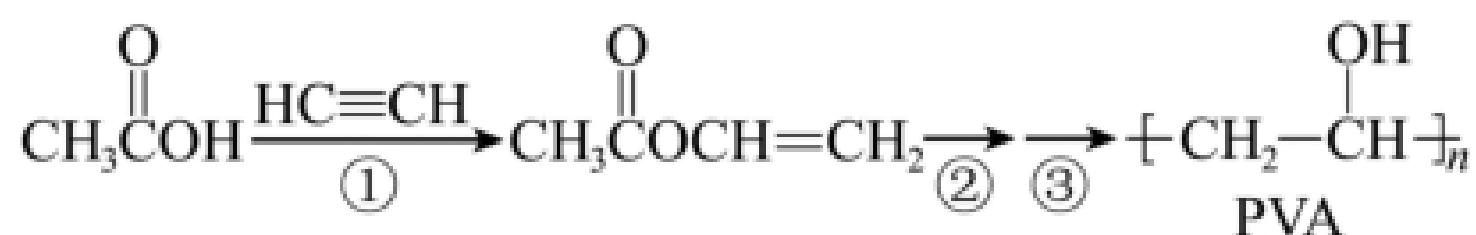
A. A

B. B

C. C

D. D

8. 聚乙烯醇(PVA)广泛应用于建筑、医药、纺织、造纸、包装等诸多领域,可用如下方法制备。



下列说法错误的是

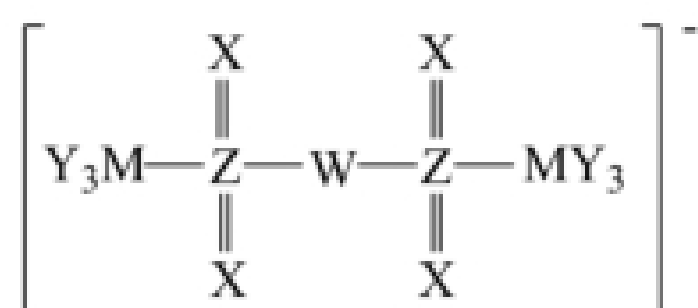
A. ①为加成反应

B. ②③分别为缩聚反应、水解反应

C. PVA 能与水形成氢键

D. PVA 可用作高吸水性材料

9. 电池中一种常用电解质的阴离子,结构如下图所示。M、W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素,X 和 Z 同族。下列说法错误的是



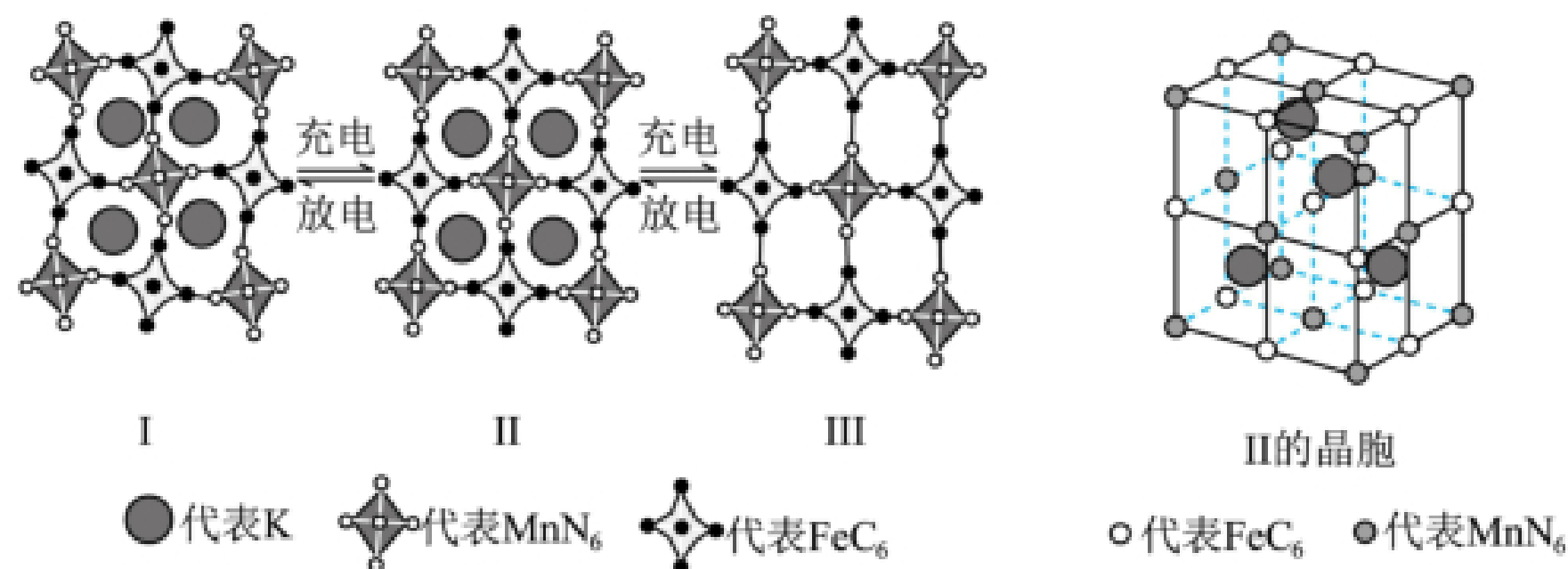
A. 原子半径: $\text{Z} > \text{X} > \text{Y}$

B. 该离子中 Z、W、Z 三原子共线

C. 第一电离能: $\text{M} < \text{X} < \text{W}$

D. 简单氢化物沸点: $\text{X} > \text{Y} > \text{M}$

10. 钾锰铁基普鲁士白 $[\text{K}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6]$ 是一种钾离子电池正极材料,充电时随着 K^+ 脱出,其结构由I经II最终转变为III; I、II、III的晶胞俯视图及II的晶胞结构如下图所示。下列说法正确的是



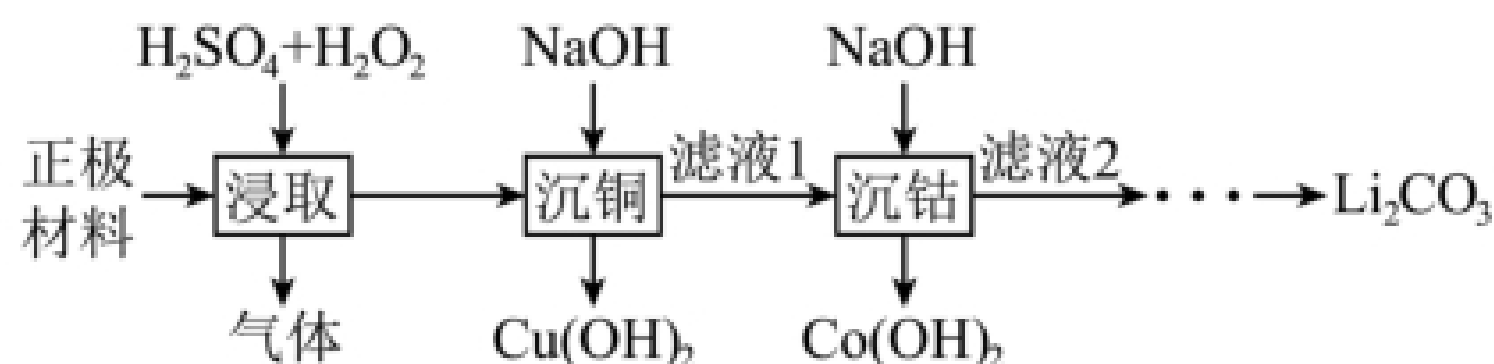
- A. III转化为I是非自发过程
B. 充电过程中Fe或Mn的价态降低
C. 晶体II的化学式为 $\text{KMnFe}(\text{CN})_6$
D. 晶胞III中 π 键数目为24

阅读下列材料，完成下列小题。

随着锂离子电池在众多领域的广泛应用，其废旧电池的回收工作愈发显得意义重大。现行的回收工艺通常采用酸浸碱浸的方法，从锂离子电池正极材料 LiCoO_2 (含少量金属Cu)中提取Li和Co，得到的 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 和 Li_2CO_3 在空气中煅烧，可实现 LiCoO_2 的再生。与此同时，为达成绿色回收Li和Co的目标，科研人员正在研究一种新型电解回收工艺。已知：

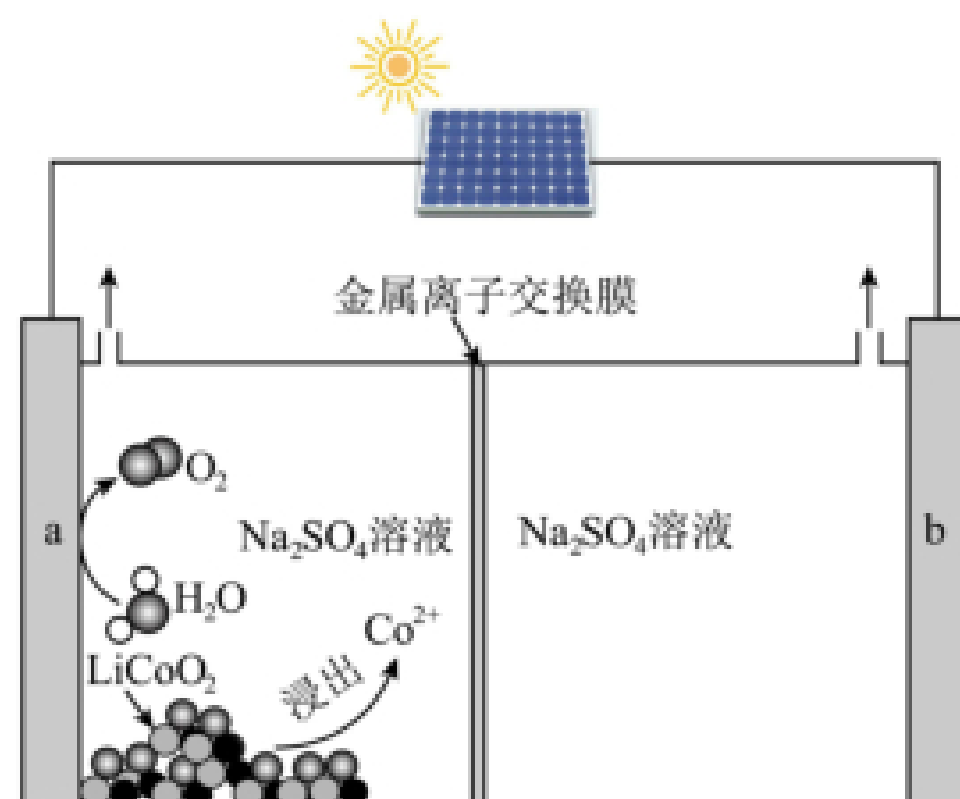
$$K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 6 \times 10^{-15}, K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2 \times 10^{-20}。$$

11. 一种现行回收工艺的流程如下图所示。下列说法正确的是



- A. “浸取”反应中，正极材料成分为还原剂
B. “浸取”时 LiCoO_2 转化为 Li_2SO_4 和 CoSO_4
C. 滤液2中 $\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Co}^{2+})} = 3 \times 10^5$
D. LiCoO_2 再生： $4\text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{Li}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{LiCoO}_2 + 2\text{CO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

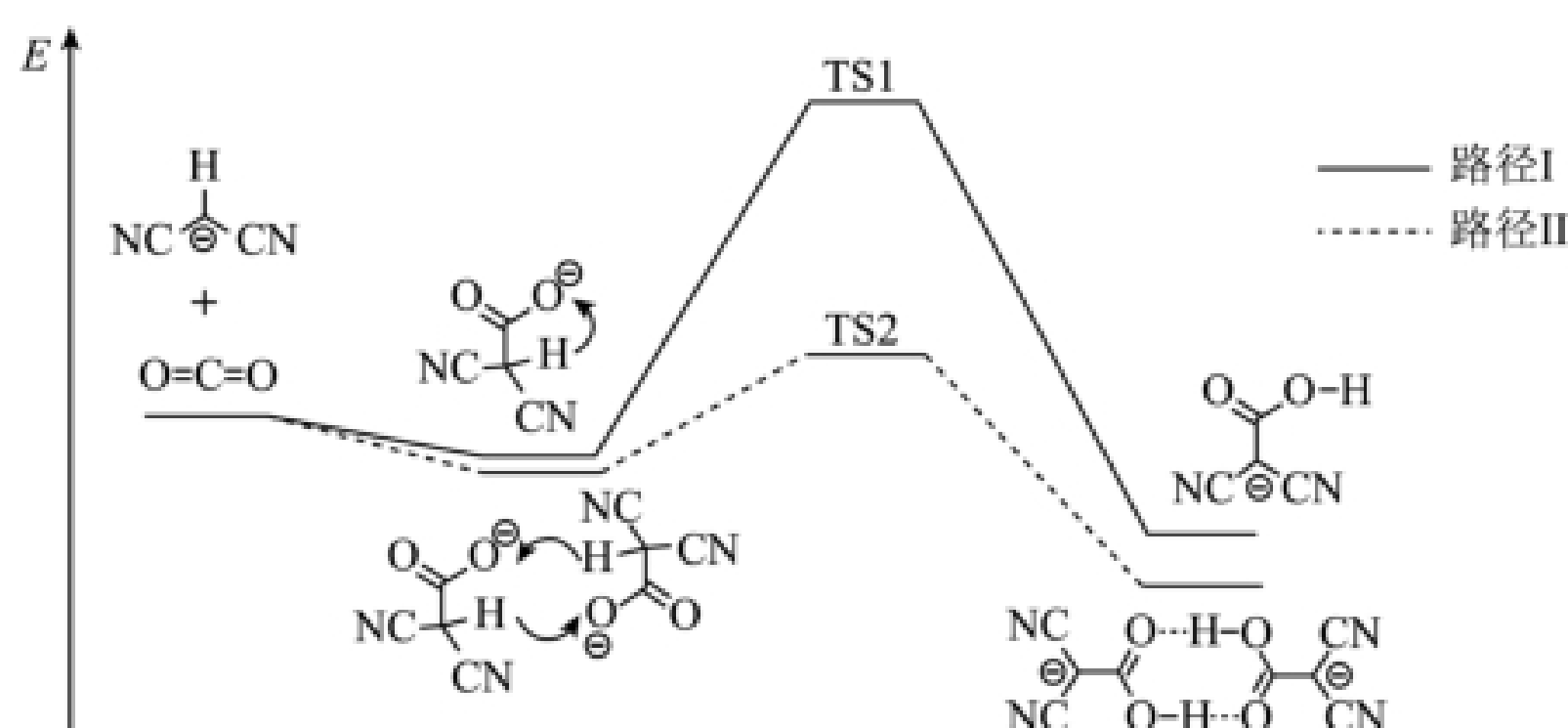
12. 电解回收工艺的原理如下图所示。下列说法错误的是



- A. 太阳能电池板经光照产生的电子流向 a 极
- B. LiCoO_2 浸出: $4\text{LiCoO}_2 + 12\text{H}^+ = 4\text{Li}^+ + 4\text{Co}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$
- C. b 电极反应: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
- D. 电解前除去 LiCoO_2 中的杂质, 可提高 $\text{CO}(\text{OH})_2$ 纯度

13. 某离子液体的阴离子 $[\text{CH}(\text{CN})_2]^-$ 可以吸收 CO_2 , 其可能的两种反应路径如下图所示。

下列说法错误的是



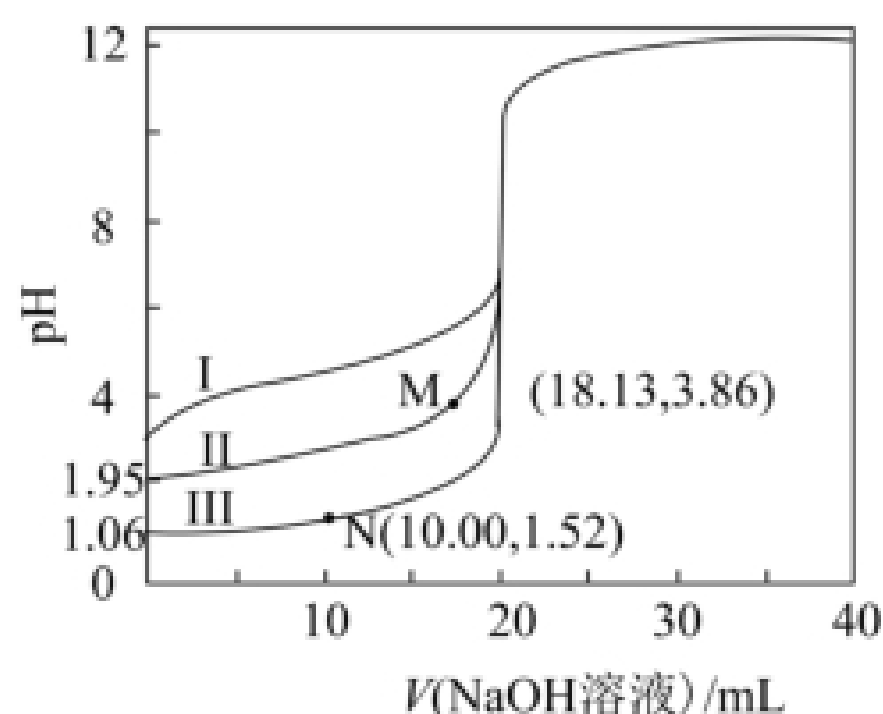
- A. 两种路径的总反应相同
- B. 路径I是主要的反应途径
- C. 该反应为放热反应
- D. 生成物中既含离子键又含共价键

14. 测定 I^- 含量步骤如下: 向含 I^- 试样中先加入已知物质的量的过量 AgNO_3 溶液, 再加入 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 指示剂, 用 KSCN 溶液进行滴定, 溶液出现浅红色即达滴定终点, 消耗 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}$ KSCN 溶液 $V\text{mL}$ 。已知: $\text{pK}_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 16.07$, $\text{pK}_{\text{sp}}(\text{AgSCN}) = 11.9$, $\text{pK}_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 9.74$ 。

下列说法错误的是

- A. 滴定中有 AgSCN 生成
- B. 不可先加指示剂, 后加 AgNO_3 溶液
- C. 试样中 $n(\text{I}^-) = 10^{-3}cV\text{mol}$
- D. 以上实验步骤不适用于 Cl^- 含量测定

15. 25°C 时, 用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液分别滴定三种浓度均为 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的一元酸 HA 溶液(HA 代表 CH_3COOH 、 CF_3COOH 或 CH_2ClCOOH), 滴定过程 pH 变化如下图所示。已知 CH_2ClCOOH 的 $\text{pK}_\text{a} = 2.86$ 。下列说法错误的是

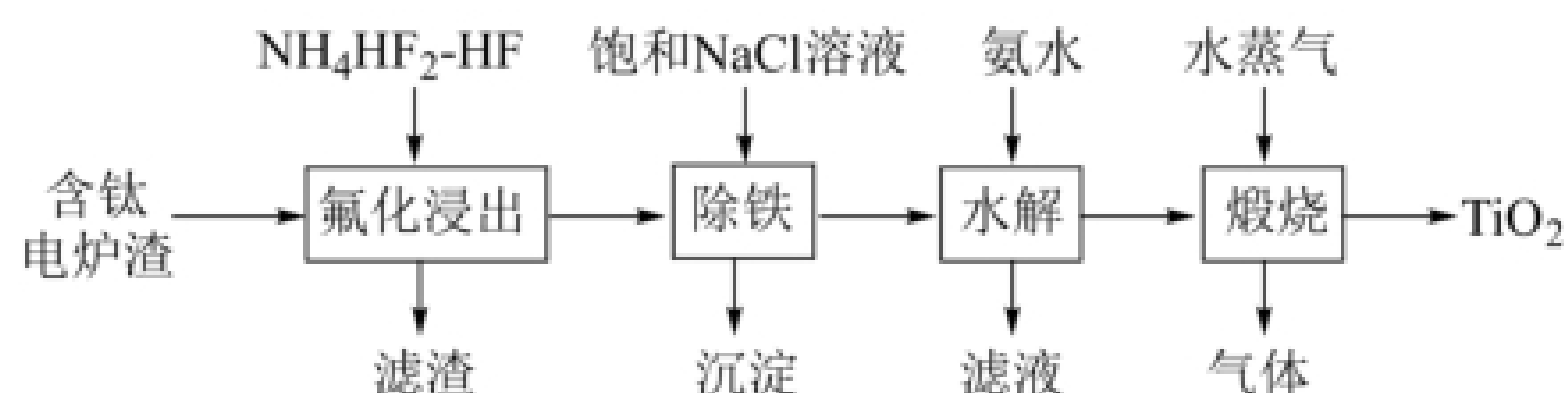


- A. M 点对应溶液中, $c(A^-)=10c(HA)$
- B. 25℃时, III 对应的酸 $K_a=10^{-1.52}$
- C. I 为 CH_3COOH 溶液的滴定曲线
- D. 酸性强弱: $CF_3COOH > CH_2ClCOOH > CH_3COOH$

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

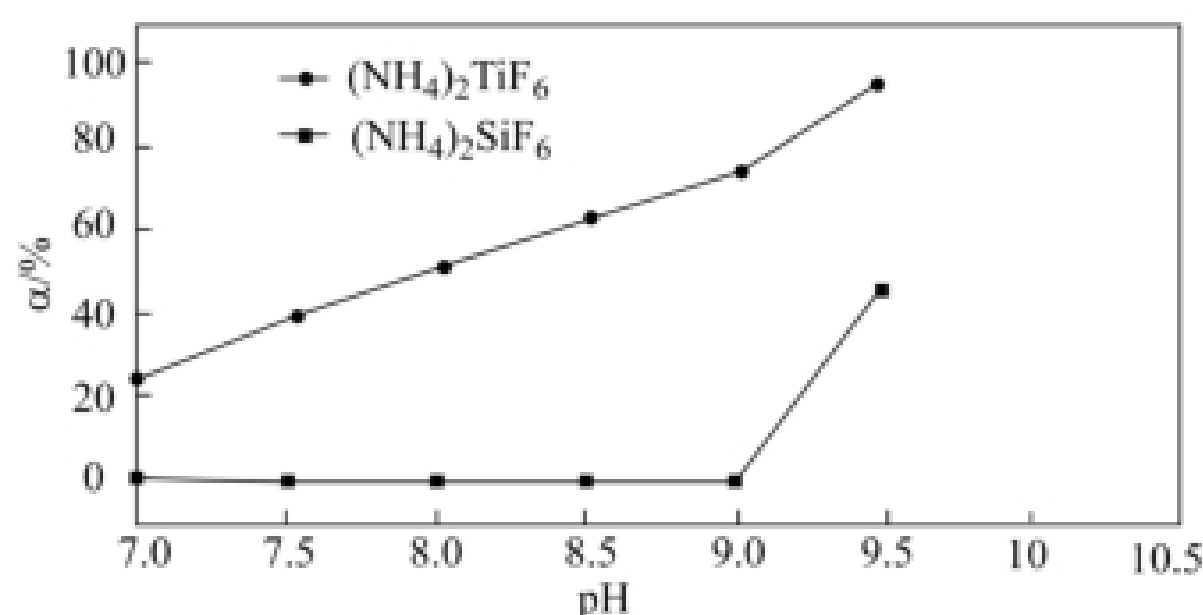
16. TiO_2 是冶炼金属钛的重要原料。氟化法从含钛电炉渣(主要含有 Ti、Si、Fe、Ca 元素)

中制备 TiO_2 的流程如下：



回答下列问题：

- (1) Ti 位于元素周期表_____区。
- (2) 滤渣的主要成分为 $(NH_4)_3FeF_6$ 和_____。
- (3) “除铁”步骤溶液中残留的 FeF_6^{3-} 以钠盐形式析出，离子方程式为_____。
- (4) “水解”步骤中 $(NH_4)_2SiF_6$ 和 $(NH_4)_2TiF_6$ 的水解率(α)与溶液 pH 的关系如下图所示。为提高分离效果，“水解”的最佳 pH 为_____。水解后的滤液需返回工艺进行循环，目的是_____。

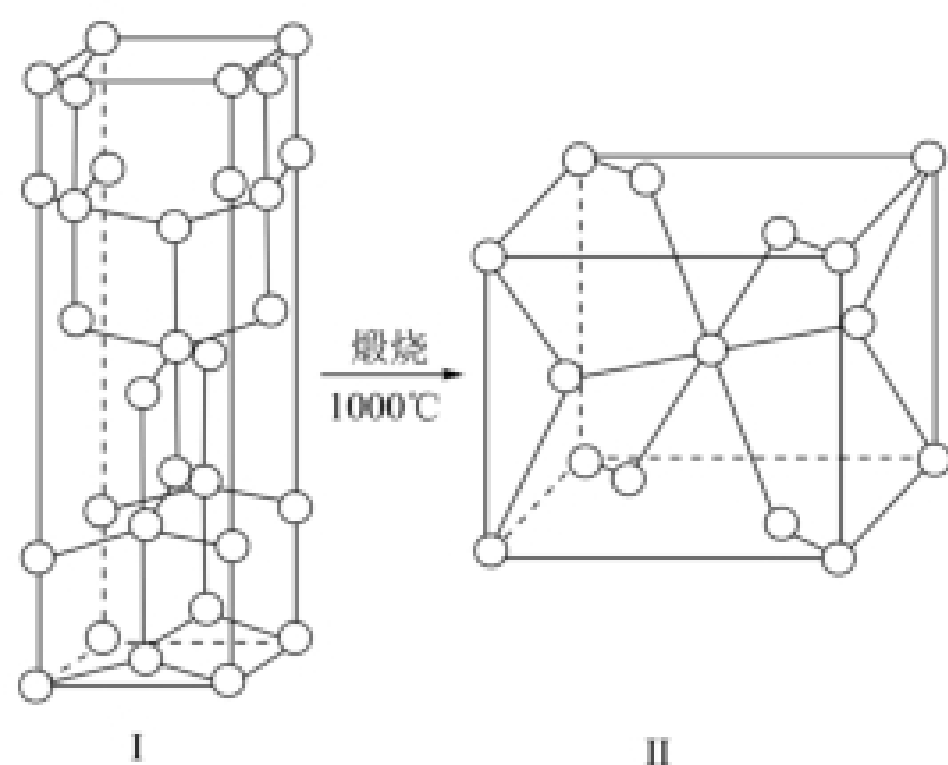


(5)“水解”生成 $(\text{NH}_4)_2\text{TiOF}_4$ 沉淀的化学方程式为_____。

(6)“煅烧”产生的气体中可循环使用的物质是_____和_____ (填化学式)。

(7)如下图所示，“煅烧”温度达 1000°C 时，锐钛矿型 TiO_2 (晶胞I，Ti位于晶胞顶点、侧面和体心)转换成金红石型 TiO_2 (晶胞II)，晶胞体积 $V(\text{I}) = 0.130\text{nm}^3$ ， $V(\text{II}) = 0.064\text{nm}^3$ 。则晶体

密度比 $\frac{\rho(\text{I})}{\rho(\text{II})} = \underline{\hspace{2cm}}$ (填最简整数比)。



17. 硫酸四氨合铜在工业上用途广泛。某实验小组用废铜屑(含少量铁、油污)制备 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，步骤如下：

I. 取 8.00g 废铜屑，碱洗后加入稀 H_2SO_4 和 H_2O_2 溶液，在 $40 \sim 50^\circ\text{C}$ 下充分溶解。

II. 调节pH至 $3 \sim 4$ ，加热煮沸 2 分钟，趁热过滤。

III. 向滤液中逐滴加入浓氨水至澄清。

IV. 加入无水乙醇，过滤；沉淀先用试剂M洗涤，再用乙醇与乙醚混合液洗涤，干燥，得深蓝色晶体 24.60g 。

已知：硫酸四氨合铜溶液是深蓝色； $K_{\infty}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ 。

回答下列问题：

(1)步骤I碱洗的目的是_____。

(2)步骤II可除去溶液中的_____和_____ (填离子符号或化学式)。

(3)步骤III的实验现象为_____。

(4)步骤IV中试剂 M 应选用_____ (填标号)。

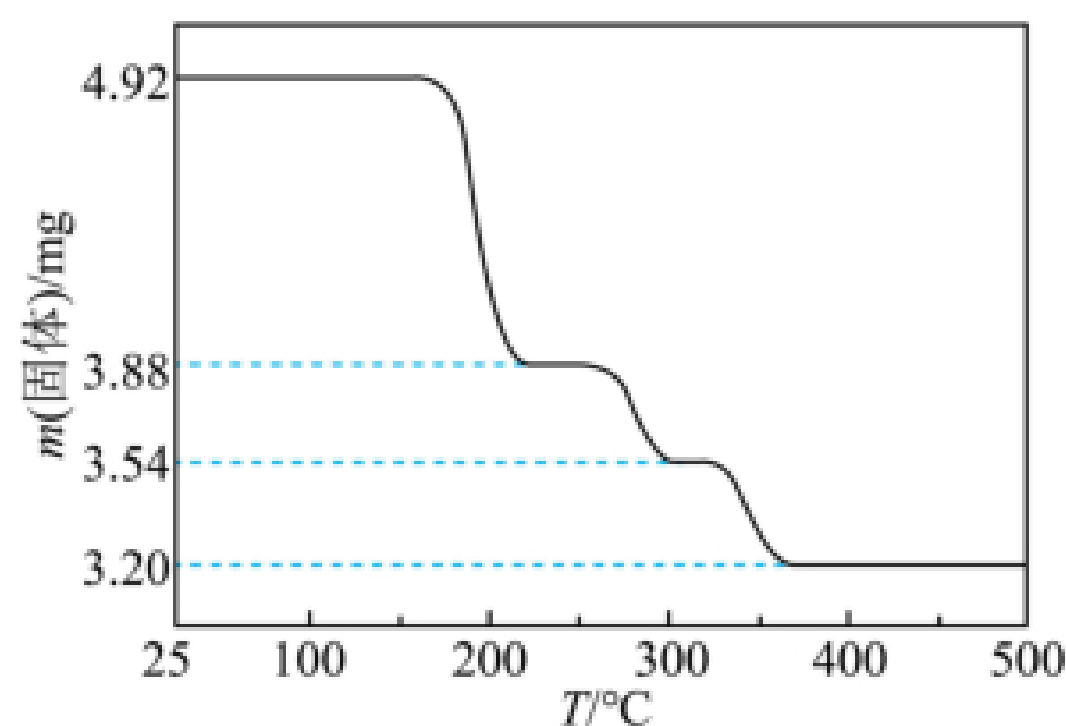
A. 乙醇和浓氨水混合溶液

B. 蒸馏水

C. 乙醇和稀硫酸混合溶液

D. Na_2CO_3 溶液

(5)对产品进行热重分析，结果如下图所示。200℃时结晶水已全部失去，400℃时产物为 CuSO_4 ，则 $x=$ _____；250~400℃阶段反应的化学方程式为_____。



(6)实验中 Cu 的损耗忽略不计，废铜屑中 Cu 的质量分数=_____% (精确至 1%)。

18. 在传统克劳斯工艺制备 S_2 的基础上，科研工作者提出分解 H_2S 制备 S_2 同时获取 H_2 的新方法，反应如下：



(1)传统克劳斯工艺反应如下，则 $\Delta H_1 =$ _____。



(2)按照新方法，向 1L 恒容容器中通入 0.01mol 混合气体 $[\text{n}(\text{Ar}) : \text{n}(\text{H}_2\text{S}) : \text{n}(\text{O}_2) = 88 : 10 : 2]$ 。

H_2S 的转化率 (α) 与温度关系曲线如图 1 所示，三条曲线分别代表平衡转化率及相同反应时

间内有、无催化剂的转化率。

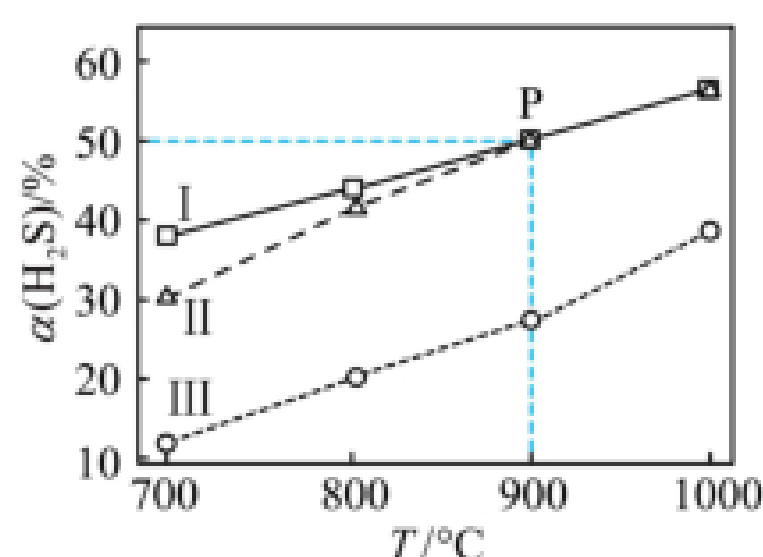


图1

①代表平衡转化率的曲线是_____ (填“I”“II”或“III”)。

② ΔH_2 _____ 0 (填“<”“=”或“>”)；新方法加入部分 O_2 ，而未采用 H_2S 直接分解法的原因是_____。

③P 点 $n(H_2) = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ，此时 $n(S_2) =$ _____ mol，反应 2 的平衡常数 $K =$ _____。

(3) 1000 °C 时，恒容容器中发生反应 2， H_2S 和 H_2 的体积分数(φ)随时间变化曲线如图 2 所示。

下列说法正确的是_____。

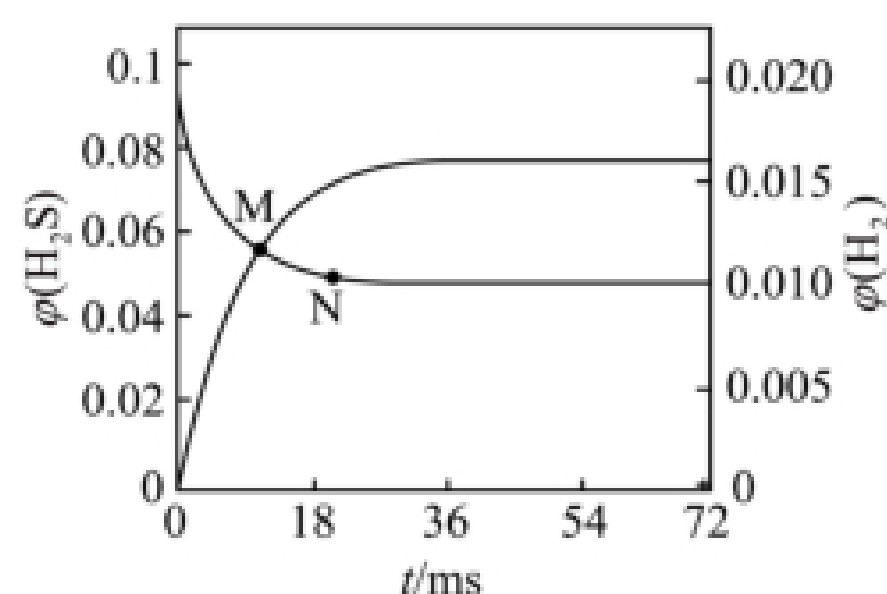


图2

- A. 反应 2 在 M 点达到化学平衡状态
- B. 40ms 时，通入 Ar, $\alpha(H_2S)$ 不变
- C. H_2S 的反应速率： $v(M) > v(N)$
- D. 50ms 时，降低温度， H_2 的产率增加

(4) NiO 可催化分解 H_2S 。形成立方 NiO 时， Ni^{2+} 的 3d 轨道分裂为两组。请参照基态原子核外电子排布规律将 Ni^{2+} 的价电子填充至图 3 中，完成轨道表示式_____。

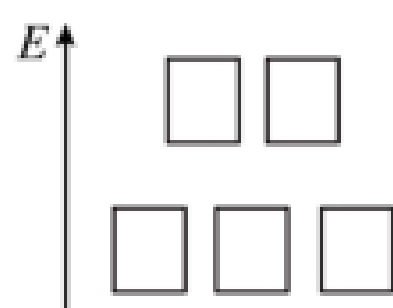
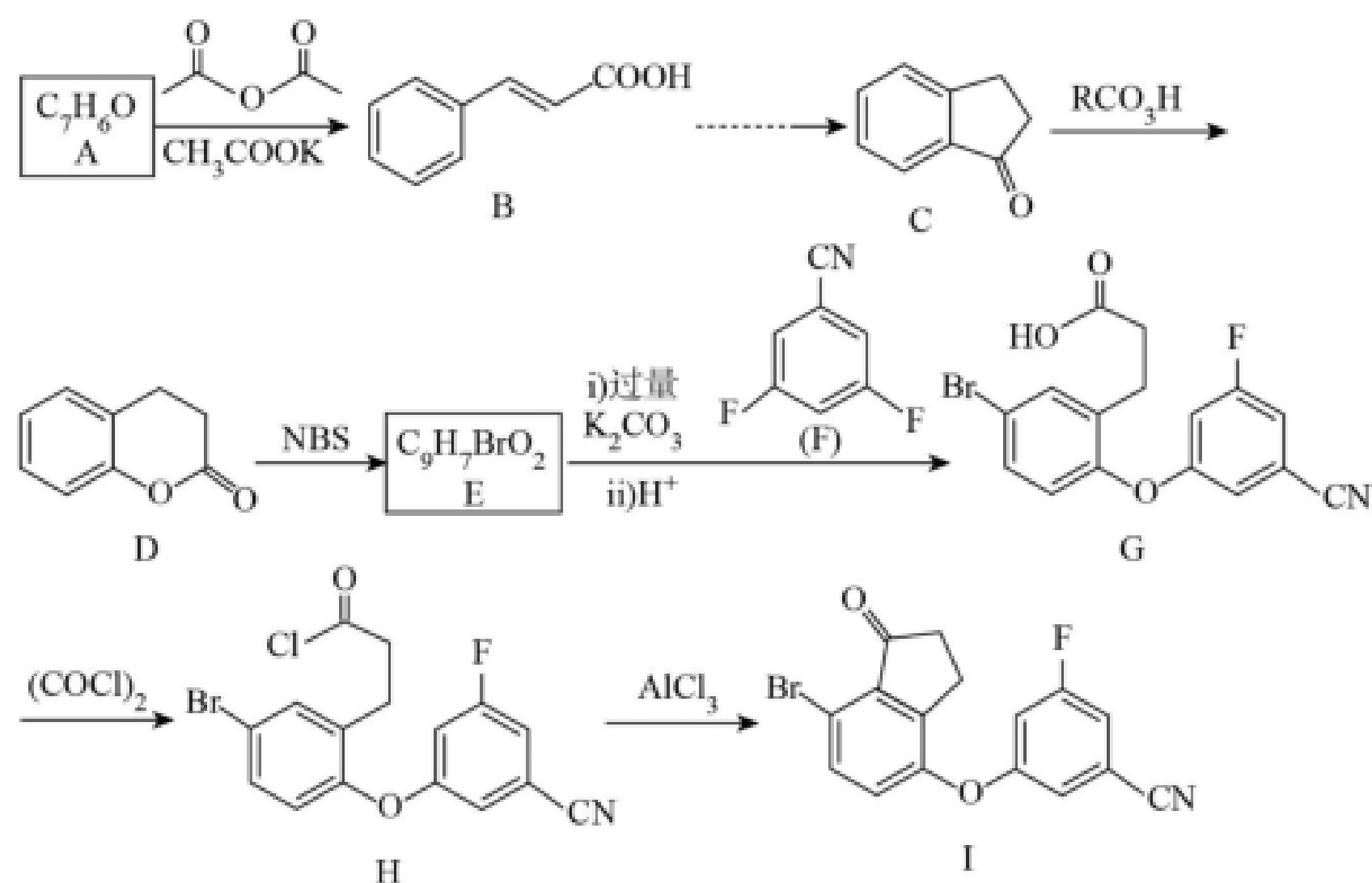


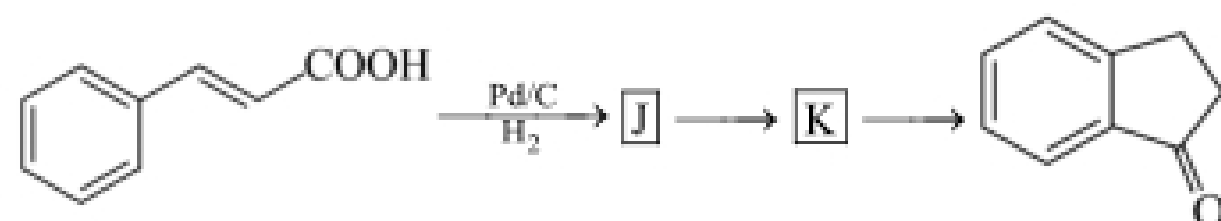
图3

19. I 是合成抗癌药物贝组替凡的中间体，其合成路线如下：



回答下列问题：

- (1) A 能发生银镜反应，其结构简式为_____。
- (2) E 中官能团名称为_____和_____。
- (3) H→I 的反应类型为_____。
- (4) D 的同分异构体中，含有苯环、碳碳双键和羧基的有_____种(不考虑立体异构)。
- (5) E 经碱性水解、取代、酸化得到 G。取代步骤的化学方程式为_____。
- (6) 参照上述合成过程，设计 B→C 的合成路线如下(部分反应条件已略去)。其中 J 和 K 的结构简式分别为_____和_____。



1. D

【详解】A. 天然气的主要成分是 CH_4 ，A 错误；

B. 在冶金业上把铁、铬、锰称为黑色金属，把铁、铬、锰之外的金属元素称为有色金属，可见有色金属不是指铜、金等有颜色的金属，B 错误；

C. 煤的直接液化是用煤来生产甲醇等液态燃料，由于变化过程中有新物质产生，因此发生的变化是化学变化，C 错误；

D. 稀土元素是 15 种镧系元素以及钪和钇元素，共 17 种金属元素，因此稀土元素是金属元素，D 正确；

故合理选项是 D。

2. A

【详解】

A. Na_2O_2 是由 Na^+ 和 O_2^{2-} 构成的离子化合物，电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$ ，A 正确；

B. ^{209}Bi 和 ^{210}Bi 的质子数相同，而中子数不同，属于同一种元素的不同的原子，互为同位素，B 错误；

C. CH_4 的价层电子对数为 $4 + \frac{4 - 4 \times 1}{2} = 4$ ，其空间结构为正四面体，C 错误；

D. Fe 为 26 号元素，基态 Fe 原子的价层电子排布式为 $3d^64s^2$ ，失去电子形成阳离子时，从最外层开始失，因此基态 Fe^{2+} 的价电子排布式： $3d^6$ ，D 错误；

答案选 A。

3. D

【详解】A. 碳纤维复合材料是由有机纤维经过一系列热处理转化而成，含碳量高于 90% 的无机高性能纤维，是一种力学性能优异的新材料，具有碳材料的固本性特征，又兼备纺织纤维的柔软可加工性，是新一代增强纤维，碳纤维复合材料是一种混合物而不是单质，A 错误；

B. 聚氨酯纤维是聚氨基甲酸酯纤维的简称，是一种人造纤维，是合成高分子材料，B 错误；

C. 结构相似、分子组成相差 1 个或多个 CH_2 结构的有机物互称同系物，而氯乙烷和乙烷结构不相似，二者不是同系物，C 错误；

D. 碳酸镁由镁离子和碳酸根构成，符合盐的组成，是一种无机盐，D 正确；

故答案选 D。

4. C

【详解】A. 侯氏制碱法是将氨气和二氧化碳通入到饱和食盐水中生成碳酸氢钠，再将生成的碳酸氢钠分解生成碳酸钠，其化学方程式为： $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 、

$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，A 错误；

B. 工业制硝酸是利用氨的催化氧化将氨转化为 NO，再与氧气反应生成 NO₂，最后用水吸

收得到硝酸，具体的反应方程式为： $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 、

$\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_2 = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ，B 错误；

C. 工业制氯气是利用电解饱和食盐水的方法，其化学方程式为：

$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ，C 正确；

D. 工业冶炼金属铝是利用电解熔融氧化铝的原理，其化学方程式为 $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ ，

D 错误；

故答案选 C。

5. A

【详解】A. 反应①为 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，每生成 1molCH₄，消耗 H₂ 分子数目为 4N_A，

A 正确；

B. 标准状况下，2.24LHCHO 物质的量为 0.1mol，HCHO 中中子数为 6+8=14 个，故

2.24LHCHO 中含中子数目为 1.4N_A，B 错误；

C. 反应③中 CO₂→CH₃OH 从 +4 价到 -2 价，每生成 3.2gCH₃OH 即 0.1mol，转移电子数目为

0.6N_A，C 错误；

D. HCOOH 溶液中 HCOOH 和 H₂O 中都含 H 原子，故 H 原子数目大于 0.2N_A，D 错误；

答案选 A。

6. D

【详解】A. 高级脂肪酸酯，是指含有较多碳原子数的脂肪酸和醇分子通过酯基连接而形成的一类化合物，I和III均为高级脂肪酸酯，A 正确；

B. 根据转化关系图可知，I的分子中含有 3 个酯基，为使I按照“酯交换”反应原理充分转化为生物柴油III，甲醇的物质的量应大于I的 3 倍，B 正确；

C. II为丙三醇，易溶于水，III为酯，难溶于水，水萃取法分离II和III时，加入NaCl可有助于水相和有机相分离，提升分离效果，C正确；

D. 生物柴油的主要成分为酯，而石化柴油的主要成分为烃，生物柴油可以水解，石化柴油不能水解，D错误；

故选D。

7. C

【详解】A. 硝酸与铁、铜均反应，可以用浓硝酸去除铁粉中的铜粉，A错误；

B. NaHSO_3 溶液中，亚硫酸氢根的电离程度大于水解程度，但因亚硫酸氢根的电离程度小，故无法用滴定法测定，B错误；

C. 硫酸钙与碳酸钠反应，转化为碳酸钙难溶物，加入盐酸后，碳酸钙溶解，C正确；

D. 将混合物通入饱和碳酸钠溶液中，碳酸钠溶液吸收乙醇，降低乙酸乙酯的溶解度，D错误；

故答案为：C。

8. B

【详解】A. ①为乙酸中羟基氢氧键断裂后加成在乙炔碳碳三键上，A正确；

B. 合成PVA时，先碳碳双键上发生加聚反应，再水解反应，B错误；

C. PVA含有羟基，能与水形成氢键，C正确；

D. PVA中含有大量的羟基，可用作高吸水性材料，D正确；

故选B；

9. B

【分析】M原子序数最小，且形成4键，则M为C；X形成2键，Z形成6键，且X和Z同族，则X为O，Z为S；原子序数依次增大，则W为N；Y形成1键，则Y为F；因此M、W、X、Y、Z依次为：C、N、O、F、S，据此分析回答问题；

【详解】A. 电子层数越多，原子半径越大；电子层数相同，核电荷数越小原子半径越大，因此原子半径： $\text{S} > \text{O} > \text{F}$ ，A正确；

B. 根据该阴离子的结构示意图可知N原子采取 sp^3 杂化，因此该离子中S、N、S三原子不可能共线，B错误；

C. 同周期元素第一电离能呈增大趋势，但IIA、VA异常，故第一电离能： $\text{C} < \text{O} < \text{N}$ ，C正确；

D. 由于 H_2O 、 HF 分子间存在氢键， H_2O 常温下为液态， HF 常温下为气态，故简单氢化物沸点： $\text{H}_2\text{O} > \text{HF} > \text{CH}_4$ ，D正确；

故答案为：B。

10. C

【分析】钾锰铁基普鲁士白 $[\text{K}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6]$ 是一种锂离子电池正极材料，充电时装置为电解池，其为阳极，失去电子发生氧化反应，充电随着 K^+ 脱出，其结构由I经II最终转变为III，则III转化为I是原电池放电过程；

【详解】A. 由分析，III转化为I是原电池放电过程，原电池中会发生自发的氧化还原反应，A错误；

B. 充电过程阳极发生氧化反应，则Fe或Mn的价态升高，B错误；

C. 据“均摊法”，晶胞II中含 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ 个 FeC_6 、 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个 MnN_6 、4个K，则化学式为 $\text{KMnFe}(\text{CN})_6$ ，C正确；

D. 结合C分析，晶胞III中24个 CN^- ， CN^- 中含有碳氮叁键，1个叁键含有1个 σ 键2个 π 键，则其中 π 键数目为48，D错误；

故选C。

11. B 12. A

【分析】电池正极材料 LiCoO_2 (含少量金属Cu)，加稀硫酸及过氧化氢反应，生成铜离子、钴离子、锂离子，再加氢氧化钠进行沉铜，进一步加氢氧化钠进行沉钴，进行一系列操作得到碳酸锂，将得到的 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 和 Li_2CO_3 在空气中煅烧，实现 LiCoO_2 的再生；由太阳能电池电解回收工艺的原理可知，电极a上水失去电子变为氧气，所以电极a为阳极，电极式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$ ，电极b为阴极，电极式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，据此作答。

11. A. “浸取”反应中，正极材料成分 LiCoO_2 中Co元素化合价由+3价降低为+2价，所以正极材料成分为氧化剂，故A错误；

B. “浸取”时 LiCoO_2 和稀硫酸及过氧化氢反应，由流程图可知，沉钴时加 NaOH 溶液生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ ，则Co元素在“浸取”时转化为 Co^{2+} ，Li元素化合价不变，所以“浸取”时 LiCoO_2 转化为 Li_2SO_4 和 CoSO_4 ，故B正确；

C. 滤液 2 中 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 达到饱和，则滤液 2 中

$$\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Co}^{2+})} = \frac{K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{K_{sp}[\text{Co}(\text{OH})_2]} = \frac{2 \times 10^{-20}}{6 \times 10^{-15}} = \frac{1}{3} \times 10^{-5}, \text{ 故 C 错误;}$$

D. LiCoO_2 再生的过程中，在空气中煅烧，氧气为氧化剂，所以化学方程式为：



答案选 B。

12. A. 根据分析可知，电极 b 为阴极，太阳能电池板经光照产生的电子流向 b 极，故 A 错误；

B. 根据分析可知， LiCoO_2 浸出生成钴离子，钴元素化合价降低，氧元素化合价升高，所以离子方程式： $4\text{LiCoO}_2 + 12\text{H}^+ = 4\text{Li}^+ + 4\text{Co}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ，故 B 正确；

C. 根据分析可知，b 电极为阴极，电极反应式： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，故 C 正确；

D. 根据分析可知，电解前除去 LiCoO_2 中的杂质，防止铜离子加 NaOH 溶液时生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，可提高 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 纯度，故 D 正确；

答案选 A。

13. B

【详解】A. 反应物相同，经过不同的反应路径，最终生成物相同，均为 $[\text{C}(\text{CN})_2\text{COOH}]^-$ ，总反应均为 $[\text{CH}(\text{CN})_2]^- + \text{CO}_2 = [\text{C}(\text{CN})_2\text{COOH}]^-$ ，A 正确；

B. 路径 II 活化能小，反应速率快，故路径 II 是主要的反应途径，B 错误；

C. 该反应的反应物总能量高于生成物总能量，则该反应为放热反应，C 正确；

D. 生成物为 $[\text{C}(\text{CN})_2\text{COOH}]^-$ ，其内部含有共价键，离子液体中呈电中性，故离子液体中还含有阳离子，与 $[\text{C}(\text{CN})_2\text{COOH}]^-$ 之间存在离子键，D 正确；

故答案为：B。

14. C

【详解】A. 滴定中 KSCN 溶液与过量的 AgNO_3 溶液反应生成 AgSCN 沉淀，到达终点时 KSCN 与指示剂 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 反应生成红色 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ，故 A 正确；

B. 先加指示剂, 则指示剂中的 Fe^{3+} 与 I^- 反应, 影响终点指示, 故 B 正确;

C. KSCN 溶液测定的是剩余 AgNO_3 的物质的量, 需根据 AgNO_3 溶液的起始量与剩余量差计算碘离子的物质的量, 故 C 错误;

D. 由于 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 10^{-9.74} > K_{\text{sp}}(\text{AgSCN}) = 10^{-11.9}$, 用 KSCN 滴定过量的 Ag^+ 时, 会使 AgCl 沉淀发生转化, 因此该实验不适用于 Cl^- 含量测定, 故 D 正确,

故选: C。

15. B

【分析】卤素原子为吸电子基团, 且电负性: $\text{F} > \text{Cl}$, 含有电负性越大的原子越多, 吸电子效应越大, 使得羧基中 $\text{O}-\text{H}$ 键的共用电子对更加靠近吸电子基团, 更容易电离出 H^+ , 使酸性增强, 因此 CH_3COOH 、 CF_3COOH 和 CH_2ClCOOH 的酸性强弱:

$\text{CF}_3\text{COOH} > \text{CH}_2\text{ClCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH}$ 。在相同的浓度下, HA 的酸性越强, 电离出的 $c(\text{H}^+)$ 越大, pH 越小。根据图像, 滴定还未开始时, 溶液的 pH : 曲线 I $>$ 曲线 II $>$ 曲线 III, 则酸性: 曲线 I $<$ 曲线 II $<$ 曲线 III, 可知曲线 I 表示的是 CH_3COOH 溶液的滴定曲线, 曲线 II 和 III 分别表示的是 CH_2ClCOOH 和 CF_3COOH 溶液的滴定曲线。

【详解】A. 根据分析, 曲线 II 为 NaOH 溶液滴定 CH_2ClCOOH 溶液。根据已知, CH_2ClCOOH 的 $\text{p}K_a = 2.86$, 则 $K_a = 10^{-2.86}$ 。 CH_2ClCOOH 的电离方程式: $\text{CH}_2\text{ClCOOH} \rightleftharpoons \text{CH}_2\text{ClCOO}^- + \text{H}^+$,

平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_2\text{ClCOOH})} = 10^{-2.86}$ 。M 点溶液的 $\text{pH} = 3.86$, $c(\text{H}^+) = 10^{-3.86}$, 代入平衡

常数表达式中, 可得 $\frac{c(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-) \times 10^{-3.86}}{c(\text{CH}_2\text{ClCOOH})} = 10^{-2.86}$, 则 $c(\text{CH}_2\text{ClCOO}^-) = 10c(\text{CH}_2\text{ClCOOH})$,

若用 HA 表示, 则 $c(\text{A}^-) = 10c(\text{HA})$, A 正确;

B. 根据分析, 曲线 III 表示的是 CF_3COOH 溶液的滴定曲线。 CF_3COOH 的电离方程式:

$\text{CF}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CF}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$, 平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{CF}_3\text{COO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{CF}_3\text{COOH})}$ 。根据图像, 滴定还未开始时,

CF_3COOH 溶液的 $\text{pH} = 1.06$, $c(\text{CF}_3\text{COO}^-) \approx c(\text{H}^+) = 10^{-1.06} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CF}_3\text{COOH}) \approx 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

则 $K_a = \frac{c(\text{CF}_3\text{COO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{CF}_3\text{COOH})} = \frac{10^{-1.06} \times 10^{-1.06}}{0.1000} = 10^{-1.12}$, B 错误;

C. 根据分析, CH_3COOH 的酸性最弱。相同浓度下, 酸越弱, 电离出的 $c(\text{H}^+)$ 越小, pH 越大, 结合图像, 可知曲线 I 为 CH_3COOH 溶液的滴定曲线, C 正确;

D. 根据分析，卤素原子为吸电子基团，且电负性： $F > Cl$ ，含有电负性越大的原子越多，吸电子效应越大，使得羧基中 $O-H$ 键的公共电子对更加靠近吸电子基团，从而更容易电离出 H^+ ，使酸性增强，则 CH_3COOH 、 CF_3COOH 和 $CH_2ClCOOH$ 的酸性强弱：

$CF_3COOH > CH_2ClCOOH > CH_3COOH$ ，D 正确；

答案选 B。

16. (1)d

(2) CaF_2

(3) $FeF_6^{3-} + 3Na^+ = Na_3FeF_6 \downarrow$

(4) 9.0 循环利用，提高钛元素的利用率，且能减少污染物排放

(5) $(NH_4)_2TiF_6 + H_2O = (NH_4)_2TiOF_4 \downarrow + 2HF$

(6) NH_3 HF

(7) $\frac{32}{65}$

【分析】含钛电炉渣氟化浸出的滤渣为 $(NH_4)_3FeF_6$ 和生成的 CaF_2 沉淀，浸出液加入饱和食盐水除去铁，滤液加入氨水水解生成 $(NH_4)_2TiOF_4$ ，加入水蒸气煅烧得到二氧化钛；

【详解】(1) Ti 为 22 号元素，位于元素周期表 d 区。

(2) 由分析，滤渣的主要成分为 $(NH_4)_3FeF_6$ 和 CaF_2 ；

(3) “除铁”步骤溶液中残留的 FeF_6^{3-} 和钠离子结合以钠盐形式析出，离子方程式为：

$FeF_6^{3-} + 3Na^+ = Na_3FeF_6 \downarrow$ ；

(4) “水解”步骤中 $(NH_4)_2SiF_6$ 和 $(NH_4)_2TiF_6$ 通过水解使得其中 $(NH_4)_2TiF_6$ 生成水解产物 $(NH_4)_2TiOF_4$ 沉淀而和 $(NH_4)_2SiF_6$ 分离，结合图可知，“水解”的最佳 pH 为 9.0，此时 $(NH_4)_2SiF_6$ 几乎不水解进入滤液、 $(NH_4)_2TiF_6$ 水解进入沉淀；水解后的滤液需返回工艺进行循环，目的是循环利用，提高钛元素的利用率，且能减少污染物排放；

(5) $(NH_4)_2TiF_6$ “水解”生成 $(NH_4)_2TiOF_4$ 沉淀，结合质量守恒还生成 HF，反应为：

$(NH_4)_2TiF_6 + H_2O = (NH_4)_2TiOF_4 \downarrow + 2HF$ ；

(6) $(NH_4)_2TiOF_4$ 和水蒸气“煅烧”生成二氧化钛和气体，结合质量守恒，气体为氨气和

HF，可以分别在氟化浸出、水解环节循环使用，故产生的气体中可循环使用的物质是 NH_3 和 HF；

(7) 据“均摊法”，晶胞I中含 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ 个 Ti、晶胞II中含 $8 \times \frac{1}{8} + 3 = 4$ 个 Ti，结合化

学式，则 1 个晶胞中均含 4 个 TiO_2 ，则 $\frac{\rho(\text{I})}{\rho(\text{II})} = \frac{\frac{4M}{0.130\text{nm}^3}}{\frac{4M}{0.064\text{nm}^3}} = \frac{32}{65}$ 。

17. (1)除去废铜屑表面的油污

(2) Fe^{3+} H_2O_2

(3)有大量的蓝色沉淀生成，继续滴加浓氨水后蓝色沉淀逐渐减少至完全消失，溶液变为深蓝色；

(4)A

(5) 1 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \xrightarrow{250-400^\circ\text{C}} \text{CuSO}_4 + \text{NH}_3 \uparrow$

(6)80%

【分析】实验目的为制备 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，实验原理 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，
 $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，实验步骤I、II制备硫酸铜溶液，步骤III制备得到硫酸四氨合铜溶液，步骤IV加入无水乙醇降低硫酸四氨合铜溶解度，结晶析出晶体，过滤、洗涤、干燥，得深蓝色晶体为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】(1) 废铜屑表面有油污等杂质，常用碳酸钠溶液洗去油污，步骤I碱洗的目的是除去废铜屑表面的油污；

故答案为：除去废铜屑表面的油污；

(2) 废铜屑含有少量铁，步骤I充分反应后溶液中含有 Fe^{3+} 及过量的 H_2O_2 ，调节 pH 至 3~4，可以使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，加热煮沸 2 分钟可以使 H_2O_2 分解而除去；

故答案为： Fe^{3+} ； H_2O_2 ；

(3) 步骤II得硫酸铜溶液，步骤III逐滴加入浓氨水过程先生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色沉淀，而 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 能与浓氨水反应生成 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ，故实验现象为有大量的蓝色沉淀生成，继续滴加浓氨水蓝色沉淀逐渐减少至完全消失，溶液变为深蓝色；

故答案为：有大量的蓝色沉淀生成，继续滴加浓氨水蓝色沉淀逐渐减少至完全消失，溶液变为深蓝色；

(4) 步骤IV沉淀为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，洗涤沉淀需减少沉淀的溶解，及抑制配离子的电离，乙醇可以降低该晶体的溶解，浓氨水可以抑制 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 电离，故试剂 M 为乙醇和浓氨水混合溶液，A 项正确；

故答案为：A；

(5) 根据图像可知，400℃时固体质量为 3.20g，产物为 CuSO_4 物质的量为

$\frac{3.20\text{g}}{160\text{g/mol}} = 0.02\text{mol}$ ，根据元素质量守恒，初始 25℃时，固体 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 质量为

4.92g，物质的量为 0.02mol，则其摩尔质量为 $\frac{4.92\text{g}}{0.02\text{mol}} = 246\text{g/mol}$ ，数值上等于相对分子质

量，而 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ 的相对分子质量为 228，则 $x = \frac{246-228}{18} = 1$ ；失去全部结晶水时

$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ 的质量为 $0.02\text{mol} \times 228\text{g/mol} = 4.56\text{g}$ ，200℃时固体质量只有 3.88g，说明此时

固体不是 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ ，而 400℃时固体为 CuSO_4 质量为 3.20g，由 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ 转化为

CuSO_4 时质量减少 $4.56\text{g} - 3.20\text{g} = 1.36\text{g}$ ，为 $\frac{1.36\text{g}}{17\text{g/mol}} = 0.08\text{mol}$ NH_3 的质量，200℃时固体质量

3.88g 转化为 CuSO_4 时质量减少 $3.88\text{g} - 3.20\text{g} = 0.68\text{g}$ ，由 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ 转化为 200℃时固体时

质量减少 $4.56\text{g} - 3.88\text{g} = 0.68\text{g}$ ，可知 200℃时固体为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ ，200~250℃阶段与

250~400℃阶段固体质量减少量相等，都为 0.34g，则 250℃时固体为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)\text{SO}_4$ (或 400℃

时固体 CuSO_4 物质的量为 0.02mol，250~400℃阶段固体质量减少 0.34g 为 0.02mol NH_3 的

质量， CuSO_4 与 NH_3 物质的量之比为 1:1，确定 250℃时固体为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)\text{SO}_4$ ，故 250~400℃

阶段反应的化学方程式为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)\text{SO}_4 \xrightarrow{250 \sim 400^\circ\text{C}} \text{CuSO}_4 + \text{NH}_3 \uparrow$ ；

故答案为：1； $\text{Cu}(\text{NH}_3)\text{SO}_4 \xrightarrow{250 \sim 400^\circ\text{C}} \text{CuSO}_4 + \text{NH}_3 \uparrow$ ；

(6) 24.60g 深蓝色晶体为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，则含有的铜元素的质量为

$\frac{24.60\text{g}}{246\text{g/mol}} \times 64\text{g/mol} = 6.40\text{g}$ ，废铜屑中 Cu 的质量分数 = $\frac{6.40\text{g}}{8.00\text{g}} \times 100\% = 80\%$ ；

故答案为：80%。

18. (1) $-314\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) III > 使 H_2 与 O_2 反应生成水，减小 H_2 的浓度，使反应 2 平衡正向移动

$$2.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad 1 \times 10^{-5}$$

(3) BC

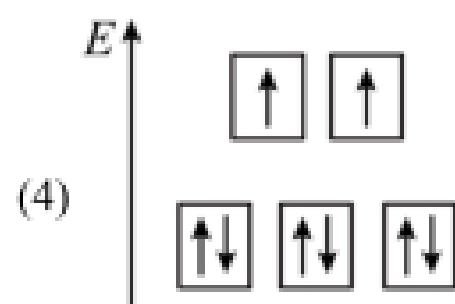


图3

【详解】(1) 根据盖斯定律 $\frac{1}{3}$ (④+③) 得 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$,

$$\Delta H_1 = \frac{1}{3}(\Delta H_3 + \Delta H_4) = \frac{1}{3}(-1036 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 94 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -314 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

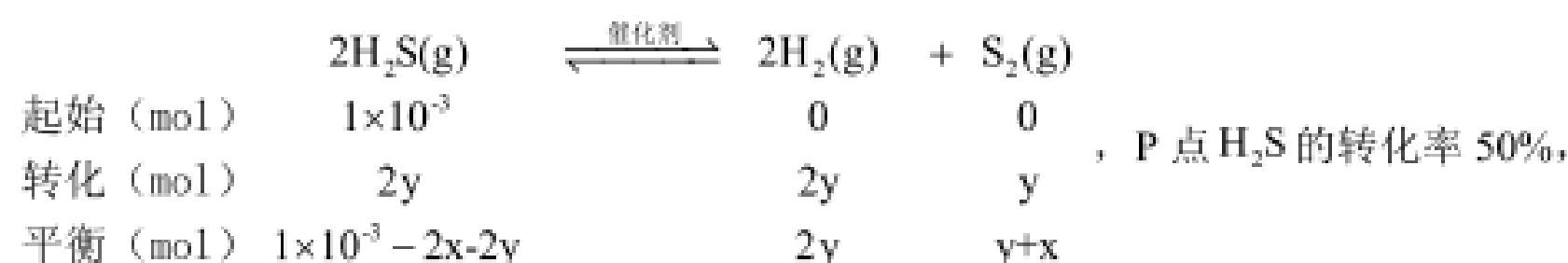
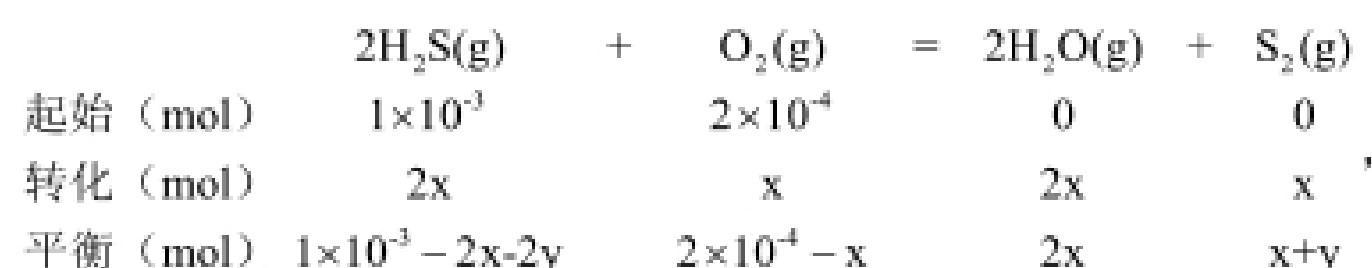
(2) ①催化剂不影响转化率，只影响速率，相同反应时间有、无催化剂的转化率的曲线最终会重叠，故平衡转化率曲线是III；

②温度升高， H_2S 的转化率升高，反应 1 为放热反应，温度升高转化率降低，故反应 2 为吸热反应，温度升高，转化率升高，且程度比反应 1 大，故 $\Delta H_2 > 0$ ；

新方法加入部分 O_2 ，而未采用 H_2S 直接分解法的原因是使 H_2 与 O_2 反应生成水，减小 H_2 的浓度，使反应 2 平衡正向移动；

③向 1L 恒容容器中通入 0.01mol 混合气体 $[n(\text{Ar}):n(\text{H}_2\text{S}):n(\text{O}_2) = 88:10:2]$ ，则

$n(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ， $n(\text{O}_2) = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ，设生成了 $2x \text{ mol H}_2\text{O}$ 和 $2y \text{ mol H}_2$ ，



$$5 \times 10^{-4} = 2x + 2y, 2y = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}, \text{解得 } y = 0.5 \times 10^{-4} \text{ mol}, x = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}, n(\text{S}_2) = 2.5 \times 10^{-4} \text{ mol};$$

$$K = \frac{c^2(\text{H}_2)c(\text{S}_2)}{c^2(\text{H}_2\text{S})} = \frac{\left(\frac{1 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1 \text{ L}}\right)^2 \frac{2.5 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1 \text{ L}}}{\left(\frac{5 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1 \text{ L}}\right)^2} = 1 \times 10^{-5};$$

(3) A. 化学平衡状态是指各组分浓度不再变化，反应 2 在 M 点未达到平衡，因在 M 点后体积分数依然在改变，A 错误；

B. 恒容容器中，40ms 时已达到平衡，通入 Ar，不影响平衡移动，故 $\alpha(\text{H}_2\text{S})$ 不变，B 正确；

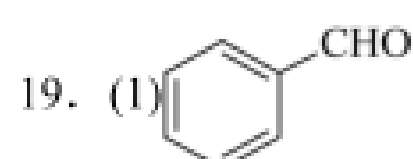
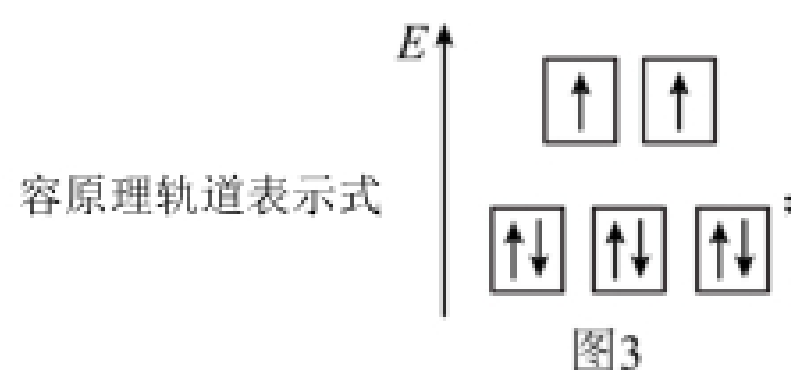
C. M 点的 H_2S 的浓度高于 N 点，故反应速率： $v(\text{M}) > v(\text{N})$ ，C 正确；

D. 50ms 时，反应 2 为吸热反应，降低温度平衡向放热方向移动，平衡逆向移动， H_2 的产率减小，D 错误；

故选 BC；

(4)

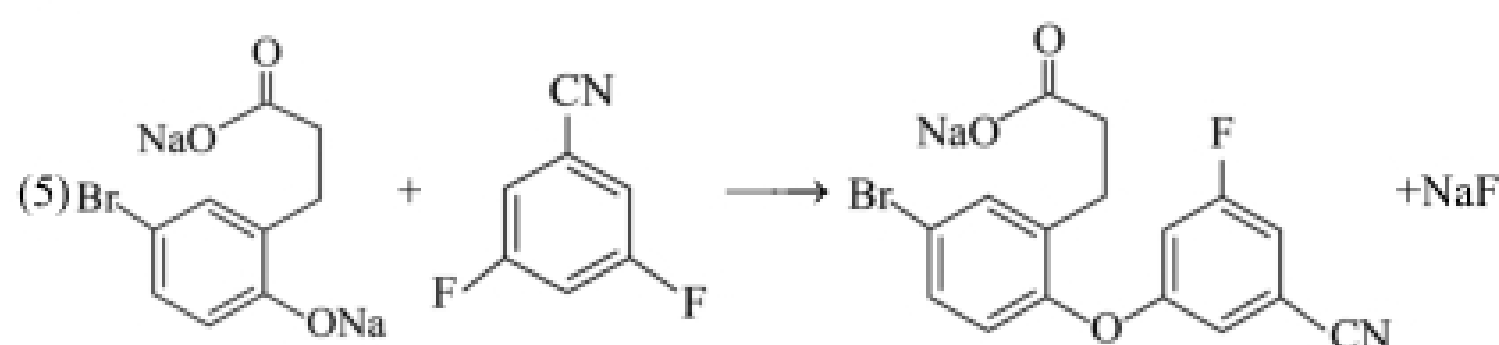
Ni^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^8$ ，原子核外电子排布先排能量低再排能量高，且根据泡利不相



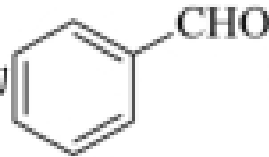

(2) 碳溴键 酯基

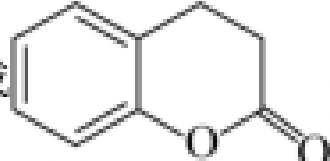
(3) 取代反应

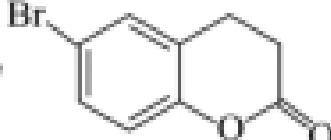
(4) 5




【分析】

采用逆推法，依据 B 的结构简式，参照 A 的分子式，可确定 A 为 ；

被 RCOOOH 氧化，生成 ；依据 D、F、G 的结构简式，采用逆推法，可推

出 E 为 ；G 发生取代反应生成 H，H 在 AlCl_3 作用下发生取代反应生成 I。

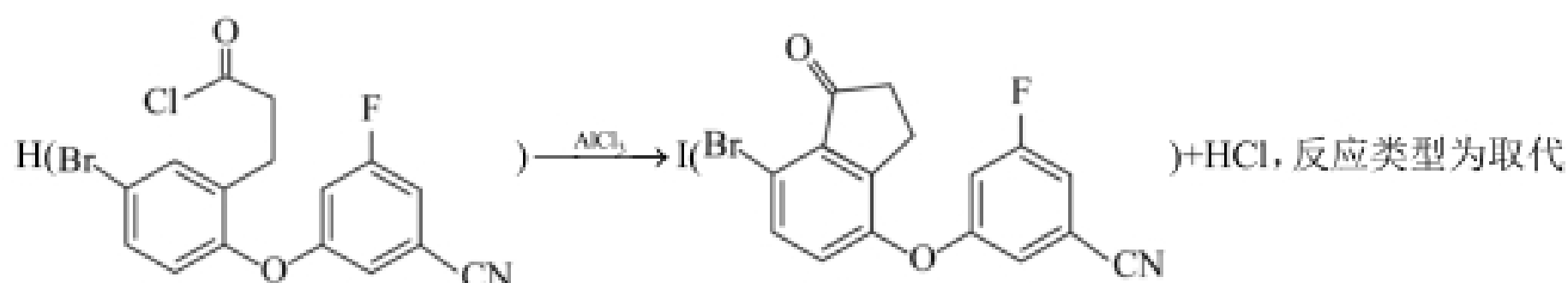
【详解】(1)

A 能发生银镜反应，参照 A 的分子式，可确定其结构简式为 。

(2)

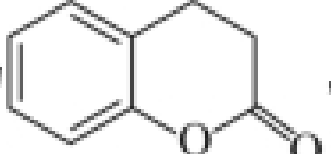
E 为 ，官能团名称为：碳溴键和酯基。

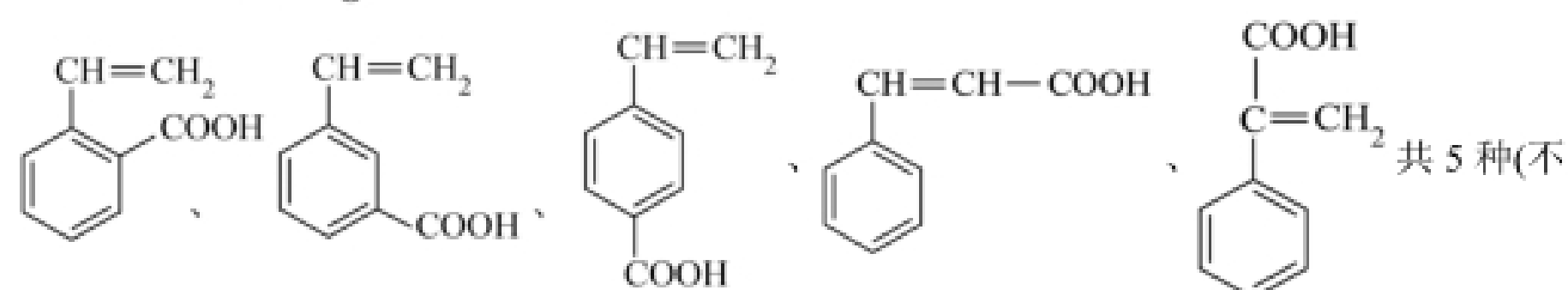
(3)



反应。

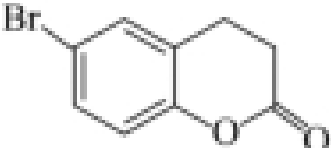
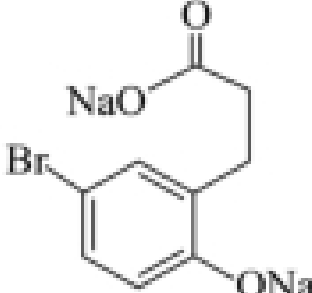
(4)

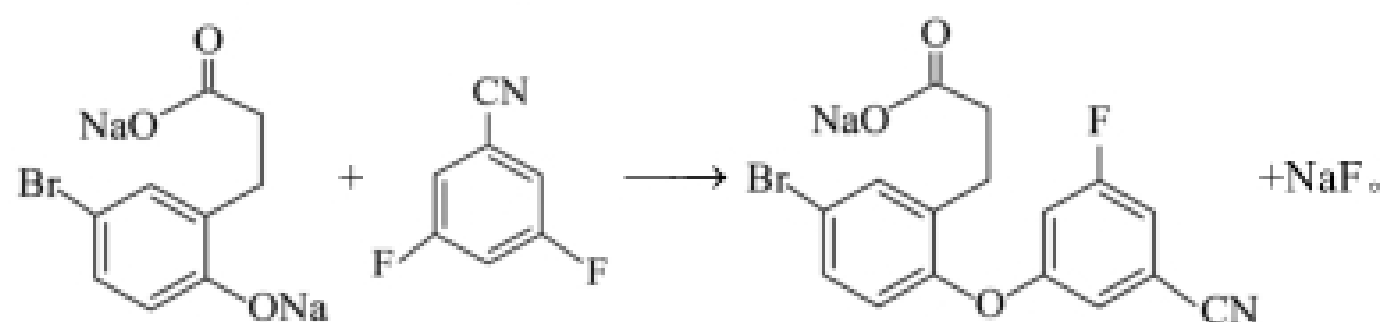
D 为 ，它的同分异构体中，含有苯环、碳碳双键和羧基的有



考虑立体异构)。

(5)

E 为 ，经碱性水解生成 、取代生成



(6)

参照上述合成过程，设计 B→C 的合成路线如下(部分反应条件已略去)。则



【点睛】推断有机物时，可采用逆推法。