

“德化一中、永安一中、漳平一中”三校协作

2023-2024 学年第一学期联考

高三化学试题

(考试时间: 75 分钟 总分: 100 分)

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 Na-23 S-32

第 I 卷(选择题, 共 40 分)

一、选择题(本大题共 10 小题, 每小题 4 分, 共 40 分。在每小题列出的四个选项中, 只有一项是最符合题目要求的。)

1. 第 19 届亚运会秉持“绿色、智能、节俭、文明”的办会理念。下列说法不正确的是

- A. 吉祥物“江南忆”机器人有机高分子材料面罩为纯净物
- B. 火炬“薪火”使用的 1070 铝合金具有硬度高、耐高温的特点
- C. “绿电”全部由单晶双面光伏组件提供, 该光伏组件主要材料为晶体硅
- D. 特许商品“亚运莲花尊”的艺术载体青瓷属于无机非金属材料

【答案】A

【解析】

【详解】A. 有机高分子的聚合度不确定, 吉祥物“江南忆”机器人有机高分子材料面罩为混合物, A 错误;
B. 根据合金的性质, 火炬“薪火”使用的 1070 铝合金具有硬度高、耐高温的特点, B 正确;
C. 会场“莲花碗”(如图)采取自然采光方式有利于实现“碳中和”, 减少二氧化碳的排放, C 正确;
D. 青瓷的主要成分是硅酸盐, 特许商品“亚运莲花尊”的艺术载体青瓷属于无机非金属材料, D 正确;
故选 A。

2. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是

- A. N_A 个 P_4 分子与 22.4L 甲烷(标准状况)分子所含共价键数目之比为 1:1
- B. 18g 的 D_2O 中所含质子数目和中子数目均为 $10N_A$
- C. 浓硝酸热分解生成 NO_2 、 N_2O_4 共 23g 时, 转移电子数为 $0.5N_A$
- D. 0.1mol/L $KAl(SO_4)_2$ 溶液中, Al^{3+} 的个数小于 $0.1N_A$

【答案】C

【解析】

【详解】A. P_4 为正四面体, N_A 个 P_4 分子所含共价键数目为 $6N_A$, 22.4L 甲烷(标准状况)分子 $n(CH_4) =$

$\frac{22.4}{22.4} \text{ mol} = 1 \text{ mol}$, 所含共价键数目为 $4N_A$, 共价键数目之比为 3:2, A 错误;

B. 18 g 的 D_2O ($^2\text{H}_2\text{O}$) 中, $n(^2\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \text{ g}}{20 \text{ g/mol}} = 0.9 \text{ mol}$ 所含质子数为 $9N_A$, 中子数为 $9N_A$, B 错

误;

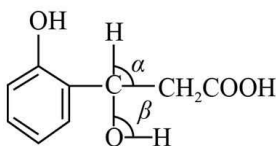
C. NO_2 、 N_2O_4 共 23 g , $n(\text{N}) = \frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 0.5 \text{ mol}$, 1 mol N 元素从 +5 $\rightarrow$ +4 转移 1 mole^- , 0.5 mol N 元素转

移 $0.5N_A$ 电子, C 正确;

D. $0.1 \text{ mol/L KAl(SO}_4)_2$ 溶液中, 不知道体积, 无法计算物质的量, $N = nN_A$, 所以无法计算铝离子的个数, D 错误;

故选 C。

3. 连花清瘟胶囊用于治疗流行性感冒, 其主要成分的结构简式如图。下列关于该有机物的说法错误的是



A. 分子中只有 1 个手性碳原子

B. 分子中共平面的碳原子最多有 7 个

C. 键角 $\alpha > \beta$

D. 1 mol 该有机物消耗 Na 与 NaOH 的物质的量之比 3:2

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 连有四个不同原子或原子团的饱和碳原子为手性碳原子, 该有机物分子中只有与苯环相连的碳原子是连有四个不同的原子或原子团的手性碳原子, 故 A 正确;

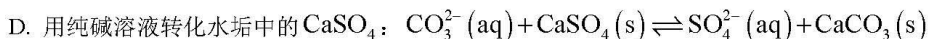
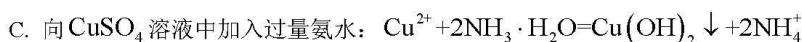
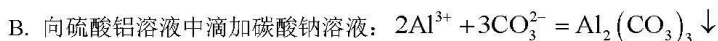
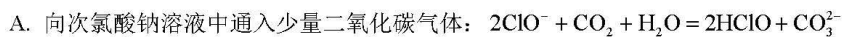
B. 与苯环直接相连的碳原子与苯环上的碳原子共平面, 由三点成面的原则可知, 该有机物分子中共平面的碳原子最多有 9 个, 故 B 错误;

C. $\angle \alpha$ 中碳原子的空间构型为四面体形, $\angle \beta$ 中氧原子的空间构型为 V 形, 则键角 $\alpha > \beta$, 故 C 正确;

D. 该有机物分子中含有羟基和羧基, 羟基和羧基都能与金属钠反应, 1 mol 该有机物消耗消耗 3 mol 钠, 氢氧化钠酚羟基和羧基能与氢氧化钠溶液反应, 醇羟基与氢氧化钠溶液不反应, 1 mol 该有机物消耗 2 mol 氢氧化钠, 则消耗钠与氢氧化钠的物质的量之比 3:2, 故 D 正确;

故选 B。

4. 下列反应的离子方程式正确的是



【答案】D

【解析】

【详解】A. 由于 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) > K_a(\text{HClO}) > K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)$, 少量 CO_2 与 NaClO 溶液反应生成 HClO 和 NaHCO_3 , 反应的离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$, A 项错误;

B. 硫酸铝溶液与碳酸钠溶液发生双水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 CO_2 , 反应的离子方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$, B 项错误;

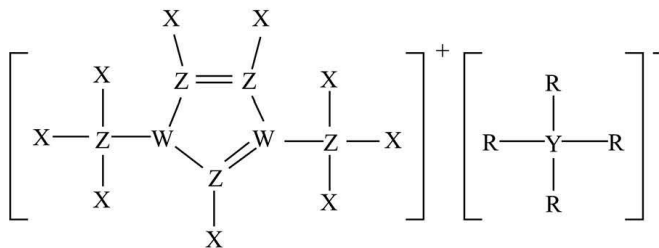
C. CuSO_4 与过量氨水反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, 反应的离子方程式为



D. 加入纯碱, 水垢中的 CaSO_4 发生沉淀的转化, 转化成 CaCO_3 , 离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{s})$, D 项正确;

答案选 D。

5. 离子液体是室温下呈液态的离子化合物。由原子序数依次增大的短周期主族元素 X、Y、Z、W、R 组成的一种离子液体的结构如图所示, W 的简单氢化物易液化, 可用作制冷剂, R 的简单阴离子含 10 个电子。下列说法正确的是



A. 电负性: $\text{R} > \text{X} > \text{Z}$

B. 氢化物的沸点: $\text{R} > \text{Z}$

C. 分子 YR_3 的空间构型为三角锥形

D. 最高价含氧酸的酸性: $\text{W} > \text{Z}$

【答案】D

【解析】

【分析】离子液体是室温下呈液态的离子化合物。由原子序数依次增大的短周期主族元素 X、Y、Z、W、R 组成的一种离子液体的结构如图所示，W 的简单氢化物易液化，可用作制冷剂，则 W 为 N，X、R 有 1 个价态，则 X 为 H，R 的简单阴离子含 10 个电子，则 R 为 F，Z 有四个价键，则 Z 为 C，Y 得到一个电子形成四个价键，则 Y 为 B。

【详解】A. 根据同周期从左到右电负性逐渐增大，同主族从上到下电负性逐渐减小，则电负性： $R > Z > X$ ，故 A 错误；

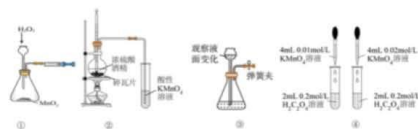
B. HF 虽存在分子间氢键，若 C 的氢化物是固体，则氢化物的沸点可能为： $Z > R$ ，故 B 错误；

C. 分子 $YR_3(BF_3)$ 夹层电子对数为 $3+0=3$ ，其空间构型为平面三角形，故 C 错误；

D. 根据非金属性越强，其最高价氧化物对应水化物酸性越强，氮的非金属性比碳强，则最高价含氧酸的酸性： $W(\text{硝酸}) > Z(\text{碳酸})$ ，故 D 正确。

综上所述，答案为 D。

6. 下列说法正确的是



A. 用图①测定化学反应速率

B. 图②酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色可证明生成的气体分子中含有碳碳不饱和键

C. 用图③检查装置的气密性

D. 图④依据溶液褪色时间的长短，推断反应物浓度对反应速率的影响

【答案】C

【解析】

【详解】A. 长颈漏斗下端没有液封，生成的氧气会溢出，无法测定化学反应速率，A 错误；

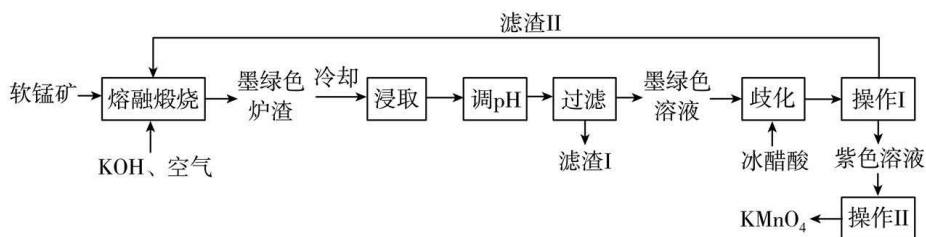
B. 酒精易挥发，同时也能使酸性高锰酸钾溶液褪色；另外浓硫酸能使酒精炭化，生成的碳单质与浓硫酸反应生成二氧化硫，也能使酸性高锰酸钾溶液褪色；因此不能根据高锰酸钾溶液褪色证明生成的气体分子中含有碳碳不饱和键，B 错误；

C. 关闭弹簧夹，可以通过观察液面是否降低来检查装置气密性，C 正确；

D. 高锰酸钾浓度不同，颜色深浅不一样，单位时间内颜色变化对比不易观察，D 错误；

故选 C。

7. 工业上用软锰矿(主要成分是 MnO_2 ，含有 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质)，制备 $KMnO_4$ 的流程如下：



已知： K_2MnO_4 固体和溶液均为墨绿色，溶液呈碱性，能发生可逆的歧化反应。下列说法正确的是

- A. 向“浸取”后的溶液中通入 CO_2 ，调节其 pH，经“过滤”得滤渣 I，滤渣 I 的成分只有硅酸
- B. “歧化”时，加入冰醋酸是为了调节溶液 pH，使 $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ 平衡正向移动，促进 KMnO_4 的生成，提高 KMnO_4 的产率
- C. “歧化”步骤中调节溶液 pH 时，可以用浓盐酸来代替冰醋酸
- D. “操作II”时，当有大量晶体析出时，利用余热蒸干，即得紫黑色 KMnO_4 晶体

【答案】B

【解析】

【分析】软锰矿加入 KOH 与空气，形成 K_2MnO_4 固体、硅酸钠和偏铝酸钾，冷却浸取后调节 pH 值，生成硅酸沉淀、氢氧化铝沉淀，过滤滤液加入冰醋酸后锰酸钾发生可逆歧化反应得到高锰酸钾溶液和滤渣；操作 I 为过滤，滤渣 II 能回归熔融第一步，说明滤渣 II 为二氧化锰，紫色溶液经过蒸发浓缩结晶形成高锰酸钾晶体。

【详解】A. 向“浸取”后的溶液中通入 CO_2 ，调节其 pH，经“过滤”得滤渣 I，滤渣 I 的成分为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和硅酸，A 错误；

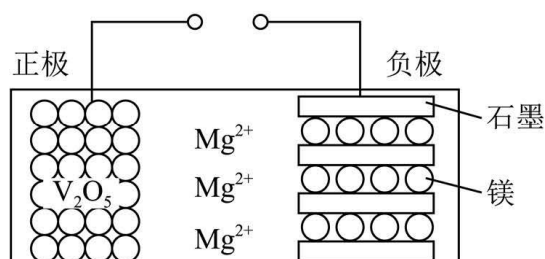
B. “歧化”时，加入冰醋酸是为了调节溶液 pH，使 $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ 正向移动，促进 KMnO_4 的生成，提高 KMnO_4 的产率，B 正确；

C. “歧化”步骤中若用浓盐酸调节溶液 pH 时，浓盐酸会与 KMnO_4 反应，生成有毒氯气，降低 KMnO_4 的产率，C 错误；

D. 高锰酸钾受热易分解，不能用蒸发结晶的方式提纯，“操作II”应为蒸发浓缩、冷却结晶，D 错误；

故选 B。

8. 2022 年中国团队在巴塞罗那获得“镁未来技术奖”。一种以 MgCl_2 -聚乙烯醇为电解液的镁电池如图所示。下列说法不正确的是



- A. 放电时，正极的电极反应式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- + \text{V}_2\text{O}_5 = \text{MgV}_2\text{O}_5$
- B. 放电一段时间后，聚乙烯醇中的 $c(\text{Mg}^{2+})$ 几乎保持不变
- C. 充电时， Mg^{2+} 嵌入 V_2O_5 晶格中
- D. 若将电解液换成 MgCl_2 水溶液，工作时电池可能产生鼓包

【答案】C

【解析】

【分析】图中装置，放电时 Mg 作负极， V_2O_5 作正极。

【详解】A. 由图中可知，放电时负极电极式为： $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$ ，正极电极式为： $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- + \text{V}_2\text{O}_5 = \text{MgV}_2\text{O}_5$ ，A 正确；

B. 由放电时电池总反应式： $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{Mg} = \text{MgV}_2\text{O}_5$ 知，放电不影响电解质溶液的 Mg^{2+} 浓度，故一段时间后，聚乙烯醇中的 $c(\text{Mg}^{2+})$ 几乎保持不变，B 正确；

C. 充电时阳极电极式为： $\text{MgV}_2\text{O}_5 - 2\text{e}^- = \text{V}_2\text{O}_5 + \text{Mg}^{2+}$ ， Mg^{2+} 从 V_2O_5 中脱离，C 错误；

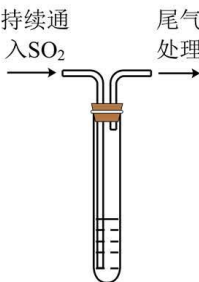
D. 若将电解液换成 MgCl_2 水溶液， Mg 能与水缓慢反应生成 H_2 ，工作时电池可能产生鼓包，D 正确；

故选 C。

9. 某小组同学对 SO_2 与含+2 价铜[$\text{Cu}(\text{II})$]化合物的反应进项探究，实验如表，下列说法不正确的是

已知： Cu_2O 在酸性溶液中易发生歧化反应 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 。

装置	序号	试管中的药品	现象
	实验I	1.5mL 1mol/L CuSO_4 溶液和 3.5mL 蒸馏水	无明显现象

	实验II	1.5mL 1mol/L CuSO ₄ 溶液和 3.5mL 1mol/L NaOH 溶液混合	开始时有砖红色沉淀出现，一段时间后，砖红色沉淀消失，静置，试管底部有少量紫红色固体，溶液呈绿色
---	------	--	---

- A. 对比实验I和II，说明碱性条件下 Cu(II)较易氧化 SO₂
- B. 砖红色固体可能是 Cu₂O，其消失与通入过量的 SO₂ 有关
- C. 紫红色固体是铜单质，可能由 Cu₂O 发生歧化反应生成
- D. 取II中清液，用盐酸酸化后加入 BaCl₂ 溶液，产生白色沉淀，说明 SO₂ 被氧化为 SO₄²⁻

【答案】D

【解析】

【详解】A. 实验I: 1.5mL 1mol/L CuSO₄ 溶液和 3.5mL 蒸馏水，无明显现象；实验II: 5mL 1mol/L CuSO₄ 溶液和 3.5mL 1mol/L NaOH 溶液混合，通入 SO₂，开始时有砖红色沉淀出现，一段时间后，砖红色沉淀消失，静置，试管底部有少量紫红色固体，溶液呈绿色，说明生成 Cu₂O，再生成铜，最后生成了氢氧化铜的悬浊液，选项 A 正确；

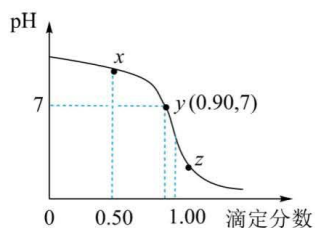
B. 实验II: 1.5mL 1mol/L CuSO₄ 溶液和 3.5mL 1mol/L NaOH 溶液混合，通入 SO₂，开始时有砖红色沉淀 Cu₂O 出现，随着 SO₂ 不断通入，发生反应 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ ，砖红色沉淀消失，砖红色固体可能是 Cu₂O，选项 B 正确；

C. 根据 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ ，随着 SO₂ 不断通入，导致溶液显酸性，发生反应生成了铜单质，选项 C 正确；

D. 取II中清液，用盐酸酸化后加入 BaCl₂ 溶液，产生白色沉淀 BaSO₄，但是原溶液就含有 SO₄²⁻，不能说明 SO₂ 被氧化为 SO₄²⁻，选项 D 错误；

答案选 D。

10. 分析化学中“滴定分数”的定义为：所加滴定剂与被滴定组分的物质的量之比。常温下以 0.10 mol·L⁻¹ 的 HCl 溶液滴定同浓度某一元碱 MOH 溶液并绘制滴定曲线如图所示。



下列说法不正确的是

- A. 该酸碱中和滴定过程应该选用甲基橙做指示剂
B. 从 x 点到 z 点的整个过程中, y 点的水的电离程度最大
C. x 点处的溶液中满足: $c(\text{MOH}) + c(\text{OH}^-) < c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+)$
D. 常温下, $K_b(\text{MOH})$ 的数量级约为 10^{-7}

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由图可知, 滴定分数=1.00 时, 溶液显酸性, 说明反应生成的 MCl 显酸性, MCl 为强酸弱碱盐, 应选择在酸性条件下变色的指示剂, A 正确;

B. 滴定分数为 1 时, 恰好完全反应得到 MCl 溶液, 此时溶液中水的电离程度最大, 对应的点不是 y 点, B 错误;

C. x 点处滴定分数为 0.5, 溶液中含等量的 MOH、MCl, 由物料守恒可得

$2c(\text{Cl}^-) = c(\text{M}^+) + c(\text{MOH})$, 由电荷守恒可得 $c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{M}^+)$, 两式相减得出

$c(\text{MOH}) + 2c(\text{OH}^-) = c(\text{M}^+) + 2c(\text{H}^+)$, 由图可知, 溶液显碱性, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 则

$c(\text{MOH}) + c(\text{OH}^-) < c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+)$, C 正确;

D. y 点 $\text{pH}=7$, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \text{ mol/L}$, 则 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{M}^+)$, 设 MOH 溶液为 1L, 滴定分数

为 0.9, 则需加入盐酸 0.9L, 溶液总体积为 1.9L, 反应后, $c(\text{Cl}^-) = c(\text{M}^+) = \frac{0.1 \text{ mol/L} \times 0.9 \text{ L}}{1.9 \text{ L}}$,

$c(\text{MOH}) = \frac{0.1 \text{ mol/L} \times (1 - 0.9) \text{ L}}{1.9 \text{ L}} = \frac{0.1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L}}{1.9 \text{ L}}$,

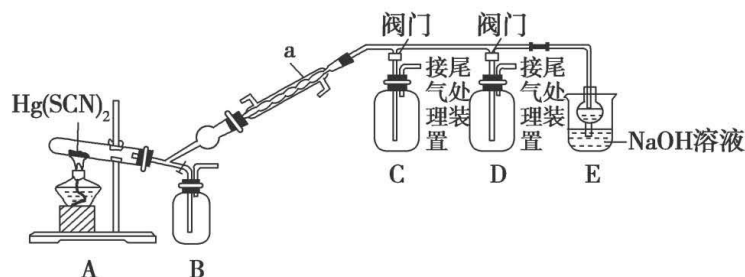
$K_b(\text{MOH}) = \frac{c(\text{M}^+) \times c(\text{OH}^-)}{c(\text{MOH})} = \frac{\frac{0.1 \text{ mol/L} \times 0.9 \text{ L}}{1.9 \text{ L}} \times 10^{-7} \text{ mol/L}}{\frac{0.1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L}}{1.9 \text{ L}}} = 9 \times 10^{-7}$, D 正确;

故选 B。

第 II 卷(客观题, 共 60 分)

二、填空题(本大题共 4 道题, 共 60 分。)

11. 著名化学反应“法老之蛇”曾令无数人叹服。某兴趣小组为探究 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 分解产物的成分, 在连接好如图所示装置, 检验装置气密性后, 点燃 A 处酒精灯。



$(\text{CN})_2$	沸点为 -21.2°C , 熔点为 -34.4°C , 化学性质与卤素单质相似, 有剧毒, 燃烧时火焰呈紫红色, 边缘略带蓝色
CS_2	沸点为 46.5°C , 熔点为 -111.9°C , 能与酯互溶

回答下列问题:

- (1) 仪器 a 的名称为_____。
- (2) 待 A 中固体充分分解后, 取下 B 装置, B 瓶中有无色液体, 并有类似氯仿的芳香甜味, 与酯混合能够互溶, 经查证, B 中液体为 CS_2 , 请举出一种其在实验室中的用途_____。
- (3) 取下 C 装置, 点燃 C 中气体, 气体燃烧火焰呈紫红色, 边缘略带蓝色, 则 E 中反应的化学方程式为_____。
- (4) 取下 D 装置, 将燃着的镁条伸入瓶中, 镁条继续燃烧。取出燃烧产物, 加入少量热水, 产生的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 可证明 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 分解产物中含有_____。
- (5) 充分反应后 A 中剩余固体经证实为 HgS 。结合以上推断写出 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 分解的化学方程式_____。
- (6) 用王水溶解 A 中剩余固体, 记溶解后的溶液为 X。可用 NH_4SCN 滴定法测定溶液 X 中离子浓度以测定 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 的分解率。

已知: ① $3\text{HgS} + 2\text{HNO}_3 + 12\text{HCl} = 3\text{H}_2[\text{HgCl}_4] + 3\text{S} \downarrow + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$;

② $\text{H}_2[\text{HgCl}_4] + 2\text{SCN}^- = \text{Hg}(\text{SCN})_2 \downarrow + 4\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$;

③ NH_4SCN 标准溶液中含有 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 指示液。

若取上述溶液 X, 用浓度为 $c\text{ mol/L}$ 的 NH_4SCN 标准溶液进行滴定, 消耗 $V\text{ mL}$, 忽略反应前后溶液体积变化, 滴定终点的现象为_____; 原 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 固体质量为 $m\text{ g}$, $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 的摩尔质量记为 M , 则 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 的分解率为_____。(用含 M 、 c 、 V 、 m 的式子表示)

【答案】(1) (球形)冷凝管

(2) 清洗试管壁上残留的硫(或溶解硫单质)

(3) $(\text{CN})_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCN} + \text{NaCNO} + \text{H}_2\text{O}$

(4) N_2

(5) $4\text{Hg}(\text{SCN})_2 \xrightarrow{\Delta} 4\text{HgS} + 2\text{CS}_2 + 3(\text{CN})_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$

(6) ①. 溶液由无色变为红色, 且半分钟内不褪色 ②. $\frac{cVM}{20m}\%$

【解析】

【小问 1 详解】

根据装置图, 可知仪器 a 的名称是(球形)冷凝管;

【小问 2 详解】

硫单质易溶于 CS_2 , 可用 CS_2 清洗试管壁上残留的硫

【小问 3 详解】

点燃 C 中气体, 气体燃烧火焰呈紫红色, 边缘略带蓝色, 说明 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 分解产物有 $(\text{CN})_2$, $(\text{CN})_2$ 与氯气性质相似, $(\text{CN})_2$ 与氢氧化钠反应的方程式是 $(\text{CN})_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCN} + \text{NaCNO} + \text{H}_2\text{O}$;

【小问 4 详解】

镁在氮气中燃烧生成氮化镁, 氮化镁与水反应生成氢氧化镁和氨气, 取下 D 装置, 将燃着的镁条伸入瓶中, 镁条会继续燃烧, 取出燃烧产物, 加入少量热水, 产生的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 则证明 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 分解产物中含有氮气;

【小问 5 详解】

经上述推断, 可知 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 分解生成 HgS 、 N_2 、 $(\text{CN})_2$ 、 CS_2 ; 反应的化学方程式是

$4\text{Hg}(\text{SCN})_2 \xrightarrow{\Delta} 4\text{HgS} + 2\text{CS}_2 + 3(\text{CN})_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$;

【小问 6 详解】

NH_4SCN 标准溶液中含有 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 指示液, 溶液出红色, 若滴入标准液后溶液由无色变为红色, 且半

分钟内不褪色,说明 $\text{H}_2[\text{HgCl}_4]$ 完全被消耗,反应达到终点;滴定过程的反应关系式是

$\text{Hg}(\text{SCN})_2 \sim \text{HgS} \sim \text{H}_2[\text{HgCl}_4] \sim 2\text{NH}_4\text{SCN}$, 反应消耗 NH_4SCN 的物质的量是 $Vc \times 10^{-3}\text{mol}$, 则分

解 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 的物质的量是 $0.5Vc \times 10^{-3}\text{mol}$, $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 的分解率为 $\frac{cVM}{20m}\%$ 。

12. MnCeTiO_x 常用作脱硝催化剂,采用共沉淀法等比掺入金属 M 后,催化剂 $\text{M}_{0.15}\text{MnCeTiO}_x$ 的脱硝性

能及抗硫中毒性能会发生改变。烟气脱硝主要副产物为 N_2O , 主反应如下:

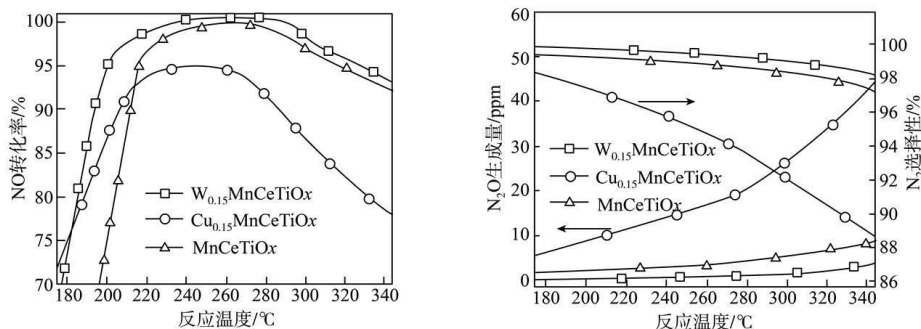
反应 I: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 6\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 5\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 II: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 4\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -1657.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(1) 已知: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +180.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则 $a =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 某条件下对于反应 I, $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c^a(\text{NH}_3) c^b(\text{NO})$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} c^c(\text{N}_2) c^d(\text{H}_2\text{O})$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数。升高温度时, $k_{\text{正}}$ 增大 m 倍, $k_{\text{逆}}$ 增大 n 倍, 则 m _____ n (填“>”“<”或“=”)。

(3) 将模拟烟气按一定流速通到催化剂表面,不同温度下气体出口处测定相关物质浓度,得出 NO 的转化率、 N_2 的选择性、 N_2O 的生成量随温度变化关系如下图。



①选择 $\text{Cu}_{0.15}\text{MnCeTiO}_x$ 时,温度高于 260°C 时 NO 转化率下降的原因为_____。

②综合分析,该脱硝过程应选择的最佳催化剂中 M 为_____。

(4) 273°C , $P_0 \text{ kPa}$ 下,向恒温恒压密闭的容器中通入 4mol NH_3 、 4mol NO 、 2mol O_2 (假设仅发生反应

I、II)

①下列选项不能说明反应 I、II 均达到化学平衡状态的是_____。

- A. 混合气体的平均摩尔质量保持不变
- B. NO 的分压保持不变

C. 有 1mol N—H 键断裂的同时, 有 1mol $N \equiv N$ 键断裂

②达到平衡后测定 O_2 转化率为 30%, 体系中 NH_3 为 1.2mol。则 NO 的转化率为_____ , 反应 I 的

$K_p =$ _____ (写出计算式即可)(分压=总压×物质的量分数)。

【答案】(1) -1838

(2) < (3) ①. 催化剂活性下降(或副反应增多) ②. W

$$(4) \quad ①. C \quad ②. 75\% \quad ③. K_p = \frac{\left(P_0 \times \frac{2.9}{10.7}\right)^5 \times \left(P_0 \times \frac{4.2}{10.7}\right)^6}{\left(P_0 \times \frac{1.2}{10.7}\right)^4 \times \left(P_0 \times \frac{1}{10.7}\right)^6}$$

【解析】

【小问 1 详解】

反应 II: $4NH_3(g) + 4NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 4N_2(g) + 6H_2O(g)$ $\Delta H_2 = -1657.5 kJ \cdot mol^{-1}$, 再结合 $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

$\Delta H_3 = +180.5 kJ \cdot mol^{-1}$, 两式相减可得反应 I, 则由盖斯定律得 $\Delta H_1 = a$

$= \Delta H_2 - \Delta H_3 = -1657.5 kJ \cdot mol^{-1} - (+180.5 kJ \cdot mol^{-1}) = -1838 kJ \cdot mol^{-1}$;

【小问 2 详解】

$\Delta H_1 < 0$, 反应 I 正反应放热, 逆反应吸热, 升高温度, 逆反应速率增大的更多, 则 $m < n$;

【小问 3 详解】

①选择 $Cu_{0.15}MnCeTiO_x$ 时, $180^\circ C \sim 260^\circ C$ 时 NO 转化率逐渐增大, 温度高于 $260^\circ C$ 时转化率下降, 可能是温度过高, 催化剂的活性下降, 也可能是副反应增多;

②结合图像可知 $W_{0.15}MnCeTiO_x$ 在温度较低时催化效率高, NO 的转化率较高、 N_2 的选择性高、副产物 N_2O 的生成量较低, 所以最佳催化剂为 $W_{0.15}MnCeTiO_x$, 则最佳催化剂中 M 为 W;

【小问 4 详解】

①A. 反应 I、II 均为气体体积改变的反应, 反应过程混合气的总质量保持不变, 平衡前混合气的物质的量改变, 则混合气平均摩尔质量改变, 当混合气体的平均摩尔质量保持不变时, 反应 I、II 达到平衡, A 不符合题意;

B. NO 的分压保持不变, 则体系中 NO 的浓度不变, 反应 I、II 达到平衡, B 不符合题意;

C. 反应 I 中有 12mol N-H 键断裂的同时, 有 5mol $N \equiv N$ 键断裂时反应达到平衡; 反应 II 中, 当有 12mol N-H 键断裂的同时, 有 4mol $N \equiv N$ 键断裂时反应达到平衡, 所以有 1mol N-H 键断裂的同时, 有 1mol $N \equiv N$ 键断裂, 不能说明反应 I、II 均达到化学平衡状态, C 符合题意;

故选 C。

②参加反应的 NH_3 、 O_2 物质的量分别为 $n(\text{NH}_3) = 4\text{mol} - 1.2\text{mol} = 2.8\text{mol}$,

$n(\text{O}_2) = 2\text{mol} \times 30\% = 0.6\text{mol}$, 产物只有 N_2 和 H_2O , 由 H 原子守恒可知生成

$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2.8 \times 3}{2} \text{mol} = 4.2\text{mol}$, H_2O 中 O 原子来自 O_2 和 NO , 由 O 原子守恒可知参加反应的 NO 物质

的量为 $n(\text{NO}) = (4.2 - 0.6 \times 2) \text{mol} = 3\text{mol}$, 由 N 原子守恒可知生成 N_2 物质的量为

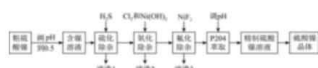
$n(\text{N}_2) = \frac{2.8 + 3}{2} \text{mol} = 2.9\text{mol}$, 则平衡时 $n(\text{NH}_3) = 1.2\text{mol}$, $n(\text{NO}) = 1\text{mol}$, $n(\text{O}_2) = 1.4\text{mol}$,

$n(\text{N}_2) = 2.9\text{mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 4.2\text{mol}$, 则总的物质的量为

$n = (1.2 + 1 + 1.4 + 2.9 + 4.2) \text{mol} = 10.7\text{mol}$, 则 NO 的转化率为 $\frac{3\text{mol}}{4\text{mol}} \times 100\% = 75\%$; 反应 I 的

$$K_p = \frac{p^5(\text{N}_2) \cdot p^6(\text{H}_2\text{O})}{p^4(\text{NH}_3) \cdot p^6(\text{NO})} = \frac{\left(P_0 \times \frac{2.9}{10.7}\right)^5 \cdot \left(P_0 \times \frac{4.2}{10.7}\right)^6}{\left(P_0 \times \frac{1.2}{10.7}\right)^4 \cdot \left(P_0 \times \frac{1}{10.7}\right)^6}.$$

13. 从铜电解液分离出的粗硫酸镍晶体中含有大量的杂质元素(Cu 、 Fe 、 As 、 Ca 、 Zn 等), 我国科学家对粗硫酸镍进行精制提纯, 其工艺流程如下。



已知:

i. 含镍溶液中的主要离子有: Ni^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 AsO_4^{3-} 、 Ca^{2+} 和 Zn^{2+}

ii. 部分物质的电离常数和溶度积常数如下表。回答下列问题:

物质	溶度积常数	物质	溶度积常数	物质	溶度积常数
CuS	6.3×10^{-36}	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	2.8×10^{-39}	CaF_2	4.0×10^{-11}
NiS	3.2×10^{-19}	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	5.5×10^{-16}	NiF_2	2.6×10^{-4}
FeS	6.3×10^{-18}				

(1) 将粗硫酸镍溶液的 pH 调小至 0.5, 加入的试剂是_____。

(2) 滤渣 1 中除 CuS 外, 还含有 As_2S_3 和 S 。反应生成 As_2S_3 和 S 的离子方程式是: _____。

(3) “氧化除杂”时, 加入 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的目的_____。

(4) 用沉淀溶解平衡原理解释用 NiF_2 能够“氟化除杂”的原因_____。

(5) 含 Cu、Zn、Sn 及 S 的四元半导体化合物(简称为 CZTS)，是一种低价、无污染的绿色环保型光伏材料，可应用于薄膜太阳能电池领域。

①将含有未成对电子的物质置于外磁场中，会使磁场强度增大，称其为顺磁性物质，下列物质中，属于顺磁性物质的是_____ (填标号)。

A. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ B. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ C. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ D. $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$

②如图是硫的四种含氧酸根的结构：



根据组成和结构推断，能在酸性溶液中将 Mn^{2+} 转化为 MnO_4^- 的是_____ (填标号)。理由是_____。

③如图是 CZTS 四元半导体化合物的四方晶胞。该物质的化学式为_____。以晶胞参数为单位长度

建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称作原子分数坐标。若图中 A 原子的坐标为 $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8})$ ，则

B 的原子坐标为_____。



【答案】(1) 稀硫酸(或 H_2SO_4)

(2) $2\text{AsO}_4^{3-} + 5\text{H}_2\text{S} + 6\text{H}^+ = \text{As}_2\text{S}_3 \downarrow + 2\text{S} \downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$

(3) 使 Fe^{3+} 的水解平衡向正反应方向移动，生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (其他合理答案也给分)

(4) $\text{Ca}^{2+} + \text{NiF}_2 \rightleftharpoons \text{CaF}_2 + \text{Ni}^{2+}$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{Ni}^{2+})}{c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{NiF}_2)}{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)} = \frac{2.6 \times 10^{-4}}{4.0 \times 10^{-11}} = 6.5 \times 10^6 > 10^5$,

所以加入 NiF_2 能将 Ca^{2+} 完全转化为 CaF_2 沉淀

(5) ①. B ②. D ③. D 中过氧键具有强氧化性，能将 Mn^{2+} 转化为 MnO_4^- ④.

$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ ⑤. $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{5}{8})$

【解析】

【分析】粗硫酸镍晶体溶解调节 $\text{pH}=0.5$ ，通入硫化氢除去铜、砷元素；加入氯气将二价铁转化为三价铁，加入氢氧化镍调节 pH 值，除去铁元素；加入 NiF_2 或 HF 除去钙元素；调节 pH 萃取分离出镍元素，最终

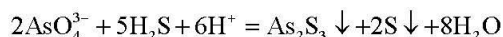
得到精制硫酸镍；

【小问 1 详解】

调节 pH 时不能引入新的杂质，将粗硫酸镍溶液的 pH 调小至 0.5，加入的试剂是稀硫酸；

【小问 2 详解】

滤渣 1 中除 CuS 外，还含有 As₂S₃ 和 S，说明和 H₂S 反应生成 As₂S₃、S 和 H₂O，As 元素由 +5 价下降到 +3 价，S 元素由 -2 价上升到 0 价，根据得失电子守恒和电荷守恒配平离子方程式为：



【小问 3 详解】

“氧化除杂”时，加入 Cl₂ 和 Ni(OH)₂ 能析出 Fe(OH)₃ 的原因是：Cl₂ 将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺，
Fe³⁺ + 3H₂O ⇌ Fe(OH)₃ + 3H⁺，加入的 Ni(OH)₂ 和 H⁺ 反应，使 Fe³⁺ 的水解平衡向正反应方向移动，生成 Fe(OH)₃；

【小问 4 详解】

由题目所给数据可知，Ca²⁺ + NiF₂ ⇌ CaF₂ + Ni²⁺ 的平衡常数

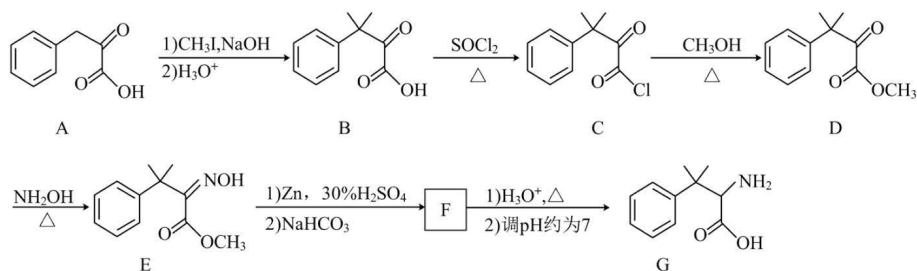
$$K = \frac{c(\text{Ni}^{2+})}{c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{NiF}_2)}{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)} = \frac{2.6 \times 10^{-4}}{4.0 \times 10^{-11}} = 6.5 \times 10^6 > 10^5$$

，所以加入 NiF₂ 能将 Ca²⁺ 完全转化为 CaF₂ 沉淀；

【小问 5 详解】

①根据题意，顺磁性物质含有未成对电子。A 选项、C 选项、D 选项中各原子核外电子均已成对，不符合题意；B 选项，[Cu(NH₃)₄]SO₄ 中 Cu²⁺ 的价电子排布是 3d⁹，有未成对电子，符合题意，故选 B；② Mn²⁺ 转化为 MnO₄⁻ 需要氧化剂，且氧化性比 MnO₄⁻ 的强，由 SO₂ 能使 KMnO₄ 溶液褪色知 SO₄²⁻ 的氧化性弱于 MnO₄⁻，而 S₂O₇²⁻ 与 SO₄²⁻ 中 S 的化合价均为 +6 价，故 A 不符合题意；B 选项，C 选项中 S 的化合价比 SO₄²⁻ 中 S 的价态低，氧化性更弱，故 B、C 不符合题意；D 选项中含有 -1 价的 O（结构式中位于中间的 2 个 O），具有强氧化性，能将 Mn²⁺ 转化为 MnO₄⁻；③根据晶胞结构，结合均摊法知，S 原子位于体内，每个晶胞中含有的 S 原子数目为 8，Sn 原子位于面心和棱心，数目为 $2 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = 2$ ，Zn 原子位于顶点和体心，数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，Cu 原子位于面上，数目为 $8 \times \frac{1}{2} = 4$ ，则该物质的化学式为 Cu₂ZnSnS₄；②根据 A 原子的坐标和几何关系知，B 原子的坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{5}{8})$ 。

14. 化合物 G 可用于药用多肽的结构修饰，其人工合成路线如下：



- (1) G 分子中官能团名称_____。
- (2) A→B 的反应类型为_____，E→F 过程 1) 的反应类型为_____。
- (3) D 中碳原子的杂化类型有_____。
- (4) 写出 C→D 的化学方程式_____。
- (5) F 的分子式为 $C_{12}H_{17}NO_2$ ，其结构简式为_____。
- (6) A 的同分异构体中满足下列条件的有_____种。

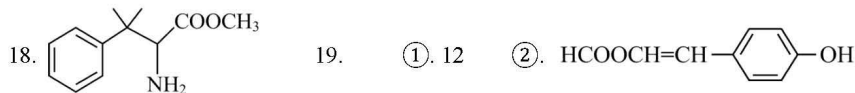
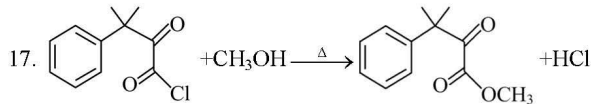
①遇 $FeCl_3$ 溶液呈紫色 ②能发生水解 ③苯环上含两个取代基，且不含其它环

写出其中核磁共振氢谱有 6 个峰，且峰面积之比为 2:2:1:1:1:1 的分子的结构简式_____。

【答案】14. 羧基、氨基

15. ①. 取代反应 ②. 还原反应

16. sp^2 和 sp^3



【解析】

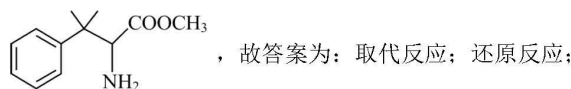
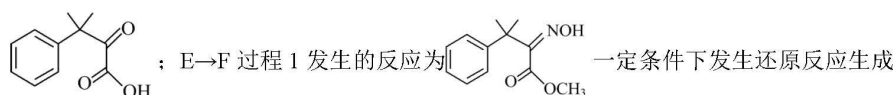
【分析】A 和 CH_3I 在 NaOH 条件下发生取代反应、再酸化生成 B，B 和 $SOCl_2$ 发生取代反应生成 C，C 和甲醇发生取代反应生成 D，D 和 NH_2OH 发生反应生成 E，E 发生还原反应生成 F，F 发生酯的水解、再调 pH 生成 G。

【小问 1 详解】

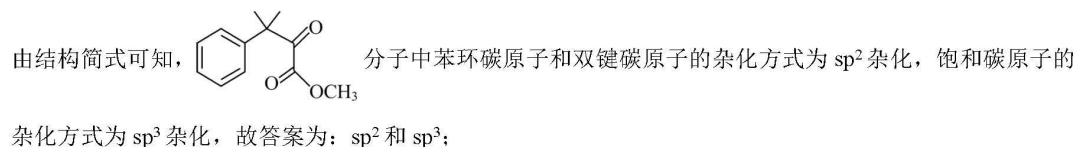
由结构简式可知， 的官能团为羧基、氨基，故答案为：羧基、氨基；

【小问 2 详解】

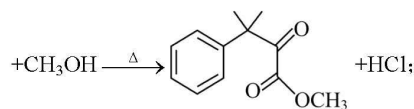
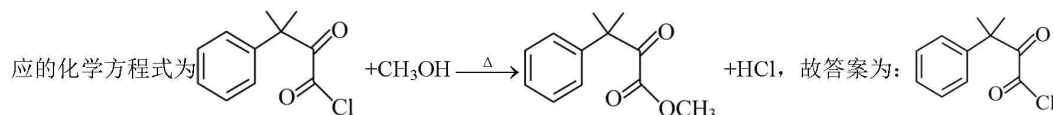
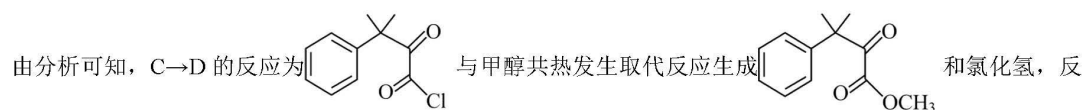
由分析可知，A→B 的反应为 在氢氧化钠溶液中先与一碘甲烷发生取代反应，后酸化得到



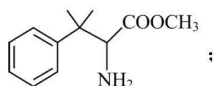
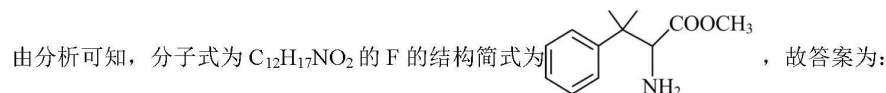
【小问 3 详解】



【小问 4 详解】

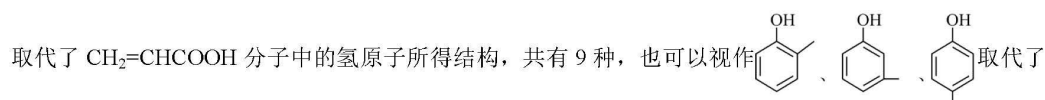
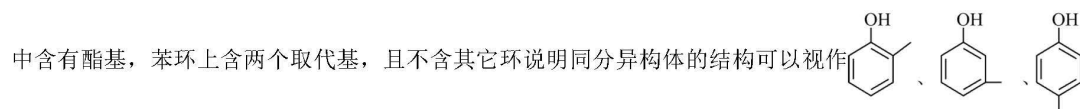


【小问 5 详解】



【小问 6 详解】

A 的同分异构体遇氯化铁溶液呈紫色说明同分异构体分子中含有酚羟基, 能发生水说明同分异构体分子



$CH_2=CHOOCH$ 分子中 $-OOCH$ 中氢原子所得结构, 共有 3 种, 则符合条件的结构共有 12 种, 其中核磁共振氢谱有 6 个峰, 且峰面积之比为 2: 2: 1: 1: 1: 1 的分子的结构简式 $HCOOCH=CH-$  $-OH$, 故答案

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜



自主选拔在线