

化学参考答案及评分意见

- 1.D 【解析】涤纶、丙纶、腈纶等都是合成有机高分子化合物,A 正确;发面时有酸生成,与碳酸氢钠反应产生 CO_2 气体,可使发面产品松软可口,B 正确;水泥以石灰石和黏土为主要原料,是硅酸盐材料,C 正确;液化石油气燃烧不充分会生成 CO,对空气造成污染,D 错误。
- 2.A 【解析】Y 的原子半径在同周期中最大且 Y 的质量数为 7,则 Y 为 Li,根据质子数守恒,X 的质子数为 5,为 B 元素。同周期,从左向右,第一电离能呈增大趋势,所以第一电离能 $B < C$,但是 II A 族的价电子排布为 s 轨道全满结构,同周期元素的第一电离能: II A 族 $>$ III A 族,所以 B 元素原子的第一电离能在同周期相邻元素中最小,A 正确; BH_3 中 B 的价电子对数为 3,是 sp^2 杂化, B 错误;Li 能与水反应,所以用于制造电池时不可选用水系电解质,C 错误; ^6Li 和 ^7Li 互为同位素,D 错误。
- 3.B 【解析】灼烧所用仪器是坩埚、泥三角、玻璃棒、酒精灯,A 错误; NaCl 溶液的蒸发结晶需要蒸发皿、玻璃棒、酒精灯,B 正确;配制 NaOH 溶液,除需要烧杯、玻璃棒、容量瓶外,还需要胶头滴管,C 错误;苯酚和 NaHCO_3 的分离是先用丙酮萃取再用分液的方法,不是过滤,D 错误。
- 4.C 【解析】该物质的不饱和度为 11,分子式应为 $\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{O}_3\text{N}$,A 错误;官能团为酰胺基和羧基,只有 2 种,B 错误;1 mol 该物质中酰胺基和羧基各消耗 1 mol NaOH ,共 2 mol,C 正确;因 N 的周围构成三角锥形,两个苯环在不同平面上,右侧最多 9 个碳原子共平面,左侧最多 8 个碳原子共平面,D 错误。
- 5.B 【解析】反应中,高温时,碳和 CO_2 可以反应生成 CO,A 正确;1 L 0.1 mol/L Na_2S 溶液中硫离子分步水解,第一步水解生成硫氢根离子和氢氧根离子, $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$,含有的阴离子数目大于 $0.1N_A$,B 错误;该反应生成 1 mol 氧化产物,则转移电子数目为 $4N_A$,C 正确;根据二氧化碳的结构 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 可知,一个二氧化碳分子中含有 4 个共价键,4.4 g CO_2 为 0.1 mol,则共用电子对数目为 $0.4N_A$,D 正确。
- 6.C 【解析】加入硝酸,可将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} ,所以会有 SO_3^{2-} 的干扰,应该先加入盐酸酸化,A 错误; FeCl_3 溶液中加入少量稀硫酸能抑制水解,但引入杂质离子 SO_4^{2-} ,应该加入浓盐酸,B 错误;蔗糖与浓硫酸的反应过程中,产生黑色的碳,则体现浓硫酸的脱水性,该过程放热,使产生的碳与浓硫酸反应放出刺激性气味的气体,则体现浓硫酸的强氧化性,C 正确;高锰酸钾可氧化氯离子,不能用盐酸酸化,应用硫酸,D 错误。
- 7.C 【解析】根据题意,设 R 原子的核外电子数为 x ,T 原子的核外电子数为 y ,则 S 原子的核外电子数为 $(x+1)$, $x+y=3(x+1)$, $y=2x+3$,T 原子的最外层电子数等于 x ,通过排除法, x 只能是 7,即 R 为 N,S 为 O,T 为 Cl,W 为 Cu。N 元素 2p 轨道半充满,则第一电离能: $\text{N} > \text{O}$,A 错误; NH_3 分子中存在氢键,简单氢化物沸点: $\text{NH}_3 > \text{HCl}$,B 错误;O、Cl 可形成 ClO_2 ,是一种常用消毒剂,C 正确;元素 Cu 的基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,D 错误。
- 8.D 【解析】尿素分子为平面结构,尿素中 C 和 N 原子的杂化方式均为 sp^2 ,键角 $\angle\text{NCO}$ 和键角 $\angle\text{HNC}$ 都接近 120° ,基本相等,A 正确;二氯异氰尿酸钠中存在的化学键只有极性键、离子键,B 正确;基态氮原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$,电子占据 5 个原子轨道,所以它的电子的空间运动状态为 5 种,C 正确;元素的非金属性越强,电负性越大,则元素的电负性: $\text{O} > \text{N} > \text{Na}$,D 错误。
- 9.B 【解析】 HI 、 H_2O 、 SO_2 所有化学键均为极性共价键,且分子中正、负电荷中心均不重合,都属于极性分子,故 A 正确; I_2 的沸点较低,温度过高会使 I_2 升华,从而减少 SO_2 的吸收,所以反应器中控制温度为 $20^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$,升高温度则气体溶解度减小,故 B 错误;分离器中含有硫酸和氢碘酸,二者沸点不同,用蒸馏来分离,故 C 正确;反应器中发生反应 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$;在膜反应器中发生反应 $2\text{HI} = \text{I}_2 + \text{H}_2$,将两反应方程式相加得:碘循环工艺的总反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$,故 D 正确。

10.A 【解析】补铁口服液中含有 Fe^{2+} ，当被氧化时则生成 Fe^{3+} ，可以加 KSCN 溶液检验，若溶液变红，则被氧化，否则没有被氧化，A 正确；没有中和氢氧化钠溶液，干扰溴离子检验，B 错误；溴水滴入 KI 溶液中，会生成碘单质，碘易溶于苯且苯难溶于水，但苯的密度比水小，从下口放出下层溶液，应将上层溶液从上口倒出，C 错误；常混有杂质 Na^+ 而干扰 K^+ 的检验，应该透过蓝色的钴玻璃来观察 K^+ 的颜色，D 错误。

11.B 【解析】利用该装置同步放电可同时产生 H_2O_2 和过二硫酸铵，根据阴极室、阳极室所盛放的溶液可知，阴极室产生 H_2O_2 ，电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}_2$ ，而阳极室的 H^+ 移入，才能保证反应需要的 H^+ ，有多少电子转移就有多少 H^+ 移入，则阴极室 pH 不变，A 错误；由 H^+ 的移入可知，需要质子交换膜，B 正确；根据信息，阳极室要生成 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，电极反应式为 $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ，C 错误；当有 1 mol O_2 消耗时，电路中转移的电子为 2 mol，则消耗 0.1 mol O_2 时，转移的电子为 0.2 mol，D 错误。

12.C 【解析】硝基在醛基的对位，即 4 号位，名称为 4-硝基苯甲醛，A 错误；X 与 Y 发生加成反应，醛基变为醇羟基，B 错误；Z 中加入金属钠，与羟基反应生成气体，而 Y 不能与金属钠反应，可以鉴别，C 正确； 中只有羧基所连碳原子为手性碳原子，D 错误。

13.D 【解析】根据题意，随着温度升高，反应 i、ii 均正向移动， $(\text{COOCH}_3)_2$ 的转化率增大，故曲线 N 代表 $(\text{COOCH}_3)_2$ 的转化率随温度变化曲线，A 错误；曲线 R 是 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 的选择性，195 °C 时曲线 M 与曲线 R 相交，则曲线 M 是 $\text{CH}_3\text{OOCCH}_2\text{OH}$ 的选择性，根据图像，192~198 °C 范围内， $\text{CH}_3\text{OOCCH}_2\text{OH}$ 的选择性随温度升高而减小，B 错误；加快气体的流速时，气体来不及在催化剂表面反应， $(\text{COOCH}_3)_2$ 的转化率会降低，C 错误；195 °C 时 $(\text{COOCH}_3)_2$ 的转化率为 97%，即转化的 $n(\text{COOCH}_3)_2 = 0.97 \text{ mol}$ ，由图像知，195 °C 时 $\text{CH}_3\text{OOCCH}_2\text{OH}$ 和 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 的选择性相等，则

$$n(\text{CH}_3\text{OOCCH}_2\text{OH}) = n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = 0.485 \text{ mol}, \text{此时}$$

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = n(\text{CH}_3\text{OOCCH}_2\text{OH}) + 2n(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = 1.455 \text{ mol}, \text{D 正确。}$$

14.B 【解析】由题中信息可知， H_2A 为二元弱酸， $\text{H}_2\text{A} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{H}^+$ 、 $\text{HA}^- \rightleftharpoons \text{A}^{2-} + \text{H}^+$ ，用 0.010 0 mol · L⁻¹ H_2A 溶液滴定 20.00 mL 0.010 0 mol · L⁻¹ CaB_2 溶液，发生反应： $\text{H}_2\text{A} + \text{CaB}_2 = 2\text{HB} + \text{CaA} \downarrow$ ，则酸性强弱： $\text{H}_2\text{A} > \text{HB}$ ，所以曲线 c、d、e 表示 H_2A 的各微粒分布曲线，曲线 e 代表 $\delta(\text{H}_2\text{A})$ ，曲线 d 代表 $\delta(\text{HA}^-)$ ，曲线 c 代表 $\delta(\text{A}^{2-})$ ，曲线 b 为 $\delta(\text{HB})$ ，曲线 a 为 $\delta(\text{B}^-)$ ，A 错误； A^{2-} 的水解平衡常数 $K_h(\text{A}^{2-}) = \frac{c(\text{HA}^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^{2-})}$ ，

曲线 d 和 c 相交时 $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$ ，此时 $K_h(\text{A}^{2-}) = c(\text{OH}^-)$ ， $\text{pOH} = 7.3$ ， $c(\text{OH}^-) = 10^{-7.3}$ ，则 $K_h(\text{A}^{2-}) = 10^{-7.3}$ ，B 正确；随着 H_2A 溶液的滴入， Ca^{2+} 产生 CaA 沉淀而析出，溶液中 $2c(\text{Ca}^{2+}) \neq c(\text{HB}) + c(\text{B}^-)$ ，根据电荷守恒： $c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{B}^-) = 2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+)$ ，则

$$c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{OH}^-) \neq c(\text{H}^+) + c(\text{HB}), \text{C 错误；}$$

$$\text{恰好完全反应后溶液中 } c(\text{A}^{2-}) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{CaA})} = \sqrt{10^{-10.4}} = 10^{-5.2} \text{ mol/L},$$

$$\text{由 } K_h(\text{A}^{2-}) = \frac{c(\text{HA}^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^{2-})}, K_h(\text{A}^{2-}) = 10^{-7.3},$$

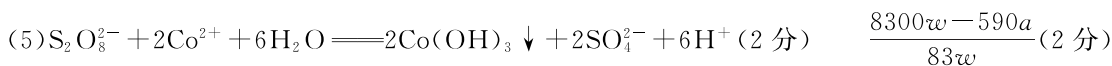
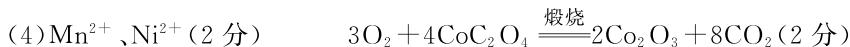
可知当 $\text{pOH} = 8.8$ 时， $c(\text{OH}^-) = 10^{-8.8}$ ，则 $c(\text{HA}^-) = 10^{-3.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，D 错误。

15.(14 分)

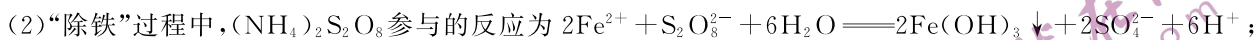
(1) CO_2 (2 分)

(2) $2\text{Fe}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}^+$ (2 分)

(3) 3.78 (2 分)



【解析】(1) 根据 β -萘酚钴渣的成分分析,“焙烧”过程中的主要气体产物为 CO_2 ;



(3) 1 L 除铁后的滤液中 $n(\text{Ca}^{2+}) = 0.02 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$, $n(\text{Mg}^{2+}) = 0.01 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$, 根据 CaF_2 、 MgF_2 的化学式知, Ca^{2+} 完全沉淀需要 $n(\text{NaF}) = 2n(\text{CaF}_2) = 2n(\text{Ca}^{2+}) = 0.02 \text{ mol} \times 2 = 0.04 \text{ mol}$, Mg^{2+} 完全沉淀需要 $n(\text{NaF}) = 2n(\text{MgF}_2) = 2n(\text{Mg}^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$;

$$c(\text{Ca}^{2+}) \leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{F}^-) \geq \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)}{c(\text{Ca}^{2+})}} = \sqrt{\frac{1.5 \times 10^{-10}}{10^{-5}}} \text{ mol/L} = 3.87 \times 10^{-3} \text{ mol/L},$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) \leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{F}^-) \geq \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2)}{c(\text{Mg}^{2+})}} = \sqrt{\frac{9 \times 10^{-9}}{10^{-5}}} \text{ mol/L} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol/L},$$

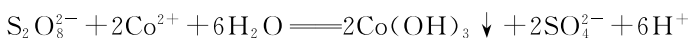
所以溶液中加入 $c(\text{F}^-) \geq 3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$,

所以加入的 $n(\text{NaF}) \geq 3 \times 10^{-2} \text{ mol} + 0.04 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol} = 0.09 \text{ mol}$,

$$m(\text{NaF}) = 0.09 \text{ mol} \times 42 \text{ g/mol} = 3.78 \text{ g}$$

(4) 根据流程分析, 只有 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 没有除去, 所以萃取剂 P507 是“萃取” Co^{2+} , 因此水相中主要含有的金属离子为 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} ; “煅烧”时主要反应的化学方程式为 $3\text{O}_2 + 4\text{CoC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{煅烧}} 2\text{Co}_2\text{O}_3 + 8\text{CO}_2$

(5) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 能将 Co^{2+} 氧化, 在溶液 $\text{pH} = 5$ 时, 根据图像此时高价态钴元素主要以 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 和 CoO_2 存在, 结合氧化还原电势, CoO_2 氧化还原电势较高, 难以氧化生成, 故反应的离子方程式应为



以 1 吨 β -萘酚钴渣 (Co 的质量分数为 $w\%$) 为原料提取出 $a \text{ kg Co}_2\text{O}_3$ 。

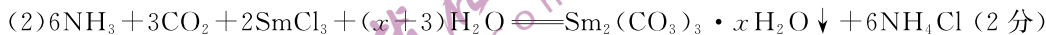
理论生成 Co 为 $1000 \text{ kg} \times w\% = 10w \text{ kg}$, 实际生成的 Co 的质量为 $\frac{118}{166} \times a \text{ kg} = \frac{59a}{83} \text{ kg}$,

$$\text{在提取过程中钴的损失率为} \frac{1000 \times w\% - \frac{59a}{83}}{1000 \times w\%} \times 100\% = \frac{8300w - 590a}{83w} \%$$

16. (16 分)

(1) 碱石灰 (或 NaOH 固体或 CaO) (2 分)

从 C 装置进入 B 装置的导管应该在液面上方, 不能插入溶液中 (或 B、C 间通过球形干燥管连接) (2 分)



(3) ① K_1 、 K_3 (2 分) K_4 、 K_5 (2 分) ④ $\frac{23(m_3 - m_1)}{2(m_2 - m)}$ (2 分)

(4) $\frac{2(281 + 16y + 19x) \times 10^{30}}{a^2 c N_A}$ (2 分) $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right)$ (2 分)

【解析】(1) 根据产生气体的装置, A 是制取 CO_2 , C 是制取 NH_3 , 所以 C 装置锥形瓶中药品为碱石灰或 NaOH 固体或 CaO ; NH_3 极易溶于水, 通入水溶液时要防倒吸, 所以该实验的不足之处是氨气的吸收没有防倒吸, 改进办法是: 从 C 装置进入 B 装置的导管应该在液面上方, 不能插入溶液中, 或 B、C 间通过球形干燥管连接;



(3) 根据已知信息, $(m_2 - m)$ 为 SmF_3 的质量, $(m_3 - m_1)$ 为 H_2O 的质量, 则存在 $x \cdot n(\text{SmF}_3) = n(\text{H}_2\text{O})$,

$$\text{可求结晶水数目 } x = \frac{\frac{m_3 - m_1}{18}}{\frac{m_2 - m}{207}} = \frac{23(m_3 - m_1)}{2(m_2 - m)}$$

(4)由晶胞结构中各原子所在位置可知,该晶胞中 Sm 个数为 $4 \times \frac{1}{2} = 2$, Fe 个数为 $1 + 4 \times \frac{1}{4} = 2$,

As 个数为 $4 \times \frac{1}{2} = 2$, O 或 F 个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 2 \times \frac{1}{2} = 2$,

即该晶胞中 O 和 F 的个数之和为 2, F^- 的比例为 x , O^{2-} 的比例为 y , 故该化合物的化学式为 $SmFeAsO_yF_x$ 。

晶胞体积为 $(a \times 10^{-10}) \text{ cm} \cdot (a \times 10^{-10}) \text{ cm} \cdot (c \times 10^{-10}) \text{ cm} = a^2 c \times 10^{-30} \text{ cm}^3$,

晶胞质量为 $\frac{2(281 + 16y + 19x)}{N_A} \text{ g}$, 则晶体密度为 $\frac{2(281 + 16y + 19x) \times 10^{30}}{a^2 c N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

原子 2 位于底面面心, 其坐标为 $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right)$ 。

17. (14 分)

(1) $+202.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分)

(2) ① 0.2 (2 分) 12 (2 分) ② $>$ (2 分)

(3) C_2H_2 (2 分) 16.7% (2 分) 0.625 (2 分)

【解析】(1) $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +376.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + (-174.4) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +202.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ① $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot p(C_2H_2) \cdot p^3(H_2)$, 则

$k_{\text{逆}} \cdot 0.05 \text{ MPa} \cdot (p_1 \text{ MPa})^3 = 4 \text{ MPa} \cdot \text{min}^{-1}$, $k_{\text{逆}} \cdot p_2 \text{ MPa} \cdot (p_1 \text{ MPa})^3 = 16 \text{ MPa} \cdot \text{min}^{-1}$,

两式相除得 $p_2 = 0.2$, 代入第 2 组数据, $k_{\text{逆}} \cdot 0.2 \text{ MPa} \cdot (1 \text{ MPa})^3 = 2.4 \text{ MPa} \cdot \text{min}^{-1}$, 解得 $k_{\text{逆}} = 12 \text{ MPa}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$

② 根据平衡移动的规律, 降低温度, 反应 i 的平衡逆向移动, 平衡常数减小, 已知 $K_1 = \frac{k_{\text{正}1}}{k_{\text{逆}1}}$, $K_2 = \frac{k_{\text{正}2}}{k_{\text{逆}2}}$, 即 $K_1 > K_2$,

则 $\frac{k_{\text{正}1}}{k_{\text{逆}1}} > \frac{k_{\text{正}2}}{k_{\text{逆}2}}$ 。

(3) 反应 i、反应 iii 均是吸热反应, 反应 ii 是放热反应, 温度降低时, 反应 i、反应 iii 均逆向移动, 反应 ii 正向移动, 从图像可以看出 C_2H_4 随温度的降低而分压在减小, 说明反应 ii 正向移动的程度小于反应 iii 逆向移动的程度, 以反应 iii 为主, 所以随温度的降低 CH_4 增多, C_2H_2 减小, 因此曲线甲为 CH_4 , 曲线乙为 C_2H_2 。

1 145 °C 达到平衡时, $p(CH_4) = 2 \times 10^2 \text{ MPa}$, $p(C_2H_4) = p(C_2H_2) = 10 \text{ MPa}$,

根据碳元素守恒, 则转化的甲烷的分压 $p(CH_4) = 2p(C_2H_4) + 2p(C_2H_2) = 40 \text{ MPa}$,

则 CH_4 的平衡转化率为 $\frac{40}{40 + 200} \times 100\% = 16.7\%$;

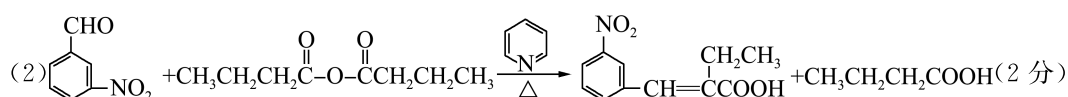
根据方程式转化守恒, 1 145 °C 达平衡时, 氢气压为 $p(H_2) = 2p(C_2H_4) + 3p(C_2H_2) = 50 \text{ MPa}$,

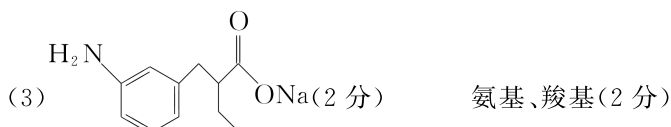
或根据氢元素守恒, 也可求得 $p(H_2) = 50 \text{ MPa}$

则反应 iii 的 $K_p = \frac{50^2 \times 10}{200^2} = 0.625$ 。

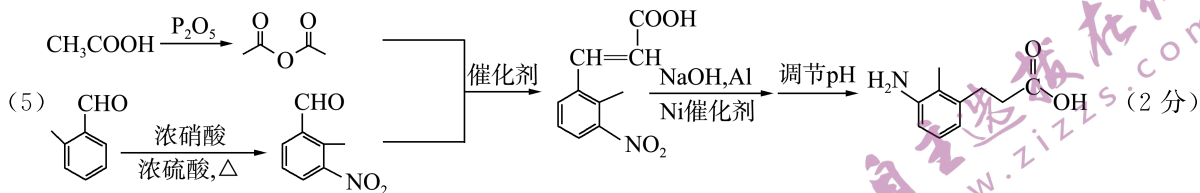
18. (14 分)

(1) 银氨溶液 (或新制氢氧化铜悬浊液) (2 分) 取代反应 (2 分)



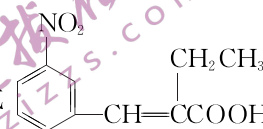
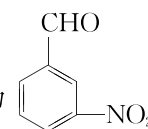


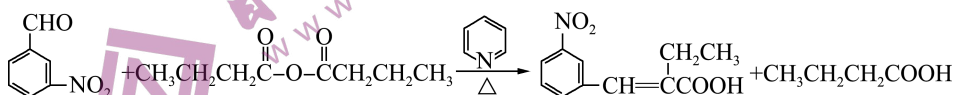
(4) 8 (2 分)

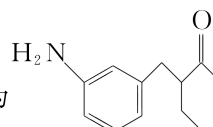
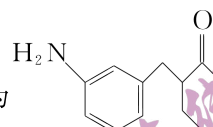


【解析】(1) 根据已知信息的条件, 结合流程图的条件和分子式, A、B 的不饱和度均为 1, 可推知 B 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, A 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$, 检验醛基用银氨溶液或新制氢氧化铜悬浊液。由 B 生成 C 的

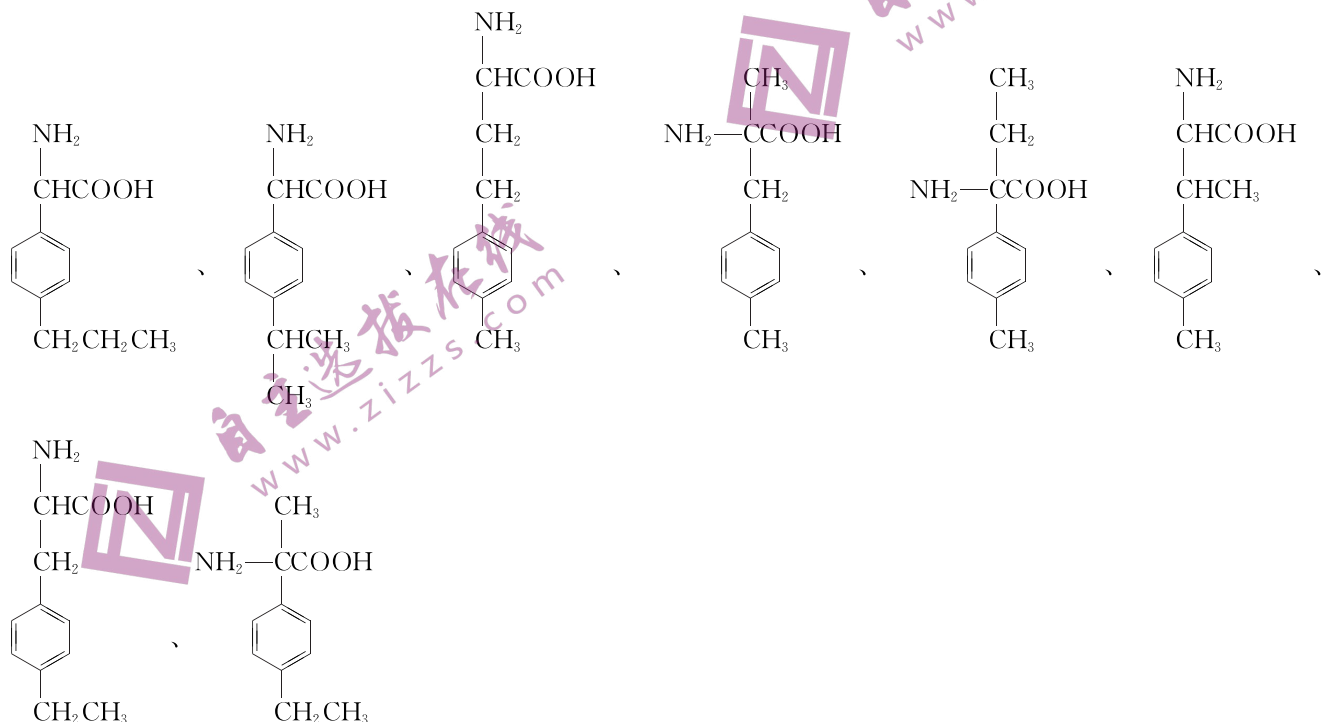
反应为两分子丁酸脱水生成的酸酐, C 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{O}\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, 反应类型为取代反应。

(2) 结合流程图 C 和 D 反应生成 , 推知则 D 为 , C 与 D 反应的化学方程式为



(3) 由流程图逆推可知, E 的结构简式为 , F 的结构简式为 , 其官能团的名称是氨基、羧基;

(4) F 的同分异构体中要求属于 α -氨基酸, 即氨基和羧基连在同一个碳原子上, 苯环上有两个取代基且苯环上有两种不同化学环境的氢原子, 则两个取代基处于苯环的对位, 还有三个饱和碳原子, 可能的结构为



(5) 见答案