

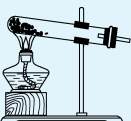
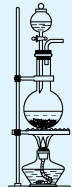
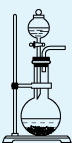
7. D 【命题点】以“碳中和”为情境,考查化学与 STSE。

【解析】根据题中信息,“碳中和”是指 CO_2 的排放总量和减少总量相当,为促进碳中和,最直接有效的方式应该是将排放出的 CO_2 转化为可以利用的燃料。将重质油裂解为轻质油作为燃料、大规模开采可燃冰作为新能源、通过清洁煤技术减少煤燃烧污染都不能有效促进“碳中和”,大规模开采可燃冰作为新能源甚至会产生大量的 CO_2 ,不符合题意, A、B、C 错误;将 CO_2 还原为甲醇的反应中消耗 CO_2 ,可以有效促进实现“碳中和”, D 正确。

8. C 【命题点】常见气体的实验室制备。

【解析】根据装置图可以判断,倾斜向下的试管中装有的反应物应该为固体,采用向上排空气法收集气体,气体密度应比空气大。氨气密度比空气小,不能用向上排空气法收集, A 项错误;浓盐酸为液体,不能使用该装置, B 项错误;二氧化锰、氯酸钾都是固体,混合加热可以制备氧气,氧气可以用向上排空气法收集, C 项正确;浓硫酸为液体,不能使用该装置, D 项错误。

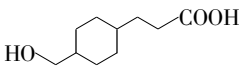
▶ 关键点拨 常见的气体制备装置

固固混合加热	固液混合加热	固液混合不加热
		

9. A 【命题点】离子方程式的正误判断。

【解析】用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙,会发生沉淀的转化,反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$, A 项正确;过量铁粉加入稀硝酸中,铁先被氧化为 Fe^{3+} ,过量的铁粉会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,总反应的离子方程式为 $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, B 项错误;硫酸铝溶液中滴加少量氢氧化钾溶液,会生成氢氧化铝沉淀,反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, C 项错误;氯化铜溶液中通入硫化氢,会生成硫化铜沉淀,硫化氢是弱电解质,不能拆分,反应的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$, D 项错误。

10. C 【命题点】有机物的结构与性质,涉及反应类型判断、同系物与同分异构体的概念及相关计算。

【解析】该活性物质分子中,羟基、羧基能发生取代反应,碳碳双键能发生加成反应, A 项错误;同系物的分子结构相似,且组成上相差 1 个或若干个 CH_2 原子团,乙醇分子中只含有羟基,乙酸分子中只含有羧基,二者与该活性物质结构不相似,均不互为同系物, B 项错误;该活性物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$,有机物  的分子式也为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$,二者结构不相同,故互为同分异构体, C 项正确;该活性物质分子中只有羧基能与碳酸钠反应,1 mol 该物质与

碳酸钠反应最多能生成 0.5 mol (即 22 g) CO_2 , 且该活性物质与碳酸钠的反应存在“量”的问题, 若碳酸钠过量, 则不会得到气体, **D 项错误**。

11. B 【命题点】元素周期表与元素周期律, 涉及原子半径大小比较、化学键、导电性、含氧酸的酸性。

思路分析 短周期元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大, 最外层电子数之和为 15, X、Y、Z 为同周期相邻元素, 且均不与 W 同族, 可设 Y 的最外层电子数为 a , 则 X、Y、Z 的最外层电子数之和为 $3a$ (只能为 3 的倍数且小于 15), W 的最外层电子数为 $15-3a$ (为 3 的倍数且小于 8), 则 a 只能等于 3 或 4。当 $a=3$ 时, W、X、Y、Z 分别为 O、Mg、Al、Si, 符合题意; 当 $a=4$ 时, W、X、Y、Z 分别为 B、Al、Si、P, B、Al 同族, 不符合题意。综上所述, W、X、Y、Z 分别为 O、Mg、Al、Si。

【解析】同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 同主族元素从上到下, 原子半径逐渐增大, 则原子半径大小顺序为 $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Si} > \text{O}$, **A 项错误**; 化合物 MgO 由 Mg^{2+} 和 O^{2-} 构成, 所含化学键为离子键, **B 项正确**; Al 为金属单质, 具有良好的导电性, Si 单质常用作半导体材料, 则 Al 的导电性强于 Si 的导电性, **C 项错误**; 硅的氧化物的水化物为硅酸, 硅酸的酸性弱于碳酸, **D 项错误**。

12. D 【命题点】电解原理的应用, 涉及电极反应、电极产物判断。

思路分析

定位: 电解池

电解液: 海水 (溶质主要为 NaCl 和少量 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 等)

电极	电极反应式
阴极	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
阳极	$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$

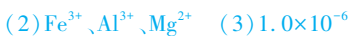
【解析】通电时, 阳极上 Cl^- 被氧化为 Cl_2 , **A 正确**; 阳极生成的 Cl_2 与阴极生成的 NaOH 反应生成 NaClO , NaClO 具有强氧化性, 可以灭杀附着生物, **B 正确**; 阴极生成的 H_2 与阳极产物 Cl_2 接触, 光照易发生爆炸, 应该及时通风稀释, **C 正确**; 阴极生成 H_2 的同时会产生 OH^- , 溶液中的 Mg^{2+} 向阴极移动形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 会更多地附着在阴极表面, **D 错误**。

13. C 【命题点】难溶盐的饱和溶液中离子浓度关系及溶度积和电离常数的计算。

【解析】由题意可知, 298 K 时, MA 的饱和溶液中 A^- 水解会使溶液呈碱性, 但由图中横坐标可知, 该实验在酸性环境下进行, 应通过加入其他酸调节溶液中的氢离子浓度。根据图中信息, $\text{pH} = 4$ 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $c^2(\text{M}^+) = 7.5 \times 10^{-8} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$, 则 $c(\text{M}^+) = \sqrt{7.5 \times 10^{-8}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < 3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, **A 项正确**; $c(\text{H}^+)$ 近似为 0 时, 溶液呈碱性, $c^2(\text{M}^+)$ 为 $5.0 \times 10^{-8} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$, 碱性环境抑制 A^- 的水解, 可忽略 A^- 的水解, 则 $c(\text{M}^+) = c(\text{A}^-)$, $K_{\text{sp}}(\text{MA}) = c(\text{M}^+) \cdot c(\text{A}^-) = c^2(\text{M}^+) = 5 \times 10^{-8}$, **B 项正确**; 由以上分析可知, 溶液 $\text{pH} = 7$ 时, 溶液中还存在其他酸的酸根离子, 结合电荷守恒, C 项等式不成立, **C 项错误**; 溶

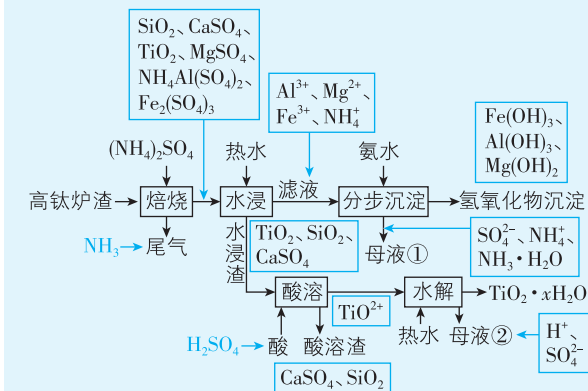
液中存在物料守恒: $c(\text{M}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{HA})$, 又 $K_{\text{sp}}(\text{MA}) = c(\text{M}^+) \cdot c(\text{A}^-)$, 则 $K_{\text{a}}(\text{HA}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{M}^+) - c(\text{A}^-)} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot K_{\text{sp}}(\text{MA})}{c^2(\text{M}^+) - K_{\text{sp}}(\text{MA})}$, 由图像结合一次函数知识可求得 $c^2(\text{M}^+)$ 与 $c(\text{H}^+)$ 线性关系的近似函数: $c^2(\text{M}^+) = 2.5 \times 10^{-4} \times c(\text{H}^+) + 5.0 \times 10^{-8}$, 将 $c^2(\text{M}^+)$ 代入可求得 $K_{\text{a}}(\text{HA}) \approx 2.0 \times 10^{-4}$, D 项正确。

26. (14 分)



【命题点】从炼铁高钛炉渣中回收钛、镁、铝的工艺流程分析,考查物质的分离和提纯、化学方程式的书写等。

思路分析



【解析】(1) 根据流程图,“焙烧”过程中生成气体及相应的硫酸盐,比较 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 中 NH_4^+ 与 SO_4^{2-} 的比例可知生成的气体为 NH_3 , 则 Al_2O_3 转化为 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 的化学方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 + 6\text{NH}_3 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) “水浸”后“滤液”的 pH 约为 2.0, 用氨水调节“滤液”pH 时, 随着氨水的加入, pH 逐渐增大, 结合题表数据可知, 形成沉淀析出的金属离子的顺序依次为 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 。

(3) Mg^{2+} 沉淀完全时 $[c(\text{Mg}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}]$ pH 为 11.1, 可得出 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-5} \times (1.0 \times 10^{-2.9})^2 = 1.0 \times 10^{-10.8}$, 分步沉淀时调节 pH 至 11.6, 此时母液①中 $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{1.0 \times 10^{-10.8}}{(1.0 \times 10^{-2.4})^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4) “水浸渣”在 160°C 时“酸溶”, 为了避免受热挥发导致酸的损失而增加成本, 选用沸点较高的硫酸较为合适; “焙烧”时 SiO_2 不参与反应, 且不溶于水和硫酸, 故存在于“酸溶渣”中, Al、Mg、Ca、Fe 等元素转化为硫酸盐, 而 CaSO_4 在水中和酸中的溶解度较小, 也会存在于“酸溶渣”中。

(5) TiO^{2+} 水解析出 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 离子方程式为 $\text{TiO}^{2+} + (x+1)\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$ 。

(6) 母液①中主要含铵根离子、硫酸根离子和一水合氨, 母

液②中主要含氢离子和硫酸根离子,尾气主要成分为氨气,混合后经处理可得 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,可循环利用。

27. (14 分)

(1)滴液漏斗 三颈烧瓶 d

(2)使反应物充分混合接触,防止反应速率过快

(3)升温后的反应温度接近水的沸点,油浴更易控制温度



(5)取少量洗出液,滴加 BaCl_2 溶液,看是否有白色沉淀生成

(6)步骤Ⅳ用稀盐酸洗涤沉淀,步骤Ⅴ用蒸馏水洗涤沉淀,步骤Ⅴ的洗出液中存在 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$,当洗出液呈中性时, $c(\text{Cl}^-)$ 接近于 0,可认为 Cl^- 已经洗净

【命题点】氧化石墨烯的制备实验,涉及实验仪器的辨识、实验基本操作、实验现象的分析、产物的分离与提纯以及离子的检验等。

【解析】(1)由实验装置图可知,仪器 a 为滴液漏斗,仪器 c 为三颈烧瓶;球形冷凝管在使用时,管内需充满冷却水,d 口进水,e 口出水。

(2)分批缓慢加入高锰酸钾粉末可以使反应物充分混合接触,冰水浴可以防止反应速率过快。

(3)步骤Ⅱ中升温后的反应温度为 $98\text{ }^\circ\text{C}$,接近水的沸点,采用油浴的加热方式更容易控制反应温度。

(4)由实验现象“悬浊液由紫色变为土黄色”结合 H_2O_2 具有一定还原性分析,步骤Ⅲ中, MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} ,同时 H_2O_2 被氧化为 O_2 ,故离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$ 。

(5)此问为硫酸根离子的检验,由于步骤Ⅳ中用稀盐酸洗涤沉淀,故不需加盐酸酸化,取少量洗出液,滴加 BaCl_2 溶液,若无白色沉淀生成,说明洗出液中无 SO_4^{2-} ,若有白色沉淀生成,说明洗出液中含有 SO_4^{2-} 。

(6)步骤Ⅳ用稀盐酸洗涤沉淀,步骤Ⅴ用蒸馏水洗涤沉淀,洗出液中存在 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$,洗出液呈中性时, $c(\text{Cl}^-)$ 接近于 0,可认为 Cl^- 已经洗净。

28. (15 分)

(1)溴(或 Br) (2)24.8 $\frac{100 \times (20 \times 10^3 - 12.4 \times 10^3)}{(24.8 \times 10^3)^2}$

(3)①大于 ② $K_{p1} \cdot K_{p2}$ 大于 设 $T' > T$,即 $\frac{1}{T'} < \frac{1}{T}$,由图可知, $\lg K_{p2}(T') - \lg K_{p2}(T) > |\lg K_{p1}(T') - \lg K_{p1}(T)| = \lg K_{p1}(T) - \lg K_{p1}(T')$,则 $\lg K_{p2}(T') + \lg K_{p1}(T') > \lg K_{p2}(T) + \lg K_{p1}(T)$, $K_{p2}(T') \cdot K_{p1}(T') > K_{p2}(T) \cdot K_{p1}(T)$, $K(T') > K(T)$

(4)0.5

【命题点】化学平衡,涉及元素的推测、平衡压强和平衡常数的计算、反应热、电子转移等。

【解析】(1)常温下为红棕色液体,性质与 ICl 相似,则该液体应为液溴,对应元素为 Br。

(2)氯铂酸钡固体受热分解的化学方程式为 $\text{BaPtCl}_6(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaCl}_2(\text{s}) + \text{Pt}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$,产物中只有 Cl_2 在 $376.8\text{ }^\circ\text{C}$ 时是气体,所以 $K'_p = p^2(\text{Cl}_2) = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}^2$,平衡时 $p(\text{Cl}_2) =$

0.1 kPa,抽真空后,加入碘蒸气,发生反应 $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$, 反应消耗 Cl_2 , 导致剩余的 BaPtCl_6 不断分解, $p(\text{Cl}_2)$ 始终为 0.1 kPa, 设起始到平衡共反应了分压为 x kPa 的 $\text{I}_2(\text{g})$, 可列三段式:

	$\text{I}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$		
起始分压/kPa	20.0		
转化分压/kPa	x	x	$2x$
平衡分压/kPa	$20.0 - x$	0.1	$2x$

平衡时总压强为 32.5 kPa, 则 $(20.0 - x + 0.1 + 2x) \text{ kPa} = 32.5 \text{ kPa}$, 解得 $x = 12.4$, 所以平衡时 $p(\text{ICl}) = 2 \times 12.4 \text{ kPa} = 24.8 \text{ kPa}$, 平衡时各物质的压强分别为 $p(\text{Cl}_2) = 10^2 \text{ Pa}$, $p(\text{I}_2) = (20 - 12.4) \text{ kPa} = (20 - 12.4) \times 10^3 \text{ Pa}$, $p(\text{ICl}) = 24.8 \text{ kPa} = 24.8 \times 10^3 \text{ Pa}$, 所以题给反应的平衡常数 $K = \frac{p(\text{Cl}_2) \cdot p(\text{I}_2)}{p^2(\text{ICl})} =$

$$\frac{100 \times (20 \times 10^3 - 12.4 \times 10^3)}{(24.8 \times 10^3)^2}.$$

(3) ①由图可知, T 的倒数增大即 T 减小时, $\lg K_{p2}$ 减小, 所以温度升高时, K_{p2} 增大, 则 NOCl 分解为 NO 和 Cl_2 的反应为吸热反应, ΔH 大于 0; ②根据盖斯定律, 两热化学方程式相加即得所求反应, 所以 $K = K_{p1} \cdot K_{p2}$; 设 $T' > T$, 即 $\frac{1}{T'} < \frac{1}{T}$, 由图可知, $\lg K_{p2}(T') - \lg K_{p2}(T) > |\lg K_{p1}(T') - \lg K_{p1}(T)| = \lg K_{p1}(T) - \lg K_{p1}(T')$, 则 $\lg K_{p2}(T') + \lg K_{p1}(T') > \lg K_{p2}(T) + \lg K_{p1}(T)$, $K_{p2}(T') \cdot K_{p1}(T') > K_{p2}(T) \cdot K_{p1}(T)$, $K(T') > K(T)$, 即温度升高, K 增大, 所以 ICl 分解为 Cl_2 和 I_2 的反应为吸热反应, ΔH 大于 0。

(4) 由题给 NOCl 光化学分解机理可知, 每消耗 1 个光子能量可分解 2 分子 NOCl , 所以分解 1 mol 的 NOCl 需要吸收 0.5 mol 的光子。

学霸解题 · 巧解 天津大学 刘鑫蕊

我们注意到 $\lg K = \lg K_{p1} + \lg K_{p2}$, 于是可以将 $\lg K_{p1}$ 和 $\lg K_{p2}$ 的两条直线叠加, 得到 $\lg K$ 随 $\frac{1}{T}$ 变化的关系, 其变化趋势与 $\lg K_{p2}$ 相同, 说明两个反应的 ΔH 同号。

35. (15 分)

(1) AC (2) N、O、Cl 6

(3) sp^3 杂化 高 NH_3 分子间存在氢键 NH_3 中 N 原子上有一个孤电子对, H_2O 中 O 原子上有两个孤电子对, 孤电子对与成键电子对间的排斥力比成键电子对间的排斥力大

(4) Al $\frac{8\pi(2r_{\text{Cr}}^3 + r_{\text{Al}}^3)}{3a^2c} \times 100$

【命题点】物质结构与性质, 涉及原子的核外电子排布、杂化方式、分子的空间结构、物质的沸点比较和晶体结构等。

【解析】(1) 根据能量最低原理, 基态铬原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$, **A 正确**; 同一原子的能层越高, 电子的能量越高, s 电子云半径越大, 电子在离核更远的区域出现的概率越大, 并不是 4s 电子总比 3s 电子在离核更远的地方运动, **B 错误**; 一般情况下, 同一周期从左到右元素的电负性逐渐增大, Cr 在 K 的右边, 所以电负性较大, 吸引键合电子的能力较强, **C 正确**。

(2) N、O、Cl 原子提供电子对, 能与 Cr 形成配位键, 在配合

物中中心离子 Cr^{3+} 的配位数为 $3+2+1=6$ 。

(3) PH_3 中心原子 P 原子的杂化轨道数为 $3+\frac{5-3\times 1}{2}=4$, 根据杂化轨道理论, 为 sp^3 杂化; NH_3 分子间存在氢键, 而 PH_3 分子间不存在氢键, 故 NH_3 沸点高于 PH_3 ; NH_3 中 N 原子上有一个孤电子对, H_2O 中 O 原子上有两个孤电子对, 孤电子对与成键电子对间的排斥力比成键电子对间的排斥力大, 所以 H_2O 的键角小于 NH_3 的键角。

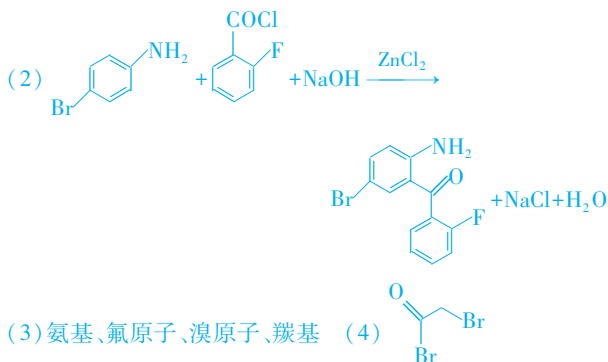
(4) 由图知, 黑色小球有 $8\times\frac{1}{8}+1=2$ 个, 灰色小球有 $8\times\frac{1}{4}+2=4$ 个, 比例为 $1:2$, 由化学式 AlCr_2 知, 黑色小球代表 Al 原子, 灰色小球代表 Cr 原子, 则处于顶角位置的是 Al 原子; 该晶胞中有两个 Al, 其体积为 $2\times\frac{4}{3}\pi r_{\text{Al}}^3$, 有 4 个 Cr, 其体积为 $4\times\frac{4}{3}\pi r_{\text{Cr}}^3$, 立方体的体积为 a^2c , 故金属原子空间占有率

$$\text{为 } \frac{2\times\frac{4}{3}\pi r_{\text{Al}}^3+4\times\frac{4}{3}\pi r_{\text{Cr}}^3}{a^2c}\times 100\% = \frac{8\pi(2r_{\text{Cr}}^3+r_{\text{Al}}^3)}{3a^2c}\times 100\%。$$

易错警示 金属原子空间占有率计算时要注意晶胞中球的个数和立方体体积的计算。

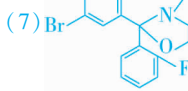
36. (15 分)

(1) 2-氟甲苯 (或邻氟甲苯)



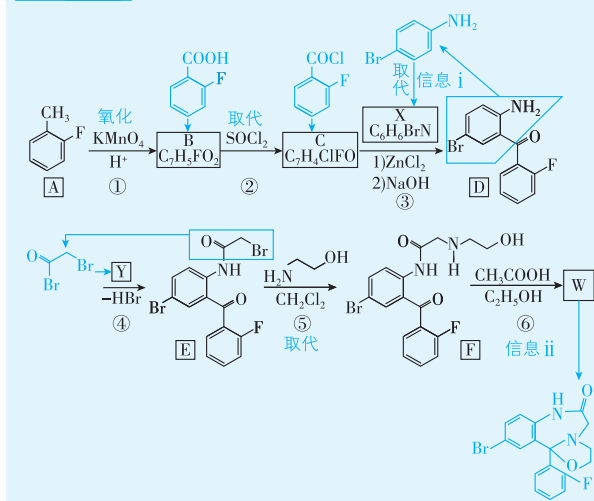
(5) 取代反应

(6) 10

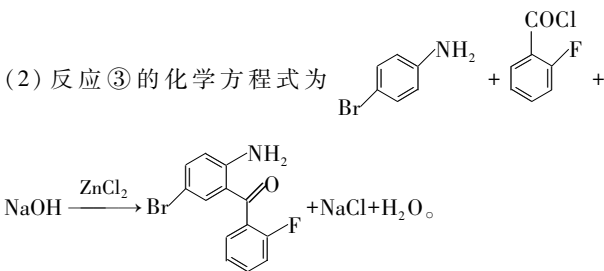


【命题点】有机物的结构与性质的相关知识, 涉及有机物的命名、化学方程式的书写、官能团名称、同分异构体的书写等。

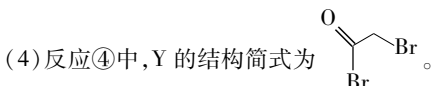
思路分析



【解析】(1) A 的化学名称是 2-氟甲苯或邻氟甲苯。

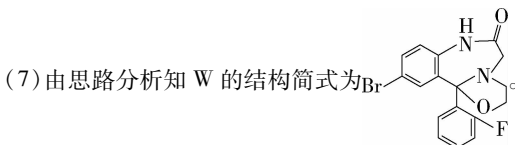
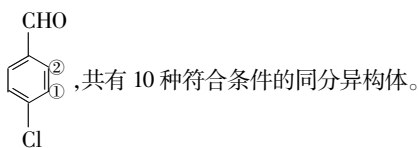
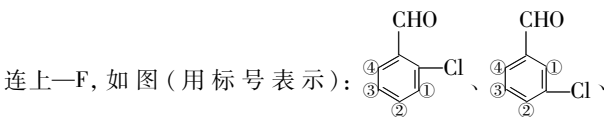


(3) D 具有的官能团名称是氨基、氟原子、溴原子、羰基。



(5) 反应⑤的反应类型是取代反应。

(6) 能发生银镜反应说明有醛基或甲酸酯基, 结合 C 的分子式可知苯环上共有 3 种取代基, 先确定两种取代基(如—CHO、—Cl)的位置, 有邻、间、对三种位置关系, 然后在此基础上分别



关键点拨 由高锰酸钾氧化推导出 B 的结构简式, 从而实现后面的取代反应是关键; 同分异构体的书写要注意有序性。

学霸解题·易错 天津大学 刘鑫蕊

书写复杂有机分子的结构时, 注意千万不要漏掉原子或官能团。写产物的结构简式时可以先将反应物中不变的部分照抄, 变化的部分重新连接, 再去美化结构。不要因为“图好看”导致遗漏碳原子。