

2017 年全国统一高考化学试卷（新课标Ⅲ）

参考答案与试题解析

一、选择题：本题共 7 个小题，每小题 6 分，共 42 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。

1. （6 分）化学与生活密切相关。下列说法错误的是（ ）

- A. PM_{2.5} 是指粒径不大于 2.5 μm 的可吸入悬浮颗粒物
- B. 绿色化学要求从源头上消除或减少生产活动对环境的污染
- C. 燃煤中加入 CaO 可以减少酸雨的形成及温室气体的排放
- D. 天然气和液化石油气是我国目前推广使用的清洁燃料

【考点】F7：常见的生活环境的污染及治理。

【专题】56：化学应用。

【分析】A. PM_{2.5} 是直径等于或小于 2.5 μm 的悬浮颗粒物；

B. 绿色化学是从源头上消除或减少污染物的使用；

C. 二氧化碳的排放量不会减少；

D. 天然气和液化石油气的燃烧产物无污染。

【解答】解：A. PM_{2.5} 是指空气中直径等于或小于 2.5 μm 的悬浮颗粒物，它能较长时间悬浮于空气中，其在空气中含量浓度越高，就代表空气污染越严重，故 A 正确；

B. 绿色化学的核心是利用化学原理从源头上消除或减少生产活动对环境的污染，而不能污染后再治理，故 B 正确；

C. 加入氧化钙可与煤燃烧生成的二氧化硫在氧气中发生反应生成硫酸钙，二氧化硫排放量减少，但在高温下反应仍然生成二氧化碳，即燃煤中加入 CaO 后可减少酸雨的发生，但不能减少温室气体的排放量，故 C 错误；

D. 天然气（CNG）主要成分是甲烷，液化石油气（LPG）的成分是丙烷、丁烷等，这些碳氢化合物完全燃烧生成二氧化碳和水，则这两类燃料是清洁燃料，故 D 正确；

故选：C。

【点评】 本题考查了化学与生产生活的关系，明确相关物质的组成、性质及用途是解题关键，侧重考查环境保护与能源的开发与利用，题目难度不大。

2. (6分) 下列说法正确的是 ()

- A. 植物油氢化过程中发生了加成反应
- B. 淀粉和纤维素互为同分异构体
- C. 环己烷与苯可用酸性 KMnO_4 溶液鉴别
- D. 水可以用来分离溴苯和苯的混合物

【考点】 HD：有机物的结构和性质。

【专题】 534：有机物的化学性质及推断。

【分析】 A. 植物油含有不饱和烃基，可与氢气发生加成反应；

B. 淀粉和纤维素都为高分子化合物，二者的分子式不同；

C. 环己烷与苯与高锰酸钾都不反应；

D. 溴苯和苯都不溶于水。

【解答】 解：A. 植物油氢化过程为与氢气发生加成反应的过程，由不饱和烃基变为饱和烃基，故 A 正确；

B. 淀粉和纤维素都为高分子化合物，聚合度介于较大范围之间，没有具体的值，则二者的分子式不同，不是同分异构体，故 B 错误；

C. 环己烷为饱和烃，苯性质稳定，二者与高锰酸钾都不反应，不能鉴别，故 C 错误；

D. 溴苯和苯混溶，且二者都不溶于水，不能用水分离，故 D 错误。

故选：A。

【点评】 本题综合考查有机物的结构和性质，为高频考点，侧重考查学生的分析能力，本题易错点为 B，注意把握高分子化合物的特点，难度不大。

3. (6分) 下列实验操作规范且能达到目的是 ()

	目的	操作
--	----	----

A.	取 20.00 mL 盐酸	在 50 mL 酸式滴定管中装入盐酸，调整初始读数为 30.00mL 后，将剩余盐酸放入锥形瓶
B.	清洗碘升华实验所用试管	先用酒精清洗，再用水清洗
C.	测定醋酸钠溶液 pH	用玻璃棒蘸取溶液，点在湿润的 pH 试纸上
D.	配制浓度为 0.010 mol/L 的 KMnO_4 溶液	称取 KMnO_4 固体 0.158 g，放入 100 mL 容量瓶中，加水溶解并稀释至刻度

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】U5：化学实验方案的评价.

【专题】542：化学实验基本操作.

【分析】A. 酸式滴定管刻度以下部分还有盐酸；

B. 碘易溶于酒精，且酒精可与水混溶；

C. 湿润 pH 试纸，溶液浓度发生变化；

D. 不能在容量瓶中溶解固体.

【解答】解：A. 50 mL 酸式滴定管，50mL 以下没有刻度，可容纳盐酸，则将剩余盐酸放入锥形瓶，体积大于 20mL，故 A 错误；

B. 碘易溶于酒精，可使试管内壁的碘除去，且酒精可与水混溶，用水冲洗可达到洗涤的目的，故 B 正确；

C. 湿润 pH 试纸，溶液浓度发生变化，导致测定结果偏低，故 C 错误；

D. 容量瓶只能用于配制一定浓度的溶液，且只能在常温下使用，不能在容量瓶中溶解固体，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题考查较为综合，涉及仪器的使用、洗涤、pH 的测定以及溶液的配制等操作，为高考常见题型，侧重考查学生的分析能力和实验能力，注意把握物质的性质以及实验的严密性和可行性的评价，难度中等。

4. (6 分) N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. 0.1 mol 的 ^{11}B 中, 含有 $0.6N_{\text{A}}$ 个中子
- B. pH=1 的 H_3PO_4 溶液中, 含有 $0.1N_{\text{A}}$ 个 H^+
- C. 2.24L (标准状况) 苯在 O_2 中完全燃烧, 得到 $0.6N_{\text{A}}$ 个 CO_2 分子
- D. 密闭容器中 1 mol PCl_3 与 1 mol Cl_2 反应制备 $\text{PCl}_5(\text{g})$, 增加 $2N_{\text{A}}$ 个 P - Cl 键

【考点】4F: 阿伏加德罗常数.

【专题】518: 阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

【分析】A. B 的质子数为 5, ^{11}B 中含有中子数=质量数 - 质子数=11 - 5=6;

B. 缺少溶液体积, 无法计算氢离子数目;

C. 标况下苯的状态不是气体;

D. 该反应为可逆反应, 反应物不可能完全转化成生成物.

【解答】解: A. ^{11}B 中含有中子数=11 - 5=6, 0.1 mol 的 ^{11}B 中含有 0.6mol 中子, 含有 $0.6N_{\text{A}}$ 个中子, 故 A 正确;

B. 没有告诉 pH=1 的 H_3PO_4 溶液的体积, 无法计算溶液中含有氢离子的物质的量就数目, 故 B 错误;

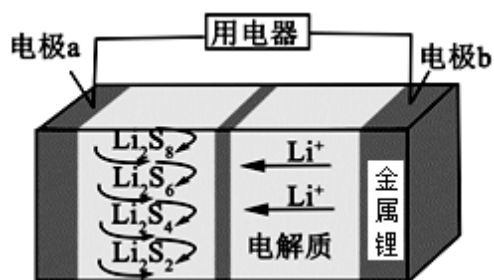
C. 标准状况下苯不是气体, 不能使用标况下的气体摩尔体积计算, 故 C 错误;

D. PCl_3 与 Cl_2 生成 PCl_5 的反应为可逆反应, 则生成 PCl_5 的物质的量小于 1mol, 增加的 P - Cl 键小于 $2N_{\text{A}}$, 故 D 错误;

故选: A.

【点评】本题考查阿伏伽德罗常数的计算与判断, 题目难度不大, 明确标况下气体摩尔体积的使用条件为解答关键, 注意掌握物质的量与其它物理量之间的关系, B 为易错点, 注意缺少溶液体积.

5. (6 分) 全固态锂硫电池能量密度高、成本低, 其工作原理如图所示, 其中电极 a 常用掺有石墨烯的 S_8 材料, 电池反应为: $16\text{Li} + x\text{S}_8 = 8\text{Li}_2\text{S}_x$ ($2 \leq x \leq 8$)。下列说法错误的是 ()



- A. 电池工作时，正极可发生反应： $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 3\text{Li}_2\text{S}_4$
- B. 电池工作时，外电路中流过 0.02 mol 电子，负极材料减重 0.14 g
- C. 石墨烯的作用主要是提高电极 a 的导电性
- D. 电池充电时间越长，电池中的 Li_2S_2 量越多

【考点】BH：原电池和电解池的工作原理。

【专题】51I：电化学专题。

【分析】由电池反应 $16\text{Li} + x\text{S}_8 = 8\text{Li}_2\text{S}_x$ ($2 \leq x \leq 8$) 可知负极锂失电子发生氧化反应，电极反应为： $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ， Li^+ 移向正极，所以 a 是正极，发生还原反应： $\text{S}_8 + 2\text{e}^- = \text{S}_8^{2-}$ ， $\text{S}_8^{2-} + 2\text{Li}^+ = \text{Li}_2\text{S}_8$ ， $3\text{Li}_2\text{S}_8 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 4\text{Li}_2\text{S}_6$ ， $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 3\text{Li}_2\text{S}_4$ ， $\text{Li}_2\text{S}_4 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Li}_2\text{S}_2$ ，根据电极反应式结合电子转移进行计算。

【解答】解：A. 据分析可知正极可发生反应： $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 3\text{Li}_2\text{S}_4$ ，故 A 正确；

B. 负极反应为： $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ，当外电路流过 0.02 mol 电子时，消耗的锂为 0.02 mol ，负极减重的质量为 $0.02\text{ mol} \times 7\text{ g/mol} = 0.14\text{ g}$ ，故 B 正确；

C. 硫作为不导电的物质，导电性非常差，而石墨烯的特性是室温下导电最好的材料，则石墨烯的作用主要是提高电极 a 的导电性，故 C 正确；

D. 充电时 a 为阳极，与放电时的电极反应相反，则充电时间越长，电池中的 Li_2S_2 量就会越少，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查新型电池，注意把握原电池的工作原理以及电极反应式的书写，解答本题的关键是根据离子的流向判断原电池的正负极，题目难度中等。

6. (6分) 短周期元素 W、X、Y 和 Z 在周期表中的相对位置如表所示, 这四种元素原子的最外电子数之和为 21. 下列关系正确的是 ()

		W	X	
Y				Z

- A. 氢化物沸点: $W < Z$
B. 氧化物对应水化物的酸性: $Y > W$
C. 化合物熔点: $Y_2X_3 < YZ_3$
D. 简单离子的半径: $Y < X$

【考点】8J: 位置结构性质的相互关系应用.

【专题】51C: 元素周期律与元素周期表专题.

【分析】由元素在周期表中的位置可知 W、X 为第二周期, Y、Z 为第三周期, 设 Y 的最外层电子数为 n , 则 W 的最外层电子数为 $n+2$ 、X 的最外层电子数为 $n+3$ 、Z 的最外层电子数为 $n+4$, 则 $n+n+2+n+3+n+4=21$, $4n=12$, $n=3$, 则 Y 为 Al 元素, W 为 N 元素, X 为 O 元素, Z 为 Cl 元素, 结合对应单质、化合物的性质以及元素周期律知识解答该题.

【解答】解: 由以上分析可知 X 为 O、Y 为 Al、Z 为 Cl、W 为 N 元素,

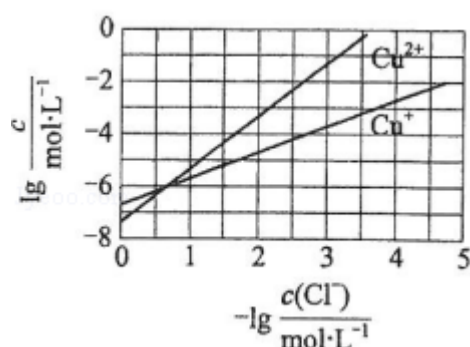
- A. W 为 N 元素, 对应的氢化物分子之间可形成氢键, 沸点比 HCl 高, 故 A 错误;
B. Y 为 Al, 对应的氧化物的水化物呈碱性, W 为 N, 对应的氧化物的水化物溶液呈酸性, 故 B 错误;
C. Al_2O_3 离子化合物, $AlCl_3$ 为共价化合物, 则离子化合物的熔点较高, 故 C 错误;
D. X 为 O、Y 为 Al, 对应的离子具有相同的核外电子排布, 核电荷数越大离子半径越小, 故 D 正确。

故选: D。

【点评】本题考查位置结构性质关系应用, 为高考常见题型和高频考点, 侧重考查学生的分析能力, 元素的相对位置以及核外最外层电子的关系是解答本题的突破口, 明确短周期及元素在周期表中的位置来推断, 注意基础知识的理

解掌握，难度不大。

7. (6分) 在湿法炼锌的电解循环溶液中，较高浓度的 Cl^- 会腐蚀阳极板而增大电解能耗。可向溶液中同时加入 Cu 和 CuSO_4 ，生成 CuCl 沉淀从而除去 Cl^- 。根据溶液中平衡时相关离子浓度的关系图，下列说法错误的是 ()



- A. $K_{\text{sp}}(\text{CuCl})$ 的数量级为 10^{-7}
B. 除 Cl^- 反应为 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = 2\text{CuCl}$
C. 加入 Cu 越多， Cu^+ 浓度越高，除 Cl^- 效果越好
D. $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 平衡常数很大，反应趋于完全

【考点】DH：难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质；GP：铜金属及其重要化合物的主要性质。

【专题】51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

【分析】A. 根据 $K_{\text{sp}}(\text{CuCl}) = c(\text{Cu}^+) \times c(\text{Cl}^-)$ 判断；

B. 涉及反应物为铜、硫酸铜以及氯离子，生成物为 CuCl ；

C. 铜为固体，加入铜的量的多少不能影响化学反应速率和效率；

D. 酸性条件下， Cu^+ 不稳定，易发生 $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 。

【解答】解：A. 由图象可知，横坐标为 1 时， $\lg c(\text{Cu}^+)$ 大于 -6，则 $K_{\text{sp}}(\text{CuCl})$ 的数量级为 10^{-7} ，故 A 正确；

B. 涉及反应物为铜、硫酸铜以及氯离子，生成物为 CuCl ，反应的方程式为 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = 2\text{CuCl}$ ，故 B 正确；

C. 发生 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = 2\text{CuCl}$ ，反应的效果取决于 Cu^{2+} 的浓度，如 Cu^{2+} 不足，则加入再多的 Cu 也不能改变效果，故 C 错误；

D. 由题图可知, 交点处 $c(\text{Cu}^+) = c(\text{Cu}^{2+}) \approx 10^{-6} \text{ mol/L}$, 则 $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 平衡常数 $K=10^6$, 该平衡常数很大, $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 趋向于完全, 故 D 正确。

故选: C。

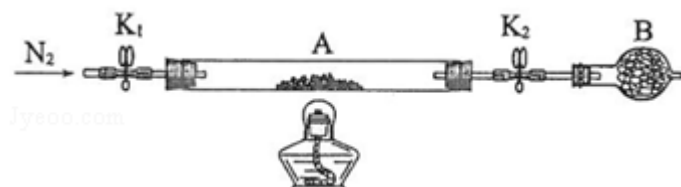
【点评】本题综合考查含铜化合物的性质与应用, 侧重考查学生的分析能力和计算能力, 注意题给信息以及图标的分析, 把握溶度积的计算, 难度不大

二、解答题 (共 3 小题, 满分 43 分)

8. (14 分) 绿矾是含有一定量结晶水的硫酸亚铁, 在工农业生产中具有重要的用途。某化学兴趣小组对绿矾的一些性质进行探究。回答下列问题:

(1) 在试管中加入少量绿矾样品, 加水溶解, 滴加 KSCN 溶液, 溶液颜色无明显变化。再向试管中通入空气, 溶液逐渐变红。由此可知: 样品中没有 Fe (III)、Fe (II) 易被空气氧化为 Fe (III)。

(2) 为测定绿矾中结晶水含量, 将石英玻璃管 (带两端开关 K_1 和 K_2) (设为装置 A) 称重, 记为 $m_1 \text{ g}$ 。将样品装入石英玻璃管中, 再次将装置 A 称重, 记为 $m_2 \text{ g}$ 。按下图连接好装置进行实验。



①仪器 B 的名称是 干燥管。

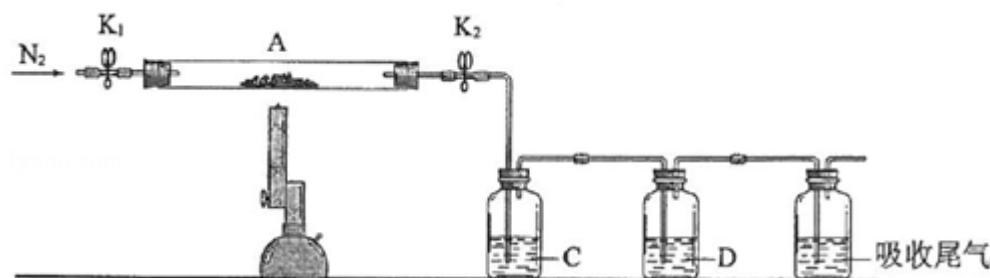
②将下列实验操作步骤正确排序 dabfce (填标号); 重复上述操作步骤, 直至 A 恒重, 记为 $m_3 \text{ g}$ 。

a. 点燃酒精灯, 加热 b. 熄灭酒精灯 c. 关闭 K_1 和 K_2
d. 打开 K_1 和 K_2 , 缓缓通入 N_2 e. 称量 A f. 冷却至室温

③根据实验记录, 计算绿矾化学式中结晶水数目 $x = \frac{76(m_2 - m_3)}{9(m_3 - m_1)}$ (列式表示)。若实验时按 a、d 次序操作, 则使 x 偏小 (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

(3) 为探究硫酸亚铁的分解产物, 将 (2) 中已恒重的装置 A 接入下图所示的装置中, 打开 K_1 和 K_2 , 缓缓通入 N_2 , 加热。实验后反应管中残留固体为红

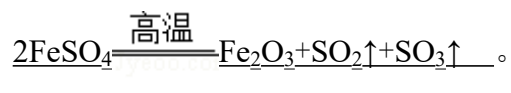
色粉末。



①C、D 中的溶液依次为 c、a (填标号)。C、D 中有气泡冒出，并可观察到的现象分别为 产生白色沉淀、褪色。

a. 品红 b. NaOH c. BaCl₂ d. Ba(NO₃)₂ e. 浓 H₂SO₄

② 写出硫酸亚铁高温分解反应的化学方程式



【考点】U2：性质实验方案的设计。

【专题】546：无机实验综合。

【分析】(1) 亚铁离子不稳定，易被空气中氧气氧化生成铁离子；

(2) ①根据仪器的图形可判断仪器名称；

②实验时，为避免亚铁被氧化，应先通入氮气，冷却时注意关闭开关，冷却至室温再称量固体质量的变化；

③直至 A 恒重，记为 m₃ g，应为 FeSO₄ 和装置的质量，则 m(FeSO₄) = (m₃ - m₁)。m(H₂O) = (m₂ - m₃)，以此计算 n(H₂O)、n(FeSO₄)，

结晶水的数目等于 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{FeSO}_4)}$ ；若实验时按 a、d 次序操作，会导致硫酸亚铁

被氧化；

(3) 硫酸亚铁高温分解可生成 Fe₂O₃、SO₃、SO₂，C 为氯化钡，用于检验 SO₃，D 为品红，可用于检验 SO₂。

【解答】解：(1) 滴加 KSCN 溶液，溶液颜色无明显变化，可知样品中没有 Fe(III)，但亚铁离子不稳定，易被空气中氧气氧化生成铁离子，最终溶液变红色，

故答案为：样品中没有 Fe（III）；Fe（II）易被空气氧化为 Fe（III）；

（2）①由仪器的图形可知 B 为干燥管，故答案为：干燥管；

②实验时，为避免亚铁被氧化，应先通入氮气，排出生成的水，冷却后注意关闭开关，冷却至室温再称量固体质量的变化，则正确的顺序为 dabfce，

故答案为：dabfce；

③直至 A 恒重，记为 m_3 g，应为 FeSO_4 和装置的质量，则 $n(\text{FeSO}_4) =$

$$(m_3 - m_1), m(\text{H}_2\text{O}) = (m_2 - m_3), \text{则 } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_2 - m_3}{18}, n(\text{FeSO}_4) = \frac{m_3 - m_1}{152}, \text{结晶水的数目等于 } \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{FeSO}_4)} = \frac{76(m_2 - m_3)}{9(m_3 - m_1)},$$

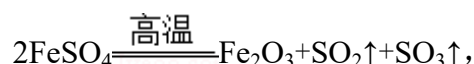
若实验时按 a、d 次序操作，会导致硫酸亚铁被氧化，则导致固体质量偏大，测定结果偏小，

故答案为： $\frac{76(m_2 - m_3)}{9(m_3 - m_1)}$ ；偏小；

（3）①实验后反应管中残留固体为红色粉末，说明生成 Fe_2O_3 ，则反应中 Fe 元素化合价升高，S 元素化合价应降低，则一定生成 SO_2 ，可知硫酸亚铁高温分解可生成 Fe_2O_3 、 SO_3 、 SO_2 ，C 为氯化钡，用于检验 SO_3 ，可观察到产生白色沉淀，D 为品红，可用于检验 SO_2 ，品红褪色，

故答案为：c、a；产生白色沉淀、褪色；

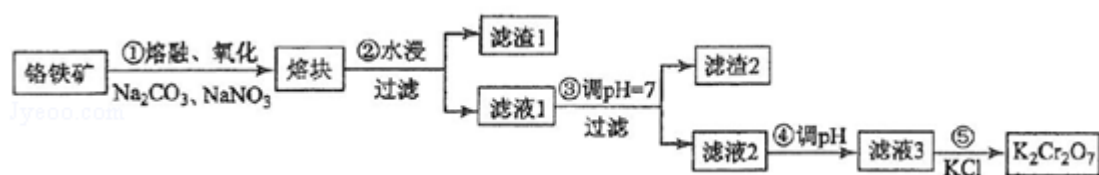
②硫酸亚铁高温分解可生成 Fe_2O_3 、 SO_3 、 SO_2 ，方程式为



故答案为： $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2\uparrow + \text{SO}_3\uparrow$ 。

【点评】 本题为 2017 年广西试题，以绿矾为载体，考查结晶水合物中结晶水数目的测定以及分解产物的鉴别，侧重考查学生的分析能力、实验能力和计算能力，注意把握实验原理、实验技能以及物质性质的分析，题目难度中等。

9. （15 分）重铬酸钾是一种重要的化工原料，一般由铬铁矿制备，铬铁矿的主要成分为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ，还含有硅、铝等杂质。制备流程如图所示：



回答下列问题：

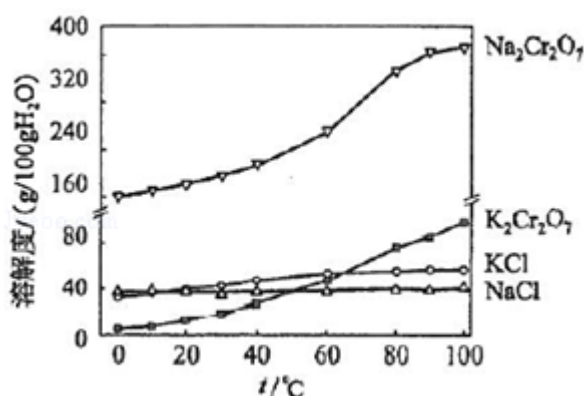
(1) 步骤①的主要反应为： $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaNO}_2$

上述反应配平后 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 与 NaNO_3 的系数比为 2:7。该步骤不能使用陶瓷容器，原因是 陶瓷在高温下会与 Na_2CO_3 反应。

(2) 滤渣1中含量最多的金属元素是 Fe，滤渣2的主要成分是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及含硅杂质。

(3) 步骤④调滤液2的pH使之变 小 (填“大”或“小”)，原因是 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (用离子方程式表示)。

(4) 有关物质的溶解度如图所示。向“滤液3”中加入适量KCl，蒸发浓缩，冷却结晶，过滤得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体。冷却到 d (填标号) 得到的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体产品最多。



a.80°C b.60°C c.40°C d.10°C

步骤⑤的反应类型是 复分解反应。

(5) 某工厂用 m_1 kg 铬铁矿粉 (含 Cr_2O_3 40%) 制备 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，最终得到产品 m_2 kg，产率为 $\frac{190m_2}{147m_1} \times 100\%$ 。

【考点】U3：制备实验方案的设计。

【专题】546：无机实验综合。

【分析】铬铁矿的主要成分为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ，还含有硅、铝等杂质，制备重铬酸钾，由制备流程可知，步骤①的主要反应为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaNO}_2$ ，Cr 元素的化合价由+3 价升高为+6 价，Fe 元素的化合价由+2 价升高为+3 价，N 元素的化合价由+5 价降低为+3 价，由电子、原子守恒可知，反应为 $2\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2 + 7\text{NaNO}_2$ ，该步骤中若使用陶瓷，二氧化硅与碳酸钠高温下反应生成硅酸钠和二氧化碳，则使用铁坩埚，熔块水浸过滤分离出滤渣 1 含 Fe_2O_3 ，滤液 1 中含 NaAlO_2 、 Na_2CrO_4 ，调节 pH 过滤分离出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、含 Si 物质，滤液 2 中含 Na_2CrO_4 ，④中调节 pH 发生 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，滤液 3 含 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，由水中的溶解度： $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 > \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，可知⑤中向 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中加入 KCl 固体后得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，溶解度小的析出，以此来解答。

【解答】解：（1）由上述分析可知步骤①的主要反应为 $2\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2 + 7\text{NaNO}_2$ ，则 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 与 NaNO_3 的系数比为 2：7，该步骤不能使用陶瓷容器，原因是二氧化硅与碳酸钠高温下反应生成硅酸钠和二氧化碳，

故答案为：2：7；陶瓷在高温下会与 Na_2CO_3 反应；

（2）由上述分析可知，滤渣 1 含 Fe_2O_3 ，滤渣 1 中含量最多的金属元素是 Fe，滤渣 2 的主要成分是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及含硅杂质，

故答案为：Fe； $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；

（3）④中调节 pH 发生 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，则步骤④调滤液 2 的 pH 使之变小，增大氢离子浓度，平衡正向移动，利于生成 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，

故答案为：小； $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ；

（4）向“滤液 3”中加入适量 KCl，蒸发浓缩，冷却结晶，过滤得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体，由溶解度可知，冷却到 40°C $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体的溶解度在四种物质中较小、且溶解度较大，过滤分离产品最多， 10°C 时最合适；步骤⑤发生 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KCl} = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \downarrow + 2\text{NaCl}$ ，反应类型是复分解反应，

故答案为：d；复分解反应；

(5) 用 m_1 kg 铬铁矿粉（含 Cr_2O_3 40%）制备 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，最终得到产品 m_2 kg，

产率为 $\frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}}$ ，由 Cr 原子守恒可知，则产率为 $\frac{190m_2}{147m_1} \times 100\%$ ，

故答案为： $\frac{190m_2}{147m_1} \times 100\%$ 。

【点评】本题考查物质的制备实验，为高频考点，把握流程中发生的反应、混合物分离提纯、发生的反应为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意元素化合物知识与实验的结合，题目难度不大。

10. （14 分）砷（As）是第四周期VA 族元素，可以形成 As_2S_3 、 As_2O_5 、 H_3AsO_3 、 H_3AsO_4 等化合物，有着广泛的用途。回答下列问题：



(1) 画出砷的原子结构示意图_____。

(2) 工业上常将含砷废渣（主要成分为 As_2S_3 ）制成浆状，通入 O_2 氧化，生成 H_3AsO_4 和单质硫。写出发生反应的化学方程式 $2\text{As}_2\text{S}_3 + 5\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{AsO}_4 + 6\text{S}$ 。该反应需要在加压下进行，原因是增加反应物 O_2 的浓度，提高 As_2S_3 的转化速率。

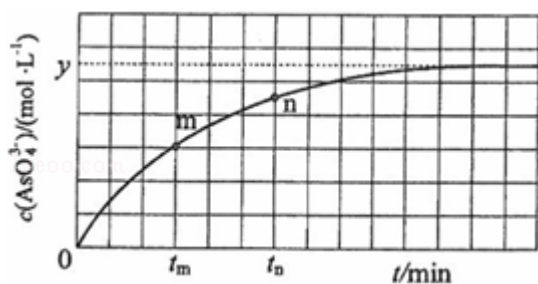
(3) 已知： $\text{As}(\text{s}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_3\text{AsO}_4(\text{s}) \quad \Delta H_1$

$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2$

$2\text{As}(\text{s}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{As}_2\text{O}_5(\text{s}) \quad \Delta H_3$

则反应 $\text{As}_2\text{O}_5(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{H}_3\text{AsO}_4(\text{s})$ 的 $\Delta H = \underline{2\Delta H_1 - 3\Delta H_2 - \Delta H_3}$ 。

(4) 298K 时，将 20mL $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_3AsO_3 、20mL $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ I_2 和 20mL NaOH 溶液混合，发生反应： $\text{AsO}_3^{3-}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AsO}_4^{3-}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。溶液中 $c(\text{AsO}_4^{3-})$ 与反应时间 (t) 的关系如图所示。



①下列可判断反应达到平衡的是 ac (填标号)。

a. 溶液的 pH 不再变化

b. $v(I^-) = 2v(AsO_3^{3-})$

c. $c(AsO_4^{3-})/c(AsO_3^{3-})$ 不再变化

d. $c(I^-) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

② t_m 时, $v_{\text{正}}$ 大于 $v_{\text{逆}}$ (填“大于”“小于”或“等于”)。

③ t_m 时 $v_{\text{逆}}$ 小于 t_n 时 $v_{\text{逆}}$ (填“大于”“小于”或“等于”), 理由是 t_m 时生成物浓度较低。

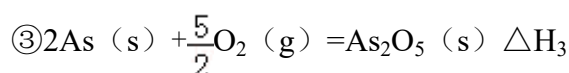
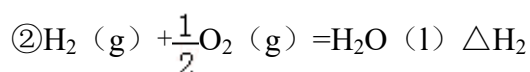
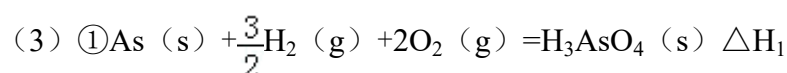
④若平衡时溶液的 pH=14, 则该反应的平衡常数 K 为 $\frac{4y^3}{(x-y)^2}$ 。

【考点】 BE: 热化学方程式; CB: 化学平衡的影响因素; CK: 物质的量或浓度随时间的变化曲线。

【专题】 517: 化学反应中的能量变化; 51E: 化学平衡专题。

【分析】 (1) 砷元素原子序数为 33, 原子核外有四个电子层, 最外层 5 个电子, 据此写出原子结构示意图:

(2) 工业上常将含砷废渣 (主要成分为 As_2O_3) 制成浆状, 通入 O_2 氧化, 生成 H_3AsO_4 和单质硫, 结合氧化还原反应电子守恒和原子守恒书写化学方程式, 反应为气体体积减小的反应, 增大压强可增加气体反应物的浓度, 进而提高 As_2S_3 的转化速率;



盖斯定律计算得到反应 $As_2O_5(s) + 3H_2O(l) = 2H_3AsO_4(s)$ 的 ΔH ;

(4) ①达到平衡时，正逆反应速率相等，各物质的浓度不变；

②反应从正反应开始进行， t_m 时反应继续正向进行；

③物质的浓度越大，反应速率越大；

④根据反应的离子方程式，计算平衡时各物种的浓度，可计算平衡常数。

【解答】解：（1）砷元素原子序数为 33，原子核外有四个电子层，最外层 5 个

电子，原子结构示意图为  ,

故答案为：  ;

（2）工业上常将含砷废渣（主要成分为 As_2O_3 ）制成浆状，通入 O_2 氧化，生成 H_3AsO_4 和单质硫，砷元素化合价+3 价变化为+5 价，反应的化学方程式为 $2As_2S_3+5O_2+6H_2O=4H_3AsO_4+6S$ ，增大压强，可增加 O_2 反应速率，提高 As_2S_3 的转化速率；

故答案为： $2As_2S_3+5O_2+6H_2O=4H_3AsO_4+6S$ ；增加反应物 O_2 的浓度，提高 As_2S_3 的转化速率；

（3）已知：① $As(s) + \frac{3}{2}H_2(g) + 2O_2(g) = H_3AsO_4(s) \Delta H_1$

② $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = H_2O(l) \Delta H_2$

③ $2As(s) + \frac{5}{2}O_2(g) = As_2O_5(s) \Delta H_3$

则利用盖斯定律将① $\times 2$ - ② $\times 3$ - ③可得 $As_2O_5(s) + 3H_2O(l) = 2H_3AsO_4(s) \Delta H = 2\Delta H_1 - 3\Delta H_2 - \Delta H_3$ ，

故答案为： $2\Delta H_1 - 3\Delta H_2 - \Delta H_3$ ；

（4）①a. 溶液 pH 不变时，则 $c(OH^-)$ 也保持不变，反应达到平衡状态，故 a 正确；

b. 同一个化学反应，速率之比等于化学计量数之比，无论是否达到平衡，都存在 $v(I^-) = 2v(AsO_3^{3-})$ ，故 b 错误；

c. $c(AsO_4^{3-})/c(AsO_3^{3-})$ 不再变化，可说明各物质的浓度不再变化，反应达到平衡状态，故 c 正确；

d. 由图可知, 当 $c(\text{AsO}_4^{3-}) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 浓度不再发生变化, 则达到平衡状态, 由方程式可知此时 $c(\text{I}^-) = 2y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以 $c(\text{I}^-) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时没有达到平衡状态, 故 d 错误.

故答案为: ac;

②反应从正反应开始进行, t_m 时反应继续正向进行, 则 $v_{\text{正}}$ 大于 $v_{\text{逆}}$, 故答案为: 大于;

③ t_m 时比 t_n 时浓度更小, 则逆反应速率更小, 故答案为: 小于; t_m 时生成物浓度较低;

④反应前, 三种溶液混合后, Na_3AsO_3 的浓度为 $3x \text{ mol/L} \times \frac{20}{20+20+20} = x \text{ mol/L}$,

同理 I_2 的浓度为 $x \text{ mol/L}$, 反应达到平衡时, 生产 $c(\text{AsO}_4^{3-})$ 为 $y \text{ mol/L}$, 则反应生产的 $c(\text{I}^-) = 2y \text{ mol/L}$, 消耗的 AsO_3^{3-} 、 I_2 的浓度均为 $y \text{ mol/L}$, 平衡时 $c(\text{AsO}_3^{3-}) = (x - y) \text{ mol/L}$, $c(\text{I}_2) = (x - y) \text{ mol/L}$, 溶液中 $c(\text{OH}^-)$

$$= 1 \text{ mol/L}, \text{ 则 } K = \frac{y \cdot (2y)^2}{(x-y) \cdot (x-y) \times 1^2} = \frac{4y^3}{(x-y)^2},$$

故答案为: $\frac{4y^3}{(x-y)^2}$.

【点评】本题为 2017 年广西考题, 综合考查热化学方程式、化学平衡的计算以及影响因素等知识, 侧重考查学生的分析能力、计算能力, 题中易错点为 (4), 注意把握图象的分析以及数据的处理, 难度中等.

[化学--选修 3: 物质结构与性质]

11. (15 分) 研究发现, 在 CO_2 低压合成甲醇反应 ($\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$) 中, Co 氧化物负载的 Mn 氧化物纳米粒子催化剂具有高活性, 显示出良好的应用前景. 回答下列问题:

(1) Co 基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$. 元素 Mn 与 O 中, 第一电离能较大的是 O, 基态原子核外未成对电子数较多的是 Mn.

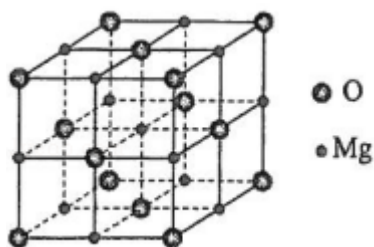
(2) CO_2 和 CH_3OH 分子中 C 原子的杂化形式分别为 sp 和 sp³.

(3) 在 CO_2 低压合成甲醇反应所涉及的 4 种物质中, 沸点从高到低的顺序为

$\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{OH} > \text{CO}_2 > \text{H}_2$ ，原因是 H_2O 与 CH_3OH 均为极性分子， H_2O 中氢键比甲醇多； CO_2 与 H_2 均为非极性分子， CO_2 分子量较大，范德华力较大。

(4) 硝酸锰是制备上述反应催化剂的原料， $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 中的化学键除了 σ 键外，还存在 π 键、离子键。

(5) MgO 具有 NaCl 型结构（如图），其中阴离子采用面心立方最密堆积方式，X 射线衍射实验测得 MgO 的晶胞参数为 $a=0.420\text{nm}$ ，则 $r(\text{O}^{2-})$ 为 0.148nm 。 MnO 也属于 NaCl 型结构，晶胞参数为 $a'=0.448\text{nm}$ ，则 $r(\text{Mn}^{2+})$ 为 0.076nm 。



【考点】86：原子核外电子排布；9I：晶胞的计算。

【专题】51D：化学键与晶体结构。

【分析】(1) Co 是 27 号元素，可按照能量最低原理书写电子排布式；O 为非金属性，难以失去电子，第一电离能较大；

(2) CO_2 和 CH_3OH 分子中 C 原子分别形成 2、4 个 σ 键；

(3) 水和甲醇分子间都存在氢键，二氧化碳和氢气常温下为气体，结合氢键数目和相对分子质量判断；

(4) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 为离子化合物，含有离子键、共价键，共价键含有 σ 键和 π 键；

(5) 阴离子采用面心立方最密堆积方式，位于顶点和面心；阳离子为体心立方堆积，体心和棱，以此计算半径。

【解答】解：(1) Co 是 27 号元素，位于元素周期表第 4 周期第 VIII 族，其基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$ 。元素 Mn 与 O 中，由于 O 元素是非金属性而 Mn 是过渡元素，所以第一电离能较大的是 O，O 基态原子价电子为 $2s^2 2p^4$ ，所以其核外未成对电子数是 2，而 Mn 基态原子

价电子排布为 $3d^5 4s^2$ ，所以其核外未成对电子数是 5，因此核外未成对电子数较多的是 Mn，

故答案为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ ；O；Mn；

(2) CO_2 和 CH_3OH 的中心原子 C 原子的价层电子对数分别为 2 和 4，所以 CO_2 和 CH_3OH 分子中 C 原子的杂化形式分别为 sp 和 sp^3 ，

故答案为： sp ； sp^3 ；

(3) 在 CO_2 低压合成甲醇反应所涉及的 4 种物质中，沸点从高到低的顺序为 $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{OH} > \text{CO}_2 > \text{H}_2$ ，原因是常温下水和甲醇是液体而二氧化碳和氢气是气体，液体的沸点高于气体；水分子中有两个氢原子都可以参与形成分子间氢键，而甲醇分子中只有一个羟基上的氢原子可用于形成分子间氢键，所以水的沸点高于甲醇；二氧化碳的相对分子质量比氢气大，所以二氧化碳分子间作用力较大、沸点较高，

故答案为： $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{OH} > \text{CO}_2 > \text{H}_2$ ； H_2O 与 CH_3OH 均为极性分子， H_2O 中氢键比甲醇多； CO_2 与 H_2 均为非极性分子， CO_2 分子量较大，范德华力较大；

(4) 硝酸锰是离子化合物，硝酸根和锰离子之间形成离子键，硝酸根中 N 原子与 3 个氧原子形成 3 个 σ 键，硝酸根中有一个氮氧双键，所以还存在 π 键，

故答案为： π 键、离子键；

(5) 因为 O^{2-} 是面心立方最密堆积方式，面对角线是 O^{2-} 半径的 4 倍，即

$$4r = \sqrt{2}a, \text{ 解得 } r = \frac{\sqrt{2}}{4} \times 0.420\text{nm} = 0.148\text{nm}; \text{MnO 也属于 NaCl 型结构, 根据晶}$$

胞的结构, 晶胞参数 $= 2r(\text{O}^{2-}) + 2r(\text{Mn}^{2+})$,

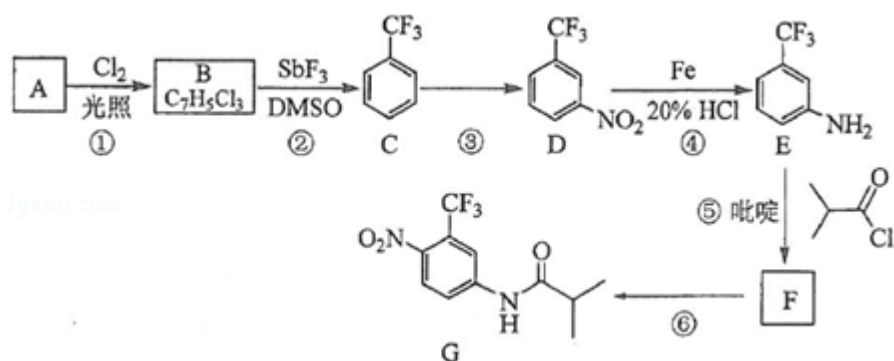
$$\text{则 } r(\text{Mn}^{2+}) = \frac{0.448\text{nm} - 2 \times 0.148\text{nm}}{2} = 0.076\text{nm}.$$

故答案为：0.148；0.076.

【点评】 本题为 2017 年广西考题，涉及核外电子排布、晶胞计算、杂化轨道等知识，侧重考查学生的分析能力和计算能力，需要学生熟练掌握晶胞结构，具备一定的数学计算能力，难度中等.

[化学--选修 5：有机化学基础]

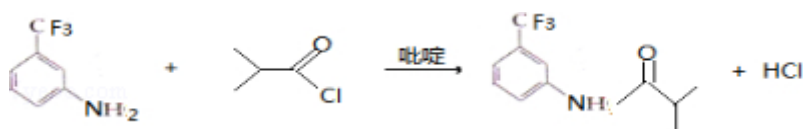
12. 氟他胺 G 是一种可用于治疗肿瘤的药物。实验室由芳香烃 A 制备 G 的合成路线如下：



回答下列问题：

- (1) A 的结构简式为 。C 的化学名称是 三氟甲苯。
- (2) ③ 的反应试剂和反应条件分别是 浓 HNO₃/浓 H₂SO₄, 加热，该反应的类型是 取代反应。

(3) ⑤ 的 反 应 方 程 式 为

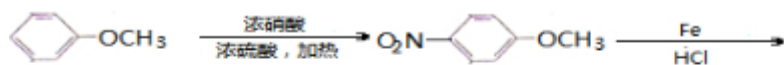


吡啶是一种有机碱，其作用是 吸收反应产生的氯化氢，提高反应转化率。

- (4) G 的分子式为 C₁₁H₁₁F₃N₂O₃。
- (5) H 是 G 的同分异构体，其苯环上的取代基与 G 的相同但位置不同，则 H 可能的结构有 9 种。

- (6) 4 - 甲氧基乙酰苯胺 () 是重要的精细化工中间体，

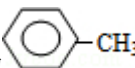
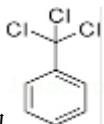
写出由苯甲醚 () 制备 4 - 甲氧基乙酰苯胺的合成路线

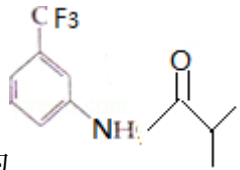


$\xrightarrow[\text{CH}_3\text{COCl}]{\text{吡啶}}$ (其他试剂任选)。

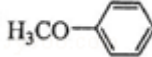
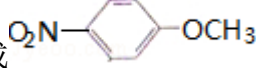
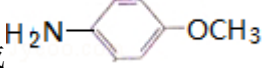
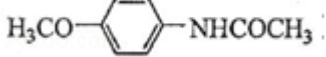
【考点】HC：有机物的合成。

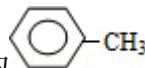
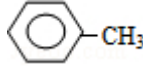
【专题】534：有机物的化学性质及推断。

【分析】由 B 的分子式可知 A 为 ，则 B 为 ，C 为三氟甲苯，发

生硝化反应生成 D，D 还原生成 E，生成 F 为 ，然后发生硝化反应生成 G，结合对应的有机物的结构和性质解答（1）～（4）；

（5）H 是 G 的同分异构体，其苯环上的取代基与 G 的相同但位置不同，则苯环有 3 个不同的取代基，对应的同分异构体的种类为 C_5^2 种；

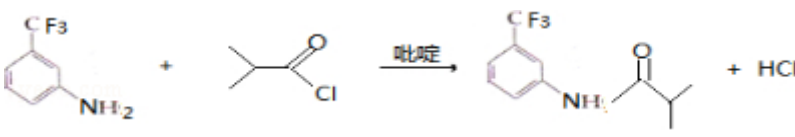
（6）由苯甲醚（）制备 4-甲氧基乙酰苯胺，可先与浓硝酸发生取代反应生成 ，发生还原反应生成 ，最后与 CH_3COCl 发生取代反应可生成 ，以此解答该题。

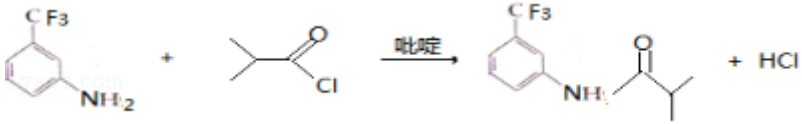
【解答】解：（1）由以上分析可知 A 为甲苯，结构简式为 ，C 的化学名称是三氟甲苯，故答案为：；三氟甲苯；

（2）③为三氟甲苯的硝化反应，反应条件是在浓硫酸作用下，加热，与浓硝酸发生取代反应，

故答案为：浓 HNO_3 /浓 H_2SO_4 ，加热；取代反应；

（3）⑤ 的反应方程式为

，反应中吡啶的作用是吸收反应产生的氯化氢，提高反应转化率，

故答案为：；吸收反应产生的氯化氢，提高反应转化率；

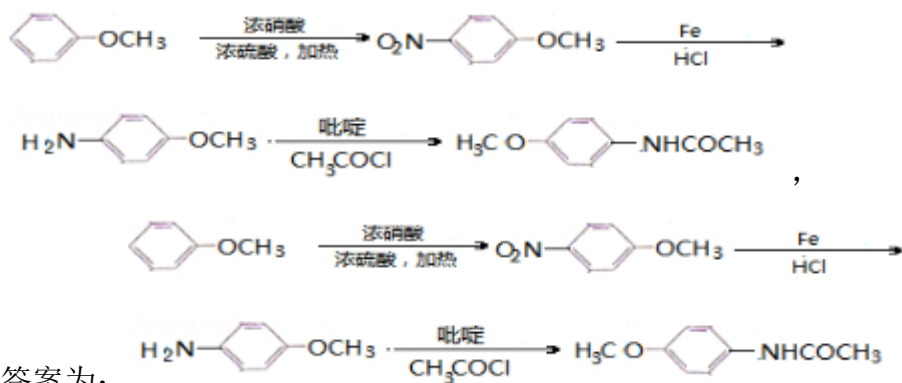
（4）由结构简式可知 G 的分子式为 $C_{11}H_{11}F_3N_2O_3$ ，故答案为： $C_{11}H_{11}F_3N_2O_3$ ；

（5）H 是 G 的同分异构体，其苯环上的取代基与 G 的相同但位置不同，则苯环

有 3 个不同的取代基，如固定一种取代基，则对应的同分异构体的种类为 $C_5^2=10$ ，或者说，固定 $-CF_3$ 和 $-NO_2$ ，如 $-CF_3$ 和 $-NO_2$ 处于邻位，另一种取代基有 4 种位置， $-CF_3$ 和 $-NO_2$ 处于间位，另一种取代基有 4 种位置， $-CF_3$ 和 $-NO_2$ 处于对位，另一种取代基有 2 种位置，共 10 种，则 H 可能的结构还有 9 种，

故答案为：9；

(6) 由苯甲醚 ($H_3CO-C_6H_5$) 制备 4-甲氧基乙酰苯胺，可先与浓硝酸发生取代反应生成 $O_2N-C_6H_4-OCH_3$ ，发生还原反应生成 $H_2N-C_6H_4-OCH_3$ ，最后与 CH_3COCl 发生取代反应可生成 $H_3CO-C_6H_4-NHCOCH_3$ ，则合成流程为



故答案为：

【点评】 本题考查有机物的合成，为 2017 云南考题，侧重考查学生的分析能力，注意把握题给信息，把握官能团的变化，对比有机物的结构简式，推断 A 为解答该题的突破口，难度中等。