

# 2024年1月“九省联考”考后提升卷（江西卷）

## 高三化学

（考试时间：75分钟 试卷满分：100分）

### 注意事项：

- 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。
- 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 Ca 40 Co 59

### 第I卷

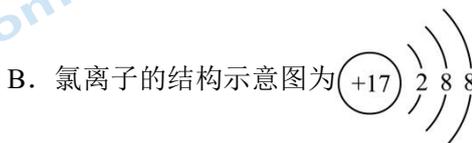
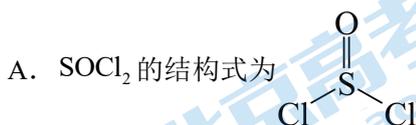
一、选择题：本题共14小题，每小题3分，共42分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

- 2023年10月26日11时14分，神舟十七号载人飞船点火升空成功发射，我国航天航空事业再次迎来飞速发展。下列有关说法错误的是  
A. 太阳能电池翼采用的碳纤维框架和玻璃纤维框架均为无机非金属材料  
B. 返回舱降落回收过程中使用了芳纶制作的降落伞，芳纶是有机高分子材料  
C. 飞船舱体外壳部件材料是铝合金材料制成，主要是利用了其密度大、硬度大的特性  
D. 新型火箭燃料煤基航天煤油主要由不同馏分的烷烃、芳香烃和烯烃类的碳氢化合物组成

【答案】C

【解析】A. 碳纤维框架和玻璃纤维框架均为无机非金属材料，其性能优良可用于制作太阳能电池翼，A正确；B. 芳纶是有机高分子材料，具有高耐磨、高耐冲撞、高耐化学腐蚀、高耐化学降解等特性，B正确；C. 飞船舱体外壳部件材料是铝合金材料制成，主要是利用了其密度小、硬度大的特性，C错误；D. 新型火箭燃料煤基航天煤油主要由不同馏分的烷烃、芳香烃和烯烃类的碳氢化合物组成，该燃料燃烧更加环保，成本也更低，D正确；故选C。

- $\text{SOCl}_2$ 是一种液态化合物，其与水反应的化学方程式为： $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$ ，下列说法错误的是



C. 键角： $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{S}$

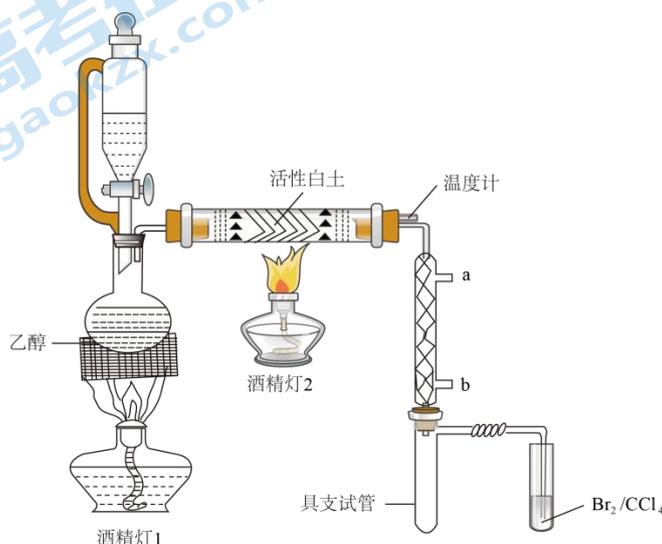
D.  $\text{SO}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 的空间结构相同

【答案】C

【解析】A.  $\text{SOCl}_2$  为共价化合物，结构式为  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{Cl}-\text{S}-\text{Cl} \end{array}$ ，故 A 正确；B. 氯离子的质子数为 17，核外电子

数为 18，故结构示意图正确，故 B 正确；C. O 的电负性大于 S， $\text{H}_2\text{O}$  中 O 原子的孤电子对对氢氧键的斥力小于  $\text{H}_2\text{S}$  中 S 原子的孤电子对对氢硫键的斥力，因此，键角： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ，故 C 错误；D.  $\text{SO}_2$  的价层电子对数为  $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$ ，为 V 形结构， $\text{H}_2\text{O}$  的价层电子对数为  $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$ ，为 V 形结构，故 D 正确；故选 C。

3. 某兴趣小组以活性白土为催化剂进行乙醇脱水制备乙烯的实验，装置如图所示(夹持装置已略去)。下列说法正确的是



- A. 实验时，冷凝水从 a 口进 b 口出
- B. 加快圆底烧瓶中乙醇的汽化速率，有利于提高乙醇的转化率
- C. 溴的四氯化碳溶液褪色，不能说明生成了乙烯气体
- D. 当有 4.6g 乙醇汽化时，具支试管中收集到 2.0g 液体，则乙醇的转化率约为 93%

【答案】D

【解析】A. 实验时，冷凝水应从下口进上口出，选项 A 错误；B. 若乙醇的汽化速率过快，乙醇分子在催化剂表面停留的时间过短，部分乙醇还来不及被吸附、活化、反应即被带出催化剂层，将导致转化率降低，选项 B 错误；C. 产生的乙烯能与溴发生加成反应，从而使溶液褪色，通过实验现象能说明有乙烯生成，选项 C 错误；D. 具支试管中收集的液体成分是乙醇和水，则生成乙烯气体的质量是  $4.6\text{g} - 2.0\text{g} = 2.6\text{g}$ ，故乙

醇的转化率为  $\frac{2.6\text{g}}{28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 46\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \div 4.6\text{g} \times 100\% \approx 93\%$ ，选项 D 正确；答案选 D。

4. 过二硫酸钾( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，其中 S 为 +6 价)是工业上一种重要的消毒剂和织物漂白剂，可通过电解  $\text{KHSO}_4$  溶液制备。它在  $100^\circ\text{C}$  下能发生分解反应： $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$  (未配平)，设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

- A.  $1\text{molK}_2\text{S}_2\text{O}_8$  中含有非极性共价键的数目为  $N_A$
- B.  $2\text{molK}_2\text{S}_2\text{O}_8$  分解, 生成  $\text{O}_2$  的分子数为  $2N_A$
- C. 标准状况下,  $22.4\text{LSO}_3$  含有的原子数为  $4N_A$
- D.  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KHSO}_4$  溶液中的离子总数为  $N_A$

【答案】A

【解析】A.  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  由  $\text{K}^+$  和  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  组成,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  的结构式为  $\left[ \begin{array}{cc} \text{O} & \text{O} \\ || & || \\ \text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{O}-\text{S}-\text{O} \\ || & || \\ \text{O} & \text{O} \end{array} \right]^{2-}$ , 所以  $1\text{molK}_2\text{S}_2\text{O}_8$  中

含有非极性共价键的数目为  $N_A$ , 故 A 正确; B. 根据  $2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_3 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$  可知,  $2\text{molK}_2\text{S}_2\text{O}_8$  分解, 生成  $1\text{molO}_2$ , 分子数为  $N_A$ , 故 B 错误; C. 标准状况下  $\text{SO}_3$  为固体,  $22.4\text{LSO}_3$  不为  $1\text{mol}$ , 含有的原子数不为  $4N_A$ , 故 C 错误; D. 没有提供溶液体积, 所含离子数目无法确定, 故 D 错误; 故选 A。

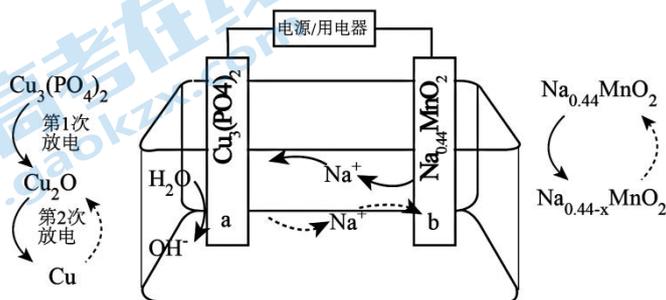
5. 下列实验目的对应的实验操作正确的是

选项	实验目的	实验操作
A	证明活泼性: $\text{Na} > \text{Cu}$	将少量 $\text{Na}$ 投入 $\text{CuSO}_4$ 溶液中, 观察是否产生红色固体
B	证明酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HClO}$	将 $\text{SO}_2$ 通入漂白粉溶液, 观察是否变浑浊
C	证明 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 具有氧化性	将少量稀硫酸滴入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液, 观察是否产生刺激性气味的气体
D	证明淀粉已水解完全	取适量淀粉水解液, 滴入几滴碘水, 观察溶液是否变蓝

【答案】D

【解析】A. 将少量  $\text{Na}$  投入  $\text{CuSO}_4$  溶液中, 金属钠不能置换出硫酸铜溶液中的铜, 故不选 A; B. 将  $\text{SO}_2$  通入漂白粉溶液, 二氧化硫被次氯酸钙氧化为硫酸钙沉淀, 溶液变浑浊, 不能证明酸性:  $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HClO}$ , 故不选 B; C. 将少量稀硫酸滴入  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  发生自身氧化还原反应生成  $\text{S}$  沉淀和二氧化硫气体, 产生刺激性气味的气体, 不能证明  $\text{H}_2\text{SO}_4$  具有氧化性, 故不选 C; D. 碘能使淀粉变蓝, 取适量淀粉水解液, 滴入几滴碘水, 若溶液不变蓝, 说明淀粉已完全水解, 故选 D。选 D。

6. 某国际期刊刊登我国最新有关水系双离子电池原理如图所示, 下列有关叙述正确的是



A. 放电时, 电极 a 作电源的正极,  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  发生氧化反应最终变为  $\text{Cu}$

B. 充电时, 水系电池中, a 电极附近的碱性增强

C. 充电时,  $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 - x\text{e}^- = \text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+$

D. 当  $1\text{mol Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  完全放电时, 则电池内部有  $6\text{mol Na}^+$  发生迁移

【答案】D

【分析】由图可知, 放电时为原电池, a 极上  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}$ 、发生得电子的还原反应, b 极上  $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2$ 、发生失电子的氧化反应, 则 a 极为正极、b 极为负极, 负极反应式为  $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 - x\text{e}^- = \text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+$ , 充电时为电解池, 原电池的正负极分别与电源的正负极相接, 即 a 极为阳极、b 极为阴极, 阴阳极反应与原电池反应相反。

【解析】A. 放电时为原电池, a 极为正极、b 极为负极,  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  发生还原反应最终变为 Cu, 故 A 错误; B. 充电时为电解池, a 极为阳极、b 极为阴极, 阳极上  $\text{OH}^-$  失电子生成水, 阳极附近的碱性减弱, 故 B 错误; C. 充电时为电解池, a 极为阳极、b 极为阴极, 阴极反应式为  $\text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$ , 故 C 错误; D. 放电时为原电池, a 极上发生反应  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}$ , 则  $1\text{mol Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  完全放电时, 转移电子  $6\text{mol}$ , 有  $6\text{mol Na}^+$  发生迁移, 故 D 正确; 故选: D。

7.  $\text{YX}_4\text{Z}(\text{WR}_4)_2$  常用于抗酸、治疗慢性胃炎。它所含的五种主族元素位于三个短周期, 基态 R 原子的价层电子排布式为  $ns^n np^{2n}$ , R 和 W 位于同主族, Y 的最高价氧化物对应的水化物和其最简单氢化物能反应生成离子化合物, Z 的周期序数和主族序数相等。下列叙述正确的是

A. 元素电负性:  $\text{R} > \text{Y}$

B. 最简单氢化物的沸点:  $\text{W} > \text{Y}$

C. W 的氧化物对应的水化物一定是强酸

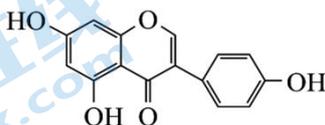
D.  $\text{YX}_3$ 、 $\text{X}_3\text{R}^+$  的 VSEPR 模型为三角锥形

【答案】A

【分析】R 原子的价层电子排布式为  $ns^n np^{2n}$ ,  $n=2$ , 所以 R 原子的价层电子排布式为  $2s^2 2p^4$ , R 为 O, R 和 W 位于同主族, W 为 S, Y 的最高价氧化物对应的水化物和其最简单氢化物能反应生成离子化合物, 所以 Y 为 N, Z 的周期序数和主族序数相等, 所以 Z 为 Al, 根据  $\text{YX}_4\text{Z}(\text{WR}_4)_2$  可推测, X 为 H。

【解析】A. R 为 O, Y 为 N, 元素电负性:  $\text{R} > \text{Y}$ , 故 A 正确; B. W 为 S, Y 为 N, 电负性大小为  $\text{N} > \text{S}$ , 最简单氢化物的沸点:  $\text{Y} > \text{W}$ , 故 B 错误; C. 亚硫酸是弱酸, 故 C 错误; D.  $\text{NH}_3$  的 VSEPR 模型为四面体, 故 D 错误; 故答案选 A。

8. 染料木黄酮的结构如图, 下列说法正确的是



A. 分子式为  $\text{C}_{15}\text{H}_9\text{O}_5$

B. 经核磁共振氢谱测定, 分子中存在 4 种官能团

C.  $1\text{mol}$  该物质与足量溴水反应, 最多可消耗  $4\text{mol Br}_2$

D.  $1\text{mol}$  该物质与足量  $\text{H}_2$  反应, 最多可消耗  $8\text{mol H}_2$

【答案】D

**【解析】**A. 由木黄酮的结构可知分子式为  $C_{15}H_{10}O_5$ ，A 错误；B. 根据结构式可知分子中含有酚羟基、羰基、醚键和碳碳双键，共 4 种官能团，但醚键和羰基不含氢原子，不能通过核磁共振氢谱测定，B 错误；C. 木黄酮的结构中含有碳碳双键可与溴水发生加成反应，苯环上酚羟基的邻对位可以与溴水发生取代反应，因此，1mol 该物质与足量溴水反应，最多可消耗 5mol  $Br_2$ ，C 错误；D. 1mol 苯环可与 3mol  $H_2$  加成，1mol 碳碳双键可与 1mol  $H_2$  加成，1mol 羰基的碳氧双键可与 1mol  $H_2$  加成；1mol 木黄酮的结构共有 2mol 苯环、1mol 碳碳双键、1mol 羰基的碳氧双键，故该物质与足量  $H_2$  反应，最多可消耗 8mol  $H_2$ ，D 正确；故选 D。

9. 某学习小组进行了如下实验：



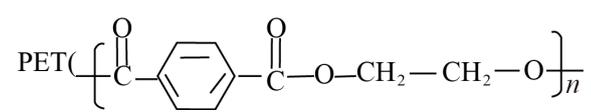
下列说法正确的是

- A. 键角： $Co(H_2O)_6^{2+}$  中的  $\angle H-O-H$  大于  $Co(NH_3)_6^{2+}$  中的  $\angle H-N-H$
- B. 步骤①的实验现象说明了  $Co^{2+}$  和  $NH_3$  的结合能力比  $Co^{2+}$  和  $H_2O$  的强
- C. 步骤②的实验现象说明了  $[Co(H_2O)_6]^{3+}$  的氧化性强于  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$
- D. 工业上常利用上述转化实现空气中氧气的分离与提纯

**【答案】**C

**【解析】**A.  $Co(H_2O)_6^{2+}$  中水分子配位后还有一对孤电子对，故  $\angle H-O-H$  更小，故 A 错误；B. 步骤①发生了氧化反应，无法根据步骤①现象说明  $Co^{2+}$  和  $NH_3$ 、 $H_2O$  结合能力的强弱，故 B 错误；C. 步骤②中 Co 元素化合价降低，实验现象说明了  $[Co(H_2O)_6]^{3+}$  的氧化性强于  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ，故 C 正确；D. 工业上利用该原理分离与提纯空气中氧气缺乏经济效益，故 D 错误；故选：C。

10. 常见的塑料包括 PS(聚苯乙烯)、亚克力(聚甲基丙烯酸甲酯)、PC()、

PET()等。下列说法正确的是

- A. PS 的单体存在顺反异构体
- B. 亚克力的单体中共面的原子最多有 10 个
- C. PC 和 PET 均可通过缩聚反应生成
- D. PET 的单体分别与苯甲酸、甘油互为同系物

**【答案】**C

**【解析】**A. 苯乙烯中碳碳双键的一个碳原子上有两个氢原子，该物质不存在顺反异构体，A 错误；B. 甲基丙烯酸甲酯的结构简式为  $CH_2=CH(CH_3)COOCH_3$ ，其中两个甲基上最多有一个氢原子可以在碳碳双键形成的平面上，故共面的原子最多为 11 个，B 错误；C. PC 和 PET 都为酯类聚合物，通过缩聚反应生成，C 正确；D. PET 的单体为对苯二甲酸和乙二醇，对苯二甲酸与苯甲酸不为同系物，乙二醇和甘油也不互为同系物，D 错误；故选 C。

11. 周期表中 VIA 族元素及其化合物应用广泛。 $^{16}_8\text{O}$ 、 $^{17}_8\text{O}$ 、 $^{18}_8\text{O}$  是氧元素的 3 种核素，可以形成多种重要的化合物。亚硫酰氯( $\text{SOCl}_2$ )为黄色液体，其结构式为( $\text{Cl}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{Cl}$ )，遇水发生水解。工业上可电解  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  混合溶液制备过二硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ ，过二硫酸铵与双氧水中都含有过氧键(-O-O-)。硝化法制硫酸的主要反应为： $\text{NO}_2(\text{g})+\text{SO}_2(\text{g})=\text{SO}_3(\text{g})+\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +41.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。 $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3$  都是酸性氧化物，是制备硫酸的中间产物。下列有关  $\text{NO}_2(\text{g})+\text{SO}_2(\text{g})=\text{SO}_3(\text{g})+\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +41.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，下列说法正确的

- A. 该反应中反应物的总能量低于生成物的总能量
- B. 反应达平衡后，分离出少量  $\text{SO}_3$ ，正反应速率加快
- C. 其他条件不变，平衡后继续充入  $\text{NO}_2$ ，平衡常数将减小
- D. 该反应中消耗  $22.4\text{LNO}_2$ ，转移电子的数目为  $2\times 6.02\times 10^{23}$

【答案】A

【解析】A. 根据焓变可知，该反应为吸热反应，则反应中反应物的总能量低于生成物的总能量，故 A 正确；B. 反应达平衡后，分离出少量  $\text{SO}_3$ ，平衡正向移动，反应物浓度开始减小，正反应速率开始减慢，故 B 错误；C. 其他条件不变，平衡后继续充入  $\text{NO}_2$ ，平衡正向移动，但平衡常数不变，故 C 错误；D.  $\text{NO}_2$  的状态未知，无法计算其物质的量，无法计算转移电子的数目，故 D 错误；答案选 A。

12. 乙二胺四乙酸(EDTA)是一种常用的配位试剂，可以与金属离子形成稳定的配合物。在水质分析中，EDTA 常用于测定水中钙、镁含量。EDTA 滴定法测定有机物中钙含量的基本步骤如下：

#### ①EDTA 标定

称取  $0.1000\text{gEDTA}$ ，溶于  $100\text{mL}$  去离子水中，取  $10.00\text{mL}0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  标准  $\text{CaCl}_2$  溶液，加入 3 滴甲基橙溶液作指示剂，用配制的 EDTA 溶液滴定，终点时，消耗 EDTA 溶液体积为  $V_1\text{mL}$ 。

#### ②钙提取

称取一定质量的有机物，用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化有机物，将有机物中的金属经萃取、反萃取到水中得到提取液。

#### ③杂质掩蔽及调 pH

用掩蔽剂将提取液中除钙之外的金属掩蔽，防止对钙含量测定造成干扰；根据选择的指示剂变色范围，将提取液的 pH 调到 11.3。

#### ④EDTA 滴定

取  $20.00\text{mL}$  提取液，加入钙黄绿素为指示剂，钙与钙黄绿素生成能发出绿色荧光的配合物，在黑色背景下用标定后的 EDTA 溶液滴定，终点时，消耗 EDTA 溶液体积为  $V_2\text{mL}$ 。

上述过程中，EDTA 与钙反应时物质的量之比均为 1: 1。

对于上述实验，下列说法正确的是 ( )

- A. 量取标准  $\text{CaCl}_2$  溶液时，选用规格为  $10\text{mL}$  的量筒

B. 实验室中萃取、反萃取时，使用的主要仪器为长颈漏斗

C. 提取液中钙含量为  $\frac{2V_2}{V_1} \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

D. EDTA 滴定时，溶液绿色荧光消失即可判定滴定终点

【答案】C

【分析】本题考查了中学化学实验常见仪器的使用、操作中仪器的选择、pH 试纸的使用范围、滴定终点的判定等。

【解析】A. 10mL 量筒的精确度为 0.1mL，无法准确量取 10.00mL 标准  $\text{CaCl}_2$  溶液，应该使用滴定管，A 项错误；B. 实验室中萃取、反萃取时，使用的主要仪器为分液漏斗，B 项错误；C. 设 EDTA 浓度为  $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

提取液中钙浓度为  $c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。标定时，有如下关系：

钙	~	EDTA	
1		1	，解得 $c_1 = \frac{1}{V_1}$ ；
$0.1 \text{ mol/L} \times 0.01 \text{ L}$		$c_1 \text{ mol/L} \times V_1 \times 10^{-3} \text{ L}$	

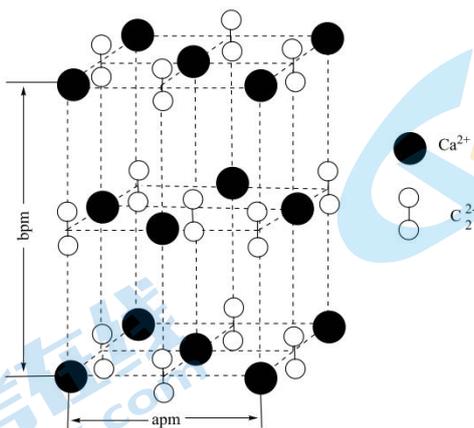
EDTA 滴定时有如下关系：

EDTA	~	钙	
1		1	，解得 $c_2 = \frac{V_2}{20V_1}$ ；则 1L 提取液中含钙
$\frac{1}{V_1} \text{ mol/L} \times V_2 \times 10^{-3} \text{ L}$		$c_2 \text{ mol/L} \times 0.02 \text{ L}$	

的物质的量为  $\frac{V_2}{20V_1} \text{ mol}$ ，钙质量为  $\frac{2V_2}{V_1} \text{ g} = \frac{2V_2}{V_1} \times 10^3 \text{ mg}$ ，则提取液中钙的含量为  $\frac{2V_2}{V_1} \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，C 项正确；

D. EDTA 滴定时，加入最后半滴 EDTA 标准溶液后，溶液绿色荧光消失，且 30s 内颜色不变化，才可判定滴定终点，D 项错误。故选 C。

13.  $\text{CaC}_2$  的晶胞与  $\text{NaCl}$  相似，但由于  $\text{C}_2^{2-}$  的结构导致晶胞沿一个方向拉长(如图)，已知  $\text{CaC}_2$  的摩尔质量为  $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，若阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ ，下列说法错误的是



A.  $\text{Ca}^{2+}$  填充在  $\text{C}_2^{2-}$  围成的八面体空隙中

B. 每个  $\text{Ca}^{2+}$  周围等距紧邻的  $\text{C}_2^{2-}$  有 6 个

C. 两个最近  $\text{Ca}^{2+}$  之间的距离为  $\frac{\sqrt{2}a}{2} \text{ pm}$

D.  $\text{CaC}_2$  晶体密度的计算式为  $\frac{4M}{N_A a^2 b \times 10^{-30}} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

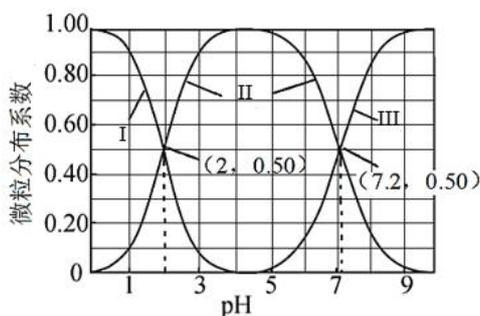
【答案】B

【解析】A. 由晶胞结构可知， $\text{C}_2^{2-}$  为面心立方紧密堆积， $\text{Ca}^{2+}$  填充在  $\text{C}_2^{2-}$  围成的八面体空隙中，故 A 正确；  
B. 该晶胞不是正方体，以面心  $\text{Ca}^{2+}$  为研究对象，每个  $\text{Ca}^{2+}$  周围等距紧邻的  $\text{C}_2^{2-}$  不是 6 个，故 B 不正确；  
C. 由晶胞结构可知，两个最近  $\text{Ca}^{2+}$  之间的距离为地面对角线的一半，为  $\frac{\sqrt{2}a}{2} \text{pm}$ ，故 C 正确；  
D.  $\text{CaC}_2$  晶体中

$\text{Ca}^{2+}$  的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ， $\text{C}_2^{2-}$  的个数为  $1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$ ，密度的计算式为  $\frac{4M}{N_A a^2 b \times 10^{-30}} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，故 D 正确；

故选 B。

14. 室温下，向亚硫酸溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液，各含硫微粒分布系数(平衡时某微粒的物质的量占各微粒物质的量之和的分数)与溶液 pH 的关系如图所示。下列说法不正确的是



- A. 曲线II表示  $\text{HSO}_3^-$  的分布系数随 pH 的变化
- B.  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的二级电离平衡常数( $K_{a2}$ )的数量级为  $10^{-8}$
- C. pH=7 时， $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-})$
- D.  $\text{NaHSO}_3$  溶液中水电离出的  $c(\text{H}^+) < 1 \times 10^{-7} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】C

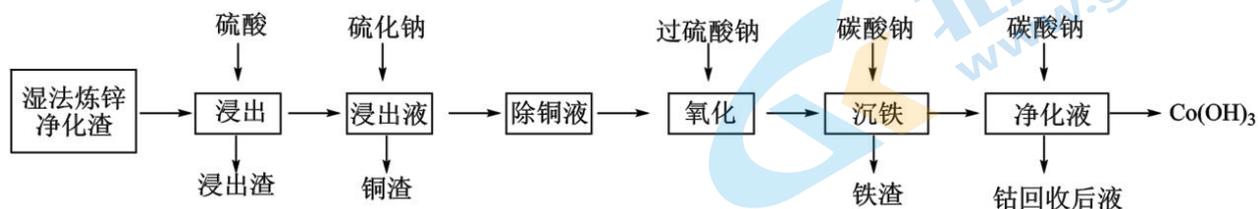
【分析】向亚硫酸溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液，亚硫酸物质的量浓度逐渐减小，亚硫酸氢根物质的量浓度逐渐增大，因此曲线 I 为亚硫酸，曲线 II 为亚硫酸氢根，再继续加  $\text{NaOH}$  溶液，亚硫酸氢根物质的量浓度减小，亚硫酸根物质的量浓度增大，因此曲线 III 为亚硫酸根。

【解析】A. 由分析可知，曲线 II 表示  $\text{HSO}_3^-$  的分布系数随 pH 的变化，故 A 正确；  
B. 在 pH=7.2 时，亚硫酸氢根物质的量浓度和亚硫酸根物质的量浓度相等，则  $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7.2} = 10^{0.8} \times 10^{-8}$ ，因此  $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$  的数量级为  $10^{-8}$ ，故 B 正确；  
C. pH=7 时，根据电荷守恒和 pH=7 得到  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$ ，又由于 pH=7 时  $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{HSO}_3^-)$ ，因此  $c(\text{Na}^+) > 3c(\text{SO}_3^{2-})$ ，故 C 错误；  
D. 根据图中信息得到  $\text{NaHSO}_3$  溶液 pH 大约为 4，说明溶液显酸性，是亚硫酸氢根电离占主要，抑制水的电离，因此溶液中水电离出的  $c(\text{H}^+) < 1 \times 10^{-7} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 D 正确；综上所述，答案为 C。

## 第II卷

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。

15. (14 分) 钴是生产电池材料、高温合金、磁性材料及催化剂的重要原料。一种以湿法炼锌净化渣(主要含有 Co、Zn、Fe、Cu、Pb、ZnO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等)为原料提取钴的工艺流程如图所示：



已知：常温下， $K_{sp}(\text{CuS})=8.9\times 10^{-36}$ ， $K_{sp}(\text{CoS})=1.8\times 10^{-22}$ 。

回答下列问题：

- (1)基态 Co 原子的价层电子轨道表示式为\_\_\_\_\_。
- (2)“浸出渣”中一定含有的物质为\_\_\_\_\_ (填化学式)。在“浸出”过程中，使用稀硫酸，未加热和搅拌，也没有进一步研碎净化渣，但反应速率较快，原因是\_\_\_\_\_。
- (3) $\text{Na}_2\text{S}$  常用作沉淀剂，在“铜渣”中检测不到  $\text{Co}^{2+}$ ，“除铜液”中  $\text{Co}^{2+}$  浓度为  $0.18\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则此时溶液的  $\text{pH}<$  [已知：常温下，饱和  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液中存在关系式： $c^2(\text{H}^+)\cdot c(\text{S}^{2-})=1.0\times 10^{-22}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^3$ ]。
- (4)“氧化”过程中， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  与  $\text{Fe}^{2+}$  发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (5)“沉铁”过程中， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的作用是\_\_\_\_\_。
- (6)以 1 吨湿法炼锌净化渣(Co 的质量分数为  $w\%$ )为原料提取出  $m\text{kg Co(OH)}_3$ 。在提取过程中钴的损失率为\_\_\_\_\_ (填含  $w$ 、 $m$  的表达式)%。

【答案】(1) 

3d					4s	
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓	↑↓

 (2 分)

(2)  $\text{PbSO}_4$  (2 分)      形成了原电池 (2 分)

(3) 0.5 (2 分)

(4)  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$  (2 分)

(5) 调节溶液 pH，使铁离子沉淀 (2 分)

(6)  $\frac{1100w - 59m}{11w}$  (2 分)

【分析】以湿法炼锌净化渣(主要含有 Co、Zn、Fe、Cu、Pb、ZnO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等)为原料提取钴，“浸出渣”的主要成分为 Cu、PbSO<sub>4</sub>，Co、Zn、Fe 均与硫酸反应生成相应的盐，Na<sub>2</sub>S 常用作沉淀剂，铜渣为 CuS，“氧化”过程中，Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 将 Fe<sup>2+</sup> 氧化为 Fe<sup>3+</sup>，Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 调节溶液 pH，生成氢氧化铁，在溶液 pH=5 时，Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 能将 Co<sup>2+</sup> 氧化生成 Co(OH)<sub>3</sub>，据此分析解题。

【解析】(1) Co 为第 27 号元素，基态 Co 原子的价层电子轨道表示式为 

3d					4s	
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓	↑↓

。

(2) “浸出渣”中一定含有的物质为 PbSO<sub>4</sub>，因为 Pb 与硫酸反应时，生成 PbSO<sub>4</sub> 固体，由于存在 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，Cu

不一定存在。在“浸出”过程中，加入稀硫酸浸取，与活泼性不同的金属形成了原电池，反应速率较快。

(3)  $\text{Na}_2\text{S}$  常用作沉淀剂，在“铜渣”中检测不到  $\text{Co}^{2+}$ ，“除铜液”中  $\text{Co}^{2+}$  浓度为  $0.18\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，

$K_{\text{sp}}(\text{CoS}) = 1.8 \times 10^{-22}$ ， $c(\text{S}^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CoS})}{c(\text{Co}^{2+})} = \frac{1.8 \times 10^{-22}}{0.18} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-21} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，常温下，饱和  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液中存

在关系式： $c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 1.0 \times 10^{-22} (\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^3$ ，则此时溶液的  $c(\text{H}^+) = \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-22} (\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^3}{1.0 \times 10^{-21} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}}$ ，

$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 0.5$ ，故  $\text{pH} < 0.5$ 。

(4) “氧化”过程中， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  与  $\text{Fe}^{2+}$  发生反应， $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  被还原为  $\text{SO}_4^{2-}$ ，离子方程式为  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$ 。

(5) “沉铁”过程中， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的作用是调节溶液 pH，生成氢氧化铁。

(6) 以 1 吨湿法炼锌净化渣(Co 的质量分数为  $w\%$ )为原料提取出  $m\text{kg Co}(\text{OH})_3$ ，理论生成 Co 为  $1000\text{kg} \times w\% = 10w\text{kg}$ ，实际生成的 Co 的质量为  $\frac{59}{110} \times m\text{kg} = \frac{59m}{110}\text{kg}$ ，在提取过程中钴的损失率为

$$\frac{1000 \times w\% - \frac{59m}{110}}{1000 \times w\%} \times 100\% = \frac{1100w - 59m}{10w}\%$$

16. (15 分) 尿素  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  是一种重要的化工产品和常用氮肥。回答下列问题：

(1) 尿素中 C、N、O 三种元素的电负性由小到大的顺序是\_\_\_\_\_ (用元素符号表示)。

(2) 工业上，用  $\text{CO}_2$  和  $\text{NH}_3$  制备尿素，总反应分两个基元反应(反应历程与相对能量关系如图 1)：

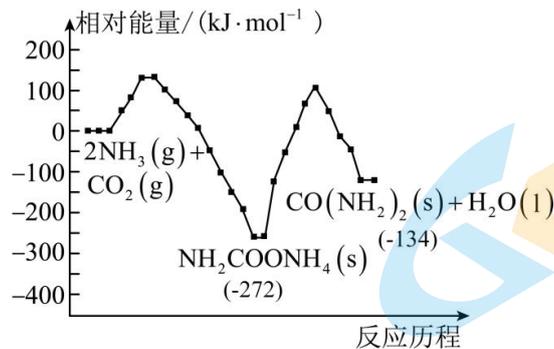
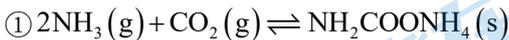


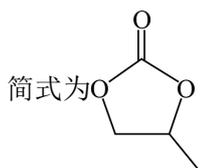
图1



写出总反应的热化学方程式：\_\_\_\_\_。该历程中决速步骤的反应是\_\_\_\_\_ (填“①”或“②”)。

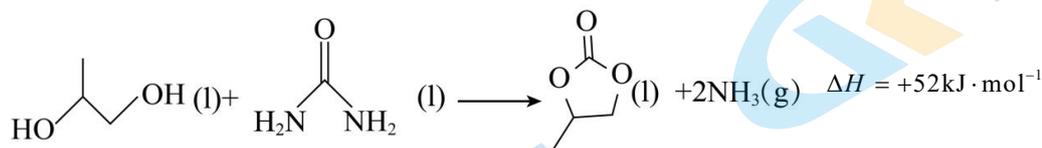
(3) 有人设想直接利用反应  $2\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$   $\Delta H = +470.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  进行人工固氮制备尿素，从热力学角度判断该反应\_\_\_\_\_ (填“可行”或“不可行”)，理由为\_\_\_\_\_。

(4) 碳酸丙烯酯(PC)是锂离子电池的常用溶剂。工业上常用尿素合成碳酸丙烯酯。已知：碳酸丙烯酯的结构



简式为，沸点为 238.14°C；1, 2-丙二醇(PG)的沸点为 162°C。1, 2-丙二醇和尿素(160°C以上会分

解)合成 PC 的反应如下：



在烧瓶中加入物质的量之比为 2: 1 的 PG 和尿素，加入催化剂充分反应，测定不同温度下 PC 的平衡收率

变化如图 2 所示。PC 的收率 =  $\frac{\text{PC 的物质的量}}{\text{投入尿素的总物质的量}} \times 100\%$ 。

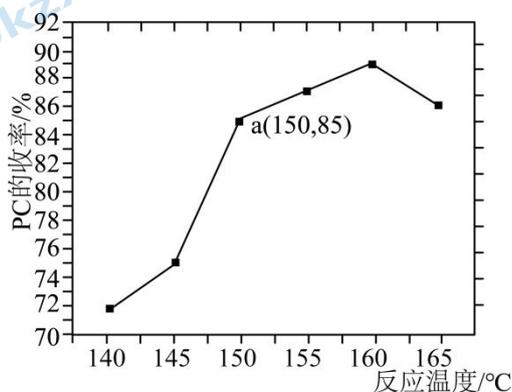


图2

①160°C以上，PC 的收率下降的主要原因可能是\_\_\_\_\_。

②150°C时，PG 的平衡转化率为\_\_\_\_\_。以液相中各物质的量分数代替浓度表示平衡常数  $K_x =$ \_\_\_\_\_ (保留 2 位小数)。

**【答案】** (1) C<N<O (2 分)

(2)  $2\text{NH}_3\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(NH}_2\text{)}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$   $\Delta H = -134\text{kJ/mol}$  (2 分) ② (2 分)

(3) 不可行 (1 分) 正反应是焓增、熵减的反应， $\Delta H - T\Delta S > 0$  (2 分)

(4) ① 尿素分解(或副产物增多) (2 分) ② 42.5% (2 分) 10.59 (2 分)

**【解析】** (1) 元素原子的得电子能力越强，则电负性越大，C、N、O 三种元素的电负性由小到大的顺序是：C<N<O。

(2) 反应①+反应②即可得到总方程式为： $2\text{NH}_3\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(NH}_2\text{)}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$   $\Delta H = \text{生成物能量} - \text{反应物能量} = -134\text{kJ/mol} - 0\text{kJ/mol} = -134\text{kJ/mol}$ ，反应②的活化能大于反应①，则反应②的速率小于反应①，反应慢的反应为决速反应，该历程中决速步骤的反应是②。

(3) 反应  $2\text{N}_2\text{(g)} + 2\text{CO}_2\text{(g)} + 4\text{H}_2\text{O(l)} = 2\text{CO(NH}_2\text{)}_2\text{(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)}$   $\Delta H = +470.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  是熵减的吸热反应， $\Delta H > 0$ ， $\Delta S < 0$ ，根据  $\Delta H - T\Delta S < 0$  时可以自发进行判断，该反应任何温度下均不能自发进行。

(4) ① 尿素[CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]受热易分解，160°C以上，PC 的收率下降的主要原因可能是：尿素分解(或副产物增

多):

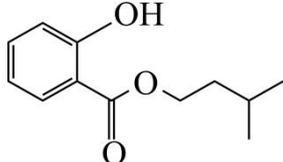
②设起始投入的 PG 和  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  的物质的量分别为 2 mol、1 mol,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  转化的物质的量为 a mol。列三段式如下:

	$\text{PG}(\text{l}) + \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) \rightleftharpoons \text{PC}(\text{l}) + 2\text{NH}_3(\text{g})$		
起始(mol)	2	1	0
转化(mol)	a	a	a
平衡(mol)	2-a	1-a	a

依题意,  $a=0.85\text{mol}$ ,  $n(\text{PG})=1.15\text{mol}$ ,  $n[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]=0.15\text{mol}$ ,  $n(\text{PC})=0.85\text{mol}$ ,  $x(\text{PG})=\frac{1.15\text{mol}}{2.15\text{mol}}$ ,  $x[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]=$

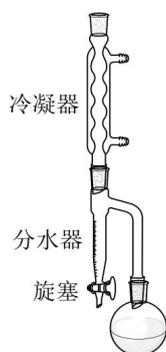
$\frac{0.15\text{mol}}{2.15\text{mol}}$ ,  $x(\text{PC})=\frac{0.85\text{mol}}{2.15\text{mol}}$ , 故 PG 的平衡转化率  $\frac{0.85\text{mol}}{2\text{mol}} \times 100\%=42.5\%$ ,

$$K_x = \frac{x(\text{PC})}{x(\text{PG}) \times x[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]} = \frac{0.85 \times 2.15}{1.15 \times 0.15} \approx 10.59$$

17. (14分) 水杨酸异戊酯(, 摩尔质量为 208g/mol)是一种具有较高应用价值的化工产品,

在香精、医药等领域有广泛的应用。制备水杨酸异戊酯实验步骤如下:

- ①取 27.6g(0.20mol)水杨酸、43.2mL(0.40mol)异戊醇、8mL 环己烯和 2mL 浓硫酸依次加到圆底烧瓶中。
- ②按照下图搭建反应装置, 在 145~155°C油浴下加热回流至不再有水生成。



③待反应液冷却后依次用水、 $\text{NaHCO}_3$  溶液、饱和  $\text{NaCl}$  溶液洗涤至中性后分出有机层。

④干燥、减压蒸馏有机层, 收集到 31.2g 产物。

⑤用红外光谱仪和核磁共振仪对产物进行表征。

已知: ①环己烯(沸点 83°C)可与水形成沸点为 70°C的共沸物。

②沸点: 水杨酸 211°C、异戊醇 131°C、环己烯 83°C、水杨酸异戊酯 282°C。

回答以下问题:

- (1)反应中浓硫酸的作用是吸水剂和\_\_\_\_\_, 加入环己烯的目的是\_\_\_\_\_。
- (2)写出制备水杨酸异戊酯的化学方程式: \_\_\_\_\_。
- (3)步骤②中回流到圆底烧瓶中的物质主要有\_\_\_\_\_, 表明反应中不再有水生成的现象是\_\_\_\_\_。

(4)洗涤反应液时需要使用的仪器是\_\_\_\_\_。

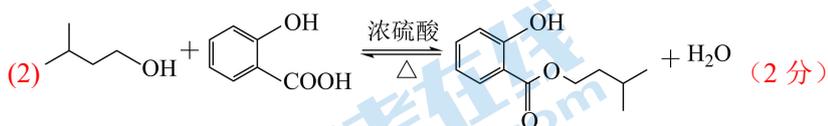
(5)采用减压蒸馏有机层滤液的原因是\_\_\_\_\_。

(6)本次实验的产率为\_\_\_\_\_%。

(7)红外光谱图中可获得产物信息包括\_\_\_\_\_。

- a. 产物中碳氧双键键长    b. 产物相对分子质量  
c. 产物中含有酯基结构    d. 产物中氧元素质量分数

**【答案】**(1)催化剂 (1分) 形成共沸物带出水, 促进平衡正向移动, 提高产率 (2分)



(3)异戊醇、环己烯 (1分)      分水器中油水分层位置保持不变 (1分)

(4)分液漏斗 (1分)

(5)降低水杨酸异戊酯的沸点, 避免常压蒸馏时水杨酸异戊酯分解或发生副反应 (2分)

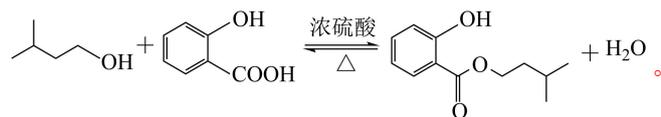
(6)75 (2分)

(7)c (2分)

**【分析】**异戊醇和水杨酸发生酯化反应生成水杨酸异戊酯, 取 27.6g(0.20mol)水杨酸、43.2mL(0.40mol)异戊醇、8mL 环己烯和 2mL 浓硫酸依次加到圆底烧瓶中, 在 145~155°C油浴下加热回流至不再有水生成, 以此解答。

**【解析】**(1) 反应中浓硫酸的作用是吸水剂和催化剂, 环己烯(沸点 83°C)可与水形成沸点为 70°C的共沸物, 加入环己烯的目的是形成共沸物带出水, 促进平衡正向移动, 提高产率。

(2) 异戊醇和水杨酸发生酯化反应生成水杨酸异戊酯, 化学方程式为:



(3) 异戊醇 131°C、环己烯 83°C, 二者在反应温度下会挥发, 步骤②中回流到圆底烧瓶中的物质主要有异戊醇、环己烯, 不再有水生成时, 说明反应结束, 现象为: 分水器中油水分层位置保持不变。

(4) 洗涤反应液时需要使用的仪器是分液漏斗。

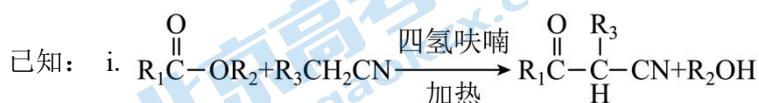
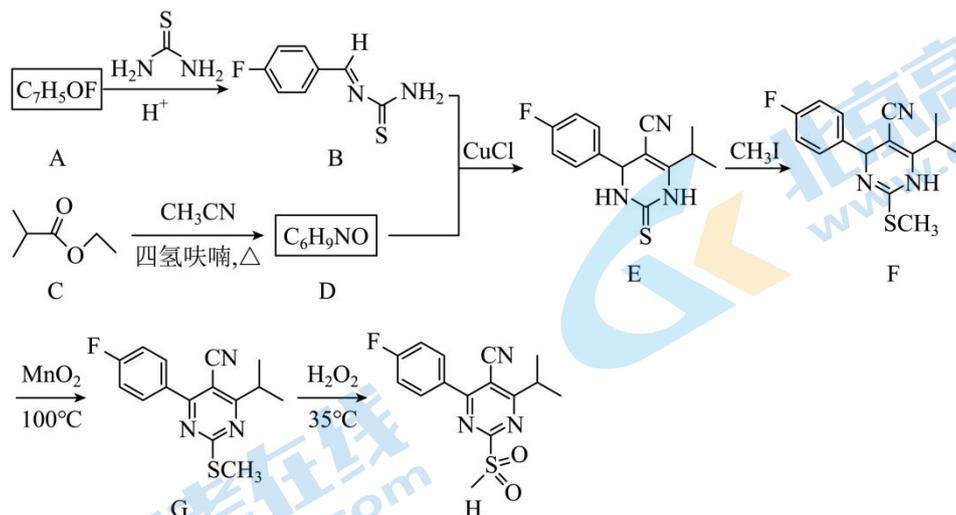
(5) 采用减压蒸馏有机层滤液的原因是降低水杨酸异戊酯的沸点, 避免常压蒸馏时水杨酸异戊酯分解或发生副反应。

(6) 取 27.6g(0.20mol)水杨酸、43.2mL(0.40mol)异戊醇、8mL 环己烯和 2mL 浓硫酸依次加到圆底烧瓶中, 由方程式可知, 水杨酸是少量的, 则理论上生成 0.2mol 水杨酸异戊酯, 本次实验的产率为

$$\frac{31.2\text{g}}{0.2\text{mol} \times 208\text{g/mol}} = 75\%$$

(7) 通过红外光谱可以分子有机物中所含有的官能团, 红外光谱图中可获得产物中含有酯基结构, 故选 c。

18. (15分) 化合物 H 是降脂类药物瑞舒伐他汀制备中的关键中间体。在医药工业中的一种合成方法如下:



ii. 与苯结构相似，六元环中存在共轭大π键，具有芳香性。

回答下列问题：

- (1) A 中官能团名称为\_\_\_\_\_，C 的化学名称为\_\_\_\_\_。
- (2) E 中碳原子的杂化方式有\_\_\_\_\_种。
- (3) 写出 E→F 的转化过程中另一生成物的电子式\_\_\_\_\_。
- (4) 在 F 的同分异构体中，同时满足下列条件的有\_\_\_\_\_种(不考虑立体异构)

a 含有 和 两个直接相连的六元环

b. 两个六元环上均只有一条侧链，-SCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>F 与 连接

c. 可以使溴的四氯化碳溶液褪色

其中含有手性碳原子的结构简式为\_\_\_\_\_。

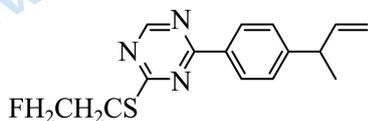
(5) 参照上述合成路线，以 为原料，设计合成 的路线\_\_\_\_\_ (无机试剂及不超过两个碳的有机试剂任选)。

**【答案】** (1) 醛基、碳氮键 (2分) 2-甲基丙酸乙酯(异丁酸乙酯) (2分)

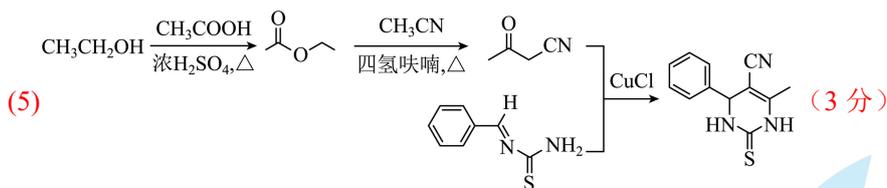
(2) 3 (2分)

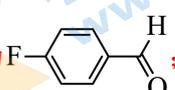
(3)  $H:\ddot{I}:$  (2分)

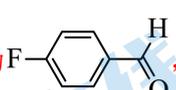
(4) 24 (2分)



(2分) (苯环上侧链在邻位或间位均可)



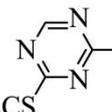
【分析】结合 A 的分子式和 B 的结构简式，以及 AB 的反应条件可知 A 为 ；根据 A 的结构简式可知知道其中的官能团的名称，根据化合物 E 中碳原子的成键特征可以知道其中碳的杂化方式。

【解析】(1) 由分析可知 A 为 ，则 A 中官能团名称为醛基、碳氟键；根据 C 的结构简式可知化学名称为：2-甲基丙酸乙酯(异丁酸乙酯)；

(2) 根据 E 的结构简式可知，其中饱和碳的杂化方式为  $\text{sp}^3$  杂化，苯环上的和碳碳双键中的碳是  $\text{sp}^2$  杂化，碳氮三键中的碳是  $\text{sp}$  杂化，一共 3 种杂化方式；

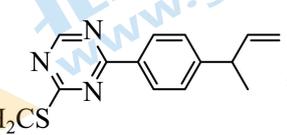
(3) 对比 E 和 F 的结构简式可知，其转化过程中另一生成物为 HI，其电子式为： $\text{H}:\ddot{\text{I}}:$ ；

(4) 含有  和  两个六元环，则核外含有 6 个碳原子，可以使溴的四氯化碳溶液褪色说明侧链上含有碳碳双键，两个六元环上均只有一条侧链， $-\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{F}$  与  连接，则另一个支链上含有 4 个碳原

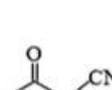
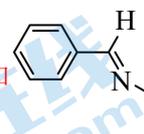
子且含有 1 个碳碳双键，则可以理解为苯环上两个支链，一个支链为 ，另一个支链为：

$\text{CH}_3\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$  或  $-\text{HC}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  或  $-\text{CH}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$  或  $\text{H}_2\text{C}=\overset{|}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  或

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  或  $-\text{CH}_2\overset{|}{\text{CH}}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$  或  $\overset{|}{\text{CH}_3}\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$  或  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{|}{\text{CH}}(\text{CH}_3)-$ ，每一组在苯环上都有邻、间、

对三个位置，则一共有 24 中结构，其中含有手性碳原子的结构简式为 ；

(5) 首先在浓硫酸和加热的条件上乙酸和乙醇反应生成乙酸乙酯，随后根据信息 i 乙酸乙酯和  $\text{CH}_3\text{CN}$  反应

生成 ，最后  $\text{CuCl}$  的条件下和  生成产物，具体流程为：

