

广东省佛山 15 校联盟 12 月联考

化学试题

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名，准考证号填写在答题卡上。
- 2.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。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

考试时间为 75 分钟，满分 100 分

可能用到的相对原子质量：H—1 N—14 O—16 Na—23 Mn—55 Cu—64

一、选择题：本题共 16 小题，共 44 分。第 1~10 小题，每小题 2 分；第 11~16 小题，每小题 4 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. 博物馆珍藏着很多文物。下列文物主要由合金材料制成的是

A	B	C	D
			
东汉陶船模型	西周兽面纹青铜盃	端石千金猴王砚	广彩开光外国风景图大瓷碗

- A. A B. B C. C D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 东汉陶船模型的材料为陶瓷，由硅酸盐制成，A 错误；

B. 西周兽面纹青铜盃的材料为青铜，青铜属于合金，B 正确；

C. 端石千金猴王砚的材料为硅酸盐等无机非金属材料，C 错误；

D. 广彩开光外国风景图大瓷碗的材料为陶瓷，由硅酸盐制成，D 错误；

故选 B。

2. 物质的性质决定用途，下列两者对应关系不正确的是

- A. 铝有强还原性，可用于制作门窗框架
- B. 氧化钙易吸水，可用作干燥剂
- C. 维生素 C 具有还原性，可用作食品抗氧化剂
- D. 过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气，可作潜水艇中的供氧剂

【答案】A

【解析】

- 【详解】A. 铝用于制作门窗框架，利用了铝的硬度大、密度小、抗腐蚀等性质，而不是利用它的还原性，A 不正确；
- B. 氧化钙易吸水，并与水反应生成氢氧化钙，可吸收气体中或密闭环境中的水分，所以可用作干燥剂，B 正确；
- C. 食品中含有的 Fe^{2+} 等易被空气中的氧气氧化，维生素 C 具有还原性，且对人体无害，可用作食品抗氧化剂，C 正确；
- D. 过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气，同时可吸收人体呼出的二氧化碳和水蒸气，可作潜水艇中的供氧剂，D 正确；
- 故选 A。

3. 下列说法中错误的是

- A. 宋·王庭珪的《浣溪沙》“九里香风动地来，寻香空绕百千回”体现了化学变化
- B. 《关尹子》六七“破矿得金，淘沙得金，扬灰终身，无得金也”。其中“淘沙得金”利用的是黄金与沙子的密度差异
- C. 苏轼的《定风波》中“竹杖芒鞋轻胜马，谁怕？一蓑烟雨任平生”，其中“竹杖芒鞋”主要成分是纤维素，纤维素属于天然有机高分子
- D. 《本草衍义》“嘉州峨眉山有燕萨石，形六棱而锐首，色莹白明澈”，这里“燕萨石”可能是水晶

【答案】A

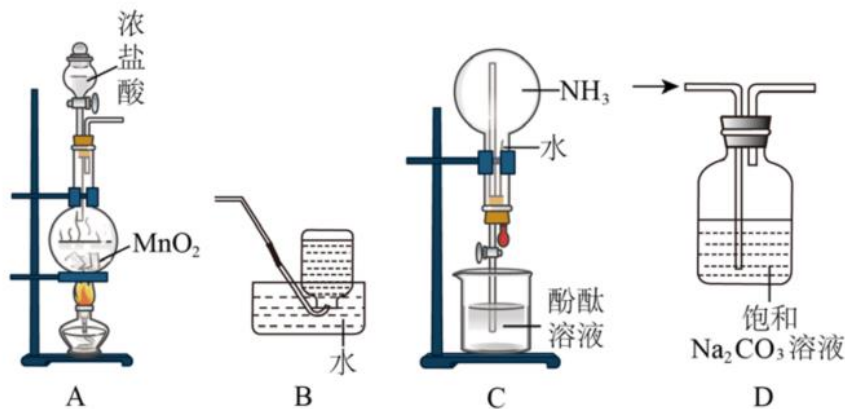
【解析】

- 【详解】A. “九里香风动地来，寻香空绕百千回”的过程中的分子扩散，无新物质生成，属于物理变化，故 A 错误；
- B. “破矿得金，淘沙得金，扬灰终身，无得金也”。其中“淘沙得金”利用黄金的密度较大，可以从沙子中分离出来，故 B 正确；
- C. 淀粉、纤维、蛋白质属于天然有机高分子化合物，故 C 正确；
- D. “燕萨石”的形状、性质：形六棱而锐首，色莹白明澈，即说明为无色透明的晶体，所以主要成分可

能是水晶，故 D 正确；

答案选 A。

4. 完成下述实验，装置或试剂不正确的是



- A. 实验室制 Cl_2 B. 实验室收集 C_2H_4 C. 验证 NH_3 易溶于水且溶液呈碱性 D. 除去 CO_2

中混有的少量 HCl

【答案】D

【解析】

【详解】A. MnO_2 固体加热条件下将 HCl 氧化为 Cl_2 ，固液加热的反应该装置可用于制备 Cl_2 ，A 项正确；

B. C_2H_4 不溶于水，可选择排水收集，B 项正确；

C. 挤压胶头滴管，水进入烧瓶将 NH_3 溶解，烧瓶中气体大量减少压强急剧降低打开活塞水迅速被压入烧瓶中形成红色喷泉，红色喷泉证明 NH_3 与水形成碱性物质，C 项正确；

D. Na_2CO_3 与 HCl、 CO_2 发生反应，不能达到除杂的目的，应该选用饱和 NaHCO_3 溶液，D 项错误；

故选 D。

5. 化学既神奇又美丽。下列说法正确的是

- A. 冬天飞舞的雪花，水分子之间通过 O-H 键结合形成晶体
B. 金刚石中碳原子之间通过 C-C 键形成空间网状结构
C. CuSO_4 溶液中加入过量浓氨水得到深蓝色溶液， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶液为深蓝色
D. 碘升华得到紫色碘蒸气，升华过程破坏了碘分子之间的氢键

【答案】B

【解析】

【详解】A. 冰为分子晶体，则水分子之间通过分子间作用力结合形成晶体，A 错误；

- B. 金刚石为原子晶体，则金刚石中碳原子之间通过 C-C 键形成空间网状结构，B 正确；
- C. CuSO_4 溶液中加入过量浓氨水得到深蓝色溶液，深蓝色为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 为蓝色沉淀，C 错误；
- D. 碘单质中不含氢键，碘升华得到紫色碘蒸气，升华过程破坏了碘分子之间的分子间作用力，D 错误；
- 故选 B。

6. “蒸汽眼罩”通过发热产生温和蒸汽促进眼部血液微循环，放松眼部肌肉，消解眼部疲劳。“蒸汽眼罩”由透氧无纺布、铁粉、碳粉、食盐、吸水树脂等组成。下列关于“蒸汽眼罩”的说法正确的是

- A. “蒸汽眼罩”工作时利用了原电池原理，发热时负极反应式为 $\text{Fe}-3\text{e}^-=\text{Fe}^{3+}$
- B. 食盐作电解质，起到了导电的作用
- C. 透氧膜的透氧速率越快越好
- D. “蒸汽眼罩”可以反复使用

【答案】B

【解析】

【详解】A. “蒸汽眼罩”工作时利用了原电池原理，Fe 粉为负极， 1molFe 失去 2mol 电子被氧化为 1mol Fe^{2+} ，则发热时负极反应式为 $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$ ，故 A 错误；

B. 原电池的构成条件之一是形成闭合回路，食盐作电解质能形成闭合回路，起到了导电的作用，故 B 正确；

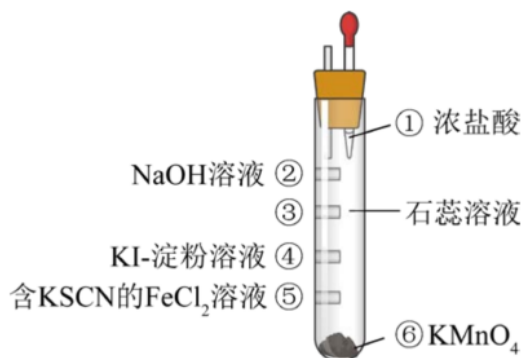
C. 透氧膜的透氧速率过快，反应速率加快，反应发热过快导致水温升高过快，达不到放松眼部肌肉、消除眼部疲劳的作用，故 C 错误；

D. “蒸汽眼罩”不能充电，不可重复使用，故 D 错误；

答案选 B。

7. 化学创造美好生活。下列生产活动与对应化学原理没有关联的是

选项	生产活动	化学原理
A	家务劳动：用白醋清洗洗手盆的污垢	白醋可用来消毒
B	实践活动：用 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路板	FeCl_3 有氧化性
C	自主探究：洁厕灵中加入鸡蛋壳制取 CO_2	洁厕灵中含有酸
D	社区服务：用 84 消毒液对垃圾桶消毒	84 消毒液有强氧化性



- A. ③处先变红后褪色，是因为氯水具有酸性和强氧化性
 B. ④处变蓝色
 C. ⑤处变红色
 D. 本实验可推知氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 氯气遇到水反应生成盐酸和次氯酸，具有酸性和氧化漂白性，遇到石蕊试液先变红色后褪色，A 正确；

B. 氯气和碘化钾反应生成碘单质，碘单质遇到淀粉变蓝色，B 正确；

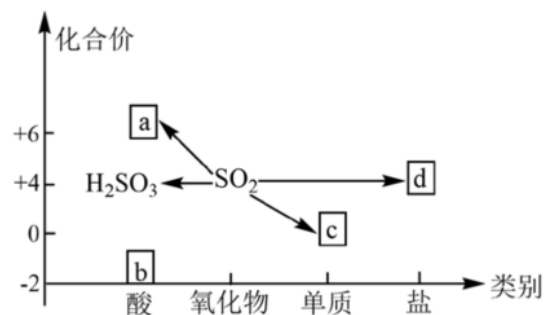
C. 氯气氧化氯化亚铁为氯化铁，三价铁离子遇到硫氰化钾溶液显红色，C 正确；

D. 根据氧化剂的氧化性强于氧化产物，由反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ，可知氧化性：

$\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ，但是无法证明 Fe^{3+} 和 I_2 之间氧化性的关系，D 错误；

故选 D。

10. 部分含硫物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不合理的是



- A. a 的浓溶液与 b 可生成 SO_2
 B. SO_2 通入紫色石蕊试液先变红后褪色
 C. c 在空气中燃烧生成 SO_2
 D. d 既可被氧化，也可被还原

【答案】B

【解析】

【分析】由图象可知，a为硫酸，b为硫化氢，c为硫单质，d为亚硫酸根，据此分析解题。

【详解】A. 浓硫酸有强氧化性，可与H₂S反应生成中间价态的S或SO₂，A正确；

B. SO₂通入紫色石蕊试液中，能变红，但不能褪色，B错误；

C. S在空气中燃烧只能生成SO₂，C正确；

D. SO₃²⁻中S为+4价，既可被氧化，也可被还原，D正确；

故选：B。

11. 黑火药是中国古代四大发明之一，其爆炸反应为 $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} = \text{K}_2\text{S} + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$ ，N_A表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. 1mol KNO₃中含有σ键数目为4N_A

B. 基态原子未成对电子数与基态K相同的同周期元素还有3种

C. K₂S、K₂O₂的混合物中含K⁺1mol，则含的质子数为27N_A

D. 三种产物的熔点：K₂S > N₂ > CO₂

【答案】C

【解析】

【详解】A. NO₃⁻中心N原子采取sp²杂化，1个NO₃⁻含3个σ键，1mol KNO₃中含1mol NO₃⁻，所含σ键数目为3N_A，A项错误；

B. 基态K原子核外电子排布式为[Ar]4s¹，未成对电子数为1，则基态原子未成对电子数与基态K相同的第四周期元素还有Sc、Cu、Ga、Br共4种，B项错误；

C. K₂S、K₂O₂所含质子数相同均为54，且均含2个K⁺，K₂S、K₂O₂的混合物中含K⁺1mol，则混合物的物质的量为0.5mol，所含质子数为27N_A，C项正确；

D. K₂S为离子晶体熔点较高，N₂和CO₂均为分子晶体，相对分子质量越大熔点越高，所以三种产物的熔点：K₂S > CO₂ > N₂，D项错误；

故选C。

12. 由下列实验操作及现象能得出相应结论的是

实验操作	现象	结论及解释

A	向 KBr、KI 混合溶液中依次加入少量氯水和 CCl ₄ ，振荡，静置	溶液分层，下层呈紫红色	氧化性：Cl ₂ >Br ₂ >I ₂
B	在火焰上灼烧搅拌过某无色溶液的玻璃棒	火焰出现黄色	溶液中含 Na 元素
C	用 pH 计测定 pH：①NaHCO ₃ 溶液 ②CH ₃ COONa 溶液	pH：①>②；	H ₂ CO ₃ 酸性弱于 CH ₃ COOH
D	向盛有少量 Mg(OH) ₂ 沉淀的试管中加入适量饱和 NH ₄ Cl 溶液，振荡	白色沉淀溶解	NH ₄ ⁺ 结合 OH ⁻ 使 Mg(OH) ₂ 沉淀溶解平衡向右移动

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. 向 KBr、KI 混合溶液中依次加入少量氯水和 CCl₄，振荡，静置，溶液分层，下层呈紫红色，说明反应产生 I₂，发生反应：2KI+Cl₂=2KCl+I₂，证明氧化性：Cl₂>I₂，Br₂>I₂，但不能比较 Br₂ 与 Cl₂ 的氧化性强弱，A 错误；

B. 玻璃中含有 Na 元素，因此灼烧时使火焰呈黄色，不能证明溶液中含 Na 元素，B 错误；

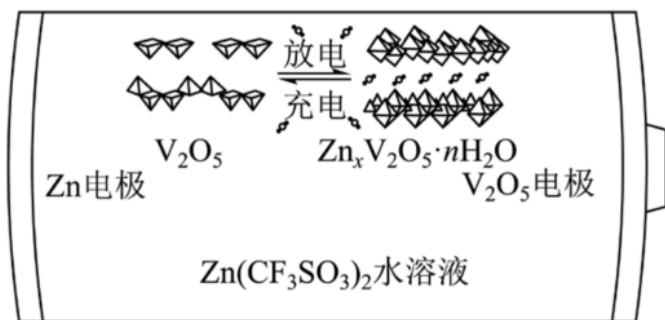
C. 应该采用对照方法进行实验，但两种溶液的浓度未知，因此不能通过测定溶液的 pH 来判断 H₂CO₃、CH₃COOH 的酸性强弱，C 错误；

D. Mg(OH)₂ 在溶液中存在 Mg(OH)₂ ⇌ Mg²⁺ + 2OH⁻，加入适量饱和 NH₄Cl 溶液，振荡，白色沉淀溶解，可知 NH₄⁺ 结合 OH⁻使 Mg(OH)₂ 沉淀溶解平衡向右移动，从而使沉淀溶解，D 正确；

故选：D。

13. 一种以 V₂O₅ 和 Zn 为电极、Zn(CF₃SO₃)₂ 水溶液为电解质的电池，其示意图如下所示。放电时，

Zn²⁺ 可插入 V₂O₅ 层间形成 Zn_xV₂O₅·nH₂O。下列说法错误的是



- A. 放电时 V_2O_5 为正极
- B. 放电时 Zn^{2+} 由负极向正极迁移
- C. 充电总反应: $xZn + V_2O_5 + nH_2O = Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O$
- D. 充电阳极反应: $Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O - 2xe^- = xZn^{2+} + V_2O_5 + nH_2O$

【答案】C

【解析】

【分析】由题中信息可知，该电池中 Zn 为负极、 V_2O_5 为正极，电池的总反应为 $xZn + V_2O_5 + nH_2O = Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O$ 。

【详解】A. 由题信息可知，放电时， Zn^{2+} 可插入 V_2O_5 层间形成 $Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O$ ， V_2O_5 发生了还原反应，则放电时 V_2O_5 为正极，A 说法正确；

B. Zn 为负极，放电时 Zn 失去电子变为 Zn^{2+} ，阳离子向正极迁移，则放电时 Zn^{2+} 由负极向正极迁移，B 说法正确；

C. 电池在放电时的总反应为 $xZn + V_2O_5 + nH_2O = Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O$ ，则其在充电时的总反应为 $Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O = xZn + V_2O_5 + nH_2O$ ，C 说法不正确；

D. 充电阳极上 $Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O$ 被氧化为 V_2O_5 ，则阳极的电极反应为

$Zn_xV_2O_5 \cdot nH_2O - 2xe^- = xZn^{2+} + V_2O_5 + nH_2O$ ，D 说法正确；

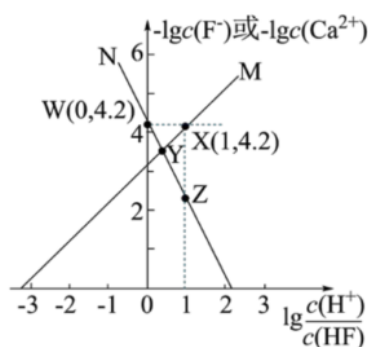
综上所述，本题选 C。

14. 某种镁盐具有良好的电化学性能，其阴离子结构如图所示。W、X、Y、Z、Q 是核电荷数依次增大的短周期元素，X、Z 最外层电子数之和等于 Q 的最外层电子数，Y 原子价电子数是 Z 原子价电子数的 2 倍。下列说法错误的是

- 【详解】A. NH_2OH , NH_3 , H_2O 的电荷分布都不均匀, 不对称, 为极性分子, A 正确;
- B. 由反应历程可知, 有 N-H , N-O 键断裂, 还有 N-H 键的生成, B 正确;
- C. 由反应历程可知, 反应过程中, Fe^{2+} 先失去电子发生氧化反应生成 Fe^{3+} , 后面又得到电子生成 Fe^{2+} , C 正确;
- D. 由反应历程可知, 反应过程中, 生成的 NH_2NH_2 有两个氢来源于 NH_3 , 所以将 NH_2OH 替换为 ND_2OD , 不可能得到 ND_2ND_2 , 得到 ND_2NH_2 和 HDO , D 错误;
- 故选 D。

16. 难溶盐 CaF_2 可溶于盐酸, 常温下, 用盐酸调节 CaF_2 浊液的 pH, 测得体系中 $-\lg c(\text{F}^-)$ 或 $-\lg c(\text{Ca}^{2+})$

与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 的关系如图。下列说法不正确的是



- A. N 代表 $-\lg c(\text{Ca}^{2+})$ 与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 的变化曲线
- B. Y 点的溶液中存在 $c(\text{Cl}^-) < c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HF})$
- C. 常温下, $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 10^{-10.6}$
- D. Z 点的溶液中存在 $\lg c(\text{Ca}^{2+}) - 2 \lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = -4.2$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \lg \frac{K_{\text{a}}(\text{HF})}{c(\text{F}^-)} = \lg K_{\text{a}}(\text{HF}) - \lg c(\text{F}^-)$ 得, $-\lg c(\text{F}^-)$ 与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 成正比, 则 M 代表 $-\lg c(\text{F}^-)$ 与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 的变化曲线, N 代表 $-\lg c(\text{Ca}^{2+})$ 与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 的变化曲线, A 正确;

B. Y点溶液存在电荷守恒 $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{F}^-) + c(\text{OH}^-)$, 物料守恒

$2c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HF}) + c(\text{F}^-)$, Y点M与N相交, 则 $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HF})$, 且Y点 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} > 0$, 则

$c(\text{Cl}^-) > c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HF})$, B错误;

C. M代表 $-\lg c(\text{F}^-)$ 与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 的变化曲线, N代表 $-\lg c(\text{Ca}^{2+})$ 与 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})}$ 的变化曲线, 由

$\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \lg K_a(\text{HF}) - \lg c(\text{F}^-)$ 可得, $K_a(\text{HF}) = 10^{-3.2}$, 由

$\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \lg \frac{K_a(\text{HF})}{c(\text{F}^-)} = \lg \frac{K_a(\text{HF})}{\sqrt{\frac{K_{sp}(\text{CaF}_2)}{c(\text{Ca}^{2+})}}} = \lg K_a(\text{HF}) - \frac{1}{2} \lg K_{sp}(\text{CaF}_2) + \frac{1}{2} \lg c(\text{Ca}^{2+})$ 可得,

$K_{sp}(\text{CaF}_2) = 10^{-10.6}$, C正确;

D. 由C可得, $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = -3.2 - \lg c(\text{F}^-)$, $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = 2.1 + \frac{1}{2} \lg c(\text{Ca}^{2+})$, Z点溶液中 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = 1$, 代

入 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = 2.1 + \frac{1}{2} \lg c(\text{Ca}^{2+})$ 得, $\lg c(\text{Ca}^{2+}) = -2.2$, 则 $\lg c(\text{Ca}^{2+}) - 2 \lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = -2.2 - 2 \times 1 = -4.2$, D正

确;

故选B。

二、非选择题：本题共4小题，共56分。

17. 某实验小组对Cu与HNO₃的反应进行研究，实验如下。

实验1: ① 浓硝酸 + 铜片 → ② 反应片刻后的绿色清液 倒入水中稀释 → ③ 蓝色溶液, 其中 $c(\text{HNO}_3) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ → ④ 溶液蓝色加深 立即产生气泡

实验2: ④ 硝酸 $c(\text{HNO}_3) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ + 铜片 → ⑤ 一段时间后缓慢产生气泡, 溶液呈蓝色

(1) 试管①中反应的化学方程式是_____。

(2) 已知绿色是棕色和蓝色的混合色, 绿色溶液变蓝是因为NO₂与水生成了HNO₂和_____。

(3) 对比③和⑤中现象, 为探究③中立即产生气泡的原因, 实验小组提出如下假设, 并设计实验验证。

假设 1: Cu^{2+} 对该反应有催化作用。

假设 2: NO_2 对该反应有催化作用。

假设 3: HNO_2 对该反应有催化作用。

序号	实验操作	实验现象	结论
3	向④中溶液加入少量_____ (填化学式) 固体后, 加入铜片	溶液蓝色加深, 无其他明显现象	假设 1 不成立
4	_____ (填实验操作)	铜片表面立即产生气泡	假设 2 成立
5	向②中溶液通入少量_____ (填化学式) 气体后, 加入铜片	无明显变化	
6	向④中溶液加入少量_____ (填化学式) 溶液, 再加入铜片	铜片表面立即产生气泡	假设 3 成立

(4) 得出实验结论后, 有同学认为还应补充对比实验: 向④溶液加入几滴较浓的硝酸后加入铜片。补充该实验的目的是_____。

(5) 某工厂用硝酸溶解废铜屑制备 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 为避免 NO_x 的生成, 实验小组提出还应加入 H_2O_2 溶液, 反应的离子方程式为_____; 消耗含铜元素 80% 的废铜屑 240 kg 固体时, 得到 653.4 kg 产品, 产率为_____。

【答案】(1) $\text{Cu}+4\text{HNO}_3=\text{Cu}(\text{NO}_3)_2+2\text{NO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$

(2) HNO_3 (3) ①. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ②. 向④中溶液通入 NO_2 气体后, 加入铜片 ③. N_2 (或稀有气体等其他不与体系发生反应的气体) ④. HNO_2

(4) 排除通 NO_2 带来的硝酸浓度增大的影响

(5) ①. $2\text{HNO}_3+\text{H}_2\text{O}_2+\text{Cu}=\text{Cu}(\text{NO}_3)_2+2\text{H}_2\text{O}$ ②. 90%

【解析】

【小问 1 详解】

试管①中反应的化学方程式是 $\text{Cu}+4\text{HNO}_3=\text{Cu}(\text{NO}_3)_2+2\text{NO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$; 故答案为:

$\text{Cu}+4\text{HNO}_3=\text{Cu}(\text{NO}_3)_2+2\text{NO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 2 详解】

已知绿色是棕色和蓝色的混合色，绿色溶液变蓝是因为 NO_2 与水生成了 HNO_2 ，二氧化氮化合价降低，还有化合价升高，则二氧化氮的氮也应该升高，即生成 HNO_3 ；故答案为： HNO_3 。

【小问 3 详解】

假设 1 不成立，则应该向溶液中加入铜离子即加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ，蓝色加深，氮没有其他明显现象；为验证是 NO_2 对该反应有催化作用，则应该向④中溶液通入 NO_2 气体后，加入铜片，铜片立刻产生气泡，再将②中溶液通入稀有气体等将里面的二氧化氮排出，再加铜片无明显现象，说明是 NO_2 对该反应有催化作用；为验证 HNO_2 对该反应有催化作用，应将向④中溶液加入少量 HNO_2 溶液，再加入铜片，铜片表面立即产生气泡；故答案为： $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ；向④中溶液通入 NO_2 气体后，加入铜片； N_2 (或稀有气体等其他不与体系发生反应的气体)； HNO_2 。

【小问 4 详解】

得出实验结论后，有同学认为还应补充对比实验：向④溶液加入几滴较浓的硝酸后加入铜片，由于二氧化氮溶于水生成硝酸，导致硝酸浓度变大，因此补充该实验的目的是排除通 NO_2 带来的硝酸浓度增大的影响；故答案为：排除通 NO_2 带来的硝酸浓度增大的影响。

【小问 5 详解】

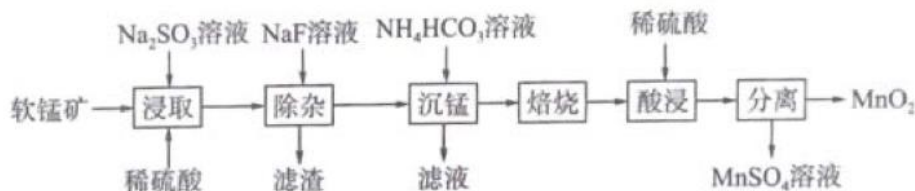
某工厂用硝酸溶解废铜屑制备 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，为避免 NO_x 的生成，实验小组提出还应加入 H_2O_2 溶液，则铜、硝酸、双氧水反应生成硝酸铜和水，其反应的离子方程式为

$2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；消耗含铜元素 80% 的废铜屑 240 kg 固体时，根据 Cu~

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，理论得到 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 质量为 $\frac{240 \text{ kg} \times 80\% \times 242}{64} = 726 \text{ kg}$ ，实际得到 653.4

kg 产品，产率为 $\frac{653.4 \text{ kg}}{726 \text{ kg}} \times 100\% = 90\%$ ；故答案为： $2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；90%。

18. 由软锰矿(主要成分为 MnO_2 ，含有少量 CaO 、 MgO)制备 MnO_2 的工艺流程如下：

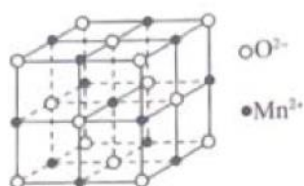


已知：“沉锰”所得 MnCO_3 在空气中“焙烧”时转化为 MnO_2 、 Mn_2O_3 、 MnO 的混合物。

回答下列问题：

(1) 基态 Mn 的价电子排布式为_____。

- (2) 加快“浸取”速率可采取的措施为_____ (答出一种方法即可); “滤渣”的主要成分为_____。
- (3) “浸取”步骤中发生的氧化还原反应的化学方程式为_____。
- (4) 可用惰性电极电解 MnSO_4 溶液的方法制取 MnO_2 , 写出阳极的电极反应式: _____。
- (5) ① SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 两种离子的中心原子杂化方式分别为_____、_____。
- ② MgO 的晶体结构与 MnO 的晶体结构相似, 但 MgO 熔点高于 MnO 的熔点, 其原因是_____。
- ③ MnO 晶胞结构如图所示, 平均每个晶胞中 O^{2-} 组成的正四面体空隙有_____个, 2 个 O^{2-} 之间的最近距离为 $a\text{cm}$, 则 MnO 晶体的密度为 $\rho = \text{_____} \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。



【答案】18. $3d^54s^2$

19. ①. 粉碎或升高温度或增大 Na_2SO_3 溶液浓度 ②. MgF_2 、 CaF_2
20. $\text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
21. $\text{Mn}^{2+} - 2e^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$
22. ①. sp^3 ②. sp^2 ③. MgO 和 MnO 均是离子晶体, Mg^{2+} 的离子半径小于 Mn^{2+} , 晶格能: MgO 强于 MnO ④. 8 ⑤. $\frac{71\sqrt{2}}{a^3 N_A}$

【解析】

【分析】由题给流程可知, 向软锰矿中加入稀硫酸、亚硫酸钠溶液浸出时, 二氧化锰转化为硫酸锰, 氧化钙、氧化镁转化为硫酸钙、硫酸镁, 加入氟化钠溶液, 将硫酸钙、硫酸镁转化为氟化钙、氟化镁, 过滤得到含有氟化钙、氟化镁的滤渣和滤液; 向滤液中加入碳酸氢铵溶液, 将溶液中锰离子转化为碳酸锰沉淀, 过滤得到滤液和碳酸锰; 碳酸锰焙烧得到含有二氧化锰、三氧化二锰和氧化锰, 向焙烧渣中加入稀硫酸, 三氧化二锰与稀硫酸反应生成二氧化锰和硫酸锰, 氧化锰与稀硫酸反应生成硫酸锰, 过滤得到二氧化锰和硫酸锰溶液。

【小问 1 详解】

锰元素的原子序数为 25, 基态原子的价电子排布式为 $3d^54s^2$, 故答案为: $3d^54s^2$;

【小问 2 详解】

粉碎、升高温度、增大亚硫酸钠溶液浓度等措施可加快浸取的速率; 由分析可知, 滤渣的主要成分为氟化钙、氟化镁, 故答案为: 粉碎或升高温度或增大 Na_2SO_3 溶液浓度; MgF_2 、 CaF_2 ;

【小问 3 详解】

由分析可知，浸取步骤中发生的氧化还原反应为二氧化锰与稀硫酸、亚硫酸钠溶液，反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ，故答案为： $\text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 4 详解】

由题意可知，用惰性电极电解硫酸锰溶液的方法制取二氧化锰时，水分子作用下锰离子在阳极失去电子发生氧化反应生成二氧化锰和氢离子，电极反应式为 $\text{Mn}^{2+} - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ ，故答案为： $\text{Mn}^{2+} - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ ；

【小问 5 详解】

①亚硫酸根离子中硫原子的价层电子对数为 4，原子的杂化方式为 sp^3 杂化，碳酸根离子中碳原子的价层电子对数为 3，原子的杂化方式为 sp^2 杂化，故答案为： sp^3 ； sp^2 ；

②氧化镁和氧化锰都是离子晶体，镁离子的离子半径小于锰离子，氧化镁晶体中离子键强于氧化锰，则熔点高于氧化锰，故答案为： MgO 和 MnO 均是离子晶体， Mg^{2+} 的离子半径小于 Mn^{2+} ，晶格能： MgO 强于 MnO ；

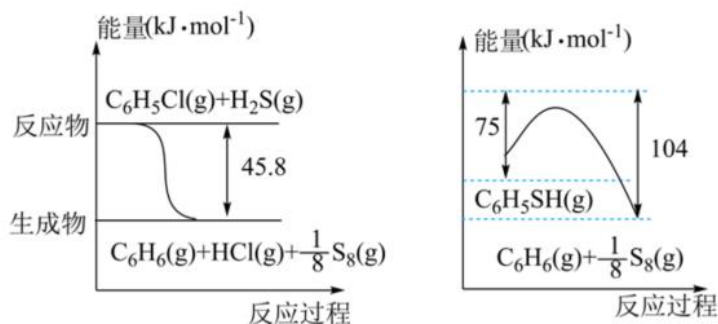
③由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点的氧离子与位于体心的锰离子形成四面体空隙，则每个晶胞中氧离子能形成 8 个四面体空隙；晶胞中位于顶点和面心的氧离子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，位于棱上和体心的锰离子个数为 $4 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ ，由顶点氧离子和面心氧离子的距离为 $a\text{cm}$ 可知，晶胞的参数为 $\sqrt{2}a\text{cm}$ ，设晶体

的密度为 dg/cm^3 ，由晶胞的质量公式可得： $\frac{4 \times 71}{a^3 N_A} = (\sqrt{2}a)^3 d$ ，解得 $d = \frac{71\sqrt{2}}{a^3 N_A}$ ，故答案为： $\frac{71\sqrt{2}}{a^3 N_A}$ 。

19. H_2S 的转化是资源利用和环境保护的重要研究课题。

(1) 苯硫酚($\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$)是一种重要的有机合成中间体，工业上常用氯苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$)和硫化氢(H_2S)来制备苯硫酚。已知下列两个反应的能量关系如图所示，则 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ 与 H_2S 反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$ 的热化学方程式为

_____。



(2) H_2S 与 CO_2 在高温下反应制得的羰基硫(COS)可用于合成除草剂。在 610K 时, 将 $0.40\text{molH}_2\text{S}$ 与 0.10molCO_2 充入 2.5L 的空钢瓶中, 发生反应: $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta\text{H}=+35\text{kJ/mol}$, 反应达平衡后水蒸气的物质的量分数为 0.02。

①在 610K 时, 反应经 2min 达到平衡, 则 0~2min 的平均反应速率 $v(\text{H}_2\text{S}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

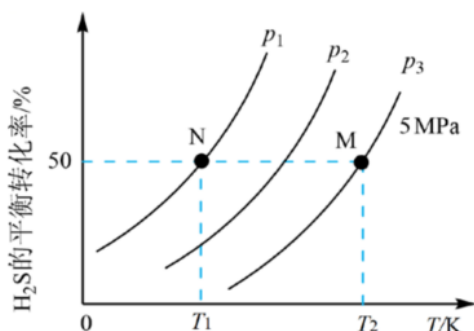
②实验测得上述反应的速率方程为: $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot c(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{CO}_2)$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot c(\text{COS}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆反应速率常数, 速率常数随温度升高而增大。则达到平衡后, 仅升高温度, $k_{\text{正}}$ 增大的倍数 (填“>”“<”或“=”) $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数。

③该条件下, 容器中反应达到化学平衡状态的依据是 (填字母)。

- A. 容器内混合气体密度不再变化 B. $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{S}) = v_{\text{逆}}(\text{COS})$
C. 容器内的压强不再变化 D. H_2S 与 CO_2 的质量之比不变

(3) 工业上可以通过硫化氢分解制得 H_2 和硫蒸气。在密闭容器中充入一定量 H_2S , 反应原理:

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$, H_2S 气体的平衡转化率与温度、压强的关系如图所示。



①图中压强(p_1 、 p_2 、 p_3)由大到小的顺序为 , 理由是 。

②如果要进一步提高 H_2S 的平衡转化率, 除改变温度、压强外, 还可以采取的措施有 。

【答案】 (1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) = \text{C}_6\text{H}_5\text{SH}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \Delta\text{H} = -16.8\text{kJ/mol}$

(2) ①. $0.002\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}$ ②. > ③. D

(3) ①. $p_3 > p_2 > p_1$ ②. 温度相同时, 增大压强, 平衡逆移, 压强越大, H_2S 的平衡转化率将越小 ③. 及时分离出产物

【解析】

【小问 1 详解】

由图可得，热化学方程式① $C_6H_5Cl(g) + H_2S(g) = C_6H_6(g) + HCl(g) + \frac{1}{8}S_8(g)$ $\Delta H = -45.8 \text{ kJ/mol}$ ，②

$C_6H_5SH(g) = C_6H_6(g) + \frac{1}{8}S_8(g)$ $\Delta H = -29 \text{ kJ/mol}$ ，则 C_6H_5Cl 与 H_2S 反应生成 C_6H_5SH 的热化学方程式可

由①-②所得，即为 $C_6H_5Cl(g) + H_2S(g) = C_6H_5SH(g) + HCl(g)$ $\Delta H = -16.8 \text{ kJ/mol}$ ；

【小问 2 详解】

① 610K 时，将 0.40mol H_2S 与 0.10mol CO_2 充入 2.5L 的空钢瓶中，发生反应

$H_2S(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons COS(g) + H_2O(g)$ $\Delta H = +35 \text{ kJ/mol}$ ，假设达平衡时， H_2S 变化 $x \text{ mol/L}$ ，列三段式

	$H_2S(g)$	+	$CO_2(g)$	\rightleftharpoons	$COS(g)$	+	$H_2O(g)$
起始量/(mol/L)	0.16		0.04		0		0
变化量/(mol/L)	x		x		x		x
平衡量/(mol/L)	0.16-x		0.04-x		x		x

反应达平衡后水蒸气的物质的量分数为 0.02，则 $\frac{x}{0.2} = 0.02$ ，得 $x = 0.004$ ，则在 610K 时，反应经 2min 达

到平衡，则 0 ~ 2min 的平均反应速率 $v(H_2S) = \frac{0.004 \text{ mol/L}}{2 \text{ min}} = 0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

② 反应 $H_2S(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons COS(g) + H_2O(g)$ 的 $\Delta H = +35 \text{ kJ/mol}$ ，反应为放热反应，升高温度，平衡正移， $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ，则 $k_{\text{正}}$ 增大的倍数大于 $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数；

③ A. 反应 $H_2S(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons COS(g) + H_2O(g)$ 在反应前后气体物质的量不会变化，由质量守恒可知，反应前后混合气体的密度一直保持不变，则容器内混合气体密度不再变化时，不能说明反应达平衡状态，A 错误；

B. $v_{\text{正}}(H_2S)$ 表示反应向正向进行， $v_{\text{逆}}(COS)$ 表示反应向逆向进行，则 $v_{\text{正}}(H_2S) = v_{\text{逆}}(COS)$ 时，不能说明反应达平衡状态，B 错误；

C. 反应 $H_2S(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons COS(g) + H_2O(g)$ 在反应前后气体物质的量不会变化，则反应前后容器的压强不发生变化，当容器内的压强不再变化时，不能说明反应达平衡状态，C 错误；

D. 反应前后 H_2S 与 CO_2 的物质的量会减少，质量也会逐渐减少，则当 H_2S 与 CO_2 的质量之比不变时，反应达到了平衡状态，D 正确；

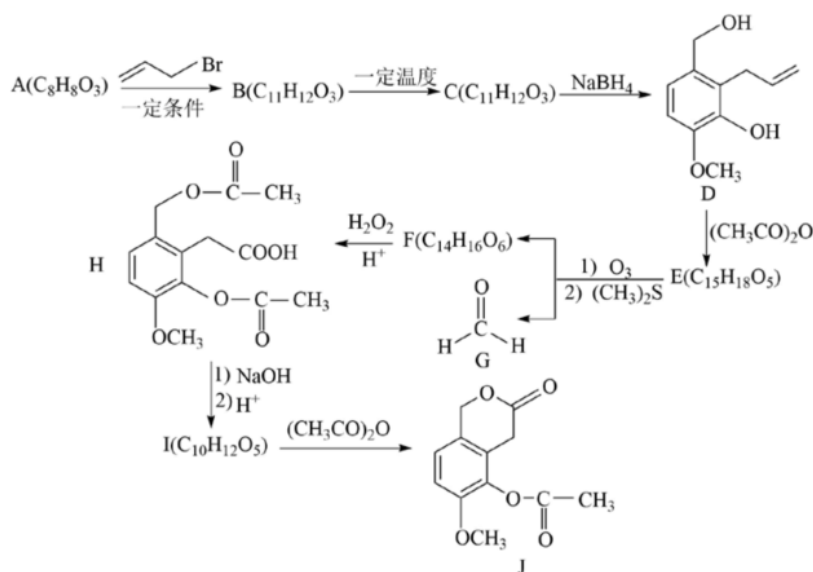
故选 D。

【小问 3 详解】

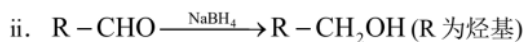
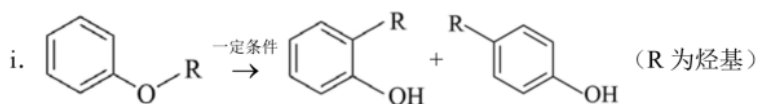
①由反应 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ 可知，当温度相同时，增大体系压强，平衡将逆向移动， H_2S 的平衡转化率将越小，则 $p_3 > p_2 > p_1$ ；理由为温度相同时，增大压强，平衡逆移，压强越大， H_2S 的平衡转化率将越小；

②如果要进一步提高 H_2S 的平衡转化率，即使平衡向正向移动，除改变温度、压强外，还可以及时分离出产物。

20. 化合物 J 是合成紫草酸药物的一种中间体，其合成路线如图：



已知：



回答以下问题。

(1) 化合物 A 中含有的官能团名称为_____；D→E 的反应类型为_____。

(2) 化合物 I 的结构简式为_____。

(3) F→H 的化学方程式为_____。

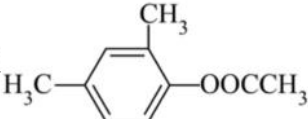
(4) 符合下列条件的 C 的同分异构体有_____种。

①只有苯环 1 个环状结构

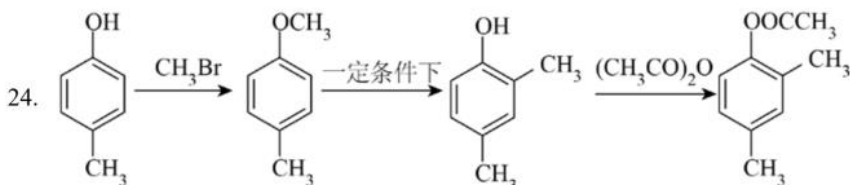
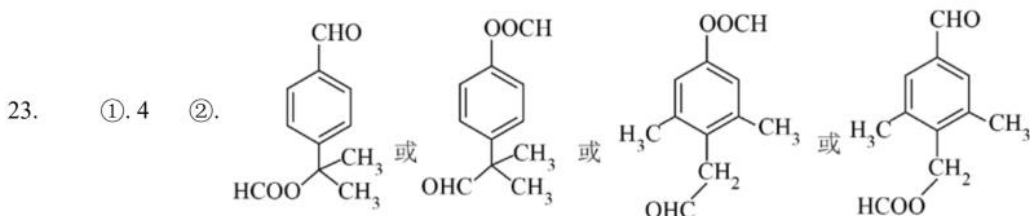
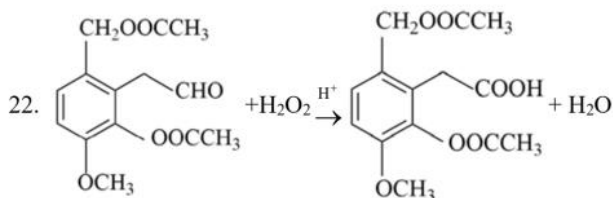
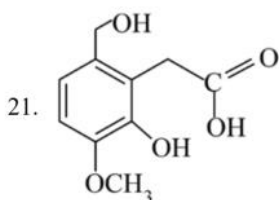
②能发生银镜反应和水解反应，1mol 该有机物发生银镜反应可生成 4molAg

③核磁共振氢谱峰面积之比为 1: 1: 2: 2: 6

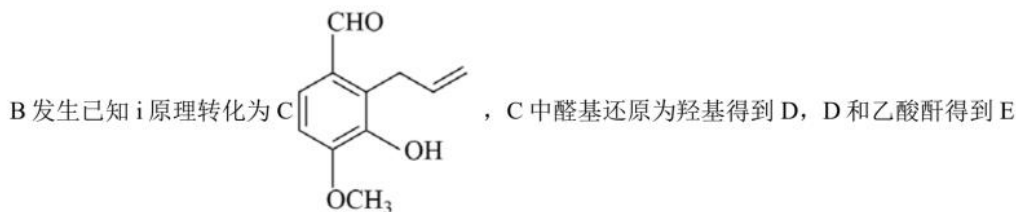
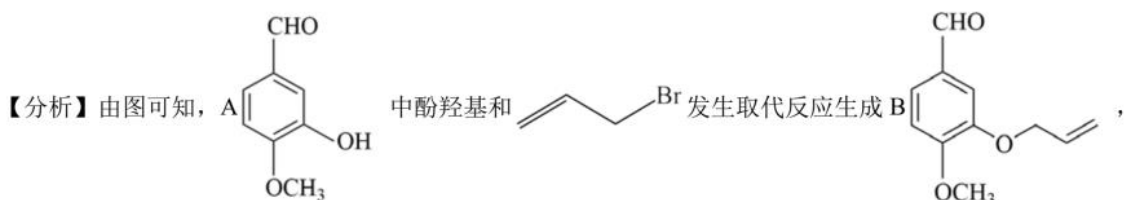
写出其中任意一种同分异构体的结构简式：_____。

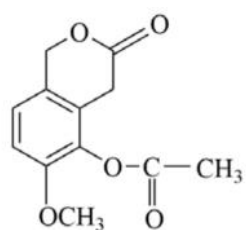
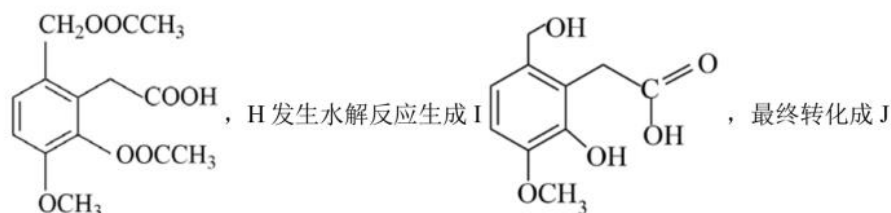
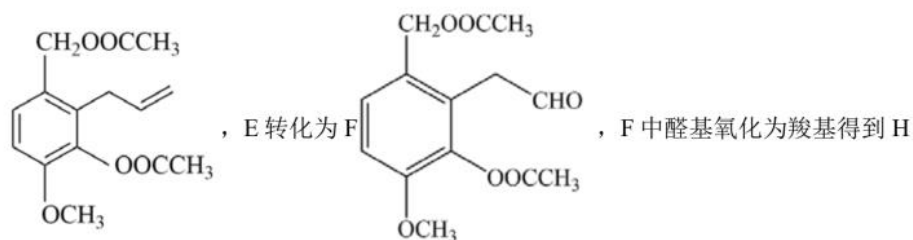
(5) 写出以对甲基苯酚和一溴甲烷为原料制取  的合成路线：_____。

【答案】20. ①. 羟基、醛基、醚键 ②. 取代反应



【解析】

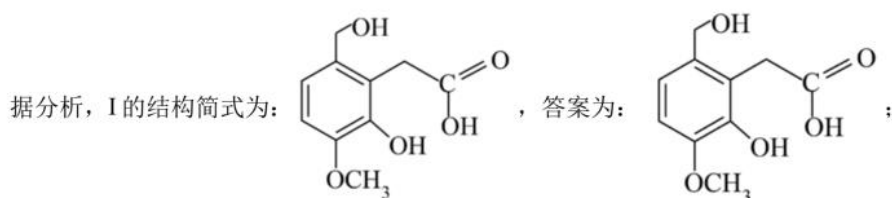




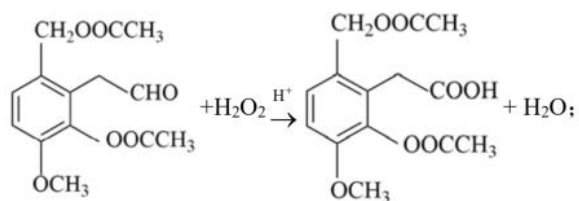
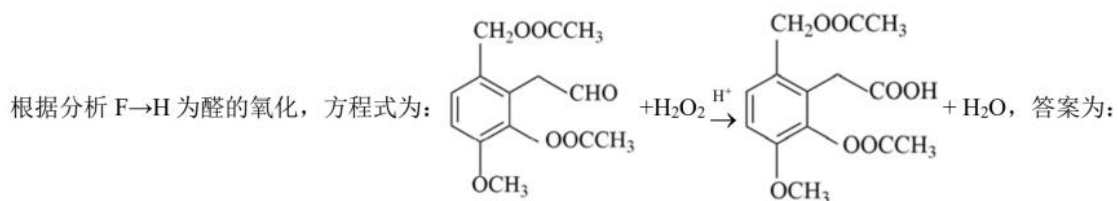
【小问 1 详解】

据分析, A 中的官能团为: 羟基、醛基、醚键。D→E 的反应类型为: 取代反应。故答案为: 羟基、醛基、醚键, 取代反应;

【小问 2 详解】

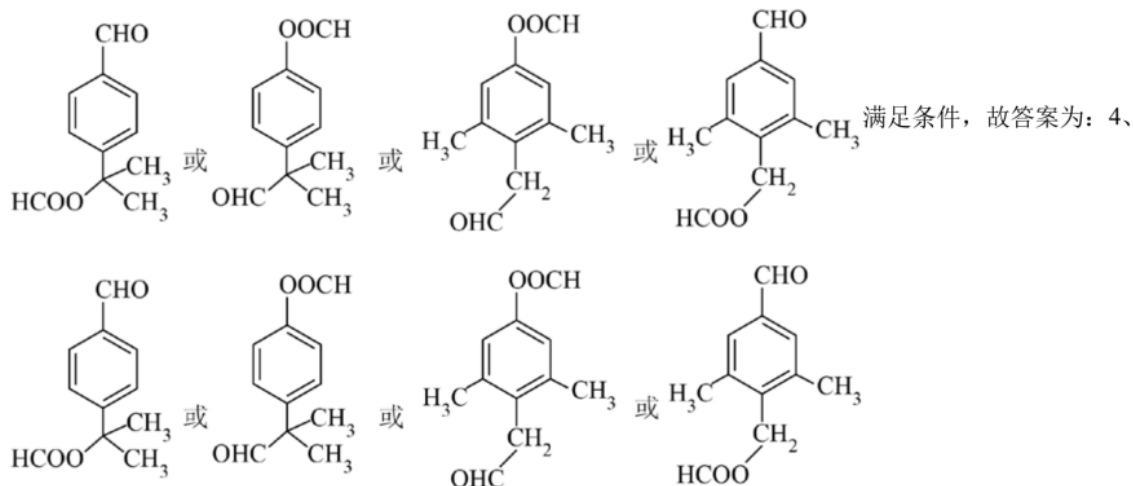


【小问 3 详解】



【小问 4 详解】

能发生银镜反应和水解反应，1mol 该有机物发生银镜反应可生成 4molAg 结合不饱和度知该同分异构体中有一个—CHO，一个 HCOO—，核磁共振氢谱峰面积之比为 1: 1: 2: 2: 6，则有

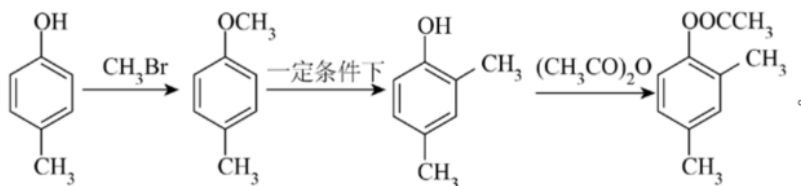


；

【小问 5 详解】

根据 A→B 的反应机理，对甲基苯酚和一溴甲烷反应生成 ，再利用原理 i 得到 与

乙酸酐发生取代反应即可得到目标产物 ，故答案为：



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](http://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