

北京市 2022 年普通高中学业水平等级性考试

化学

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。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：H1 C12 N14 O16 Mg24 S32 Ca40 Fe56 I127

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 2022 年 3 月神舟十三号航天员在中国空间站进行了“天宫课堂”授课活动。其中太空“冰雪实验”演示了过饱和醋酸钠溶液的结晶现象。下列说法不正确的是

- A. 醋酸钠是强电解质
- B. 醋酸钠晶体与冰都是离子晶体
- C. 常温下，醋酸钠溶液的 $\text{pH} > 7$
- D. 该溶液中加入少量醋酸钠固体可以促进醋酸钠晶体析出

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是

A. 乙炔的结构简式： $\text{HC} \equiv \text{CH}$

B. 顺-2-丁烯的分子结构模型：



C. 基态 Si 原子的价层电子的轨道表示式：

↑↓	↑↓		
3s	3p		

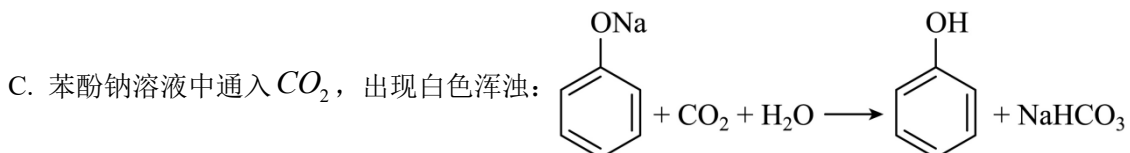
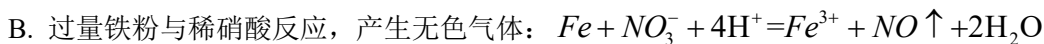
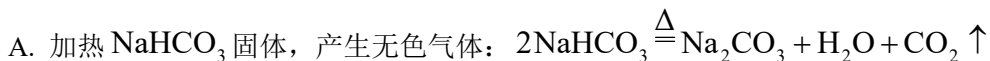
D. Na_2O_2 的电子式： $\text{Na}^+ [:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-} \text{Na}^+$

3. ^{38}Sr (锶)的 ^{87}Sr 、 ^{86}Sr 稳定同位素在同一地域土壤中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值不变。土壤生物中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值与土壤中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值有效相关。测定土壤生物中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值可进行产地溯源。下列说法不正确的是

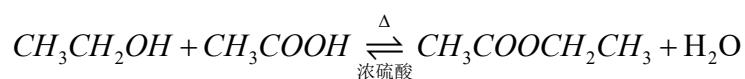
- A. Sr 位于元素周期表中第六周期、第IIA族
- B. 可用质谱法区分 ^{87}Sr 和 ^{86}Sr
- C. ^{87}Sr 和 ^{86}Sr 含有的中子数分别为 49 和 48

D. 同一地域产出的同种土壤生物中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值相同

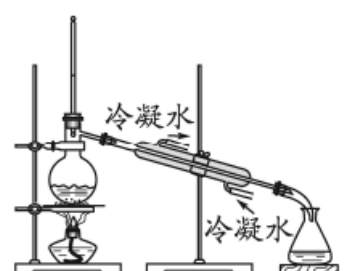


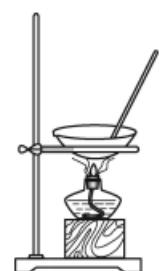
4. 下列方程式与所给事实不相符的是



D. 乙醇、乙酸和浓硫酸混合加热，产生有香味的油状液体：



5. 下列实验中，不能达到实验目的的是

由海水制取蒸馏水	萃取碘水中的碘	分离粗盐中的不溶物	由 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制取无水 FeCl_3 固体
			
A	B	C	D

A. A

B. B

C. C

D. D

6. 下列物质混合后，因发生氧化还原反应使溶液 pH 减小的是

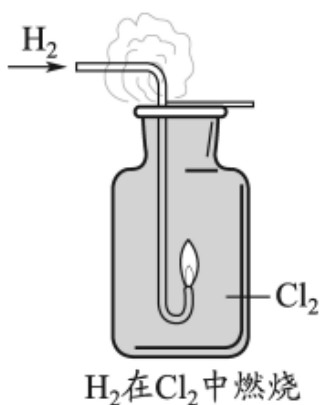
A. 向 NaHSO_4 溶液中加入少量 BaCl_2 溶液，生成白色沉淀

B. 向 NaOH 和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的悬浊液中通入空气，生成红褐色沉淀

C. 向 NaHCO_3 溶液中加入少量 CuSO_4 溶液，生成蓝绿色沉淀 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$

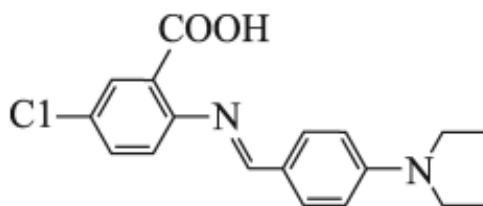
D. 向 H_2S 溶液中通入氯气，生成黄色沉淀

7. 已知： $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 。下列说法不正确的是



- A. H_2 分子的共价键是 $s-s\sigma$ 键， Cl_2 分子的共价键是 $s-p\sigma$ 键
- B. 燃烧生成的 HCl 气体与空气中的水蒸气结合呈雾状
- C. 停止反应后，用蘸有浓氨水的玻璃棒靠近集气瓶口产生白烟
- D. 可通过原电池将 H_2 与 Cl_2 反应的化学能转化为电能

8. 我国科学家提出的聚集诱导发光机制已成为研究热点之一、一种具有聚集诱导发光性能的物质，其分子结构如图所示。下列说法不正确的是



- A. 分子中 N 原子有 sp^2 、 sp^3 两种杂化方式
- B. 分子中含有手性碳原子
- C. 该物质既有酸性又有碱性
- D. 该物质可发生取代反应、加成反应

9. 由键能数据大小，不能解释下列事实的是

化学键	C-H	Si-H	C=O	C-O	Si-O	C-C	Si-Si
键能/ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	411	318	799	358	452	346	222

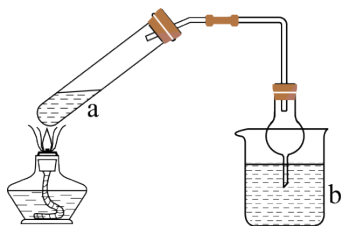
A. 稳定性： $\text{CH}_4 > \text{SiH}_4$

B. 键长： $\text{C}=\text{O} < \text{C}-\text{O}$

C. 熔点: $\text{CO}_2 < \text{SiO}_2$

D. 硬度: 金刚石 > 晶体硅

10. 利用如图所示装置(夹持装置略)进行实验, b 中现象不能证明 a 中产物生成的是



	a 中反应	b 中检测试剂及现象
A	浓 HNO_3 分解生成 NO_2	淀粉-KI 溶液变蓝
B	Cu 与浓 H_2SO_4 生成 SO_2	品红溶液褪色
C	浓 NaOH 与 NH_4Cl 溶液生成 NH_3	酚酞溶液变红
D	$\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$ 与 NaOH 乙醇溶液生成丙烯	溴水褪色

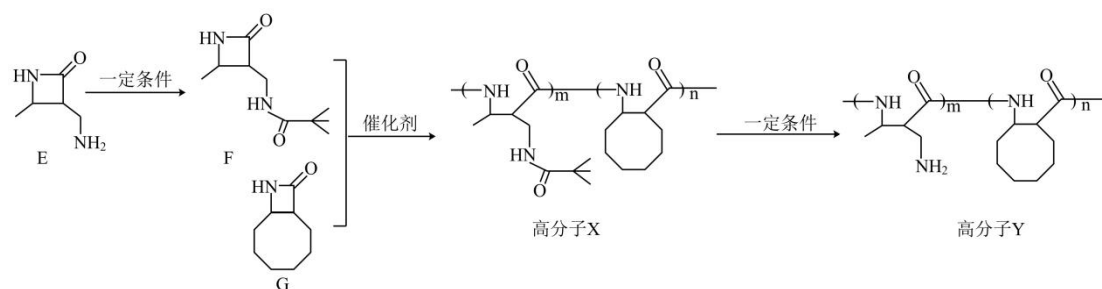
A. A

B. B

C. C

D. D

11. 高分子 Y 是一种人工合成的多肽, 其合成路线如下。



下列说法不正确的是

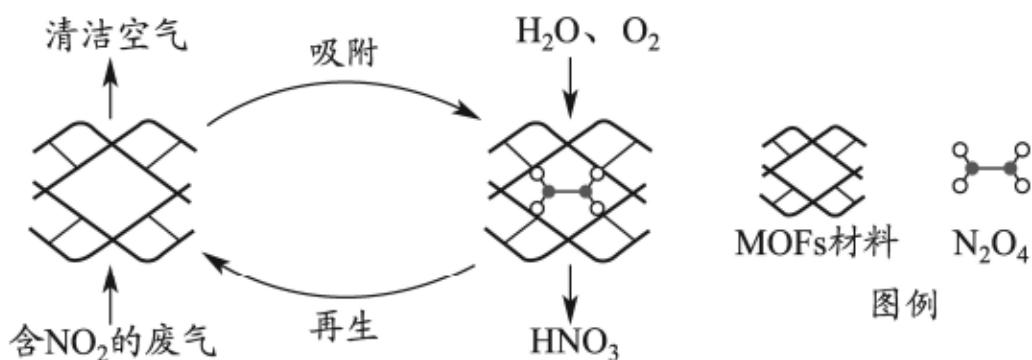
A. F 中含有 2 个酰胺基

B. 高分子 Y 水解可得到 E 和 G

C. 高分子 X 中存在氢键

D. 高分子 Y 的合成过程中进行了官能团保护

12. 某 MOFs 多孔材料孔径大小和形状恰好将 N_2O_4 “固定”, 能高选择性吸附 NO_2 。废气中的 NO_2 被吸附后, 经处理能全部转化为 HNO_3 。原理示意图如下。



已知： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \Delta H < 0$

下列说法不正确的是

- A. 温度升高时不利于 NO_2 吸附
- B. 多孔材料“固定” N_2O_4 ，促进 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 平衡正向移动
- C. 转化为 HNO_3 的反应是 $2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$
- D. 每获得 0.4mol HNO_3 时，转移电子的数目为 6.02×10^{22}

13. 利用下图装置进行铁上电镀铜的实验探究。

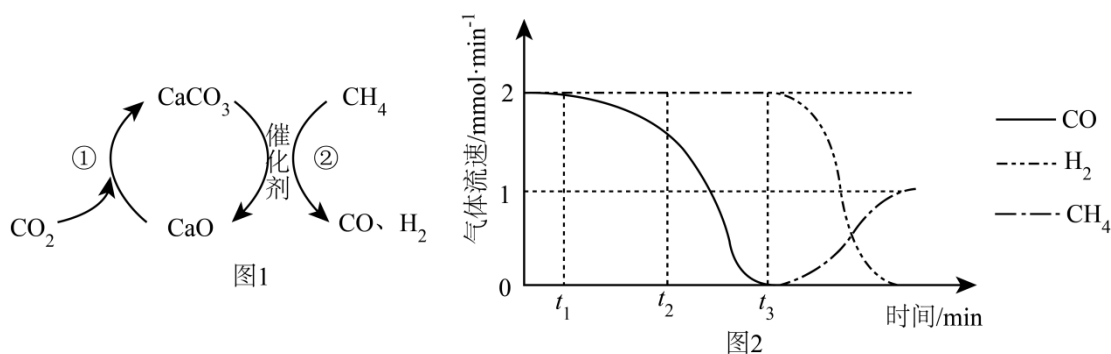
装置示意图	序号	电解质溶液	实验现象
	①	$0.1\text{mol/L CuSO}_4 + \text{少量 H}_2\text{SO}_4$	阴极表面有无色气体，一段时间后阴极表面有红色固体，气体减少。经检验电解液中有 Fe^{2+}
	②	$0.1\text{mol/L CuSO}_4 + \text{过量氨水}$	阴极表面未观察到气体，一段时间后阴极表面有致密红色固体。经检验电解液中无 Fe 元素

下列说法不正确的是

- A. ①中气体减少，推测是由于溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减少，且 Cu 覆盖铁电极，阻碍 H^+ 与铁接触
- B. ①中检测到 Fe^{2+} ，推测可能发生反应： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
- C. 随阴极析出 Cu，推测②中溶液 $c(\text{Cu}^{2+})$ 减少， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡逆移

D. ②中 Cu^{2+} 生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 使得 $c(\text{Cu}^{2+})$ 比①中溶液的小, Cu 缓慢析出, 镀层更致密

14. CO_2 捕获和转化可减少 CO_2 排放并实现资源利用, 原理如图 1 所示。反应①完成之后, 以 N_2 为载气, 以恒定组成的 N_2 、 CH_4 混合气, 以恒定流速通入反应器, 单位时间流出气体各组分的物质的量随反应时间变化如图 2 所示。反应过程中始终未检测到 CO_2 , 在催化剂上有积碳。



下列说法不正确的是

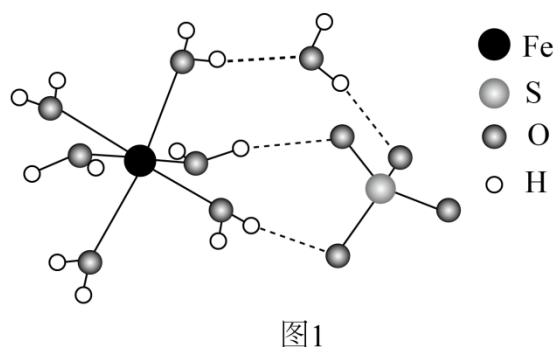
- A. 反应①为 $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$; 反应②为 $\text{CaCO}_3 + \text{CH}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CaO} + 2\text{CO} + 2\text{H}_2$
- B. $t_1 \sim t_3$, $n(\text{H}_2)$ 比 $n(\text{CO})$ 多, 且生成 H_2 速率不变, 可能有副反应 $\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{C} + 2\text{H}_2$
- C. t_2 时刻, 副反应生成 H_2 的速率大于反应②生成 H_2 速率
- D. t_3 之后, 生成 CO 的速率为 0, 是因为反应②不再发生

第二部分

本部分共 5 题, 共 58 分。

15. 工业中可利用生产钛白的副产物 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和硫铁矿 (FeS_2) 联合制备铁精粉 (Fe_xO_y) 和硫酸, 实现能源及资源的有效利用。

(1) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 结构示意图如图 1。



① Fe^{2+} 的价层电子排布式为_____。

② H_2O 中 O 和 SO_4^{2-} 中 S 均为 sp^3 杂化, 比较 H_2O 中 H-O-H 键角和 SO_4^{2-} 中 O-S-O 键角的大小并解释原因_____。

③ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 中 H_2O 与 Fe^{2+} 、 H_2O 与 SO_4^{2-} 的作用力类型分别是_____。

(2) FeS_2 晶体的晶胞形状为立方体, 边长为 $a\text{nm}$, 结构如图 2。

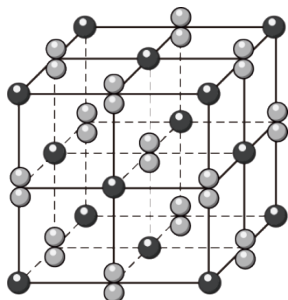


图2

① 距离 Fe^{2+} 最近的阴离子有_____个。

② FeS_2 的摩尔质量为 $120\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 阿伏加德罗常数为 N_A 。

该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。 ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)

(3) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 加热脱水后生成 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 再与 FeS_2 在氧气中煅烧可联合制备铁精粉和硫酸。

$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解和 FeS_2 在氧气中燃烧的能量示意图如图 3。利用 FeS_2 作为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解的燃料,

从能源及资源利用的角度说明该工艺的的优点_____。

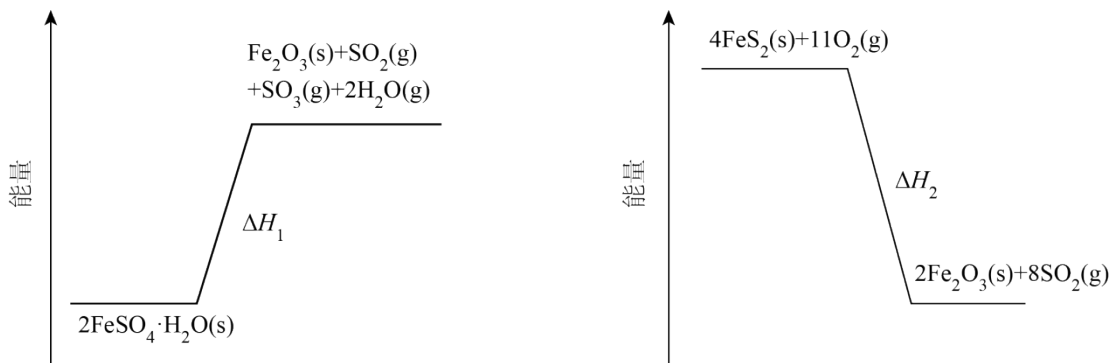
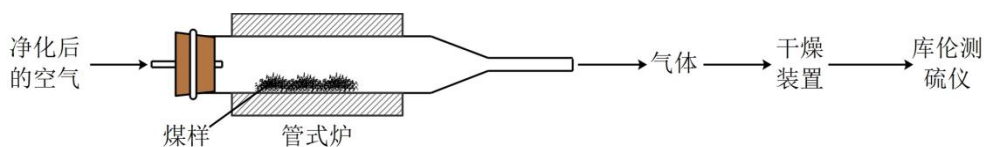


图3

16. 煤中硫的存在形态分为有机硫和无机硫(CaSO_4 、硫化物及微量单质硫等)。库仑滴定法是常用的快捷检测煤中全硫含量的方法。其主要过程如下图所示。



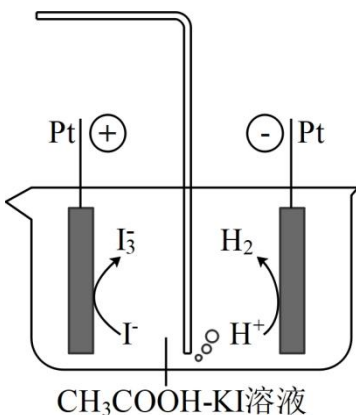
已知：在催化剂作用下，煤在管式炉中燃烧，出口气体主要含 O_2 、 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 SO_2 。

- (1) 煤样需研磨成细小粉末，其目的是_____。
- (2) 高温下，煤中 $CaSO_4$ 完全转化为 SO_2 ，该反应的化学方程式为_____。
- (3) 通过干燥装置后，待测气体进入库仑测硫仪进行测定。

已知：库仑测硫仪中电解原理示意图如下。检测前，电解质溶液中 $\frac{c(I_3^-)}{c(I^-)}$ 保持定值时，电解池不工作。待

测气体进入电解池后， SO_2 溶解并将 I_3^- 还原，测硫仪便立即自动进行电解到 $\frac{c(I_3^-)}{c(I^-)}$ 又回到原定值，测定结

束，通过测定电解消耗的电量可以求得煤中含硫量。

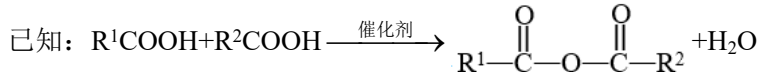
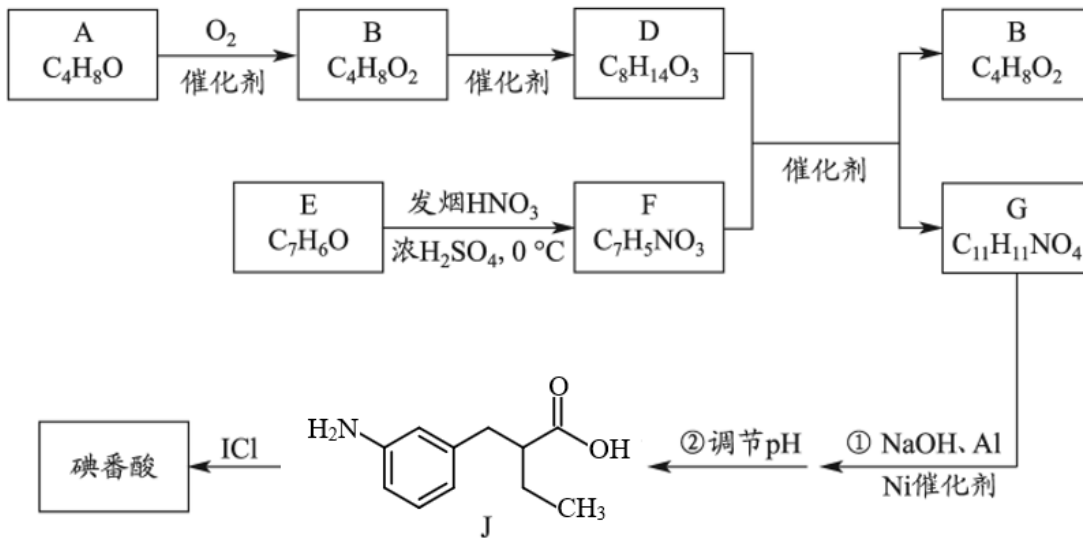


- ① SO_2 在电解池中发生反应的离子方程式为_____。
- ② 测硫仪工作时电解池的阳极反应式为_____。
- (4) 煤样为 ag ，电解消耗的电量为 x 库仑，煤样中硫的质量分数为_____。

已知：电解中转移 $1mol$ 电子所消耗的电量为 96500 库仑。

- (5) 条件控制和误差分析。
 - ① 测定过程中，需控制电解质溶液 pH ，当 $pH < 1$ 时，非电解生成的 I_3^- 使得测得的全硫含量偏小，生成 I_3^- 的离子方程式为_____。
 - ② 测定过程中，管式炉内壁上有 SO_3 残留，测得全硫量结果为_____。(填“偏大”或“偏小”)

17. 碘番酸是一种口服造影剂，用于胆部 X—射线检查。其合成路线如下：



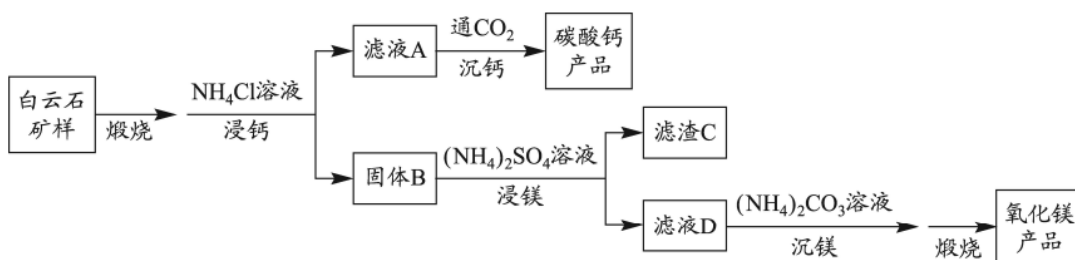
- (1) A 可发生银镜反应，A 分子含有的官能团是_____。
- (2) B 无支链，B 的名称是_____。B 的一种同分异构体，其核磁共振氢谱只有一组峰，结构简式是_____。
- (3) E 为芳香族化合物，E→F 的化学方程式是_____。
- (4) G 中含有乙基，G 的结构简式是_____。
- (5) 碘番酸分子中的碘位于苯环上不相邻的碳原子上。碘番酸的相对分子质量为 571，J 的相对分子质量为 193，碘番酸的结构简式是_____。
- (6) 口服造影剂中碘番酸含量可用滴定分析法测定，步骤如下。

步骤一：称取 $a\text{mg}$ 口服造影剂，加入 Zn 粉、NaOH 溶液，加热回流，将碘番酸中的碘完全转化为 I⁻，冷却、洗涤、过滤，收集滤液。

步骤二：调节滤液 pH，用 $b\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 标准溶液滴定至终点，消耗 AgNO_3 溶液的体积为 cmL 。

已知口服造影剂中不含其它含碘物质。计算口服造影剂中碘番酸的质量分数_____。

18. 白云石的主要化学成分为 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，还含有质量分数约为 2.1% 的 Fe_2O_3 和 1.0% 的 SiO_2 。利用白云石制备高纯度的碳酸钙和氧化镁，流程示意图如下。



已知：

物质	Ca(OH) ₂	Mg(OH) ₂	CaCO ₃	MgCO ₃
K _{sp}	5.5×10 ⁻⁶	5.6×10 ⁻¹²	3.4×10 ⁻⁹	6.8×10 ⁻⁶

(1) 白云石矿样煅烧完全分解的化学方程式为_____。

(2) NH₄Cl用量对碳酸钙产品的影响如下表所示。

NH ₄ Cl/n(CaO)	氧化物(MO)浸出率/%		产品中CaCO ₃ 纯度/%		产品中Mg杂质含量/% (以MgCO ₃ 计)
	CaO	MgO	计算值	实测值	
2.1 : 1	98.4	1.1	99.1	99.7	—
2.2 : 1	98.8	1.5	98.7	99.5	0.06
2.4 : 1	99.1	6.0	95.2	97.6	2.20

备注： i、MO浸出率=(浸出的MO质量/煅烧得到的MO质量)×100%(M代表Ca或Mg)

ii、CaCO₃纯度计算值为滤液A中钙、镁全部以碳酸盐形式沉淀时计算出的产品中CaCO₃纯度。

①解释“浸钙”过程中主要浸出CaO的原因是_____。

②沉钙反应的离子方程式为_____。

③“浸钙”过程不适宜选用n(NH₄Cl):n(CaO)的比例为_____。

④产品中CaCO₃纯度的实测值高于计算值的原因是_____。

(3) “浸镁”过程中，取固体B与一定浓度的(NH₄)₂SO₄溶液混合，充分反应后MgO的浸出率低于60%。加热蒸馏，MgO的浸出率随馏出液体积增大而增大，最终可达98.9%。从化学平衡的角度解释浸出率增大的原因是_____。

(4) 滤渣C中含有的物质是_____。

(5) 该流程中可循环利用的物质是_____。

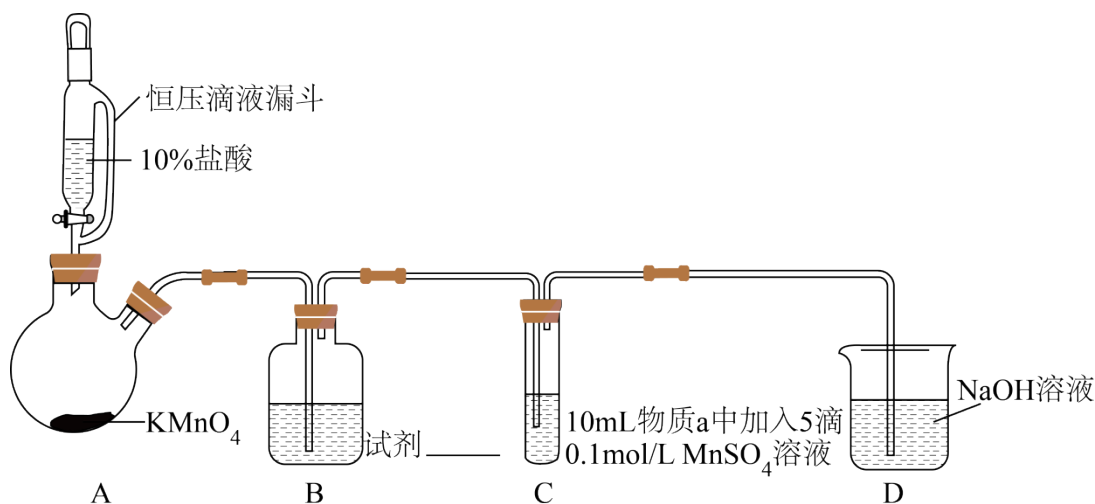
19. 某小组同学探究不同条件下氯气与二价锰化合物的反应

资料： i. Mn²⁺在一定条件下被Cl₂或ClO⁻氧化成MnO₂(棕黑色)、MnO₄²⁻(绿色)、MnO₄⁻(紫色)。

ii. 浓碱条件下，MnO₄⁻可被OH⁻还原为MnO₄²⁻。

iii. Cl_2 的氧化性与溶液的酸碱性无关, NaClO 的氧化性随碱性增强而减弱。

实验装置如图(夹持装置略)



序号	物质 a	C 中实验现象	
		通入 Cl_2 前	通入 Cl_2 后
I	水	得到无色溶液	产生棕黑色沉淀, 且放置后不发生变化
II	5%NaOH 溶液	产生白色沉淀, 在空气中缓慢变成棕黑色沉淀	棕黑色沉淀增多, 放置后溶液变为紫色, 仍有沉淀
III	40%NaOH 溶液	产生白色沉淀, 在空气中缓慢变成棕黑色沉淀	棕黑色沉淀增多, 放置后溶液变为紫色, 仍有沉淀

(1) B 中试剂是_____。

(2) 通入 Cl_2 前, II、III 中沉淀由白色变为黑色的化学方程式为_____。

(3) 对比实验 I、II 通入 Cl_2 后的实验现象, 对于二价锰化合物还原性的认识是_____。

(4) 根据资料 ii, III 中应得到绿色溶液, 实验中得到紫色溶液, 分析现象与资料不符的原因:

原因一: 可能是通入 Cl_2 导致溶液的碱性减弱。

原因二: 可能是氧化剂过量, 氧化剂将 MnO_4^{2-} 氧化为 MnO_4^- 。

①化学方程式表示可能导致溶液碱性减弱的原因_____, 但通过实验测定溶液的碱性变化很小。

②取 III 中放置后的 1 mL 悬浊液, 加入 4 mL 40%NaOH 溶液, 溶液紫色迅速变为绿色, 且绿色缓慢加深。

溶液紫色变为绿色的离子方程式为_____, 溶液绿色缓慢加深, 原因是 MnO_2 被_____ (填“化学式”)氧化, 可证明 III 的悬浊液中氧化剂过量;

③取 II 中放置后的 1 mL 悬浊液，加入 4 mL 水，溶液紫色缓慢加深，发生的反应是_____。

④从反应速率的角度，分析实验 III 未得到绿色溶液的可能原因_____

