

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：H 1 C 12 N 14 O 16 Mg 24 S 32 Ca 40 Fe 56 I 127

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（ ）

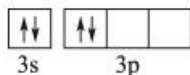
- A. 醋酸钠是强电解质
B. 醋酸钠晶体与冰都是离子晶体
C. 常温下，醋酸钠溶液的 $\text{pH} > 7$
D. 该溶液中加入少量醋酸钠固体可以促进醋酸钠晶体析出

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：

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

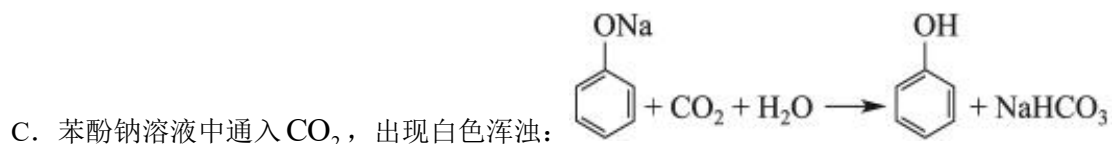
3. ${}_{38}\text{Sr}$ (锶) 的 ${}^{87}\text{Sr}$ 、 ${}^{86}\text{Sr}$ 稳定同位素在同一地域土壤中 ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 值不变。土壤生物中 ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 值与土壤中 ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 值有效相关。测定土壤生物中 ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 值可进行产地溯源。下列说法不正确的是（ ）

- A. Sr 位于元素周期表中第六周期、第 II A 族
B. 可用质谱法区分 ${}^{87}\text{Sr}$ 和 ${}^{86}\text{Sr}$
C. ${}^{87}\text{Sr}$ 和 ${}^{86}\text{Sr}$ 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

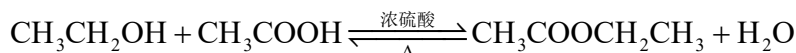
4. 下列方程式与所给事实不相符的是（ ）

- A. 加热 NaHCO_3 固体，产生无色气体： $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

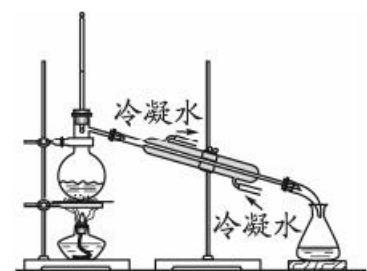
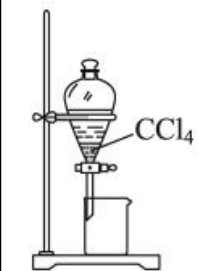
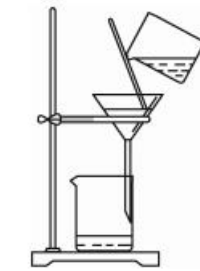
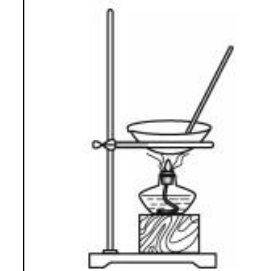
- B. 过量铁粉与稀硝酸反应，产生无色气体： $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$



D. 乙醇、乙酸和浓硫酸混合加热，产生有香味的油状液体：



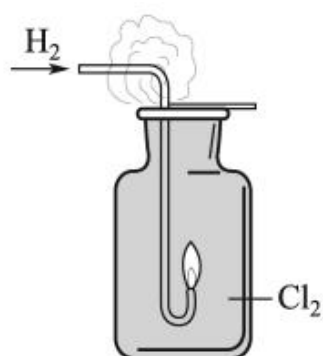
5. 下列实验中，不能达到实验目的的是 ()

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

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

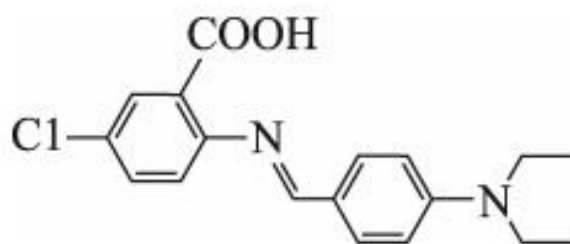
7. 已知： $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 。下列说法不正确的是 ()



H_2 在 Cl_2 中燃烧

- 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

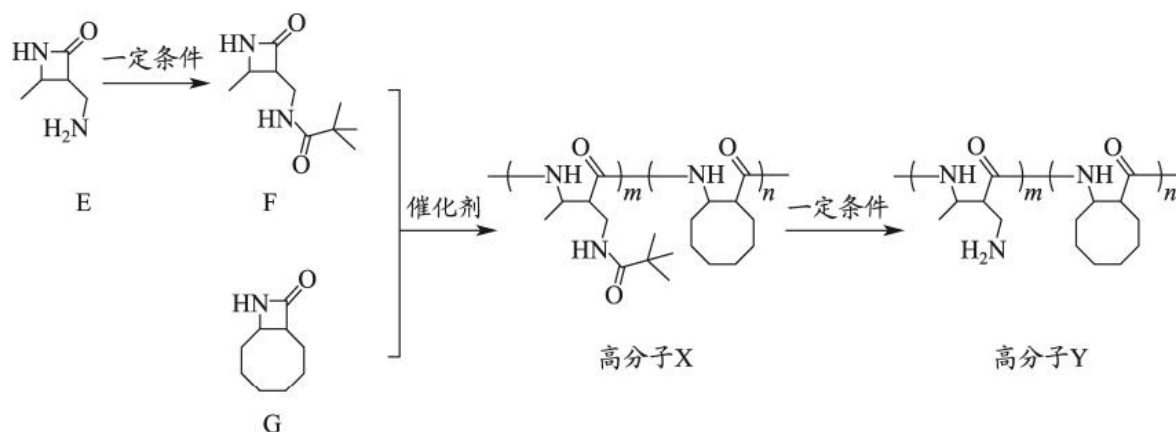
- A. 稳定性： $\text{CH}_4 > \text{SiH}_4$ B. 键长： $\text{C}=\text{O} < \text{C}-\text{O}$
 C. 熔点： $\text{CO}_2 < \text{SiO}_2$ D. 硬度：金刚石 $>$ 晶体硅

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

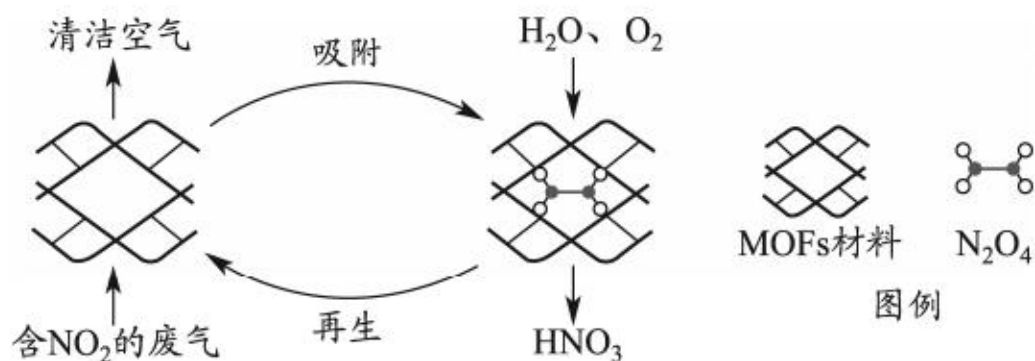
11. 高分子 Y 是一种人工合成的多肽，其合成路线如下：



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： $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \quad \Delta H < 0$

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 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 平衡正向移动
- C. 转化为 HNO_3 的反应是 $2N_2O_4 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$
- D. 每获得 $0.4\text{mol } HNO_3$ 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	序号	电解质溶液	实验现象
	①	$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 少量 H_2SO_4 溶液	阴极表面产生无色气体，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	$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 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

下列分析不正确的是 ()

- A. ①中气体减少，推测是由于溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小，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： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 、
 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
- C. 随阴极析出铜，推测②中溶液 $c(\text{Cu}^{2+})$ 减小， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡逆向移动
- 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, 将恒定组成的 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 , 在催化剂上检测到有积炭。下列说法不正确的是 ()

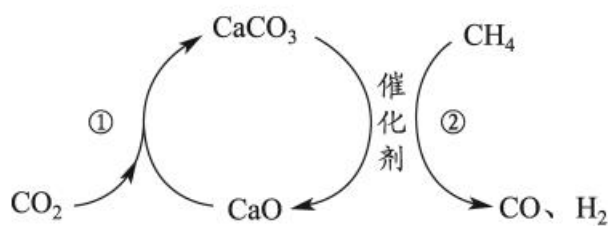


图1

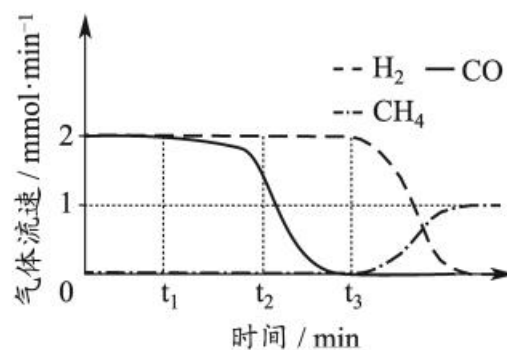
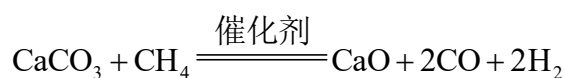
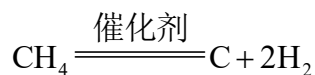


图2

A. 反应①为 $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$; 反应②为



B. $t_1 - t_3$, $n(\text{H}_2)$ 比 $n(\text{CO})$ 多, 且生成 H_2 的速率不变, 推测有副反应



C. t_2 时刻, 副反应生成 H_2 的速率大于反应②生成 H_2 的速率

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. (9 分)

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。

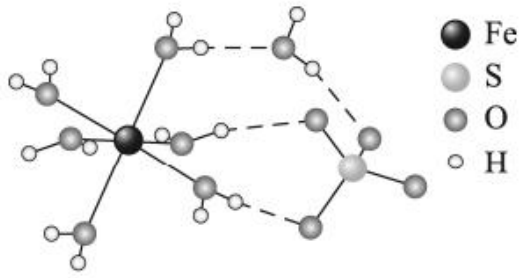


图1

- 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 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ 键角和 SO_4^{2-} 中 $\text{O}-\text{S}-\text{O}$ 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。

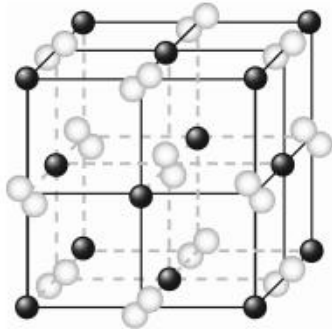


图2

- 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优点_____。

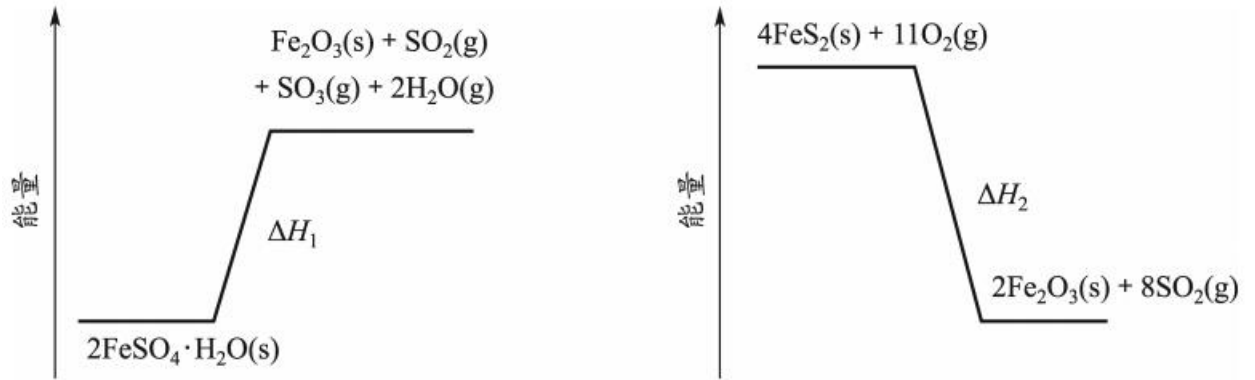
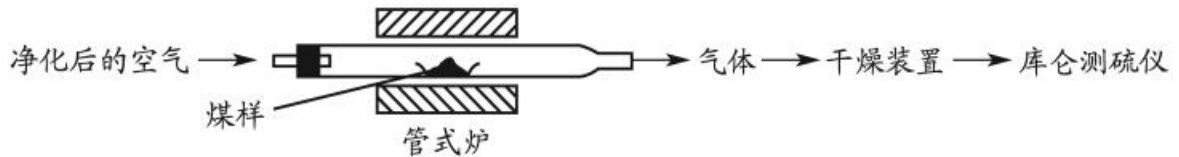


图3

16. (11分)

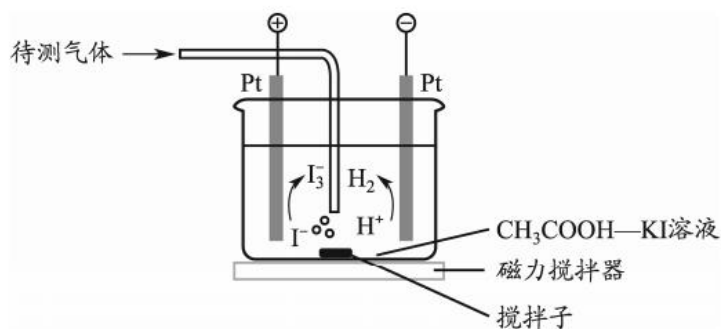
煤中硫的存在形态分为有机硫和无机硫（ CaSO_4 、硫化物及微量单质硫等）。库仑滴定法是常用的快速检测煤中全硫含量的方法，其主要过程如下图所示。



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

- (1) 煤样需研磨成细小粉末，目的是_____。
- (2) 高温下，煤中的 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 $c(\text{I}_3^-)/c(\text{I}^-)$ 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 $c(\text{I}_3^-)/c(\text{I}^-)$ 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。

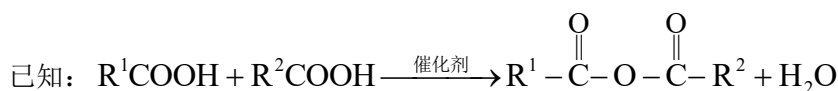
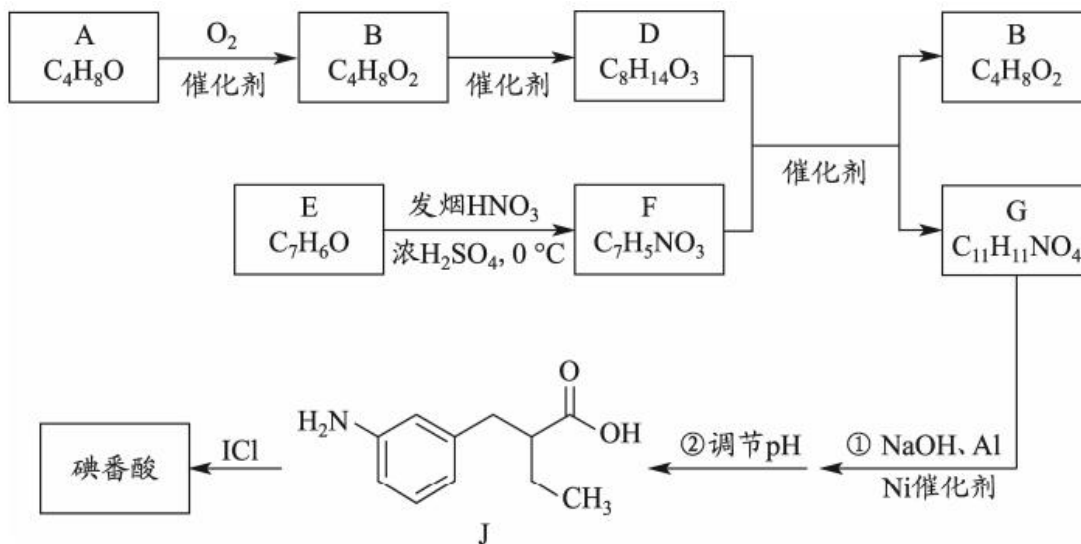
① 测定过程中，需要控制电解质溶液的 pH 。当 $\text{pH} < 1$ 时，非电解生成的 I_3^- 使测得的全硫

含量偏小，生成 I_3^- 的离子方程式为_____。

②管式炉中煤样燃烧时会有少量 SO_3 产生，使测得的全硫含量_____（填“偏大”或“偏小”），该测量结果可进行校正。

17. (10分)

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 \rightarrow 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。

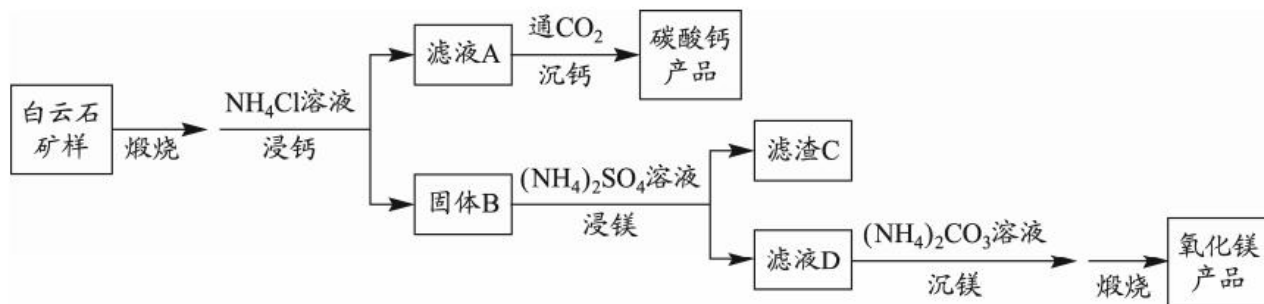
步骤一：称取 a mg 口服造影剂，加入 Zn 粉、NaOH 溶液，加热回流，将碘番酸中的碘完全转化为 I^- ，冷却、洗涤、过滤，收集滤液。

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

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. (14分)

白云石的主要化学成分为 $CaMg(CO_3)_2$ ，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. (14分)

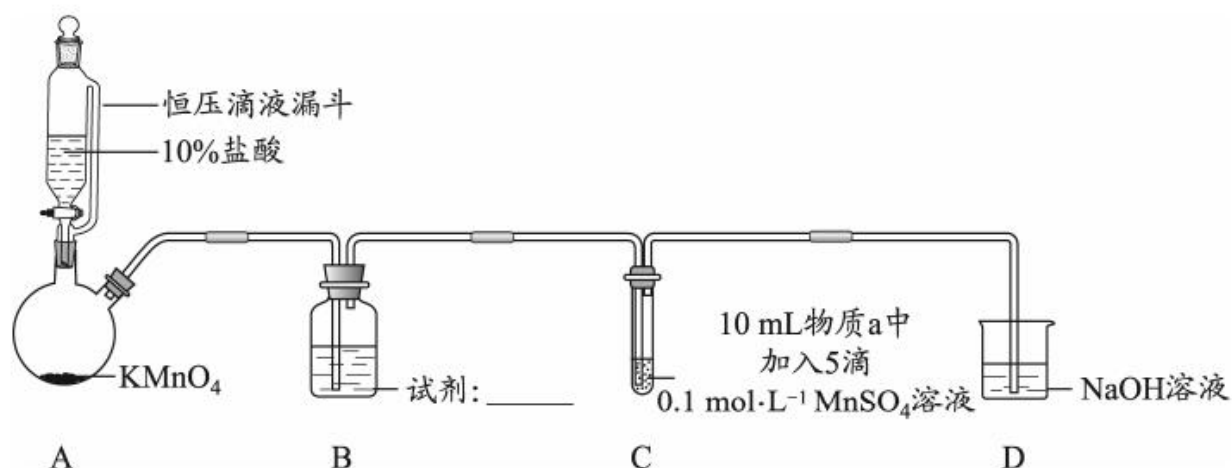
某小组同学探究不同条件下氯气与二价锰化合物的反应。

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

ii. 浓碱性条件下, MnO₄⁻可被OH⁻还原为MnO₄²⁻。

iii. Cl₂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 中沉淀由白色变为棕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用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。溶液紫色迅速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 III 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_____。

北京市 2022 年普通高中学业水平等级性考试 化学参考答案

第一部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。

1. B 2. C 3. A 4. B 5. D 6. D 7. A 8. B 9. C 10. A 11. B 12. D 13. C
14. C

第二部分共 5 题，共 58 分。

15. (9 分)

(1) ① $3d^6$

② 孤电子对有较大斥力，使 H-O-H 键角小于 O-S-O 键角

③ 配位键、氢键

(2) ① 6 ② $\frac{480}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3}$

(3) FeS_2 燃烧放热为 $FeSO_4 \cdot H_2O$ 分解提供能量；反应产物是铁精粉和制硫酸的原料

16. (11 分)

(1) 增大固体与空气的接触面积，加快反应速率，使煤粉完全燃烧

(2) $2CaSO_4 + C \xrightarrow{\text{高温}} 2CaO + 2SO_2 \uparrow + CO_2 \uparrow$

(3) ① $SO_2 + I_3^- + 2H_2O = SO_4^{2-} + 3I^- + 4H^+$

② $3I^- - 2e^- = I_3^-$


(4) $\frac{16x}{96500a}$

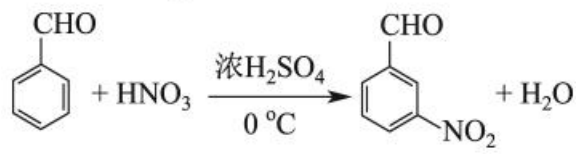
(5) ① $6I^- + O_2 + 4H^+ = 2I_3^- + 2H_2O$

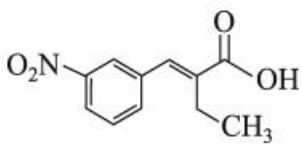
② 偏小

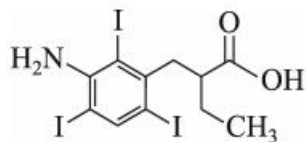
17. (10 分)

(1) 醛基

(2) 正丁酸，

(3) 

(4) 



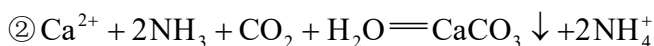
(5)

(6) $\frac{571bc}{3a}$

18. (14分)

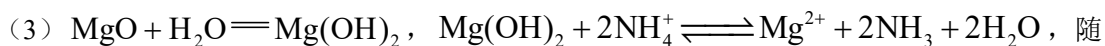


(2) ① $K_{\text{sp}}[\text{Ca}(\text{OH})_2] \gg K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$, 在一定量 NH_4Cl 溶液中, CaO 先浸出

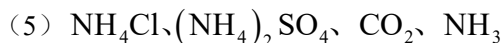


③ 2.4 : 1

④ $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) < K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)$, CaCO_3 优先析出, 沉钙过程中耗 NH_3 且少量 NH_3 挥发, 减少 MgCO_3 析出

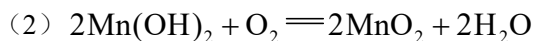


大量氨逸出, 平衡正向移动

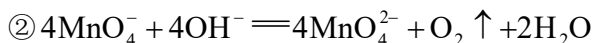
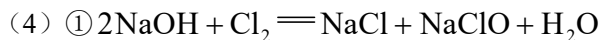


19. (14分)

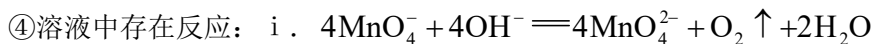
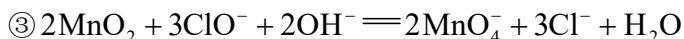
(1) 饱和 NaCl 溶液

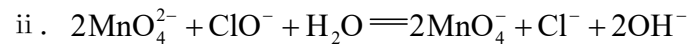


(3) 二价锰化合物在中性或弱酸性条件下只能被氧化到 MnO_2 , 在碱性条件下可以被氧化到更高价态



NaClO





在浓碱性条件下， $c(\text{OH}^-)$ 和 $c(\text{ClO}^-)$ 均很大时，反应 ii 速率快于反应 i