

2023 年普通高中学业水平等级性考试

(北京卷)

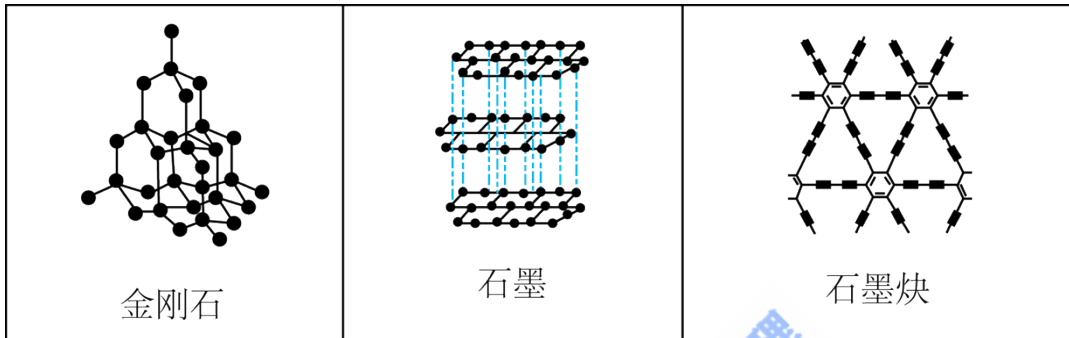
化学

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16 Mg-24 S-32

第一部分

本部分共 14 小题，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. 中国科学家首次成功制得大面积单晶石墨炔，是碳材料科学的一大进步。

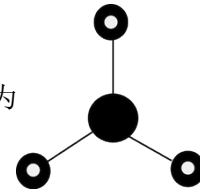


下列关于金刚石、石墨、石墨炔的说法正确的是

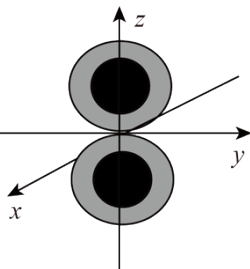
- A. 三种物质中均有碳碳原子间的 σ 键
 - B. 三种物质中的碳原子都是 sp^3 杂化
 - C. 三种物质的晶体类型相同
 - D. 三种物质均能导电
2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. NaCl 的电子式为 $\text{Na} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}} :$

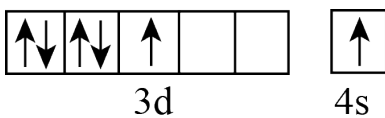
B. NH_3 的 VSEPR 模型为



C. $2p_z$ 电子云图为



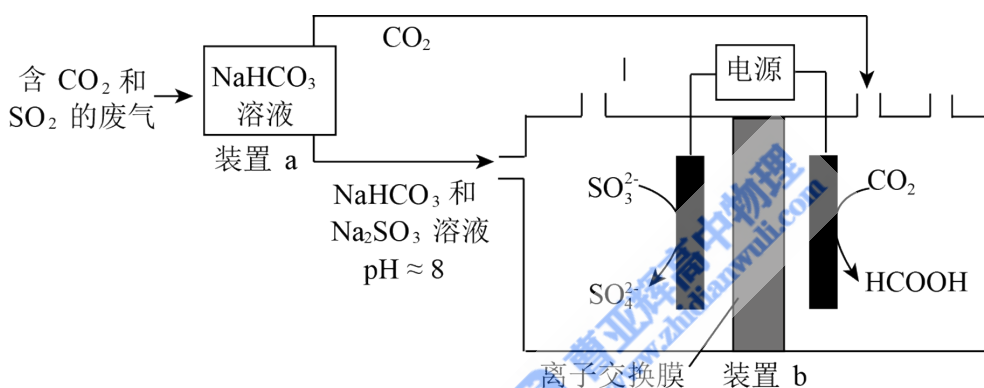
D. 基态 ${}_{24}\text{Cr}$ 原子的价层电子轨道表示式为



3. 下列过程与水解反应无关的是

- A. 热的纯碱溶液去除油脂

- B. 重油在高温、高压和催化剂作用下转化为小分子烃
- C. 蛋白质在酶的作用下转化为氨基酸
- D. 向沸水中滴入饱和 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
4. 下列事实能用平衡移动原理解释的是
- A. H_2O_2 溶液中加入少量 MnO_2 固体, 促进 H_2O_2 分解
- B. 密闭烧瓶内的 NO_2 和 N_2O_4 的混合气体, 受热后颜色加深
- C. 铁钉放入浓 HNO_3 中, 待不再变化后, 加热能产生大量红棕色气体
- D. 锌片与稀 H_2SO_4 反应过程中, 加入少量 CuSO_4 固体, 促进 H_2 的产生
5. 回收利用工业废气中的 CO_2 和 SO_2 , 实验原理示意图如下。



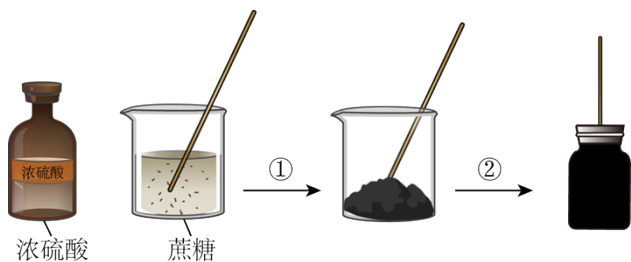
下列说法不正确的是

- A. 废气中 SO_2 排放到大气中会形成酸雨
- B. 装置 a 中溶液显碱性的原因是 HCO_3^- 的水解程度大于 HCO_3^- 的电离程度
- C. 装置 a 中溶液的作用是吸收废气中的 CO_2 和 SO_2
- D. 装置 b 中的总反应为 $\text{SO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{HCOOH} + \text{SO}_4^{2-}$

6. 下列离子方程式与所给事实不相符的是

- A. Cl_2 制备 84 消毒液(主要成分是 NaClO): $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- B. 食醋去除水垢中的 CaCO_3 : $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- C. 利用覆铜板制作印刷电路板: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
- D. Na_2S 去除废水中的 Hg^{2+} : $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS} \downarrow$

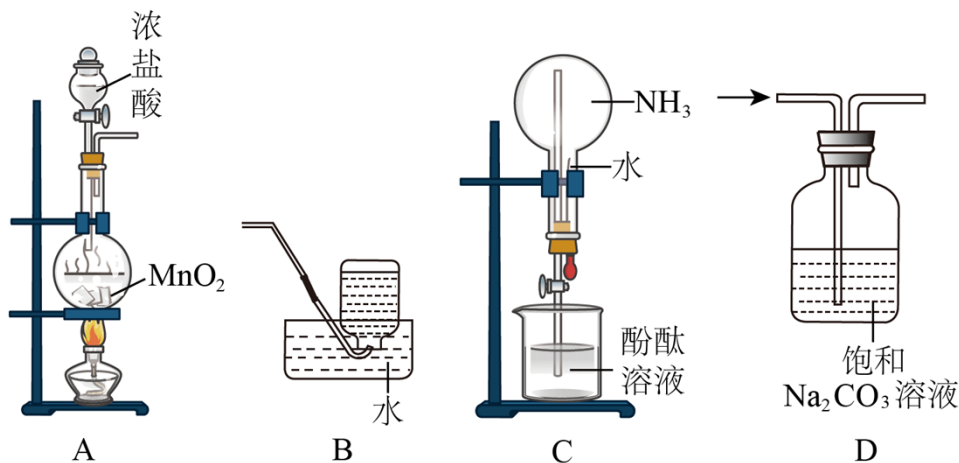
7. 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。



下列关于该过程的分析不正确的是

- A. 过程①白色固体变黑，主要体现了浓硫酸的脱水性
- B. 过程②固体体积膨胀，与产生的大量气体有关
- C. 过程中产生能使品红溶液褪色的气体，体现了浓硫酸的酸性
- D. 过程中蔗糖分子发生了化学键的断裂

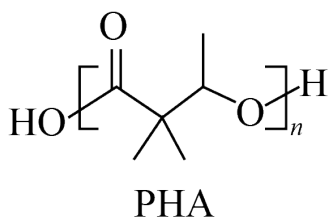
8. 完成下述实验，装置或试剂不正确的是



- 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

9. 一种聚合物 PHA 的结构简式如下，下列说法不正确的是



A. PHA 的重复单元中有两种官能团

B. PHA 可通过单体 缩聚合成

C. PHA 在碱性条件下可发生降解

D. PHA 中存在手性碳原子

10. 下列事实不能通过比较氟元素和氯元素的电负性进行解释的是

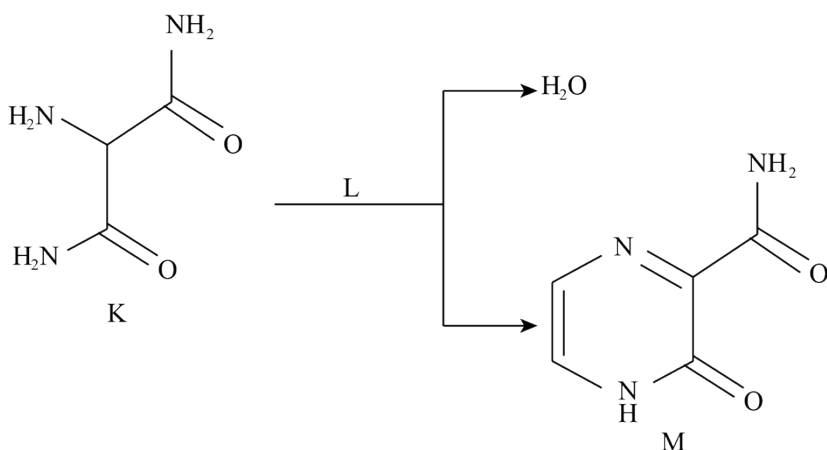
A. F-F 键的键能小于 Cl-Cl 键的键能

B. 三氟乙酸的 K_a 大于三氯乙酸的 K_a

C. 氟化氢分子的极性大于氯化氢分子的极性

D. 气态氟化氢中存在 $(HF)_2$ ，而气态氯化氢中是 HCl 分子

11. 化合物 K 与 L 反应可合成药物中间体 M，转化关系如下。



已知 L 能发生银镜反应，下列说法正确的是

A. K 的核磁共振氢谱有两组峰

B. L 是乙醛

C. M 完全水解可得到 K 和 L

D. 反应物 K 与 L 的化学计量比是 1:1

12. 离子化合物 Na_2O_2 和 CaH_2 与水的反应分别为 ① $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ ； ②

$CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2 \uparrow$ 。下列说法正确的是

A. Na_2O_2 、 CaH_2 中均有非极性共价键

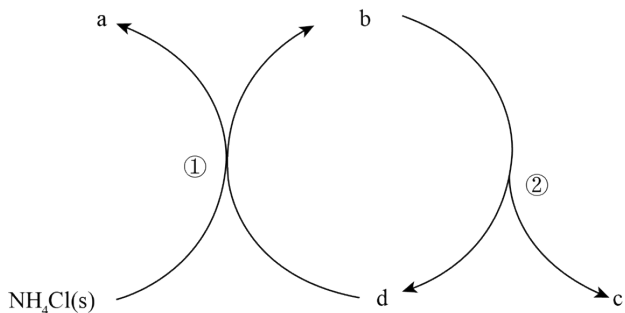
B. ①中水发生氧化反应，②中水发生还原反应

C. Na_2O_2 中阴、阳离子个数比为 1:2， CaH_2 中阴、阳离子个数比为 2:1

D. 当反应①和②中转移的电子数相同时，产生的 O_2 和 H_2 的物质的量相同

13. 一种分解氯化铵实现产物分离的物质转化关系如下，其中 b、d 代表 MgO 或 $Mg(OH)Cl$ 中的一种。

下列说法正确的是



A. a、c 分别是 HCl、NH₃

B. d 既可以是 MgO，也可以是 Mg(OH)Cl

C. 已知 MgCl₂ 为副产物，则通入水蒸气可减少 MgCl₂ 的产生

D. 等压条件下，反应①、②的反应热之和，小于氯化铵直接分解的反应热

14. 利用平衡移动原理，分析一定温度下 Mg²⁺ 在不同 pH 的 Na₂CO₃ 体系中的可能产物。

已知：i. 图 1 中曲线表示 Na₂CO₃ 体系中各含碳粒子的物质的量分数与 pH 的关系。

ii. 2 中曲线 I 的离子浓度关系符合 $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ ；曲线 II 的离子浓度关系符合

$c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)$ [注：起始 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，不同 pH 下 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 由图 1 得到]。

得到]。

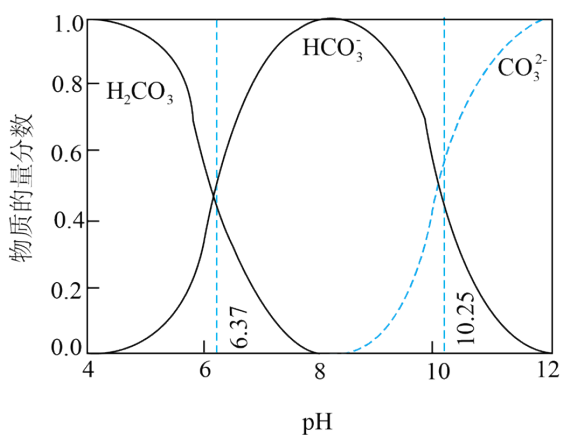


图1

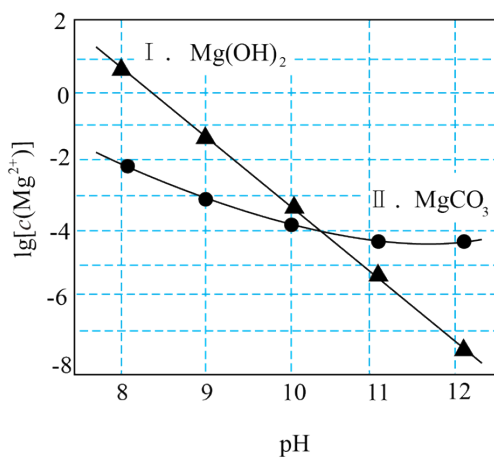


图2

下列说法不正确的是

A. 由图 1， $\text{pH} = 10.25, c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{CO}_3^{2-})$

B. 由图 2，初始状态 $\text{pH} = 11, \lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -6$ ，无沉淀生成

C. 由图 2，初始状态 $\text{pH} = 9, \lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -2$ ，平衡后溶液中存在

$$c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

D. 由图 1 和图 2, 初始状态 $\text{pH} = 8$ 、 $\lg [c(\text{Mg}^{2+})] = -1$, 发生反应:



第二部分

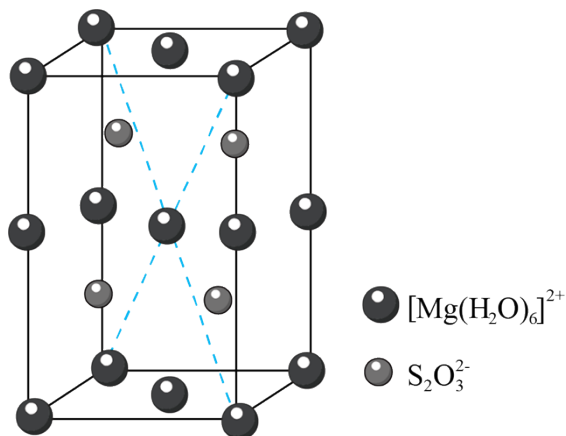
本部分共 5 小题, 共 58 分。

15. 硫代硫酸盐是一类具有应用前景的浸金试剂。硫代硫酸根($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)可看作是 SO_4^{2-} 中的一个 O 原子被 S 原子取代的产物。

- (1) 基态 S 原子价层电子排布式是_____。
- (2) 比较 S 原子和 O 原子的第一电离能大小, 从原子结构的角度说明理由: _____。
- (3) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的空间结构是_____。
- (4) 同位素示踪实验可证实 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中两个 S 原子的化学环境不同, 实验过程为

$\text{SO}_3^{2-} \xrightarrow[\text{i}]{\text{S}} \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \xrightarrow[\text{ii}]{\text{Ag}^+} \text{Ag}_2\text{S} + \text{SO}_4^{2-}$ 。过程 ii 中, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 断裂的只有硫硫键, 若过程 i 所用试剂是 $\text{Na}_2^{32}\text{SO}_3$ 和 ^{35}S , 过程 ii 含硫产物是_____。

- (5) $\text{MgS}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的晶胞形状为长方体, 边长分别为 $a \text{ nm}$ 、 $b \text{ nm}$ 、 $c \text{ nm}$, 结构如图所示。



晶胞中的 $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 个数为_____。已知 $\text{MgS}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的摩尔质量是 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 阿伏加德罗常数为 N_A , 该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。($1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$)

- (6) 浸金时, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 作为配体可提供孤电子对与 Au^+ 形成 $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 。分别判断 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中的中心 S 原子和端基 S 原子能否做配位原子并说明理由: _____。

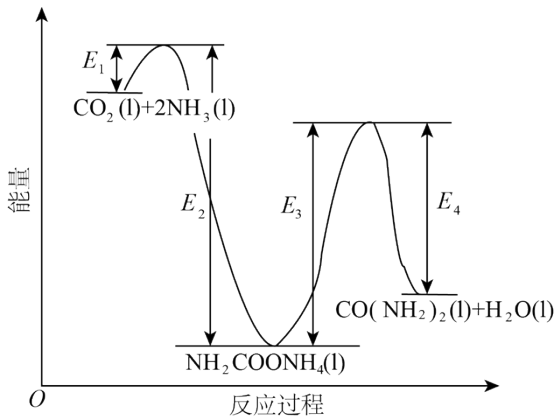
16. 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 合成的发展体现了化学科学与技术的不断进步。

(1) 十九世纪初，用氰酸银(AgOCN)与 NH_4Cl 在一定条件下反应制得 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，实现了由无机物到有机物的合成。该反应的化学方程式是_____。

(2) 二十世纪初，工业上以 CO_2 和 NH_3 为原料在一定温度和压强下合成尿素。反应分两步：

i. CO_2 和 NH_3 生成 $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ；

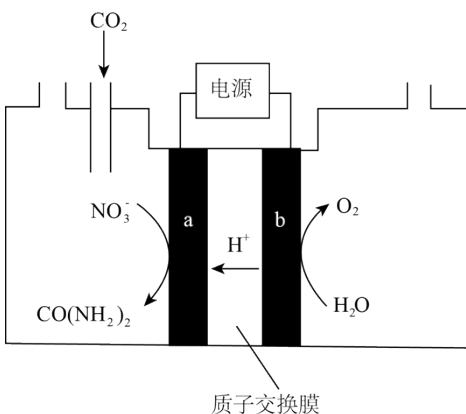
ii. $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 分解生成尿素。



结合反应过程中能量变化示意图，下列说法正确的是_____ (填序号)。

- a. 活化能：反应 i < 反应 ii
- b. i 为放热反应，ii 为吸热反应
- c. $\text{CO}_2(\text{l}) + 2\text{NH}_3(\text{l}) = \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = E_1 - E_4$

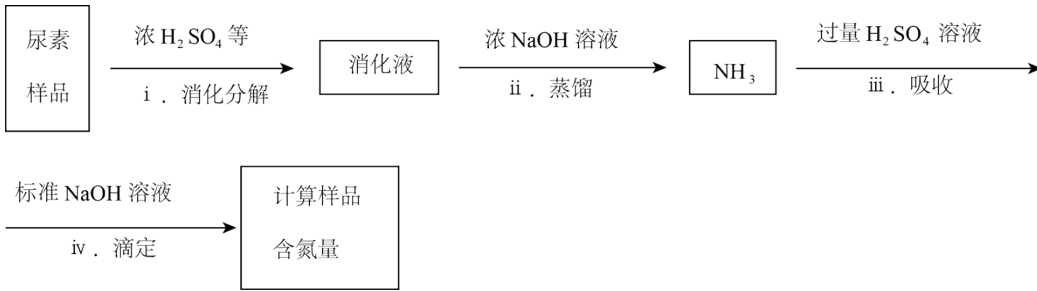
(3) 近年研究发现，电催化 CO_2 和含氮物质(NO_3^- 等)在常温常压下合成尿素，有助于实现碳中和及解决含氮废水污染问题。向一定浓度的 KNO_3 溶液通 CO_2 至饱和，在电极上反应生成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，电解原理如图所示。



- ① 电极 b 是电解池的_____极。
- ② 电解过程中生成尿素的电极反应式是_____。

(4) 尿素样品含氮量的测定方法如下。

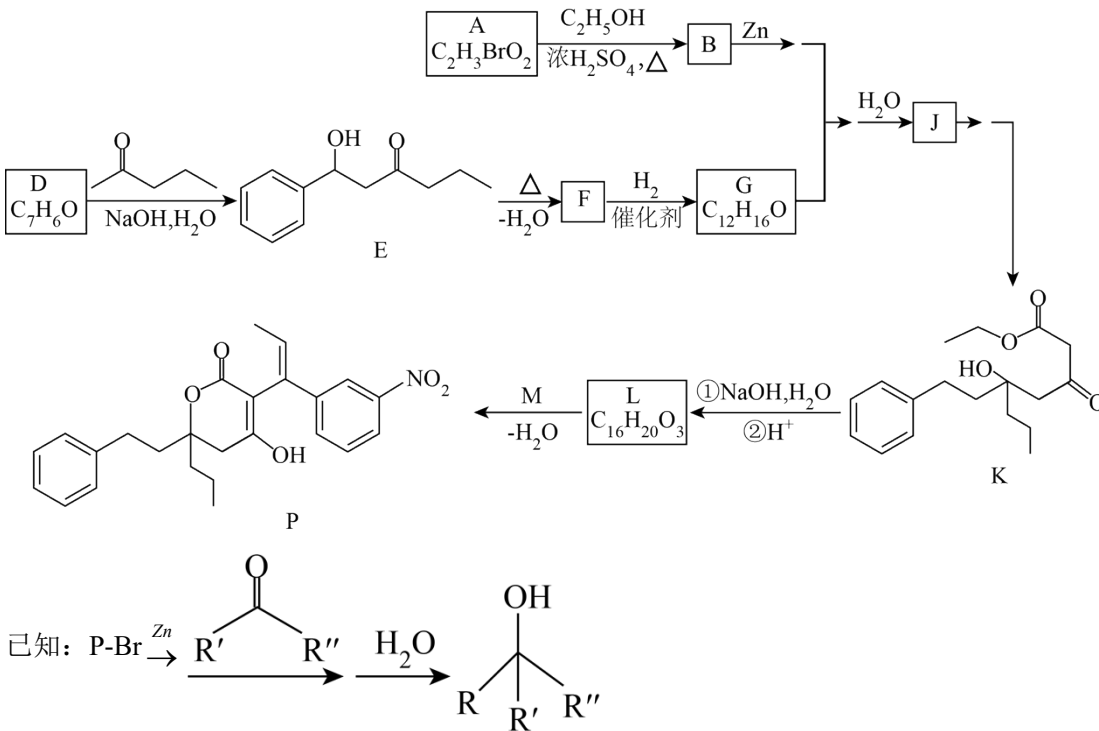
已知：溶液中 $c(\text{NH}_4^+)$ 不能直接用 NaOH 溶液准确滴定。



① 消化液中的含氮粒子是_____。

② 步骤 iv 中标准 NaOH 溶液的浓度和消耗的体积分别为 c 和 V ，计算样品含氮量还需要的实验数据有_____。

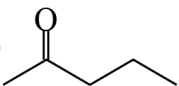
17. 化合物 **P** 是合成抗病毒药物普拉那韦的原料，其合成路线如下。



(1) A 中含有羧基， $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的化学方程式是_____。

(2) D 中含有的官能团是_____。

(3) 关于 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应：

①  的羰基相邻碳原子上的 C-H 键极性，易断裂，原因是_____。

② 该条件下还可能生成一种副产物，与 E 互为同分异构体。该副产物的结构简式是_____。

(4) 下列说法正确的是_____ (填序号)。

a. F 存在顺反异构体

b. J 和 K 互为同系物

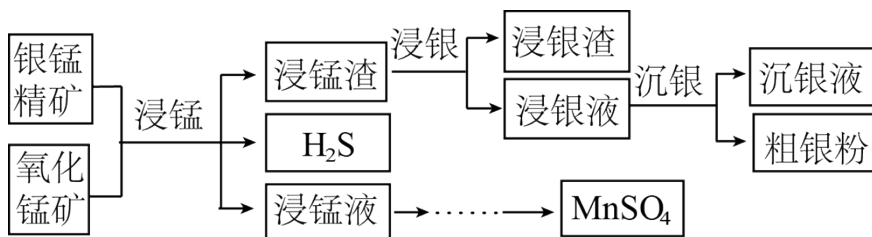
c. 在加热和 Cu 催化条件下, J 不能被 O₂ 氧化

(5) L 分子中含有两个六元环。L 的结构简式是_____。

(6) 已知:
$$R^1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{R}^2 \rightleftharpoons R^1-\overset{\text{OH}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{R}^2$$
, 依据 D → E 的原理, L 和 M 反应得到了

P。M 的结构简式是_____。

18. 以银锰精矿(主要含 Ag₂S、MnS、FeS₂)和氧化锰矿(主要含 MnO₂)为原料联合提取银和锰的一种流程示意图如下。



已知: 酸性条件下, MnO₂ 的氧化性强于 Fe³⁺。

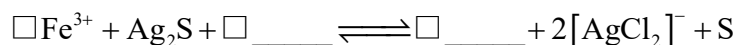
(1) “浸锰”过程是在 H₂SO₄ 溶液中使矿石中的锰元素浸出, 同时去除 FeS₂, 有利于后续银的浸出: 矿石中的银以 Ag₂S 的形式残留于浸锰渣中。

①“浸锰”过程中, 发生反应 $\text{MnS} + 2\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$, 则可推断: $K_{\text{sp}}(\text{MnS})$ _____ (填“>”或“<”) $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$ 。

②在 H₂SO₄ 溶液中, 银锰精矿中的 FeS₂ 和氧化锰矿中的 MnO₂ 发生反应, 则浸锰液中主要的金属阳离子有_____。

(2) “浸银”时, 使用过量 FeCl₃、HCl 和 CaCl₂ 的混合液作为浸出剂, 将 Ag₂S 中的银以 [AgCl₂]⁻ 形式浸出。

①将“浸银”反应的离子方程式补充完整: _____。

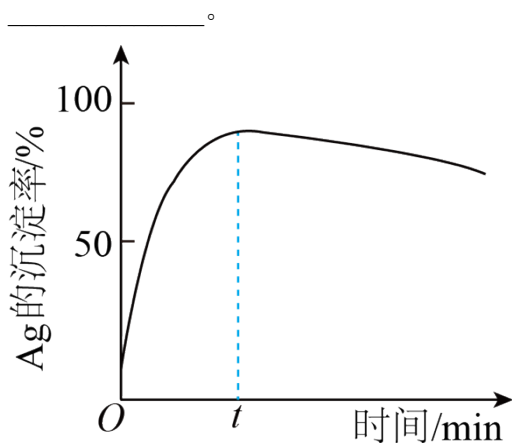


②结合平衡移动原理, 解释浸出剂中 Cl⁻、H⁺ 的作用: _____。

(3) “沉银”过程中需要过量的铁粉作为还原剂。

①该步反应的离子方程式有_____。

②一定温度下, Ag 的沉淀率随反应时间的变化如图所示。解释 t 分钟后 Ag 的沉淀率逐渐减小的原因:



(4) 结合“浸锰”过程，从两种矿石中各物质利用的角度，分析联合提取银和锰的优势：_____。

19. 资料显示， I_2 可以将 Cu 氧化为 Cu^{2+} 。某小组同学设计实验探究 Cu 被 I_2 氧化的产物及铜元素的价态。

已知： I_2 易溶于 KI 溶液，发生反应 $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$ (红棕色)； I_2 和 I_3^- 氧化性几乎相同。

I. 将等体积的 KI 溶液加入到 m mol 铜粉和 n mol I_2 ($n > m$) 的固体混合物中，振荡。

实验记录如下：

	$c(KI)$	实验现象
实验 I	$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	极少量 I_2 溶解，溶液为淡红色；充分反应后，红色的铜粉转化为白色沉淀，溶液仍为淡红色
实验 II	$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	部分 I_2 溶解，溶液为红棕色；充分反应后，红色的铜粉转化为白色沉淀，溶液仍为红棕色
实验 III	$4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	I_2 完全溶解，溶液为深红棕色；充分反应后，红色的铜粉完全溶解，溶液为深红棕色

(1) 初始阶段， Cu 被氧化的反应速率：实验 I _____ (填“>”“<”或“=”) 实验 II。

(2) 实验 III 所得溶液中，被氧化的铜元素的可能存在形式有 $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ (蓝色) 或 $[CuI_2]^-$ (无色)，进行以下实验探究：

步骤 a. 取实验 III 的深红棕色溶液，加入 CCl_4 ，多次萃取、分液。

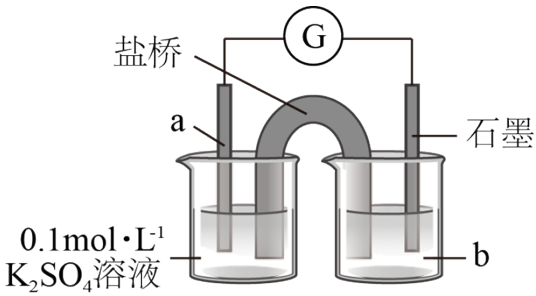
步骤 b. 取分液后的无色水溶液，滴入浓氨水。溶液颜色变浅蓝色，并逐渐变深。

i. 步骤 a 的目的是_____。

ii. 查阅资料, $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ (无色) 容易被空气氧化。用离子方程式解释步骤 b 的溶液中发生的变化: _____。

(3) 结合实验 III, 推测实验 I 和 II 中的白色沉淀可能是 CuI , 实验 I 中铜被氧化的化学方程式是 _____。分别取实验 I 和 II 充分反应后的固体, 洗涤后得到白色沉淀, 加入浓 KI 溶液, _____ (填实验现象), 观察到少量红色的铜。分析铜未完全反应的原因是 _____。

(4) 上述实验结果, I_2 仅将 Cu 氧化为 +1 价。在隔绝空气的条件下进行电化学实验, 证实了 I_2 能将 Cu 氧化为 Cu^{2+} 。装置如图所示, a、b 分别是 _____。



(5) 运用氧化还原反应规律, 分析在上述实验中 Cu 被 I_2 氧化的产物中价态不同的原因: _____。

