

# 2023 北京高考真题

## 化 学

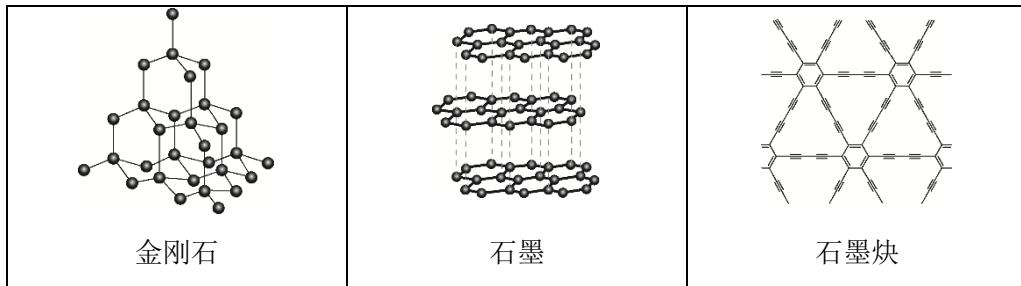
本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

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

### 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。

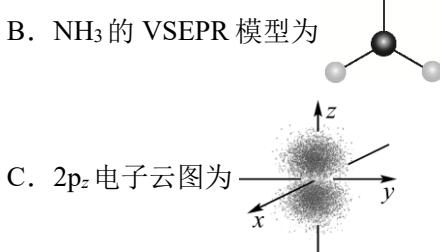
1. 中国科学家首次成功制得大面积单晶石墨炔，是碳材料科学的一大进步。

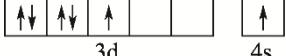


下列关于金刚石、石墨、石墨炔的说法正确的是

- A. 三种物质中均有碳碳原子间的  $\sigma$  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  $Na:\ddot{Cl}:$



- D. 基态  $_{24}Cr$  原子的价层电子轨道表示式为 

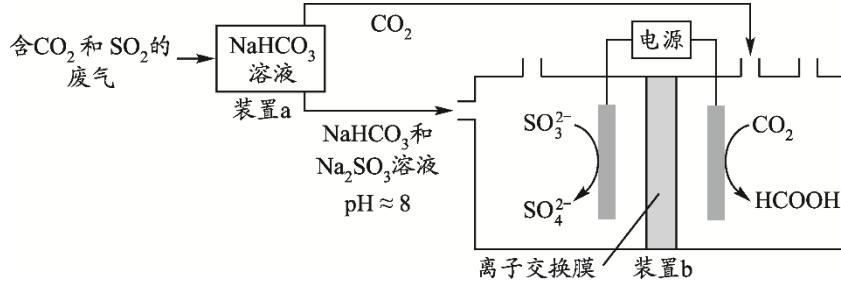
3. 下列过程与水解反应无关的是

- 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  $Fe(OH)_3$  胶体

4. 下列事实能用平衡移动原理解释的是

- A.  $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液中加入少量  $\text{MnO}_2$ 固体，促进  $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解  
 B. 密闭烧瓶内的  $\text{NO}_2$ 和  $\text{N}_2\text{O}_4$ 的混合气体，受热后颜色加深  
 C. 铁钉放入浓  $\text{HNO}_3$ 中，待不再变化后，加热能产生大量红棕色气体  
 D. 锌片与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 反应过程中，加入少量  $\text{CuSO}_4$ 固体，促进  $\text{H}_2$ 的产生

5. 回收利用工业废气中的  $\text{CO}_2$ 和  $\text{SO}_2$ ，实验原理示意图如下。



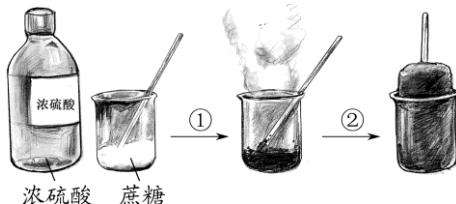
下列说法不正确的是

- A. 废气中  $\text{SO}_2$ 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  $\text{HCO}_3^-$ 的水解程度大于  $\text{HCO}_3^-$ 的电离程度  
 C. 装置a中溶液的作用是吸收废气中的  $\text{CO}_2$ 和  $\text{SO}_2$   
 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.  $\text{Cl}_2$ 制备84消毒液（主要成分是  $\text{NaClO}$ ）： $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$   
 B. 食醋去除水垢中的  $\text{CaCO}_3$ ： $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$   
 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.  $\text{Na}_2\text{S}$ 去除废水中的  $\text{Hg}^{2+}$ ： $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS} \downarrow$

7. 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如下图所示。

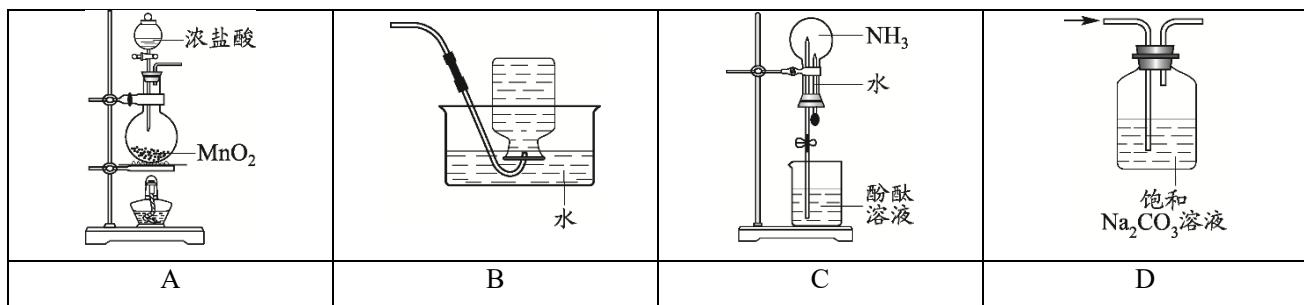


下列关于该过程的分析不正确的是

- 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

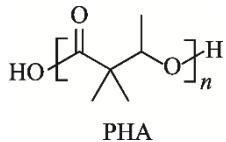
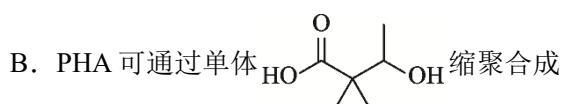
8. 完成下述实验，装置或试剂不正确的是

实验室制 $\text{Cl}_2$	实验室收集 $\text{C}_2\text{H}_4$	验证 $\text{NH}_3$ 易溶于水且溶液呈碱性	除去 $\text{CO}_2$ 中混有的少量 $\text{HCl}$
--------------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------



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



- 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

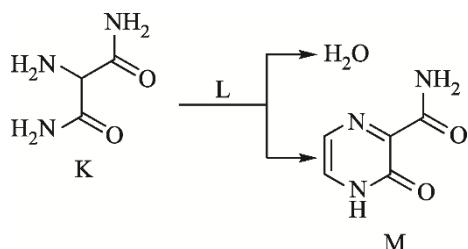
- A. F-F 键的键能小于 Cl-Cl 键的键能

- B. 三氟乙酸的  $K_a$  大于三氯乙酸的  $K_a$

- C. 氟化氢分子的极性强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

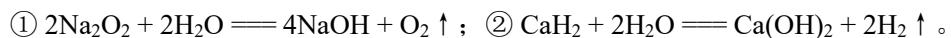
- A. K 的核磁共振氢谱有两组峰

- 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  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{CaH}_2$  与水的反应分别为



下列说法正确的是

- A.  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{CaH}_2$  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.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中阴、阳离子个数比为 1:2， $\text{CaH}_2$  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  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2$  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、c 分别是 HCl、NH<sub>3</sub>
  - d 既可以是 MgO，也可以是 Mg(OH)Cl
  - 已知 MgCl<sub>2</sub> 为副产物，则通入水蒸气可减少 MgCl<sub>2</sub> 的产生
  - 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 Mg<sup>2+</sup> 在不同 pH 的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 体系中的可能产物。

已知：① 图 1 中曲线表示 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 体系中各含碳粒子的物质的量分数与 pH 的关系。

② 图 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]。

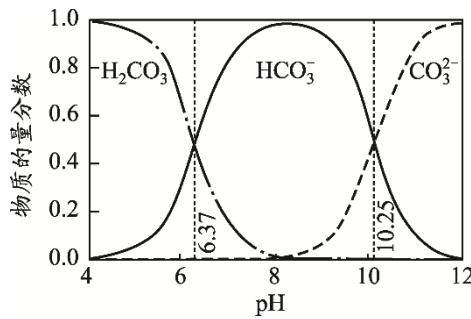


图 1

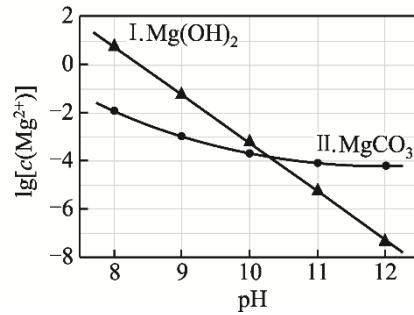


图 2

下列说法不正确的是

- 由图 1，pH = 10.25， $c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{CO}_3^{2-})$
- 由图 2，初始状态 pH = 11、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -6$ ，无沉淀生成
- 由图 2，初始状态 pH = 9、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -2$ ，平衡后溶液中存在  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 由图 1 和图 2，初始状态 pH = 8、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -1$ ，发生反应：



## 第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. (10 分)

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  $\text{SO}_4^{2-}$  中的一个 O 原子被 S 原子取代的产物。

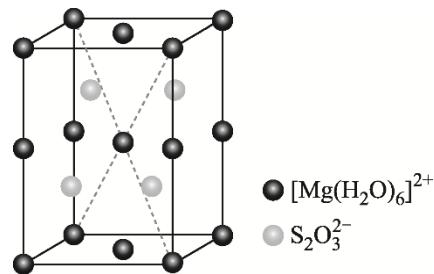
- 基态 S 原子价层电子排布式是\_\_\_\_\_。
- 比较 S 原子和 O 原子的第一电离能大小，从原子结构的角度说明理由：\_\_\_\_\_。
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的空间结构是\_\_\_\_\_。
- 同位素示踪实验可证实  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  中两个 S 原子的化学环境不同，实验过程为  

$$\text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{i}} \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \xrightarrow{\text{ii}} \text{Ag}_2\text{S} + \text{SO}_4^{2-}$$
。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  $^{35}\text{S}$ ，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  $a$  nm、 $b$  nm、 $c$  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  $\text{Au}^+$ 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. (9分)

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 ( $\text{AgOCN}$ ) 与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  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\_\_\_\_\_。

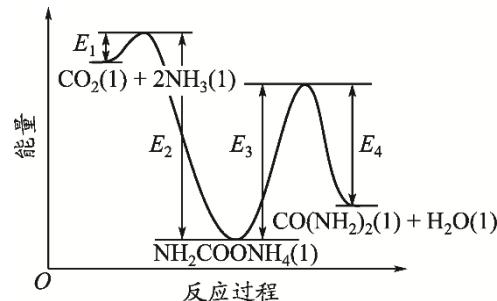
- (2) 二十世纪初, 工业上以  $\text{CO}_2$  和  $\text{NH}_3$  为原料在一定温度和压强下合成尿素。反应分两步:

- i.  $\text{CO}_2$  和  $\text{NH}_3$  生成  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ;
- ii.  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$  分解生成尿素。

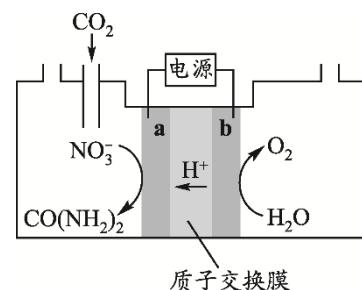
结合反应过程中能量变化示意图,

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.  $\text{CO}_2(\text{l}) + 2\text{NH}_3(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = E_1 - E_4$

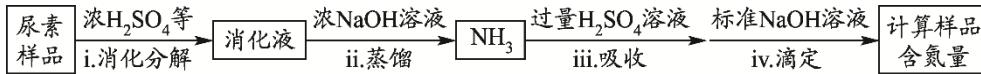


- (3) 近年研究发现, 电催化  $\text{CO}_2$  和含氮物质 ( $\text{NO}_3^-$  等) 在常温常压下合成尿素, 有助于实现碳中和及解决含氮废水污染问题。向一定浓度的  $\text{KNO}_3$  溶液通  $\text{CO}_2$  至饱和, 在电极上反应生成  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , 电解原理如右图所示。



- (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  $\text{NaOH}$  溶液准确滴定。

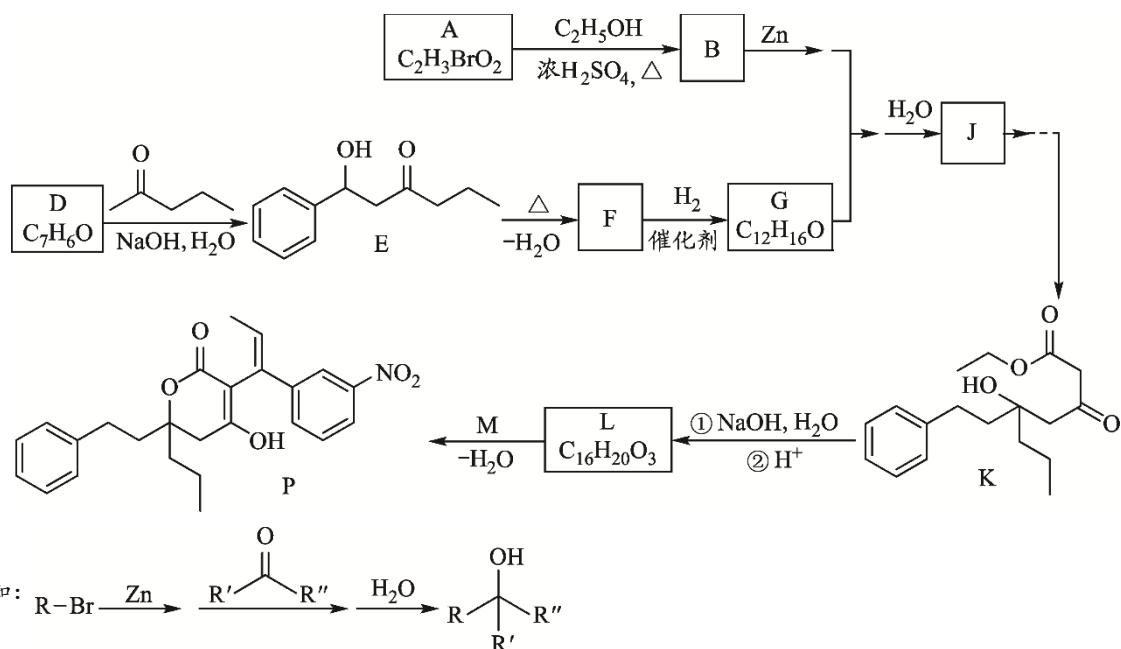


- ① 消化液中的含氮粒子是\_\_\_\_\_。

- ② 步骤 iv 中标准  $\text{NaOH}$  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. (12分)

化合物 P 是合成抗病毒药物替拉那韦的原料, 其合成路线如下。



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

(2) D 中含有的官能团是\_\_\_\_\_。

(3) 关于 D  $\rightarrow$  E 的反应:

① 的羰基相邻碳原子上的 C-H 键极性强, 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

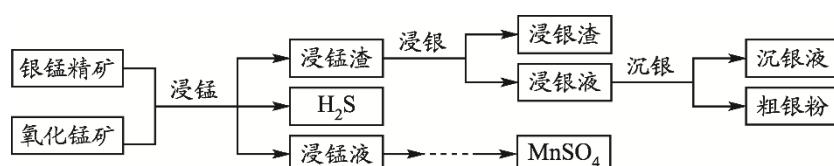
c. 在加热和 Cu 催化条件下, J 不能被 O<sub>2</sub> 氧化

(5) L 分子中含有两个六元环。L 的结构简式是\_\_\_\_\_。

(6) 已知: ，依据 D  $\rightarrow$  E 的原理, L 和 M 反应得到了 P。M 的结构简式是\_\_\_\_\_。

18. (13 分)

以银锰精矿 (主要含 Ag<sub>2</sub>S、MnS、FeS<sub>2</sub>) 和氧化锰矿 (主要含 MnO<sub>2</sub>) 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, MnO<sub>2</sub> 的氧化性强于 Fe<sup>3+</sup>。

(1) “浸锰”过程是在 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液中使矿石中的锰元素浸出, 同时去除 FeS<sub>2</sub>, 有利于后续银的浸出; 矿石中的银以 Ag<sub>2</sub>S 的形式残留于浸锰渣中。

① “浸锰”过程中, 发生反应 MnS + 2H<sup>+</sup> = Mn<sup>2+</sup> + H<sub>2</sub>S  $\uparrow$ ,

则可推断:  $K_{\text{sp}}(\text{MnS})$  \_\_\_\_\_  $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$  (填“>”或“<”).

② 在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中, 银锰精矿中的  $\text{FeS}_2$  和氧化锰矿中的  $\text{MnO}_2$  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  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{HCl}$  和  $\text{CaCl}_2$  的混合液作为浸出剂, 将  $\text{Ag}_2\text{S}$  中的银以  $[\text{AgCl}_2]^-$  形式浸出。

① 将“浸银”反应的离子方程式补充完整:



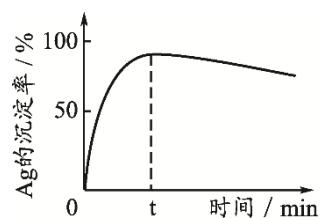
② 结合平衡移动原理, 解释浸出剂中  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{H}^+$  的作用: \_\_\_\_\_。

(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,  $\text{Ag}$  的沉淀率随反应时间的变化如右图所示。解释  $t$  分钟后  $\text{Ag}$  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. (14分)

资料显示,  $\text{I}_2$  可以将  $\text{Cu}$  氧化为  $\text{Cu}^{2+}$ 。某小组同学设计实验探究  $\text{Cu}$  被  $\text{I}_2$  氧化的产物及铜元素的价态。

已知:  $\text{I}_2$  易溶于  $\text{KI}$  溶液, 发生反应  $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$  (红棕色);  $\text{I}_2$  和  $\text{I}_3^-$  氧化性几乎相同。

(1) 将等体积的  $\text{KI}$  溶液加入到  $m$  mol 铜粉和  $n$  mol  $\text{I}_2$  ( $n > m$ ) 的固体混合物中, 振荡。实验记录如下:

	$c(\text{KI})$	实验现象
实验 I	$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	极少量 $\text{I}_2$ 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 $\text{I}_2$ 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	$4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\text{I}_2$ 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,  $\text{Cu}$  被氧化的反应速率: 实验 I \_\_\_\_\_ 实验 II (填“>”、“<”或“=”).

② 实验 III 所得溶液中, 被氧化的铜元素可能存在形式有  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  (蓝色) 或  $[\text{CuI}_2]^-$  (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  $\text{CCl}_4$ , 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\_\_\_\_\_。

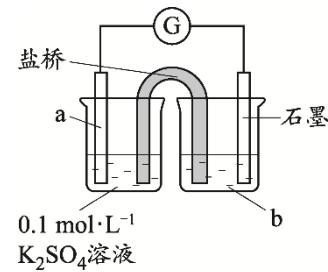
ii. 查阅资料,  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$  (无色) 容易被空气氧化。用离子方程式解释步骤 b 的溶液中发生的变化: \_\_\_\_\_。

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\_\_\_\_\_。

(2) 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  $Cu^{2+}$ 。装置如右图所示, a、b 分别是\_\_\_\_\_。

(3) 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: \_\_\_\_\_。



(考生务必将答案答在答题卡上, 在试卷上作答无效)

# 参考答案

第一部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。

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

第二部分共 5 题，共 58 分。

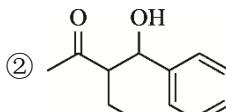
15. (10 分)

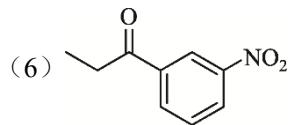
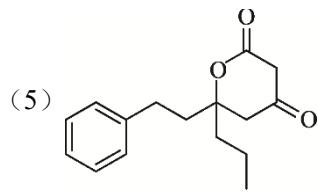
- (1)  $3s^23p^4$
- (2) 第一电离能 O > S。O 和 S 为同主族元素，电子层数 S > O，原子半径 S > O，原子核对最外层电子的吸引作用 O > S
- (3) 四面体形
- (4)  $\text{Ag}_2^{35}\text{S}$ 、 $^{32}\text{SO}_4^{2-}$
- (5) 4
- $$\frac{4 \times M}{6.02 \times 10^{23} \times abc \times 10^{-21}}$$
- (6) 端基 S 原子有孤电子对可以做配位原子，而中心 S 原子无孤电子对不可以做配位原子

16. (9 分)

- (1)  $\text{AgOCN} + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{AgCl} + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- (2) a b
- (3) ① 阳
- ②  $\text{CO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 18\text{H}^+ + 16e^- \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- (4) ①  $\text{NH}_4^+$
- ② 尿素样品的质量，iii 中所用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的浓度和体积（或空白实验中消耗标准  $\text{NaOH}$  溶液的体积）

17. (12 分)

- (1)  $\text{BrCH}_2\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{BrCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
- (2) 醛基
- (3) ① 羰基的吸电子作用使得羰基相连的 C-H 键极性增强，易断裂
- ② 
- (4) a c



18. (13 分)

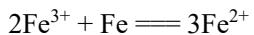
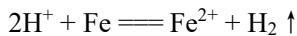
(1) ① >

②  $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$

(2) ①  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Ag}_2\text{S} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2[\text{AgCl}_2]^- + \text{S}$

②  $\text{Ag}_2\text{S}(s) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(aq) + \text{S}^{2-}(aq)$ ,  $\text{Cl}^-$  与  $\text{Ag}^+$  生成  $[\text{AgCl}_2]^-$ ,  $\text{H}^+$  与  $\text{S}^{2-}$  生成  $\text{H}_2\text{S}$ , 可促进  $\text{Ag}_2\text{S}$  溶解

(3) ①  $2[\text{AgCl}_2]^- + \text{Fe} \rightleftharpoons 2\text{Ag} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{Cl}^-$



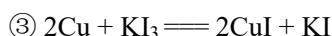
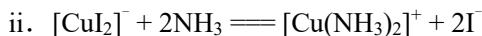
② 溶解的  $\text{O}_2$  (或由  $\text{O}_2$  将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成的  $\text{Fe}^{3+}$ ) 可作为氧化剂, 使  $\text{Ag}$  转化为  $[\text{AgCl}_2]^-$  溶解

(4)  $\text{MnO}_2$  作氧化剂,  $\text{FeS}_2$  作还原剂, 两者相互反应;  $\text{MnS}$  中的锰得到了回收; 有利于  $\text{Ag}_2\text{S}$  中银的提取

19. (14 分)

(1) ① <

② i. 排除  $\text{I}_3^-$  的颜色对判断铜氧化产物的干扰



白色沉淀溶解

$\text{I}^-$  浓度小,  $\text{CuI}$  覆盖在  $\text{Cu}$  表面, 阻止反应继续进行

(2) 铜片、 $\text{I}_2$  和  $\text{KI}$  的混合溶液

(3) 电化学实验中, 由于氧化性  $\text{I}_2 > \text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{I}_2$  将  $\text{Cu}$  氧化为  $\text{Cu}^{2+}$ ; 实验 I - III, 体系中有  $\text{I}^-$ , 生成  $\text{CuI}$  或  $[\text{CuI}_2]^-$ , 使 +1 价铜的还原性减弱,  $\text{I}_2$  不能氧化  $\text{CuI}$  或  $[\text{CuI}_2]^-$