

# 2023 年普通高中学业水平等级性考试

## (北京卷)

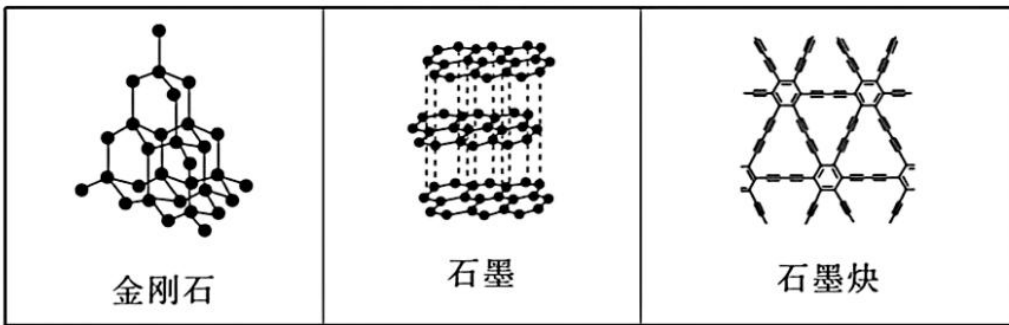
### 化学

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。



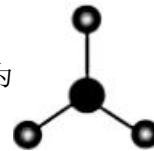
下列关于金刚石、石墨、石墨炔的说法正确的是

- A. 三种物质中均有碳碳原子间的  $\sigma$  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

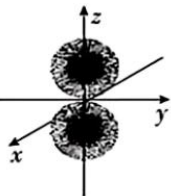
2. 下列化学用语或图示表达正确的是

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

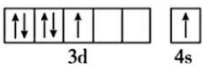
B.  $NH_3$  的 VSEPR 模型为



C.  $2p_z$  电子云图为



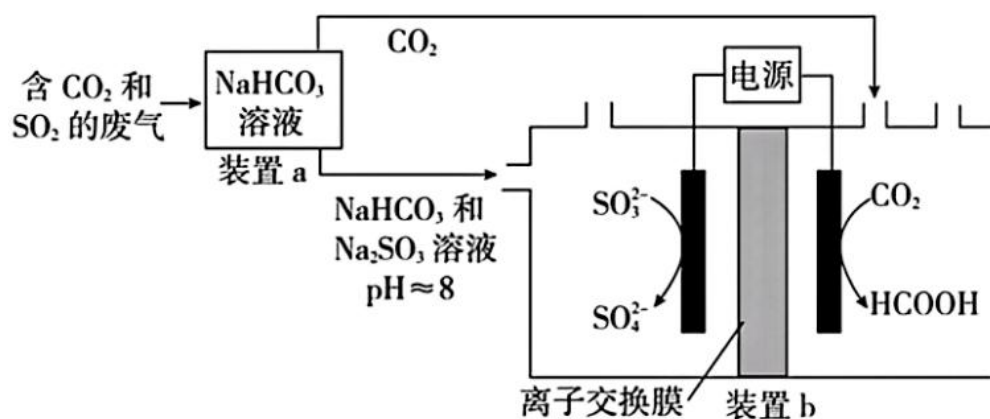
D. 基态  $_{24}Cr$  原子的价层电子轨道表示式为



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. 铁钢放入浓  $\text{HNO}_3$  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  $\text{Hg}^{2+}$ :  $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS} \downarrow$

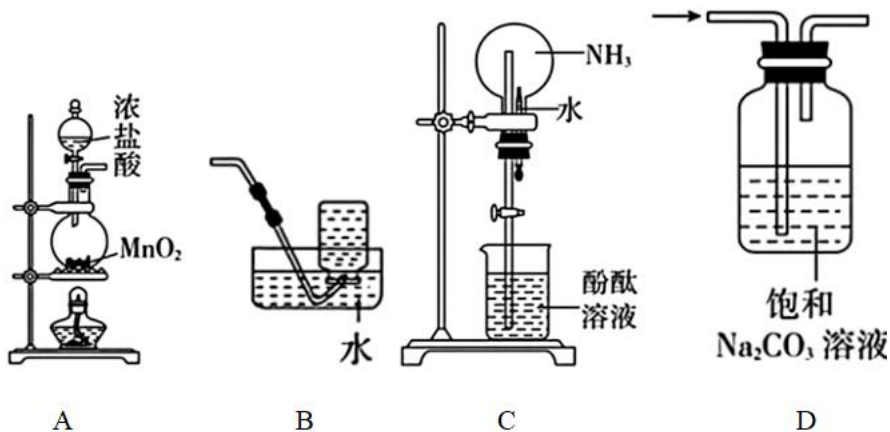
7. 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。



下列关于该过程的分析不正确的是

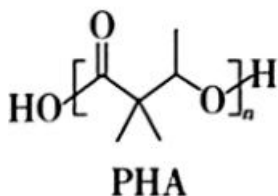
- A. 过程①白色固体变黑，主要体现了浓硫酸的脱水性
- B. 过程②固体体积膨胀，与产生的大量气体有关
- C. 过程中产生能使品红溶液褪色的气体，体现了浓硫酸的酸性
- D. 过程中蔗糖分子发生了化学键的断裂

8. 完成下述实验，装置或试剂不正确的是

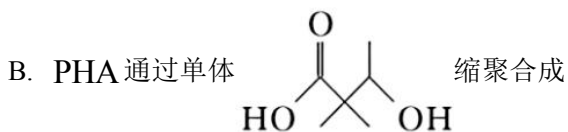


- A. 实验室制  $\text{Cl}_2$
- B. 实验室收集  $\text{C}_2\text{H}_4$
- C. 验证  $\text{NH}_3$  易溶于水且溶液呈碱性
- D. 除去  $\text{CO}_2$  中混有的少量  $\text{HCl}$

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

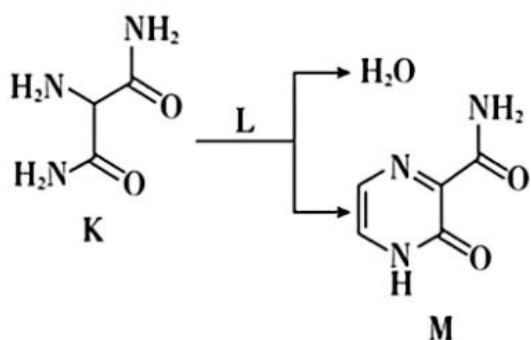
A. F-F 键的键能小于 Cl-Cl 键的键能

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 I

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

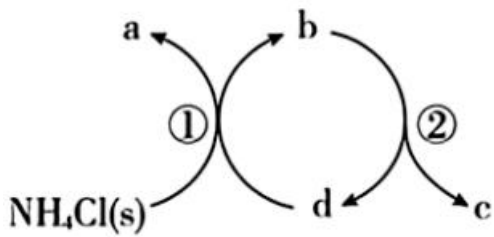
B. ①中水发生氧化反应，②中水发生还原反应

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、NH<sub>3</sub>
- B. d 既可以是 MgO，也可以是 Mg(OH)Cl
- C. 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
- 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 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：i. 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。

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]。

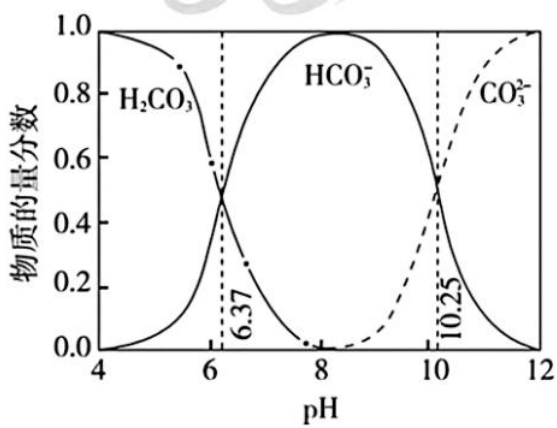


图 1

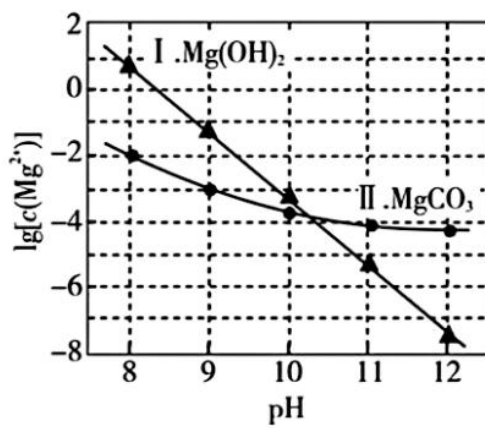


图 2

下列说法不正确的是

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

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

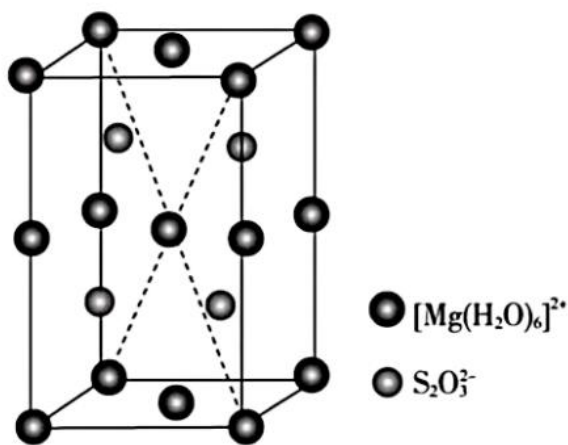
本部分共 5 小题, 共 58 分。

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  $\text{SO}_4^{2-}$  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  $^{35}\text{S}$ , 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  $a\text{nm}$ 、 $b\text{nm}$ 、 $c\text{nm}$ , 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  $\text{Mg} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 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. 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。

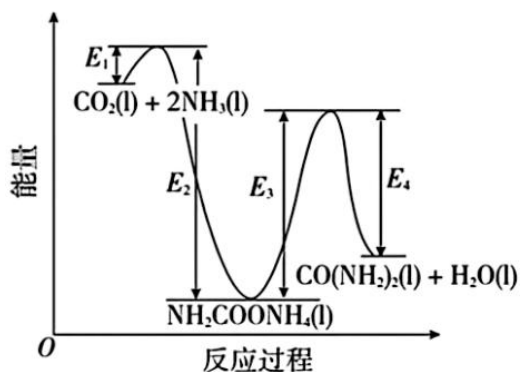
- (1) 十九世纪初, 用氰酸银 ( $\text{AgOCN}$ ) 与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  在一定条件下反应制得  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , 实现了由无机物到

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  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ；

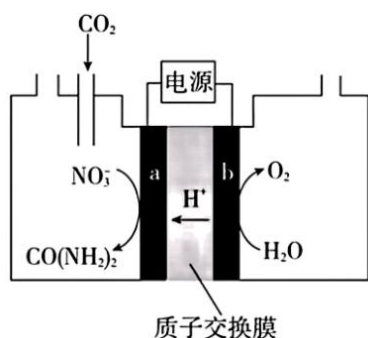
ii.  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$  分解生成尿素。



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 放热反应，ii 为吸热反应
- c.  $\text{CO}_2(\text{l}) + 2\text{NH}_3(\text{l}) = \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = E_1 - E_4$

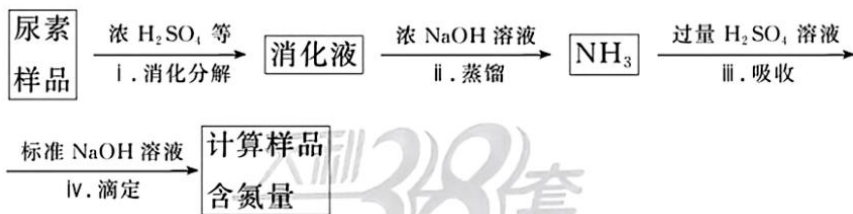
(3) 近年研究发现，电催化  $\text{CO}_2$  和含氮物质 ( $\text{NO}_3^-$  等) 在常温常压下合成尿素，有助于实现碳中和及解决含氮废水污染问题。向一定浓度的  $\text{KNO}_3$  溶液通  $\text{CO}_2$  至饱和，在电极上反应生成  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，电解原理如图所示。



- 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。

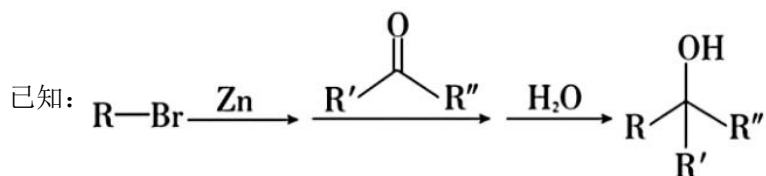
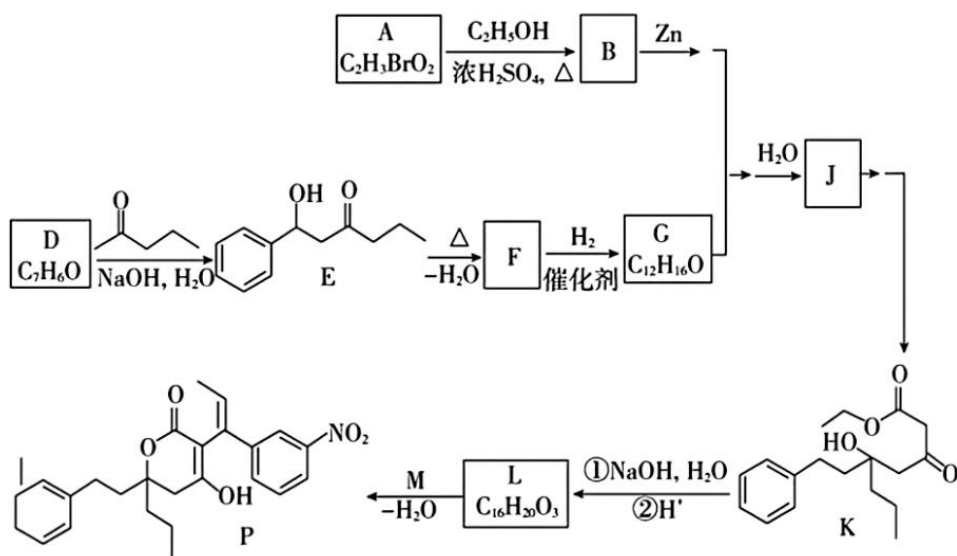
已知：溶液中  $\text{c}(\text{NH}_4^+)$  不能直接用  $\text{NaOH}$  溶液准确滴定。



①消化液中的含氮粒子是\_\_\_\_\_。

②步骤 iv 中标准 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\_\_\_\_\_。

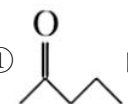
17. 化合物 P 是合成抗病毒药物普拉那韦的原料，其合成路线如下。



(1) A 中含有羧基，A→B 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2) D 中含有的官能团是\_\_\_\_\_。

(3) 关于 D→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

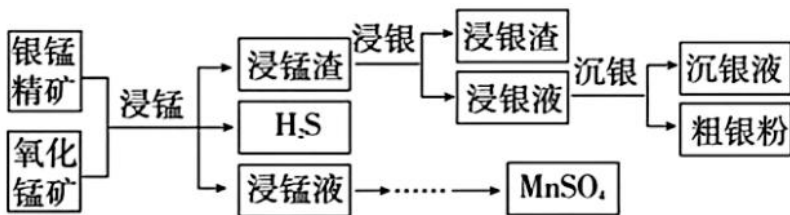
c. 在加热和 Cu 催化条件下，J 不能被 O<sub>2</sub> 氧化



(5) L 分子中含有两个六元环。L 的结构简式是\_\_\_\_\_。

(6) 已知：
$$\text{R}^1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{R}^2 \rightleftharpoons \text{R}^1-\overset{\text{OH}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{R}^2$$
，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. 以银锰精矿(主要含  $\text{Ag}_2\text{S}$ 、 $\text{MnS}$ 、 $\text{FeS}_2$ )和氧化锰矿(主要含  $\text{MnO}_2$ )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， $\text{MnO}_2$  的氧化性强于  $\text{Fe}^{3+}$ 。

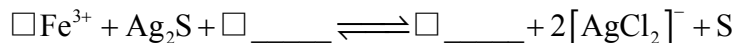
(1) “浸锰”过程是在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中使矿石中的锰元素浸出，同时去除  $\text{FeS}_2$ ，有利于后续银的浸出：矿石中的银以  $\text{Ag}_2\text{S}$  的形式残留于浸锰渣中。

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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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：\_\_\_\_\_。

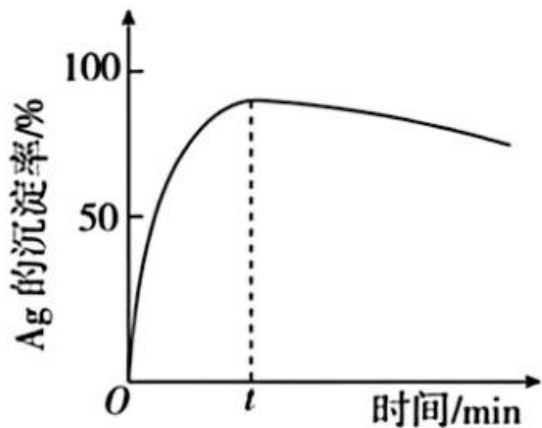


②结合平衡移动原理，解释浸出剂中  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{H}^+$  的作用：\_\_\_\_\_。

(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，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。

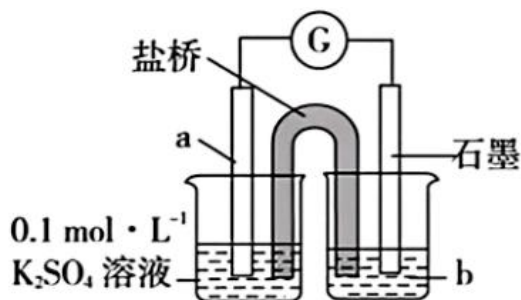
步骤 b. 取分液后的无色水溶液，滴入浓氨水。溶液颜色变浅蓝色，并逐渐变深。

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  $\text{CuI}$ , 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  $\text{KI}$  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,  $\text{I}_2$  仅将  $\text{Cu}$  氧化为 +1 价。在隔绝空气的条件下进行电化学实验, 证实了  $\text{I}_2$  能将  $\text{Cu}$  氧化为  $\text{Cu}^{2+}$ 。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  $\text{Cu}$  被  $\text{I}_2$  氧化的产物中价态不同的原因: \_\_\_\_\_。

# 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 题答案】

【答案】A

【2 题答案】

【答案】C

【3 题答案】

【答案】B

【4 题答案】

【答案】B

【5 题答案】

【答案】C

【6 题答案】

【答案】B

【7 题答案】

【答案】C

【8 题答案】

【答案】D

【9 题答案】

【答案】A

【10 题答案】

【答案】A

【11 题答案】

【答案】D

【12 题答案】

【答案】C

【13 题答案】

【答案】C

【14 题答案】

【答案】C

## 第二部分

本部分共 5 小题，共 58 分。

【15 题答案】

【答案】(1)  $3s^2 3p^4$

(2)  $I_1(O) > I_1(S)$ ，氧原子半径小，原子核对最外层电子的吸引力大，不易失去一个电子

(3) 四面体形 (4)  $Na_2^{32}SO_4$  和  $Ag_2^{35}S$

(5) ①. 4 ②.  $\frac{4M}{N_A abc} \times 10^{21}$

(6)  $S_2O_3^{2-}$  中的中心原子 S 的价层电子对数为 4，无孤电子对，不能做配位原子；端基 S 原子含有孤电子对，能做配位原子

【16 题答案】

【答案】(1)  $AgOCN + NH_4Cl = CO(NH_2)_2 + AgCl$

(2) ab (3) ①. 阳 ②.  $2NO_3^- + 16e^- + CO_2 + 18H^+ = CO(NH_2)_2 + 7H_2O$

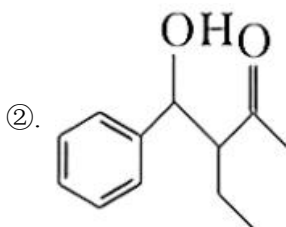
(4) ①.  $NH_4^+$  ②. 样品的质量、步骤III所加入  $H_2SO_4$  溶液的体积和浓度

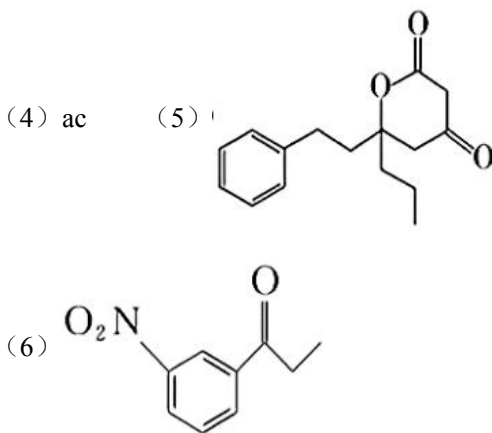
【17 题答案】

【答案】(1)  $CH_2BrCOOH + CH_3CH_2OH \xrightleftharpoons[\Delta]{浓H_2SO_4} CH_2BrCOOCH_2CH_3 + H_2O$

(2) 醛基 (3) ①. 羰基为强吸电子基团，使得相邻碳原子上的电子偏向羰基上的碳原子，使得相

邻碳原子上的 C-H 键极性增强





**【18 题答案】**

**【答案】** (1)      ①. >      ②.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$

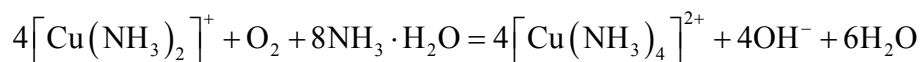
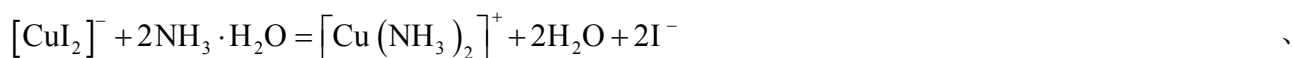
(2)      ①.  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Ag}_2\text{S} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2[\text{AgCl}_2]^- + \text{S}$       ②.  $\text{Cl}^-$  是为了与  $\text{Ag}_2\text{S}$  电离出的  $\text{Ag}^+$  结合生成  $[\text{AgCl}_2]^-$ ，使平衡正向移动，提高  $\text{Ag}_2\text{S}$  的浸出率； $\text{H}^+$  是为了抑制  $\text{Fe}^{3+}$  水解，防止生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀

(3)      ①.  $2[\text{AgCl}_2]^- + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag} + 4\text{Cl}^-$ 、 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$       ②.  $\text{Fe}^{2+}$  被氧气氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$  把  $\text{Ag}$  氧化为  $\text{Ag}^+$

(4) 可将两种矿石中的锰元素同时提取到浸锰液中，得到  $\text{MnSO}_4$ ，同时将银元素和锰元素分离开；生成的  $\text{Fe}^{3+}$  还可以用于浸银，节约氧化剂

**【19 题答案】**

**【答案】** (1) <      (2)      ①. 除去  $\text{I}_3^-$ ，防止干扰后续实验      ②.



(3)      ①.  $2\text{Cu} + \text{I}_2 = 2\text{CuI}$  或  $2\text{Cu} + \text{KI}_3 = 2\text{CuI} + \text{KI}$       ②. 白色沉淀逐渐溶解      ③. 溶液变为无色  
铜与碘的反应为可逆反应(或  $\text{I}_3^-$  浓度小未能氧化全部的  $\text{Cu}$ )

(4) 铜、含  $\text{nmolI}_2$  的  $4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{KI}$  溶液

(5) 在实验 I、实验 II、实验 III 中  $\text{Cu}^+$  可以进一步与  $\text{I}^-$  结合生成  $\text{CuI}$  沉淀或  $[\text{CuI}_2]^-$ ， $\text{Cu}^+$  浓度减小使得  $\text{Cu}^{2+}$  氧化性增强，发生反应  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$  和  $2\text{Cu}^{2+} + 6\text{I}^- = 2[\text{CuI}_2]^- + \text{I}_2$ 。