

# 2024 北京人大附中高三（上）开学考

## 化 学


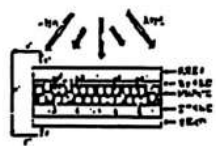


命题人：蔡元博 审题人：毛娜

说明：本试卷 19 道题，共 100 分；考试时间 90 分钟；请在答题卡上填写个人信息，并将条形码贴在答题卡的相应位置上。

### 第一部分（共 42 分）

本部分共 14 小题，每题 3 分。在每题列出的 4 个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 化学与人类社会的生产、生活有着密切联系。下列叙述中不正确的是（ ）

 氧化铁	 钙钛矿太阳能电池	 SiO <sub>2</sub> 超分子纳米管	 石墨烯发热服
A. 用作涂料	B. 化学能转化为电能	C. 无机非金属材料	D. 有电热转化性能

2. 在 NH<sub>3</sub> 和 NH<sub>4</sub>Cl 存在条件下，以活性炭为催化剂，可用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 氧化 CoCl<sub>2</sub> 溶液来制备化工产品

[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub>，下列表述正确的是（ ）

A. 中子数为 32，质子数为 27 的钴原子： $^{32}_{27}\text{Co}$

B. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的电子式： $\text{H}^+ [:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-} \text{H}^+$

C. [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> 中 Co 的化合价是 +3

D. NH<sub>3</sub> 和 NH<sub>4</sub>Cl 所含化学键类型完全相同

3. 镁和铝都是较活泼的金属，下列叙述正确的是（ ）

A. 第一电离能： $I_1(\text{Mg}) > I_1(\text{Al})$

B. 工业上常通过电解 MgCl<sub>2</sub> 溶液的方法制取金属 Mg

C. 将 AlCl<sub>3</sub> 溶液蒸干可制得无水 AlCl<sub>3</sub>

D. 历史上曾用反应： $3\text{Na} + \text{AlCl}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al} + 3\text{NaCl}$  制铝；现代工业用反应：

$\text{Mg} + 2\text{RbCl} \xrightarrow{800^\circ\text{C}} \text{MgCl}_2 + 2\text{Rb} \uparrow$  制铷，所以活动性： $\text{Mg} > \text{Rb} > \text{Na} > \text{Al}$

4. 根据已有知识，结合给出信息，判断以下化学用语表达式不正确的是（ ）

信息： $K_{\text{sp}}(\text{FeS}) = 6 \times 10^{-18}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 6.3 \times 10^{-36}$



A.  $\text{H}_2\text{S}$  在水中的电离:  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$

B. 向  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中加入少量氯水:  $\text{S}^{2-} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + 2\text{Cl}^-$

C.  $\text{FeS}$  固体悬浊液中存在平衡:  $\text{FeS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$

D.  $\text{FeS}$  与  $\text{CuSO}_4$  溶液可发生反应:  $\text{FeS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}$



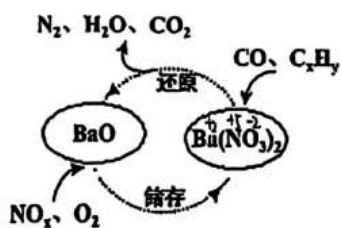
5. 下列图示实验能达到相应目的的是 ( )

A. 除去苯中少量苯酚	B. 验证铁钉能发生析氢腐蚀	C. 检验乙醇消去反应产物中的乙烯	D. 研究温度对化学平衡的影响

6. “褪色”是高中化学实验中一种常见且重要的现象。以下实验中的“褪色”现象与所得结论相匹配的是 ( )

选项	实验操作	结论
A	向滴有酚酞的 $\text{NaOH}$ 溶液中通入 $\text{SO}_2$	$\text{SO}_2$ 具有漂白性
B	向酸性 $\text{KMnO}_4$ 液中滴入乙醇	乙醇具有还原性
C	向品红溶液中通入 $\text{Cl}_2$	$\text{Cl}_2$ 具有漂白性
D	向 $\text{FeCl}_3$ 与 $\text{KSCN}$ 的混合溶液中加入铁粉	$\text{Fe}$ 比 $\text{Fe}^{3+}$ 更易与 $\text{SCN}^-$ 配位

7. 三效催化剂是最为常见的汽车尾气催化剂, 其催化剂表面物质转化的关系如图所示, 下列说法正确的是 ( )



A. 在转化过程中, 氮元素均被还原

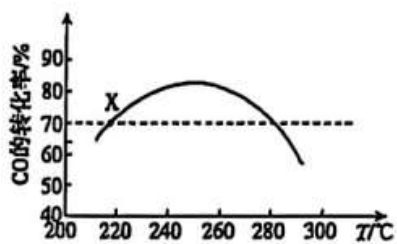
B. 依据图示判断催化剂不参与储存和还原过程

C. 还原过程中, 每生成  $0.1\text{mol N}_2$ , 转移电子数为  $0.5\text{mol}$

D. 三效催化剂能有效实现汽车尾气中  $\text{CO}$ 、 $\text{C}_x\text{H}_y$ 、 $\text{NO}_x$  三种成分的净化

8. 工业上利用  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  合成二甲醚:  $3\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H$ 。其它条件

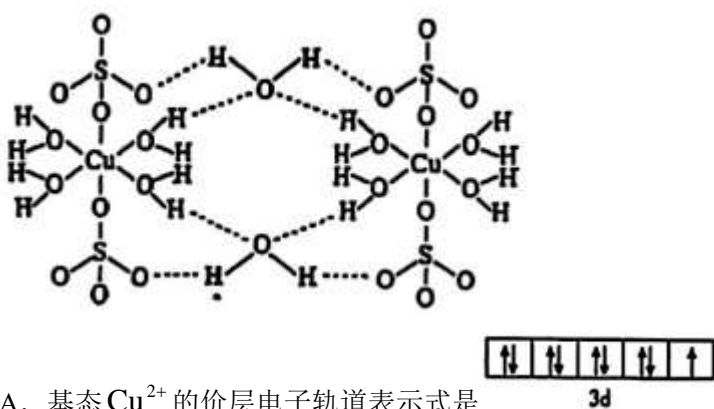
不变时，相同时间内 CO 的转化率随温度  $T$  的变化情况如图所示。下列说法不正确的是 ( )



- A.  $\Delta H < 0$   
 B. 状态 X 时,  $v_{\text{消耗}}(\text{CO}) = v_{\text{生成}}(\text{CO})$   
 C. 相同温度时, 增大压强, 可以提高 CO 的转化率  
 D. 状态 X 时, 选择合适催化剂, 可以提高相同时间内 CO 的转化率



9. 胆矾 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 的结构示意图如下所示。下列说法不正确的是 ( )



- A. 基态  $\text{Cu}^{2+}$  的价层电子轨道表示式是  $3d$   
 B.  $\text{H}_2\text{O}$  中氧原子的 VSEPR 的价层电子对数是 4  
 C.  $\text{SO}_4^{2-}$  中的 O-S-O 的键角小于  $\text{H}_2\text{O}$  中的 H-O-H 的键角  
 D. 胆矾中的  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  的作用力分别为配位键和氢键

10. 间苯三酚通过甲基化反应可以合成重要的有机合成中间体 3, 5-二甲氧基苯酚。



反应结束后, 先分离出甲醇 (操作①), 再加入乙醚, 将获得的有机层 (含少量氯化氢) 进行洗涤 (操作②), 然后分离提纯得到产物。有关物质的部分物理性质如下:

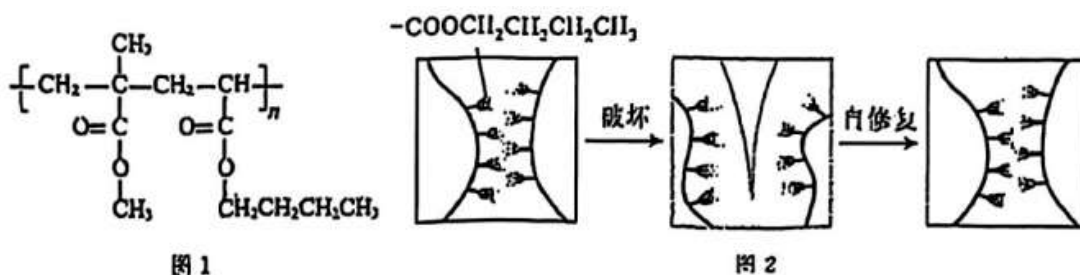
物质	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	溶解性
甲醇	64.7	-97.8	易溶于水
3, 5-二甲氧基苯酚	172~175	33~36	易溶于甲醇、乙醚, 微溶于水

下列说法正确的是 ( )

- A. 分离出甲醇的操作①是蒸馏

- B. 间苯三酚与 3, 5-二甲氧基苯酚的核磁共振氢谱分别有 2 组峰和 3 组峰  
 C. 用  $\text{FeCl}_3$  溶液可以鉴别间苯三酚是否完全转化为 3, 5-二甲氧基苯酚  
 D. 洗涤有机层 (操作②) 时, 可使用  $\text{NaOH}$  溶液

11. 一种自修复材料在外力破坏后能够复原, 其结构简式 (图 1) 和修复原理 (图 2) 如下。

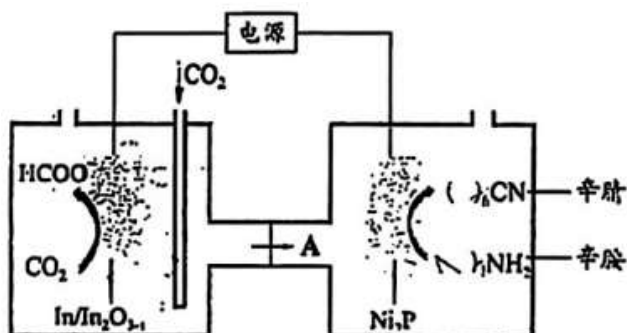


下列说法不正确的是 ( )

- A. 该高分子可通过加聚反应合成  
 B. 合成该高分子的两种单体互为同系物  
 C. 使用该材料时应避免接触强酸或强碱  
 D. 自修复过程中“ $-\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ”基团之间形成了化学键

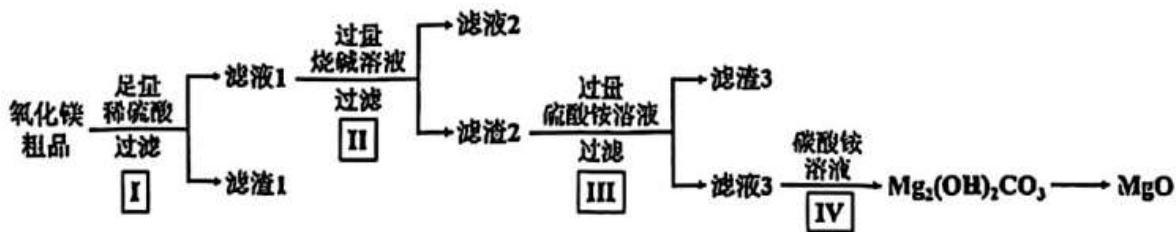
12. 近期, 天津大学化学团队以  $\text{CO}_2$  与辛胺为原料实现了甲酸和辛腈的高选择性合成, 装置工作原理如图。

下列说法正确的是 ( )



- A.  $\text{Ni}_2\text{P}$  电极与电源负极相连  
 B. 图中从左向右迁移的离子 A 是  $\text{H}^+$   
 C.  $\text{In}/\text{In}_2\text{O}_{3-x}$  电极上可能会有副产物  $\text{H}_2$  生成  
 D. 在  $\text{In}/\text{In}_2\text{O}_{3-x}$  电极上发生的反应为:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{OH}^-$


13. 某  $\text{MgO}$  粗品中含少量  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  等杂质, 以氧化镁粗品为原料制备耐火材料——轻质氧化镁的流程如下:



以下说法中，不正确的是（ ）

- A. 滤渣I的主要成分是  $\text{SiO}_2$
- B. 步骤II利用了  $\text{Al}(\text{OH})_3$  是两性氢氧化物的特点将之分离
- C. 硫酸铵溶液中各离子浓度大小关系满足： $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- D. 步骤IV中发生反应的离子方程式为： $2\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} = \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow$

14. 某学生对  $\text{SO}_2$  与漂粉精的反应进行实验探究：

步骤	操作	现象
I	取4g 漂粉精固体，加入100mL 水	部分固体溶解，溶液略有颜色
II	过滤，测漂粉精溶液的 pH	pH 试纸先变蓝（约为 12），后退色
III	 持续通入 $\text{SO}_2$ → 尾气处理 漂粉精溶液	i. 液面上方出现白雾； ii. 稍后，出现浑浊，溶液变为黄绿色； iii. 稍后，产生大量白色沉淀，黄绿色褪去
IV	分别用酸化的 $\text{AgNO}_3$ 溶液和淀粉-KI 试纸检验III-i中出现的白雾	iv. $\text{AgNO}_3$ 溶液中产生白色沉淀 v. 淀粉-KI 试纸未变蓝

已知：漂粉精的主要成份为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ，同时含有少量  $\text{CaCl}_2$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  等杂质

以下说法中正确的是（ ）

- A. 步骤II中溶液  $\text{pH} = 12$  的原因一定是： $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$
- B. 步骤III中黄绿色的产生可能与溶液的酸性增强有关
- C. 步骤III中产生的白色沉淀主要成份是  $\text{CaSO}_3$
- D. 步骤IV中的实验现象证明III-i的白雾中一定含有  $\text{HCl}$

## 第二部分（共 58 分）

15. (12分) 元素①~⑨是化学实验中常见的九种元素，其在周期表中的位置如下。



①																			
														②			③		
④																	⑤	⑥	
⑦	⑧																		

(1) 元素②的基态原子的电子排布式为\_\_\_\_\_。

(2) 在①~⑧中，原子半径最大的是\_\_\_\_\_ (填元素符号)

(3) 以下现象或事实能说明⑤的电负性小于⑥的是\_\_\_\_\_ (填字母)

A. 两元素的最高化合价: ⑤<⑥

B. 两元素形成的简单氢化物的沸点: ⑤>⑥

C. 在⑤与⑥形成的化合物中, ⑤显正价

(4) ①与③可形成原子个数比为2:1的分子X。

i. 该分子中的化学键是由①的1s轨道与③的\_\_\_\_\_轨道重叠而形成的 $\sigma$ 键。

ii. X比①与⑤形成的同类型分子熔沸点更高, 原因是\_\_\_\_\_。

(5) 元素③与④可形成原子个数比为1:1的离子型化合物Y, Y与 $\text{CO}_2$ 反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(6) 元素⑨ (用M表示) 的一种氧化物Z的晶体是由图1所示的结构平移构成。图1包含I型和II型两种小立方体; 图2是Z的晶胞, a~g分别对应图1中的小立方体I或II。

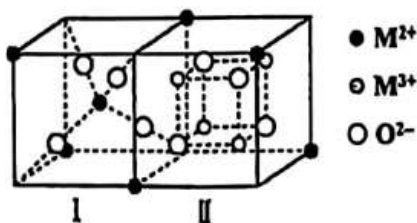


图1

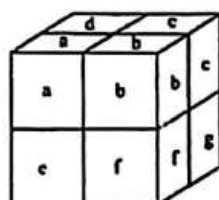


图2

i. 图2中I型小立方体分别是a、\_\_\_\_\_ (填图2中的字母序号)。

ii. 晶体中 $\text{M}^{3+}$ 周围距离最近且等距的 $\text{O}^{2-}$ 有\_\_\_\_\_个。

iii. 若I型和II型小立方体的边长均为 $a\text{nm}$ , 则Z的密度为\_\_\_\_\_  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。(列出表达式, 其中阿伏加德罗常数数值用 $N_A$ 表示, Z的摩尔质量为 $mg/\text{mol}$ )

iv. 写出一种由M的单质制备Z的化学方程式\_\_\_\_\_。

16. (11分) 天然气是一种绿色、优质能源, 但其中含有的 $\text{H}_2\text{S}$ 会腐蚀管道设备, 开采天然气后须及时除去 $\text{H}_2\text{S}$ 。

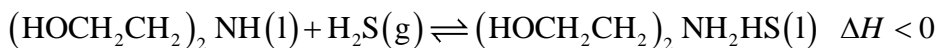
已知: i. 氢硫酸和碳酸的电离常数如下表。



	$K_{a1}$	$K_{a2}$
$H_2S$	$1.3 \times 10^{-7}$	$7.1 \times 10^{-15}$
$H_2CO_3$	$4.4 \times 10^{-7}$	$4.7 \times 10^{-11}$

ii.  $(x-1)S + S^{2-}$  (无色)  $\rightleftharpoons S_x^{2-}$  (黄色) ( $x = 2-6$ )

(1) 醇胺法脱硫：醇胺对脱除  $H_2S$  选择性很高，二乙醇胺脱硫原理如下。

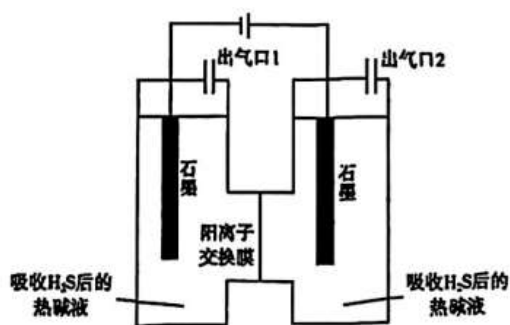


①上述反应能够发生是因为二乙醇胺分子中含有\_\_\_\_\_性基团。

②依据平衡移动原理推测脱硫后使二乙醇胺再生的方法有\_\_\_\_\_ (写出2种即可)。

(2) 热碱法脱硫：用热碱液 ( $Na_2CO_3$  溶液) 吸收天然气中的  $H_2S$ ，可将其转化为可溶性的  $NaHS$ ，反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(3) 充分吸收  $H_2S$  后，热碱液可利用如下电解装置，从中提取单质硫。



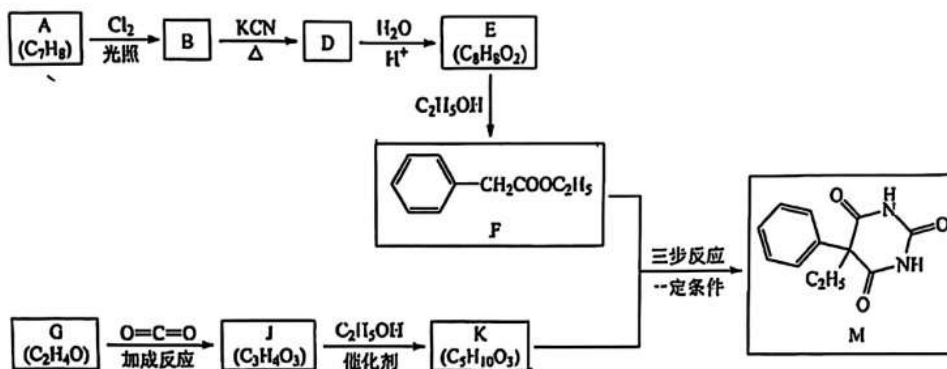
①电解一段时间后，阳极区溶液变黄，结合电极反应式解释原因：\_\_\_\_\_。

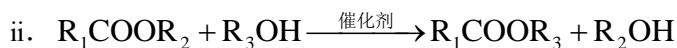
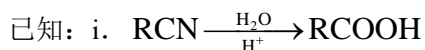
②取①中阳极区的黄色溶液，加入硫酸可得到单质硫，硫的回收率高达91.6%。推断黄色溶液中含硫微粒除  $S_x^{2-}$  外，还有\_\_\_\_\_。

(硫的回收率 =  $\frac{\text{生成单质硫的质量}}{\text{加硫酸前溶液中硫元素的总质量}}$ )

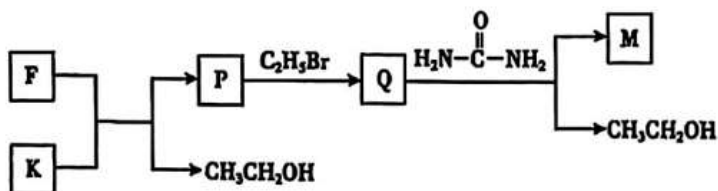
③电解一段时间后，阴极区得到的溶液可继续用于吸收  $H_2S$ 。该溶液中溶质一定含有\_\_\_\_\_ (填化学式)。

17. (10分) 苯巴比妥 (M) 是一种中枢神经系统药物，具有镇静、催眠、抗惊厥作用。其一种合成路线如下：





- (1) A 属于芳香烃, 其名称为\_\_\_\_\_。
- (2) B → D 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (3) E → F 的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) G 和 J 的核磁共振氢谱都只有一组峰, J 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (5) 由 F 和 K 合成 M 的过程如下图 (无机物略去):



写出结构简式 K: \_\_\_\_\_; P: \_\_\_\_\_。

18. (13 分) 三星堆出土的金面具等金制品揭示了人类古文明对黄金的使用。

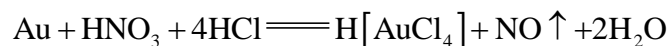


### I. 金的结构与性质

- (1) 金的价电子排布为  $5d^{10}6s^1$ , 它在周期表中的位置为\_\_\_\_\_。
  - (2) 金面具的制作过程包含了淘金、冶金、铸金、锤鍍等工艺, 以下金的性质中, 与其金属键有关的是\_\_\_\_\_ (填字母)
- A. 有金属光泽    B. 有较高的熔点    C. 有很好的延展性    D. 有良好的导电性

### II. 金的冶炼

(3) 金的化学性质很稳定, 单独用浓盐酸或浓硝酸均不能将金溶解, 但将浓硝酸与浓盐酸按体积比 1:3 配制成王水, 则可以溶解金, 发生的反应如下:



- ① 王水溶金过程中, 硝酸的作用是\_\_\_\_\_。
  - ② 盐酸的作用是: 提供  $\text{Cl}^-$  与生成的  $\text{Au}^{3+}$  配位, 降低了  $\text{Au}^{3+}$  浓度, 提高 Au 的还原性。
  - ③ Ag 可被浓硝酸轻易溶解, 但王水溶解 Ag 的效果却不好, 原因可能是\_\_\_\_\_。
  - ④  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$  可用 Zn 粉还原, 完成“沉金”。 $1\text{molH}[\text{AuCl}_4]$  被 Zn 完全还原时, 消耗 Zn 的物质的量是\_\_\_\_\_ mol。
- (4) 在碱性条件下用 NaCN 溶液也可溶金。(已知: HCN 是一种易挥发的弱酸。)





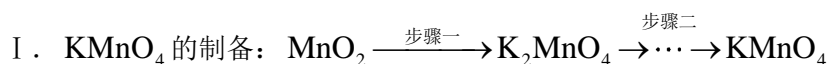
①补全 NaCN 溶液溶金反应的离子方程式：



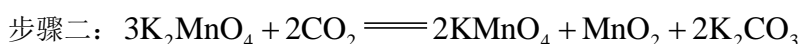
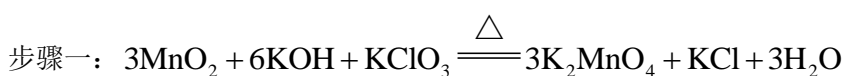
②  $\text{Au}(\text{CN})_2^-$  中配位原子是 C，结合电子式说明 C 可以作为配位原子的原因：\_\_\_\_\_。

③已知  $\text{O}_2$  的氧化性随溶液酸性的增强而增强。工业上常选  $\text{pH} = 10$  的 NaCN 溶液进行溶金，不选更低 pH 的原因可能是\_\_\_\_\_（写出一种即可）。

19. (12 分) 锰的化合物在工业、医疗等领域有重要应用。某兴趣小组模拟制备  $\text{KMnO}_4$  及探究锰(II)盐能否被氧化为高锰(VII)酸盐。



【反应原理】

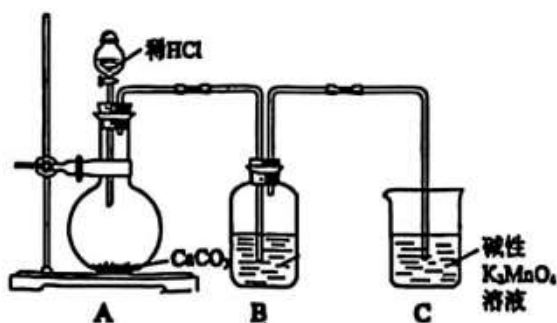


【实验操作】

步骤一：将一定比例的  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{KOH}$  和  $\text{KClO}_3$  固体混合加热，得到墨绿色的固体，冷却后加水溶解得到碱性  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  溶液放入烧杯 C 中。

步骤二：连接装置，检查气密性后装药品。打开分液漏斗活塞，当 C 中溶液完全变为紫红色时，关闭活塞停止反应，分离、提纯获取  $\text{KMnO}_4$  晶体。

装置图如下：



(1) B 中的试剂应选择\_\_\_\_\_。

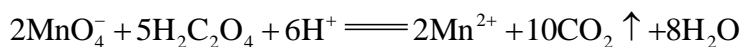
(2) 若反应结束后，未能及时分离  $\text{KMnO}_4$  晶体，可发现 C 中紫红色溶液变浅。该小组同学认为是碱性  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  溶液中的某成分将生成的  $\text{MnO}_4^-$  还原，导致颜色变浅，该成分可能是\_\_\_\_\_。

(3) 测定所得  $\text{KMnO}_4$  的纯度：称取  $m\text{g}$   $\text{KMnO}_4$  晶体，溶于水配成 500mL 溶液，取 25.00mL 于锥形瓶中，加入稀硫酸酸化后，其能与  $V\text{mL}$   $\text{cmol/L}$   $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  恰好完全反应。则所得  $\text{KMnO}_4$  的质量分数为\_\_\_\_\_。


\_\_\_\_\_ (列式表达,  $M(\text{KMnO}_4) = 158\text{g/mol}$ )。

已知: i.  $\text{KMnO}_4$  晶体中的其他杂质不与  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  反应

ii. 酸性条件下  $\text{KMnO}_4$  与  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  发生如下反应:



II. 该小组继续探究  $\text{Mn}^{2+}$  能否氧化为  $\text{MnO}_4^-$ , 进行了下列实验:

装置图	试剂 X	实验现象
 <p>5mL 0.1mol·L<sup>-1</sup> MnSO<sub>4</sub></p>	① 0.5mL 0.1mol·L <sup>-1</sup> NaOH 溶液	生成浅棕色沉淀, 一段时间后变为棕黑色
	② 0.5mL 0.1mol·L <sup>-1</sup> NaOH 和 15% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 混合液	立即生成棕黑色沉淀
	③ 0.5mL 0.1mol·L <sup>-1</sup> HNO <sub>3</sub> 溶液	无明显现象
	④ 0.5mL 0.1mol·L <sup>-1</sup> HNO <sub>3</sub> 溶液和少量 PbO <sub>2</sub>	滴加 HNO <sub>3</sub> 无明显现象, 加入 PbO <sub>2</sub> 立即变为紫红色, 稍后紫红色很快消失, 生成棕黑色沉淀

已知: i.  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  为白色难溶固体;  $\text{MnO}_2$  为棕黑色难溶固体;

ii.  $\text{KMnO}_4$  在酸性环境下缓慢分解产生  $\text{MnO}_2$ 。

(4) 实验①中生成棕黑色沉淀可能的原因\_\_\_\_\_。

(5) 实验②中迅速生成棕黑色沉淀的离子方程式\_\_\_\_\_。

(6) 对比实验③和④, 实验③的作用\_\_\_\_\_。

(7) 甲同学猜测实验④中紫红色消失的原因: 酸性条件下  $\text{KMnO}_4$  不稳定, 分解产生了  $\text{MnO}_2$ , 乙认为不成立, 理由是\_\_\_\_\_; 乙认为是溶液中的  $\text{Mn}^{2+}$  将  $\text{MnO}_4^-$  还原, 并设计了实验方案证明此推测成立, 其方案为\_\_\_\_\_。

探究结果: 酸性条件下, 某些强氧化剂可以将  $\text{Mn}^{2+}$  氧化为  $\text{MnO}_4^-$ 。

