

## 广东省 2023—2024 学年高三 11 月统一调研测试

## 化学

## 注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 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 Li-7 N-14 O-16 Na-23 S-32 Fe-56

一、选择题：本题共 16 小题，共 44 分。第 1~10 小题，每小题 2 分；第 11~16 小题，每小题 4 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 刺绣是我国优秀的民族传统工艺之一，四大名绣各有特色。下列刺绣用具中，主要成分不属于天然有机高分子材料的是（ ）

|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| A. 创意粤绣用动物尾羽缠绒作的线                                                                  | B. 针法多样蜀绣的绣花针                                                                      | C. 着色丰富湘绣的实木绣绷                                                                      | D. 生动传神苏绣的丝绸底料                                                                       |

A. A B. B C. C D. D

2. 杭州亚运会是科技创新改变生活的真实体现。高耐腐蚀场馆顶部、石墨烯涂层地面、环保绿电东送、亚运火炬“薪火”等都使用了科技材料。下列相关叙述不正确的是（ ）

- A. 场馆顶部覆盖聚四氟乙烯(PTFE)膜，PTFE 单体结构中含有碳碳双键
- B. 石墨烯涂层可增强防滑性，石墨烯是乙烯的同系物
- C. 绿电包含光伏发电和风力发电，太阳能和风能均属新能源
- D. 亚运火炬“薪火”金属部分是铝合金，铝合金的硬度比纯铝大

3. 2023 年诺贝尔化学奖授予“发现和合成量子点”的科学家。量子点是一种纳米级半导体发光颗粒，它的应用领域广泛，如制备高效的太阳能电池。下列相关叙述正确的是（ ）

- A. 丁达尔效应可用于区分胶体和溶液
- B. “量子点”是胶体
- C. 发光材料发光是由于电子由基态跃迁到激发态时以光的形式释放能量
- D. 太阳能电池板的主要成分是高纯度二氧化硅

4. “84”消毒液不能与洁厕灵混合使用。某研究小组受此启发利用以下装置进行实验，不能达到预期目的的

是（ ）



- A. 制备氯气    B. 净化、干燥氯气    C. 收集氯气    D. 氯气尾气处理

5. 五育并举，劳动先行。下列劳动项目与所述的化学知识没有关联的是（ ）

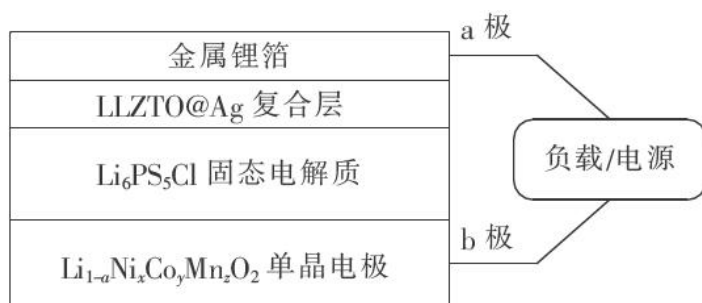
| 选项 | 劳动项目             | 化学知识              |
|----|------------------|-------------------|
| A  | 帮厨活动：炖鱼时加入料酒和醋   | 乙醇和醋酸加热时反应生成有香味的酯 |
| B  | 环保行动：回收旧塑料瓶      | 塑料瓶不易降解且可回收反复利用   |
| C  | 家务劳动：用臭氧进行碗筷消毒   | 臭氧是极性分子           |
| D  | 学农活动：在铵态氮肥表面覆盖土壤 | 铵盐氮肥受热易分解         |

- A. A    B. B    C. C    D. D

6. 全固态锂金属电池具有更高比能和更高安全性。我国科研团队设计了基于 LLZTO@Ag 复合层负极改性的

的硫化物全固态锂电池，结构如图，放电时电池反应为  $\text{Li}_{1-a}\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2 + a\text{Li} \rightleftharpoons \text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ 。下

列说法不正确的是（ ）



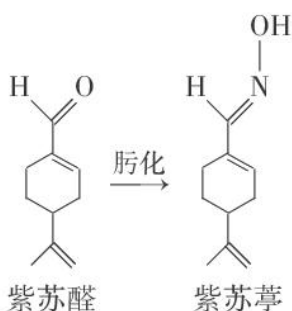
- A. 放电时，电子流向为 b 极→负载→a 极  
 B. 放电时， $\text{Li}^+$  流向为 a 极→复合层→固态电解质→b 极  
 C. 充电时，b 极的电极反应为  $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2 - ae^- \rightleftharpoons \text{Li}_{1-a}\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2 + a\text{Li}^+$   
 D. 充电时，每转移 0.1mol 电子 a 极质量理论上增加 0.7g

7. 化学为生活创造美。下列说法正确的是（ ）

- A. 用氢氟酸在玻璃上雕刻花纹，利用了氢氟酸的强酸性  
 B. 节日里的烟花表演利用了焰色试验，焰色试验属于化学变化  
 C. 游泳池里定期添加硫酸铜，主要目的是使池水更美丽梦幻  
 D. 发黑的银首饰置于盛有热食盐溶液的锡纸碗中，很快恢复光亮，利用了氧化还原反应

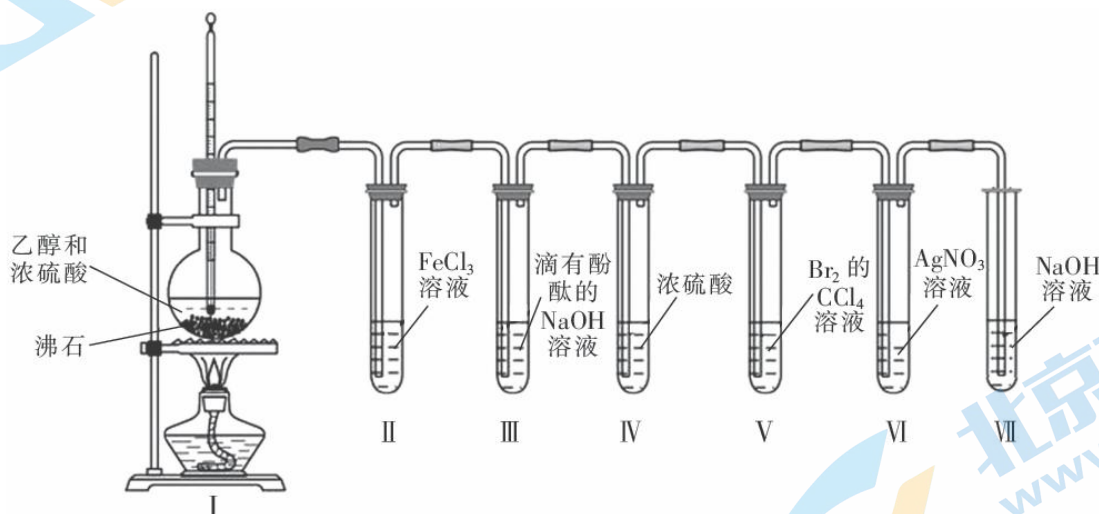
8. 植物紫苏中特殊的香气源于紫苏醛。紫苏醛与羟胺反应可制得紫苏萜。紫苏醛、紫苏萜除用作香料外，还

对肿瘤治疗有独特的疗效。下列说法不正确的是（ ）



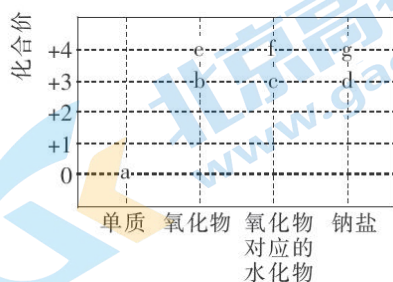
- A. 紫苏醛的分子式为  $C_{10}H_{14}O$
- B.  $1\text{mol}$  紫苏醛最多可与  $3\text{molH}_2$  发生加成反应
- C. 紫苏醛、紫苏萜中的  $\sigma$  键、 $\pi$  键数目均相同
- D. 紫苏醛、紫苏萜均能使溴水和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色

9. 按下图装置进行实验，I 装置迅速升温至温度控制在  $170^\circ\text{C}$ ，乙醇沸点为  $73.8^\circ\text{C}$ 。下列说法正确的是（ ）



- A. II 装置溶液由黄色变为浅绿色，说明乙烯具有还原性
- B. V 装置  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色，VI 装置出现沉淀，说明 V 中发生取代反应
- C. 反应一段时间后，III 装置红色逐渐褪去，所得溶液的阴离子最多增加 2 种
- D. 反应一段时间后，I 装置溶液颜色变黑，说明浓硫酸具有脱水性

10. 部分含 Al 或含 Si 物质的分类与相应化合价关系如图，下列推断不正确的是（ ）



- A. 肯定存在  $b \rightarrow c$  和  $e \rightarrow f$  的直接转化
- B.  $d \rightarrow c$  和  $g \rightarrow f$  的转化均可通过向溶液中通入  $CO_2$  来实现
- C.  $g$  的水溶液可以用作黏合剂
- D. 1mole 晶体含有 4mol 共价键

11.  $NH_3$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $HNO_3$ 、 $NH_4NO_3$  等是氮的重要化合物，设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是（ ）

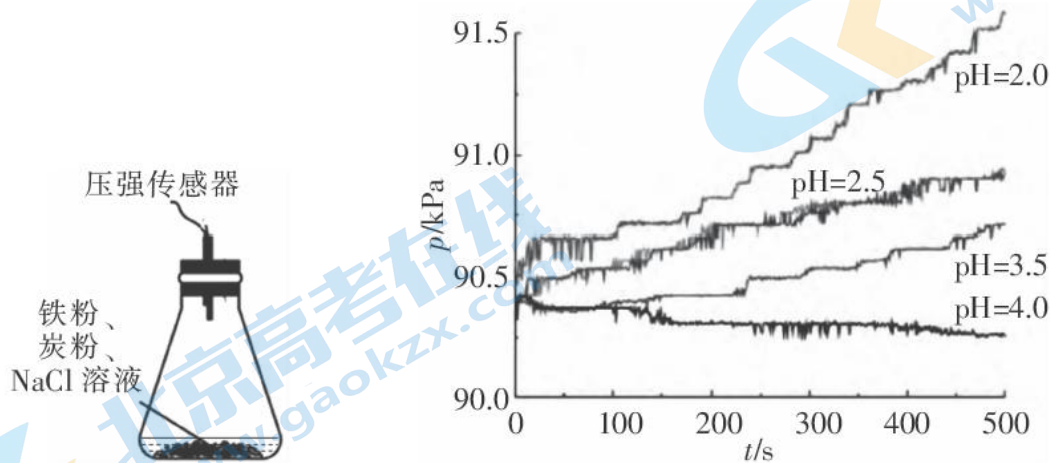
- A. 46g 由  $NO_2$  和  $N_2O_4$  组成的混合气体中，含氧原子的数目为  $4N_A$
- B. 1L 1mol·L<sup>-1</sup>  $NH_4NO_3$  溶液中，含  $NH_4^+$  的总数为  $N_A$
- C. 56g Fe 与一定量的浓硝酸恰好反应，转移的电子数一定为  $3N_A$
- D. 常温下，17g 氨气含  $NH_3$  的分子数为  $N_A$

12. 下列陈述 I 和陈述 II 均正确，且具有因果关系的是（ ）

| 选项 | 陈述 I                              | 陈述 II                |
|----|-----------------------------------|----------------------|
| A  | 用 $Na_2CO_3$ 溶液清洗油污时，加热可以增强去污效果   | 升温使油污溶解度增大           |
| B  | 缺角的氯化钠晶体在饱和 $NaCl$ 溶液中慢慢变为完美的立方体块 | 晶体有各向异性              |
| C  | 灼烧变黑的铜丝趁热伸入装有 2mL 无水乙醇的试管中，铜丝变红   | 乙醇具有还原性              |
| D  | 向漂白粉溶液中通入足量 $SO_2$ ，产生白色沉淀        | 酸性： $H_2SO_3 > HClO$ |

- A. A    B. B    C. C    D. D

13. 设计实验改变电解质溶液的 pH 值，并使用压强传感器测定 Fe-C-NaCl 溶液封闭体系的压强，实验装置和实验结果如图，下列说法正确的是（ ）



- A. pH = 2.0 时，300~400s 的反应速率比 100~200s 的速率快，可能是反应放热引起的

B. pH = 4.0 时, 铁做正极, 电极反应为  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

C. 当析氢腐蚀为主时, pH 越大, 反应速率越快

D. 把铁粉换成铁片, 曲线变化幅度会更明显

14. 化合物甲 ( $\text{X}_2\text{ZYX}_2\text{YWWR}$ ) 是一种常见的医药中间体, 所含 5 种元素均为短周期主族元素, Z 比 W 原子序数小且二者在元素周期表中左右相邻, X 是宇宙中最丰富的元素, 基态 Y 原子 s 轨道电子总数是 p 轨道的 2 倍, R 的原子半径在短周期元素中最大, 基态 Z 原子价电子排布式为  $\text{ns}^n\text{np}^{n+1}$ . 下列说法正确的是 ( )

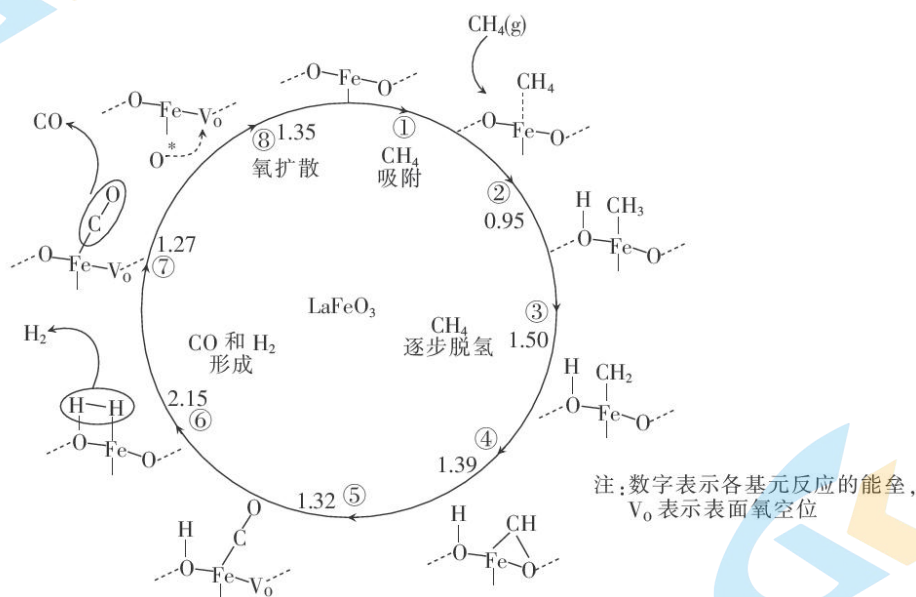
A. Y 的多种同素异形体都是共价晶体

B. 第一电离能:  $\text{Y} < \text{W} < \text{Z}$

C. 简单离子半径:  $\text{R} > \text{Z} > \text{W}$

D.  $\text{YW}_2$  和  $\text{ZW}_2^-$  的空间结构均为直线形

15. 重整工艺可使  $\text{CH}_4$  转化为理想  $\text{H}_2/\text{CO}$  比例合成气.  $\text{LaFeO}_3$  载氧体可替代氧气用于  $\text{CH}_4$  重整工艺, 反应过程  $\text{LaFeO}_3$  表面会逐渐形成氧空位, 该工艺部分氧化反应机理如图所示, 下列说法不正确的是 ( )



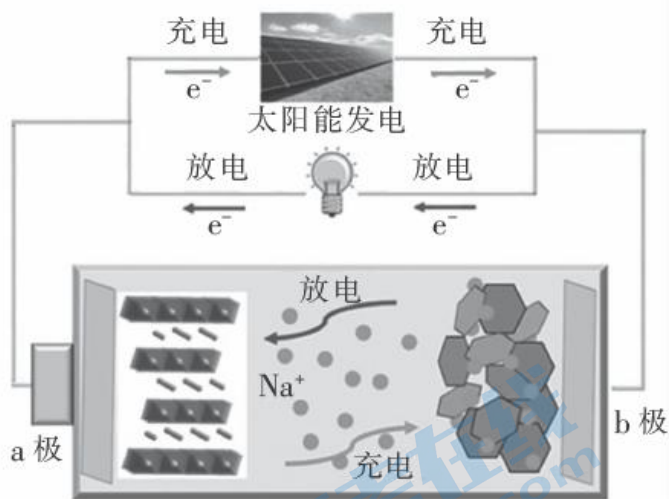
A. 上述反应中涉及极性键的断裂与形成

B.  $\text{LaFeO}_3$  载氧体是催化剂

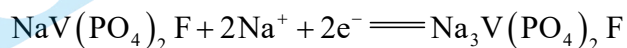
C.  $-\text{CH}_3$  脱氢反应是  $\text{CH}_4$  逐步脱氢过程的决速步骤

D. 产品合成气  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的体积比为 2:1

16. 钠离子电池成本低、安全性高, 反应机理和锂离子电池类似, 充放电过程是  $\text{Na}^+$  在正负极同时镶嵌与脱嵌 (如图). 下列说法不正确的是 ( )



- A. 充电时 a 极发生氧化反应  
 B. 充电时能量转化方式为光能→电能→化学能  
 C. 单位质量的负极材料，钠离子电池比锂离子电池可提供更多的电量  
 D. 若正极材料为  $\text{NaV}(\text{PO}_4)_2\text{F} / \text{Na}_3\text{V}(\text{PO}_4)_2\text{F}$ , 放电时电极反应为

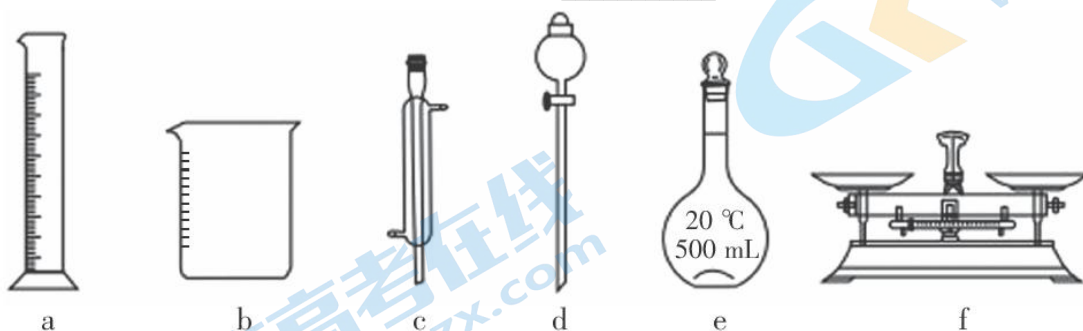


## 二、非选择题：本题共 4 小题，共 56 分。

17. (14 分)  $\text{FeSO}_4$  是常见的无机试剂，可用于净水、照相制版、色谱分析等。某小组计划配制  $\text{FeSO}_4$  溶液并探究其性质。

(1) 配制 480 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$  溶液：

- ① 计算需要  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  固体的质量：\_\_\_\_\_。  
 ② 配制溶液过程中，下列仪器中一定不需要的是\_\_\_\_\_ (填字母)。



(2) 常温时，在磁力搅拌器搅拌下，向新制未酸化的  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$  溶液中不断通入  $\text{O}_2$  (忽略溶液体积变化)，用 pH 传感器测得反应过程中的 pH 变化曲线如图 1 所示。

① 甲同学实验检验溶液中含有剩余的  $\text{Fe}^{2+}$ ，则检验试剂是\_\_\_\_\_溶液，现象是

②  $t = 1.5 \times 10^4 \text{ s}$  时, 乙同学检测发现超过千分之一的  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化, 查找资料得知: 常温下

$K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.7 \times 10^{-39}$ , 由此判断  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化后的主要存在形式\_\_\_\_\_ (填“是”或“不是”)

$\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ , 则该过程中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_.

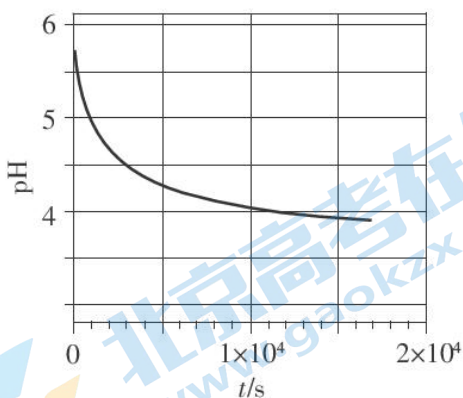


图1 新制未酸化  $\text{FeSO}_4$  溶液中通入  $\text{O}_2$

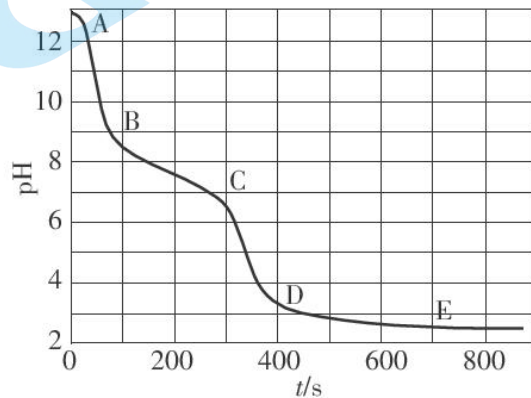
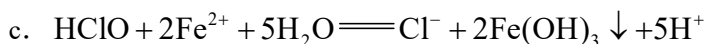
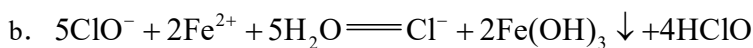
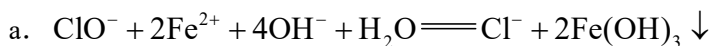


图2 含少量  $\text{NaOH}$  的  $\text{NaClO}$  溶液中逐滴滴入  $\text{FeSO}_4$  溶液

(3) 向含少量  $\text{NaOH}$  的  $\text{NaClO}$  溶液中逐滴滴入  $\text{FeSO}_4$  溶液, 用  $\text{pH}$  传感器测得滴入  $\text{FeSO}_4$  溶液过程中的  $\text{pH}$  变化曲线如图 2 所示:

①结合 (2) 中结论, 推理可知 B~C 段发生的反应主要是\_\_\_\_\_ (填字母).



②依据物质的性质, 指出实验 (3) 后续需要注意的环保问题: \_\_\_\_\_ (写出一点即可).

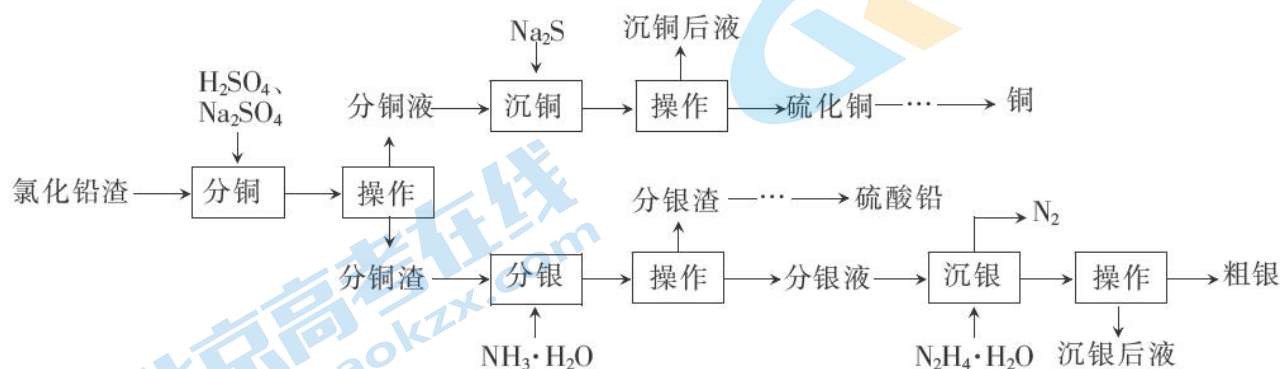
(4) 丙同学想设计实验对比  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  对  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的催化效果, 请选择合适试剂, 将试剂及用量填入表中, 完成实验设计 (忽略溶液体积变化; 查阅资料发现,  $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  对  $\text{H}_2\text{O}_2$  的分解无影响):

限选试剂:  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液、 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$  溶液、 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$  溶液、 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液.

| 实验编号 | 温度 | pH | $\text{H}_2\text{O}_2$ 浓度 | $\text{H}_2\text{O}_2$ 体积 | 添加试剂及体积 (可填多种试剂) |
|------|----|----|---------------------------|---------------------------|------------------|
|------|----|----|---------------------------|---------------------------|------------------|

|   |    |     |     |      |       |
|---|----|-----|-----|------|-------|
| ① | 常温 | 1.6 | 10% | 10mL | _____ |
| ② | 常温 | 1.6 | 10% | 10mL | _____ |

18. (14 分) 铜和银是两种有着广泛应用的金属材料。从氯化铅渣 (含  $\text{PbCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2$  和  $\text{AgCl}$  等) 中, 利用分步浸出的方法可实现铜与铅、银的分离和回收。工艺流程如下:



已知: 常温下, 部分氯化物、硫酸盐的溶度积常数如下表:

| 盐        | $\text{PbCl}_2$      | $\text{AgCl}$         | $\text{PbSO}_4$      | $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ |
|----------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| $K_{sp}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-5}$     |

(1) 上述工艺流程中多次出现“操作”的名称是\_\_\_\_\_.

(2) pH 变化对分铜渣中铜含量及分铜液中银含量的影响如图 1, “分铜”过程中最合适 pH 为\_\_\_\_\_.

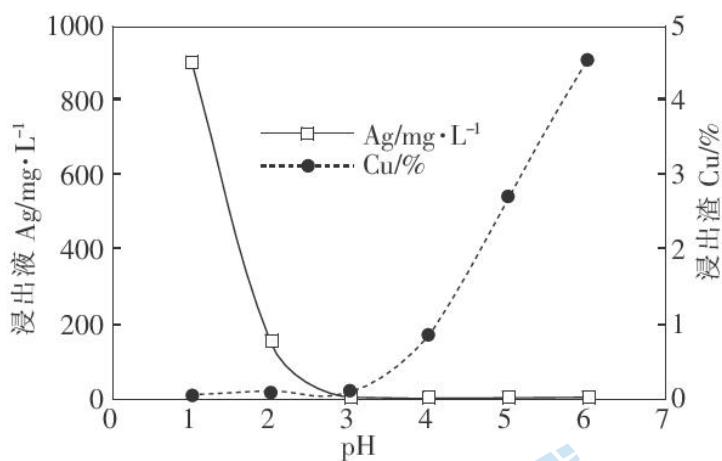


图 1

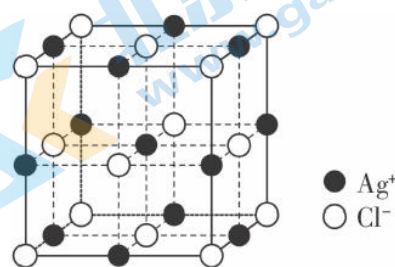


图 2

(3) 请写出“分铜”过程中反应的离子方程式: \_\_\_\_\_, 该反应的平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_.

(4)  $\text{AgCl}$  晶胞如图 2 所示, 晶胞边长为  $a\text{pm}$ . 已知  $\text{Cl}^-$  半径为  $b\text{pm}$ ,  $\text{Cl}^-$  和  $\text{Ag}^+$  相切,  $\text{Ag}^+$  和  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  和  $\text{Cl}^-$  之间不相切.

①则晶体中  $\text{Ag}^+$  半径  $r =$  \_\_\_\_\_  $\text{pm}$ .

②“分银”时，银元素转化为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ，反应温度控制在 $50^\circ\text{C}$ ，若温度过高，容易造成分银效果下降，原因是\_\_\_\_\_。

③ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中各元素电负性由大到小的顺序为\_\_\_\_\_（填化学式），

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中 $\text{NH}_3$ 的 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角比独立存在的 $\text{NH}_3$ 分子结构中的 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角\_\_\_\_\_（填“大”“小”或“相等”）。

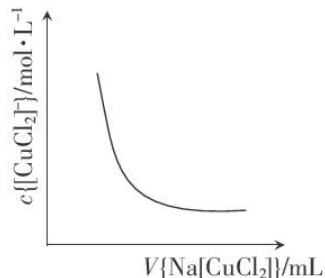
（5）“沉银”过程中 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 做氧化剂，将 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 氧化为 $\text{N}_2$ ，则生成 $1\text{mol Ag}$ 理论上需消耗\_\_\_\_\_  $\text{g N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 。“沉银后液”经处理后可循环到\_\_\_\_\_（填“分铜”“沉铜”“分银”或“沉银”）过程再利用。

19.（14分）铜元素广泛存在于自然界，铜和铜的化合物在生产生活中都发挥着重要作用。

（1）可用 $\text{Cu}$ 制备 $\text{CuCl}$ 。 $\text{CuCl}$ 常作有机合成催化剂，熔点为 $426^\circ\text{C}$ ，熔融状态下几乎不导电，易溶于浓盐酸，常温下 $K_{\text{sp}}(\text{CuCl})=1.2\times 10^{-6}$ 。

①基态 $\text{Cu}$ 原子的价层电子轨道表示式为\_\_\_\_\_。

② $\text{CuCl}$ 的溶解平衡可表示为（请补充完整）： $2\text{CuCl}(\text{s}) \rightleftharpoons$ \_\_\_\_\_ +  $[\text{CuCl}_2]^- (\text{aq})$ ， $[\text{CuCl}_2]^-$ 可在溶液中大量稳定存在。现有含 $\text{CuCl}$ 晶体的溶解平衡体系，以下描述和推断正确的是\_\_\_\_\_（填字母）。



A.  $\text{CuCl}$ 晶体属于离子晶体

B.  $\text{CuCl}$ 溶于浓盐酸生成 $\text{H}[\text{CuCl}_2]$

C. 向该溶解平衡体系中逐滴加入浓 $\text{Na}[\text{CuCl}_2]$ ， $c\{[\text{CuCl}_2]^- \}$ 的变化曲线如右图

D. 向该溶解平衡体系加入固体 $\text{NaCl}$ ，该溶解平衡正向移动， $\text{CuCl}$ 溶解度增大

（2）以下3个反应涉及 $\text{Cu}^{2+}$ 与多个配体形成的配合物：



反应Ⅲ:  $\text{CuCl}_2$  溶液中存在  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq})$  (蓝色)  $+4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq})$  (黄色)

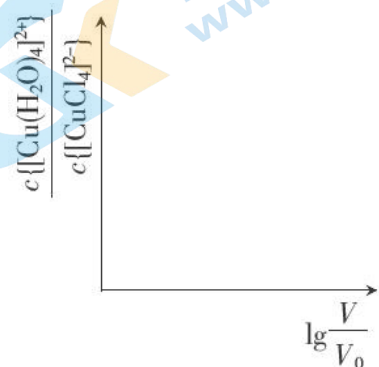
$+4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H > 0$ .

①判断稳定性:  $[\text{Cu}(\text{EDTA})]^{2+}$  \_\_\_\_\_  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  (填 “>” “<” 或 “=”).

②加热  $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$  溶液的现象是\_\_\_\_\_.

③常温下, 向  $V_0\text{mL} 0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CuCl}_2$  溶液加入蒸馏水至  $V\text{mL}$ , 有人判断该平衡逆向移动, 原因是加入蒸馏水, 导致水的浓度增大, 该说法\_\_\_\_\_ (填 “正确” 或 “不正确”), 请说明理由:

\_\_\_\_\_ ; 请在答题卷坐标中画出  $\frac{c\{[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}\}}{c\{[\text{CuCl}_4]^{2-}\}}$  随  $\lg \frac{V}{V_0}$  的变化曲线.



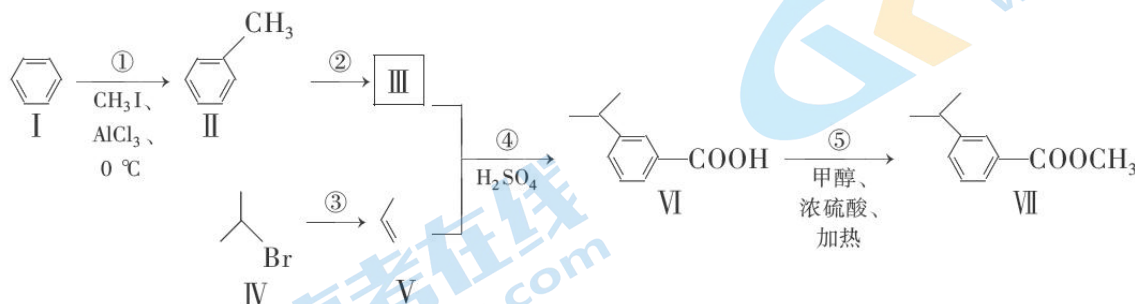
(3) 含铜废水可用  $\text{NaR}$  循环提取和分离, 反应过程是  $\text{Cu}^{2+} + \text{R}^- \rightleftharpoons \text{CuR}^+; \text{CuR}^+ + \text{R}^- \rightleftharpoons \text{CuR}_2$ ,  $\text{CuR}_2$  易溶于水. 室温下, 向  $\text{R}^-$  初始浓度为  $c_0(\text{R}^-) = 0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaR}$  溶液中加入不同量的  $\text{CuSO}_4$  固体, 用传感器测得平衡时各物种  $\frac{c_{\text{平}}}{c_0(\text{R}^-)}$  随  $\frac{c_0(\text{Cu}^{2+})}{c_0(\text{R}^-)}$  的数据记录如下表 (忽略溶液体积变化, 不考虑副反应):

| $\frac{c_0(\text{Cu}^{2+})}{c_0(\text{R}^-)}$ |                | 0    | 0.30  | 0.60 | 0.90 | 1.00 |
|-----------------------------------------------|----------------|------|-------|------|------|------|
| $\frac{c_{\text{平}}}{c_0(\text{R}^-)}$        | $\text{R}^-$   | 1.00 | 0.75  | 0.60 | 0.49 | 0.46 |
|                                               | $\text{CuR}^+$ | 0    | 0.10  | a    | 0.26 | 0.28 |
|                                               | $\text{CuR}_2$ | 0    | 0.075 | 0.11 | b    | 0.13 |

①通过表格中  $\frac{c_0(\text{Cu}^{2+})}{c_0(\text{R}^-)} = 0.30$  计算  $\text{CuR}^+ + \text{R}^- \rightleftharpoons \text{CuR}_2$  的平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_ (保留两位有效数字).

②  $\frac{c_0(\text{Cu}^{2+})}{c_0(\text{R}^-)} = 0.60$  时,  $\text{Cu}^{2+}$  的转化率为\_\_\_\_\_ (写出计算过程, 结果写百分式, 保留 2 位有效数字)。

20. (14 分) 爱美之心人皆有之, 近年来美容行业盛行. 3-异丙基苯甲酸甲酯(VII)和 2-异丙基苯甲酸甲酯(VIII)是美肤美甲必不可少的成分. 3-异丙基苯甲酸甲酯的合成路线如下:



已知: 苯环上甲基邻位的 C—H 更容易断裂, 羧基间位的 C—H 更容易断裂。

(1) 反应①中,  $\text{AlCl}_3$  是催化剂, 除化合物 II 外, 另一生成物是\_\_\_\_\_。

(2) 化合物 III 和化合物 V 通过反应④生成化合物 VI 是该合成路线的核心反应。

① 化合物 III 的名称为\_\_\_\_\_。

② 关于反应④的说法正确的有\_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 反应过程中, 有 C—H 的断裂和 C—C 的形成

B. 化合物 III 和化合物 V 中的碳原子均采用  $\text{sp}^2$  杂化

C. 化合物 VI 是极性分子, 不存在手性碳原子

D. 反应④是取代反应

③ 根据化合物 VI 的结构特征, 分析预测其可能的化学性质, 完成下表:

| 反应试剂、条件 | 反应形成的新结构 | 反应类型 |
|---------|----------|------|
| _____   | _____    | 加成反应 |

(3) 化合物 VI 和化合物 VII 相比, 在水中溶解度较大的是化合物\_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_。

(4) 化合物 VII 有多种同分异构体, 满足下列条件的同分异构体一共有\_\_\_\_\_ 种。

a) 属于芳香族化合物; b) 能发生银镜反应; c) 核磁共振氢谱确定分子中有 9 个化学环境相同的氢原子。

其中核磁共振氢谱有 4 个吸收峰的结构简式为\_\_\_\_\_ (任写一种即可)。

(5) 采用以上相似的合成路线, 以苯和 2-溴丙烷为原料, 合成化合物 VIII (2-异丙基苯甲酸甲酯, 结构如图), 先将 2-溴丙烷通过反应③得到丙烯、苯通过反应①得到甲苯。回答下列问题:



① 写出下一步的化学方程式: \_\_\_\_\_。

② 甲苯不立即进行反应②的原因是\_\_\_\_\_。