

# 山东省 2022 年普通高中学业水平等级考试

## 化学

注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
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 C 12 O 16 S 32 Cl 35.5 Ti 48 Co 59

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 古医典富载化学知识, 下述之物见其氧化性者为 ( )  
A. 金 (Au): “虽被火亦未熟”  
B. 石灰 (CaO): “以水沃之, 即热蒸而解”  
C. 石硫黄 (S): “能化……银、铜、铁, 奇物”  
D. 石钟乳 (CaCO<sub>3</sub>): “色黄, 以苦酒 (醋) 洗刷则白”
2. 下列试剂实验室保存方法错误的是 ( )  
A. 浓硝酸保存在棕色细口瓶中      B. 氢氧化钠固体保存在广口塑料瓶中  
C. 四氯化碳保存在广口塑料瓶中      D. 高锰酸钾固体保存在棕色广口瓶中
3. <sup>15</sup>O、<sup>16</sup>O 的半衰期很短, 自然界中不能稳定存在。人工合成反应如下: <sup>15</sup>O + <sub>2</sub>He → <sup>17</sup>O + <sub>1</sub>X;  
<sup>16</sup>O + <sub>2</sub>He → <sup>18</sup>O + <sub>n</sub>Y。下列说法正确的是 ( )  
A. X 的中子数为 2  
B. X、Y 互为同位素  
C. <sup>15</sup>O、<sup>16</sup>O 可用作示踪原子研究化学反应历程  
D. 自然界不存在 <sup>15</sup>O<sub>2</sub>、<sup>16</sup>O<sub>2</sub> 分子是因其化学键不稳定
4. 下列高分子材料制备方法正确的是 ( )  
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$
  
A. 聚乳酸 (  $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$  ) 由乳酸经加聚反应制备  
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$

B. 聚四氟乙烯 ( $\text{-(CF}_2\text{)-CF}_2\text{-}$ )<sub>n</sub> 由四氟乙烯经加聚反应制备

C. 尼龙-66 ( $\text{-(NH-(CH}_2\text{)}_6\text{-NH-C(=O)-(CH}_2\text{)}_4\text{-C(=O)-)}$ )<sub>n</sub> 由己胺和己酸经缩聚反应制备

D. 聚乙烯醇 ( $\text{-(CH}_2\text{-CH(OH)-)}$ )<sub>n</sub> 由聚乙酸乙烯酯 ( $\text{-(CH}_2\text{-CH(OCOCH}_3\text{)-)}$ )<sub>n</sub> 经消去反应制备

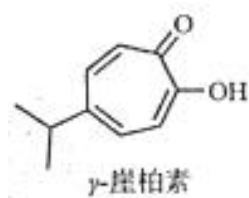
5. AlN、GaN 属于第三代半导体材料，二者成键结构与金刚石相似，晶体中只存在 N-Al 键、N-Ga 键。下列说法错误的是 ( )

- A. GaN 的熔点高于 AlN                      B. 晶体中所有化学键均为极性键  
C. 晶体中所有原子均采取 sp<sup>3</sup> 杂化        D. 晶体中所有原子的配位数均相同

6. 实验室用基准 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 配制标准溶液并标定盐酸浓度，应选甲基橙为指示剂，并以盐酸滴定 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 标准溶液。下列说法错误的是 ( )

- A. 可用量筒量取 25.00mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 标准溶液置于锥形瓶中  
B. 应选用配带塑料塞的容量瓶配制 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 标准溶液  
C. 应选用烧杯而非称量纸称量 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 固体  
D. 达到滴定终点时溶液显橙色

7. γ-崖柏素具天然活性，有酚的通性，结构如图。关于 γ-崖柏素的说法错误的是 ( )

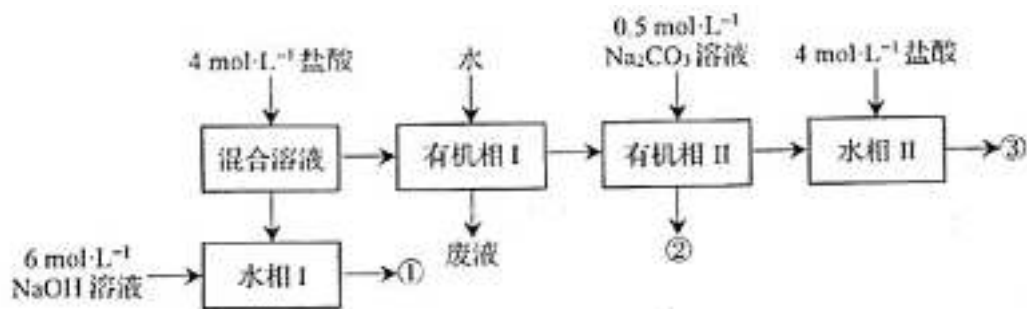


- A. 可与溴水发生取代反应                      B. 可与 NaHCO<sub>3</sub> 溶液反应  
C. 分子中的碳原子不可能全部共平面        D. 与足量 H<sub>2</sub> 加成后，产物分子中含手性碳原子

8. 实验室制备 KMnO<sub>4</sub> 过程为：①高温下在熔融强碱性介质中用 KClO<sub>3</sub> 氧化 MnO<sub>2</sub> 制备 K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>；②水溶后冷却，调溶液 pH 至弱碱性，K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> 歧化生成 KMnO<sub>4</sub> 和 MnO<sub>2</sub>；③减压过滤，将滤液蒸发浓缩、冷却结晶，再减压过滤得 KMnO<sub>4</sub>。下列说法正确的是 ( )

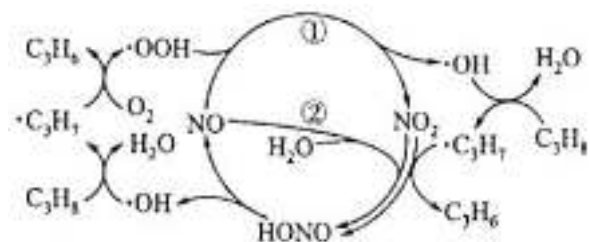
- A. ①中用瓷坩埚作反应器                      B. ①中用 NaOH 作强碱性介质  
C. ②中 K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> 只体现氧化性                D. MnO<sub>2</sub> 转化为 KMnO<sub>4</sub> 的理论转化率约为 66.7%

9. 已知苯胺（液体）、苯甲酸（固体）微溶于水，苯胺盐酸盐易溶于水。实验室初步分离甲苯、苯胺、苯甲酸混合溶液的流程如下。下列说法正确的是（ ）



- A. 苯胺既可与盐酸也可与 NaOH 溶液反应
- B. 由①、③分别获取相应粗品时可采用相同的操作方法
- C. 苯胺、甲苯、苯甲酸粗品依次由①、②、③获得
- D. ①、②、③均为两相混合体系

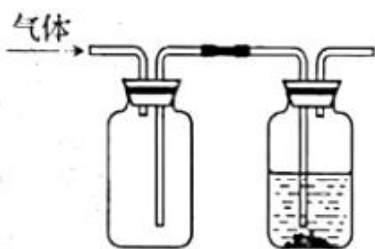
10. 在 NO 催化下，丙烷与氧气反应制备丙烯的部分反应机理如图所示。下列说法错误的是（ ）



- A. 含 N 分子参与的反应一定有电子转移
- B. 由 NO 生成 HONO 的反应历程有 2 种
- C. 增大 NO 的量，C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 的平衡转化率不变
- D. 当主要发生包含②的历程时，最终生成的水减少

二、选择题：本题共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题目要求，全部选对得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

11. 某同学按图示装置进行实验，欲使瓶中少量固体粉末最终消失并得到澄清溶液。下列物质组合不符合要求的是（ ）

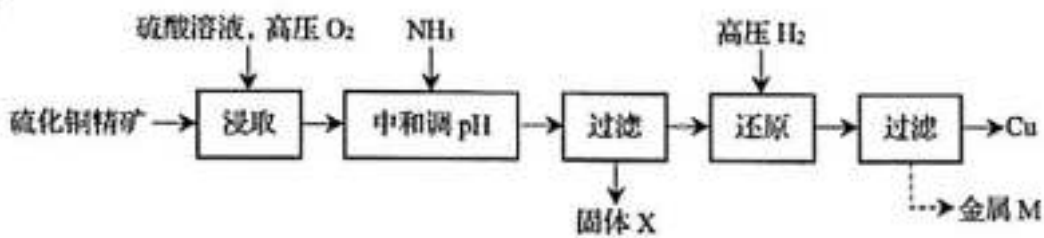


	气体	液体	固体粉末
A	CO <sub>2</sub>	饱和 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液	CuCO <sub>3</sub>

B	$\text{Cl}_2$	$\text{FeCl}_2$ 溶液	Fe
C	HCl	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液	Cu
D	$\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	AgCl

A. A      B. B      C. C      D. D

12. 高压氢还原法可直接从溶液中提取金属粉。以硫化铜精矿（含 Zn、Fe 元素的杂质）为主要原料制备 Cu 粉的工艺流程如下，可能用到的数据见下表。

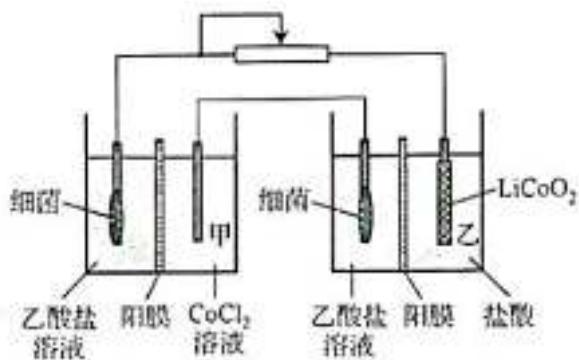


	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$
开始沉淀 pH	1.9	4.2	6.2
沉淀完全 pH	3.2	6.7	8.2

下列说法错误的是 ( )

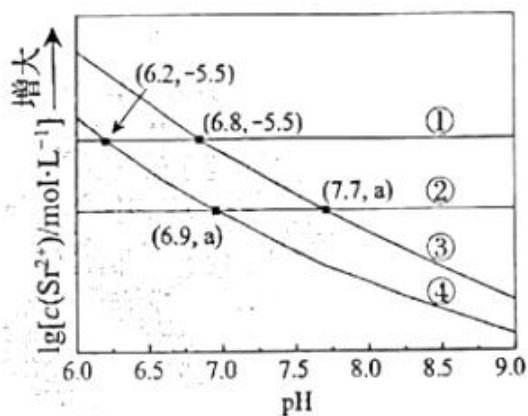
- A. 固体 X 主要成分是  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和 S；金属 M 为 Zn
- B. 浸取时，增大  $\text{O}_2$  压强可促进金属离子浸出
- C. 中和调 pH 的范围为 3.2~4.2
- D. 还原时，增大溶液酸度有利于 Cu 的生成

13. 设计如图装置回收金属钴。保持细菌所在环境 pH 稳定，借助其降解乙酸盐生成  $\text{CO}_2$ ，将废旧锂离子电池的正极材料  $\text{LiCoO}_2(\text{s})$  转化为  $\text{Co}^{2+}$ ，工作时保持厌氧环境，并定时将乙室溶液转移至甲室。已知电极材料均为石墨材质，右侧装置为原电池。下列说法正确的是 ( )



- A. 装置工作时，甲室溶液 pH 逐渐增大
- B. 装置工作一段时间后，乙室应补充盐酸
- C. 乙室电极反应式为  $\text{LiCoO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{Li}^- + \text{Co}^{3+} + 4\text{OH}^-$
- D. 若甲室  $\text{Co}^{3+}$  减少 200mg，乙室  $\text{Co}^{3+}$  增加 300mg，则此时已进行过溶液转移

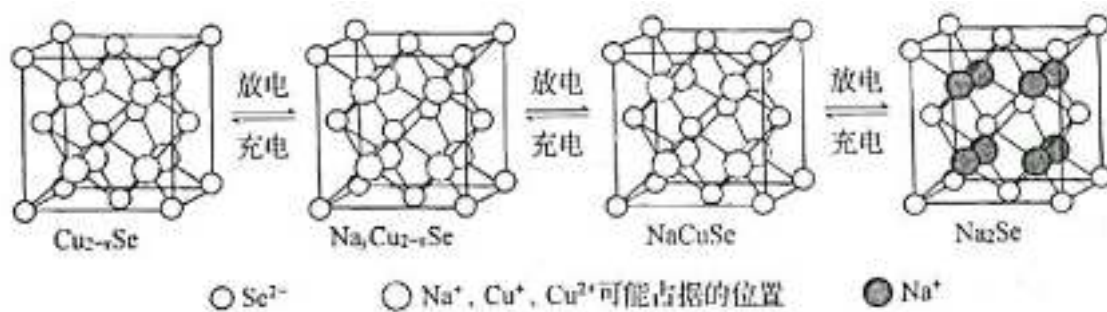
14. 工业上以  $\text{SrSO}_4(\text{s})$  为原料生产  $\text{SrCO}_3(\text{s})$ ，对其工艺条件进行研究。现有含  $\text{SrCO}_3(\text{s})$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，含  $\text{SrSO}_4(\text{s})$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液。在一定 pH 范围内，四种溶液中  $\lg\left[\frac{c(\text{Sr}^{2+})}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}\right]$  随 pH 的变化关系如图所示。下列说法错误的是 ( )



- A. 反应  $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{SrCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}$  的平衡常数  $K = \frac{K_{sp}(\text{SrSO}_4)}{K_{sp}(\text{SrCO}_3)}$
- B.  $a = -6.5$
- C. 曲线④代表含  $\text{SrCO}_3(\text{s})$  的  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的变化曲线
- D. 对含  $\text{SrSO}_4(\text{s})$  且  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  初始浓度均为  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的混合溶液， $\text{pH} \approx 7.7$  时才发生沉淀转化

15.  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  是一种钠离子电池正极材料，充放电过程中正极材料立方晶胞 (示意图) 的组成变化如图所示，

晶胞内未标出因放电产生的 0 价 Cu 原子。下列说法正确的是 ( )

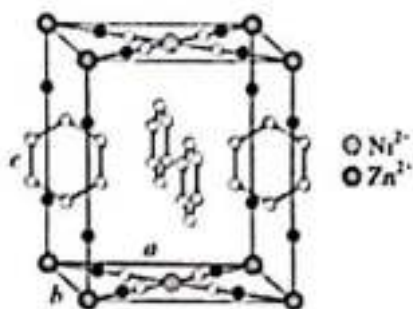


- A. 每个  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  晶胞中  $\text{Cu}^{2+}$  个数为  $x$
- B. 每个  $\text{Na}_2\text{Se}$  晶胞完全转化为  $\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  晶胞, 转移电子数为 8
- C. 每个  $\text{NaCuSe}$  晶胞中 0 价 Cu 原子个数为  $1-x$
- D. 当  $\text{Na}_3\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$  转化为  $\text{NaCuSe}$  时, 每转移  $(1-y)\text{mol}$  电子, 产生  $(1-x)\text{mol}$  Cu 原子

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 60 分。

16. (12 分) 研究笼形包合物结构和性质具有重要意义。化学式为  $\text{Ni}(\text{CN})_4 \cdot \text{Zn}(\text{NH}_3)_2 \cdot z\text{C}_6\text{H}_6$  的笼形包合物四方晶胞结构如图所示 (H 原子未画出), 每个苯环只有一半属于该晶胞。晶胞参数为  $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 。

回答下列问题:



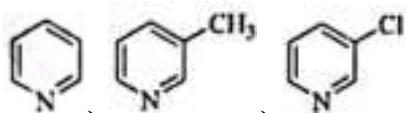
- (1) 基态 Ni 原子的价电子排布式为 \_\_\_\_\_, 在元素周期表中位置为 \_\_\_\_\_。
- (2) 晶胞中 N 原子均参与形成配位键,  $\text{Ni}^{2+}$  与  $\text{Zn}^{2+}$  的配位数之比为 \_\_\_\_\_;  $x:y:z =$  \_\_\_\_\_; 晶胞中有 d 轨道参与杂化的金属离子是 \_\_\_\_\_。



(3) 吡啶 ( ) 替代苯也可形成类似的笼形包合物。已知吡啶中含有与苯类似的  $\pi_6^2$  大  $\pi$  键, 则吡啶中 N 原子的价层孤电子对占据 \_\_\_\_\_ (填标号)。

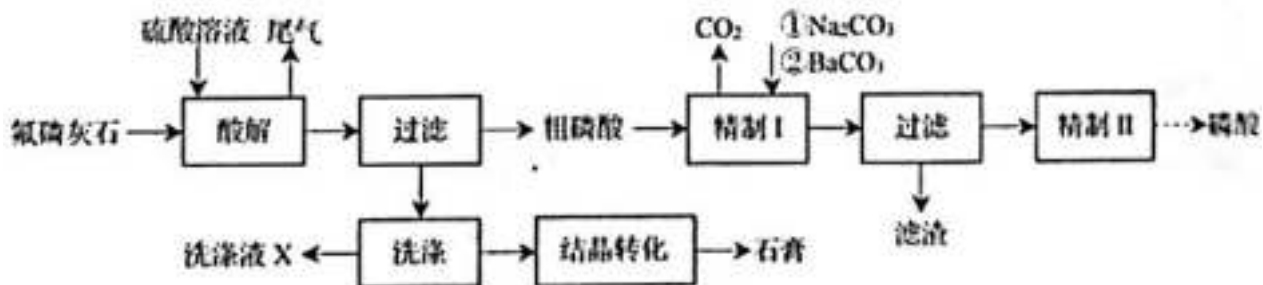
- A.  $2s$  轨道      B.  $2p$  轨道      C.  $sp$  杂化轨道      D.  $sp^2$  杂化轨道

在水中的溶解度，吡啶远大于苯，主要原因是①\_\_\_\_\_，②\_\_\_\_\_。



的碱性随 N 原子电子云密度的增大而增强，其中碱性最弱的是\_\_\_\_\_。

17. (13 分) 工业上以氟磷灰石[Ca<sub>5</sub>F(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]，含 SiO<sub>2</sub> 等杂质]为原料生产磷酸和石膏，工艺流程如下：



回答下列问题：

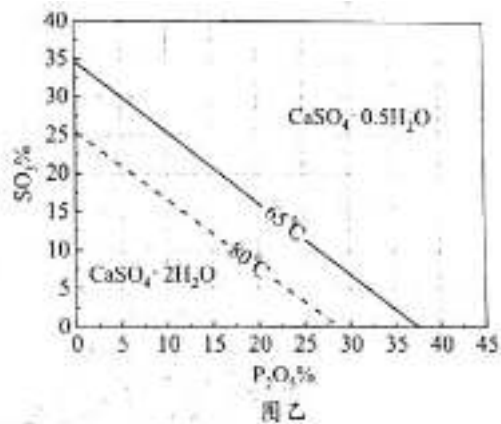
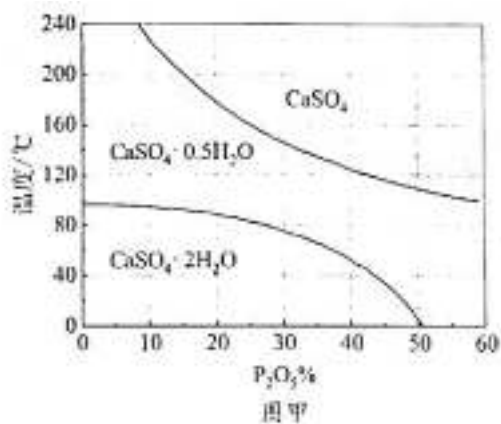
(1) 酸解时有 HF 产生。氢氟酸与 SiO<sub>2</sub> 反应生成二元强酸 H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>，离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 部分盐的溶度积常数见下表。精制 I 中，按物质的量之比  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{SiF}_6^{2-}) = 1 : 1$  加入 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 脱氟，充分反应后， $c(\text{Na}^+) =$  \_\_\_\_\_ mol·L<sup>-1</sup>；再分批加入一定量的 BaCO<sub>3</sub>，首先转化为沉淀的离子是\_\_\_\_\_。

	BaSiF <sub>6</sub>	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	CaSO <sub>4</sub>	BaSO <sub>4</sub>
K <sub>sp</sub>	1.0×10 <sup>-6</sup>	4.0×10 <sup>-6</sup>	9.0×10 <sup>-4</sup>	1.0×10 <sup>-10</sup>

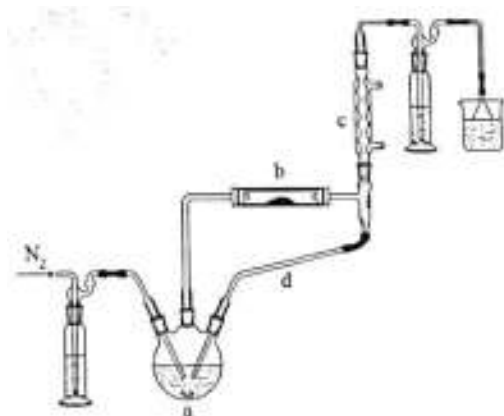
(3) SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 浓度 (以 SO<sub>3</sub>% 计) 在一定范围时，石膏存在形式与温度、H<sub>3</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 浓度 (以 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% 计) 的关系如图甲所示。酸解后，在所得 100℃、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% 为 45 的混合体系中，石膏存在形式为\_\_\_\_\_ (填化学式)；洗涤时使用一定浓度的硫酸溶液而不使用水，原因是\_\_\_\_\_，回收利用洗涤液 X 的操作单元是\_\_\_\_\_；一定温度下，石膏存在形式与溶液中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% 和 SO<sub>3</sub>% 的关系如图乙所示，下列条件能实现酸解所得石膏结晶转化的是\_\_\_\_\_ (填标号)。

- A. 65℃、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% = 15、SO<sub>3</sub>% = 15      B. 80℃、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% = 10、SO<sub>3</sub>% = 20  
 C. 65℃、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% = 10、SO<sub>3</sub>% = 30      D. 80℃、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% = 10、SO<sub>3</sub>% = 10



18. (12分) 实验室利用  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  和亚硫酰氯 ( $\text{SOCl}_2$ ) 制备无水  $\text{FeCl}_2$  的装置如图所示 (加热及夹持装置略)。已知  $\text{SOCl}_2$  沸点为  $76^{\circ}\text{C}$ , 遇水极易反应生成两种酸性气体。

回答下列问题:



(1) 实验开始先通  $\text{N}_2$ 。一段时间后, 先加热装置\_\_\_\_\_ (填“a”或“b”)。装置 b 内发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。装置 c、d 共同起到的作用是\_\_\_\_\_。

(2) 现有含少量杂质的  $\text{FeCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , 为测定 n 值进行如下实验:

实验 I: 称取  $m_1\text{g}$  样品, 用足量稀硫酸溶解后, 用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液滴定  $\text{Fe}^{2+}$  达终点时消耗  $V \text{ mL}$  (滴定过程中  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转化为  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$  不反应)。

实验 II: 另取  $m_1\text{g}$  样品, 利用上述装置与足量  $\text{SOCl}_2$  反应后, 固体质量为  $m_2\text{g}$ 。

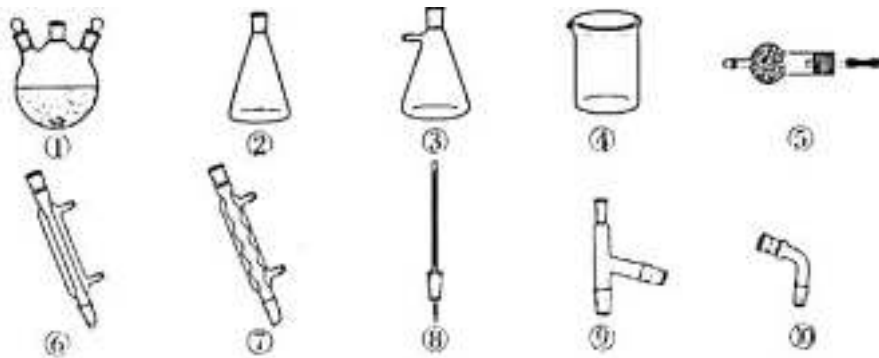
则  $n =$  \_\_\_\_\_; 下列情况会导致 n 测量值偏小的是 \_\_\_\_\_ (填标号)。

- A. 样品中含少量  $\text{FeO}$  杂质
- B. 样品与  $\text{SOCl}_2$  反应时失水不充分
- C. 实验 I 中, 称重后样品发生了潮解

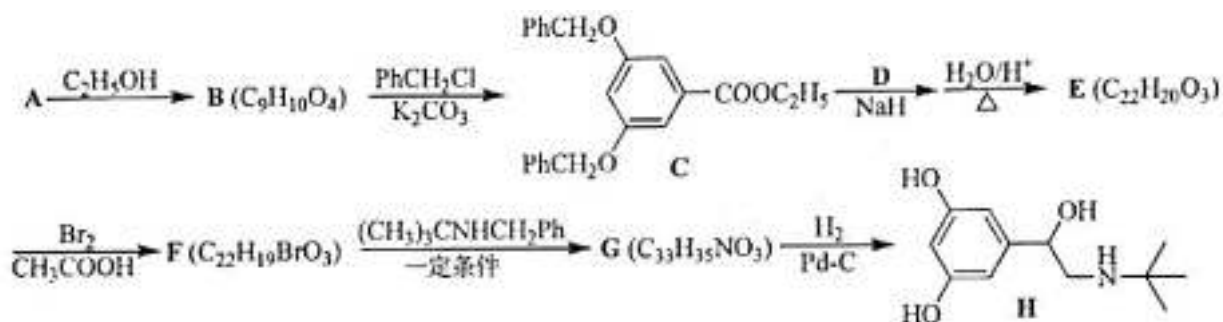


D. 滴定达终点时发现滴定管尖嘴内有气泡生成

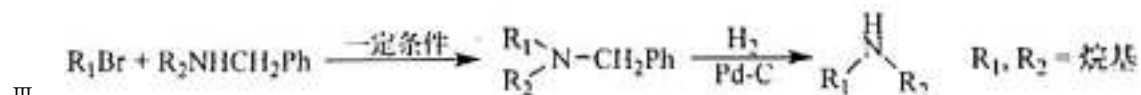
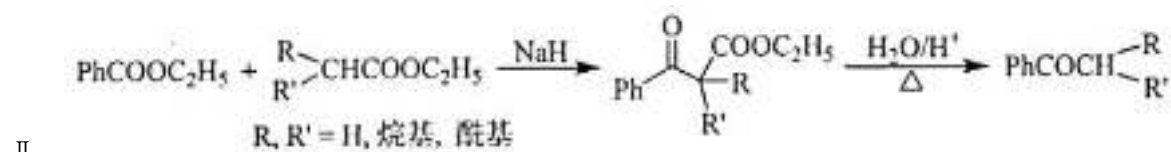
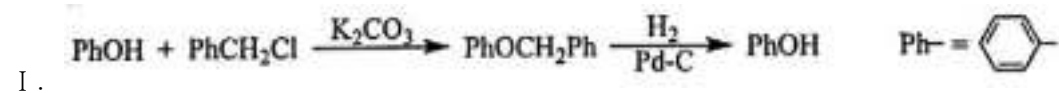
(3) 用上述装置、根据反应  $\text{TiO}_2 + \text{CCl}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$  制备  $\text{TiCl}_4$ 。已知  $\text{TiCl}_4$  与  $\text{CCl}_4$  分子结构相似，与  $\text{CCl}_4$  互溶，但极易水解。选择合适仪器并组装蒸馏装置对  $\text{TiCl}_4$ 、 $\text{CCl}_4$  混合物进行蒸馏提纯（加热及夹持装置略），安装顺序为①⑨⑧\_\_\_\_\_（填序号），先馏出的物质为\_\_\_\_\_。



19. (12分) 支气管扩张药物特布他林 (H) 的一种合成路线如下:



已知:



回答下列问题:

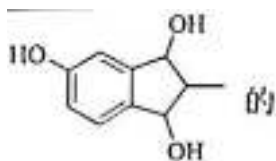
(1)  $\text{A} \rightarrow \text{H}$  反应条件为\_\_\_\_\_；B 中含氧官能团有\_\_\_\_\_种。

(2)  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  反应类型为\_\_\_\_\_，该反应的目的是\_\_\_\_\_。

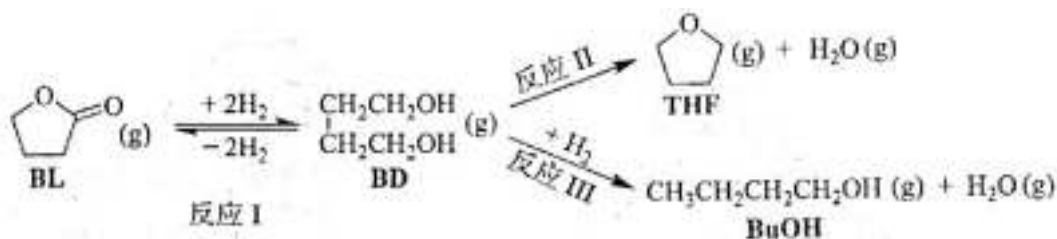
(3) D 结构简式为\_\_\_\_\_； $\text{E} \rightarrow \text{F}$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(4) H 的同分异构体中，仅含有  $-\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{NH}_2$  和苯环结构的有\_\_\_\_\_种。

(5) 根据上述信息, 写出以 4-羟基邻苯二甲酸二乙酯为主要原料制备合成路线。



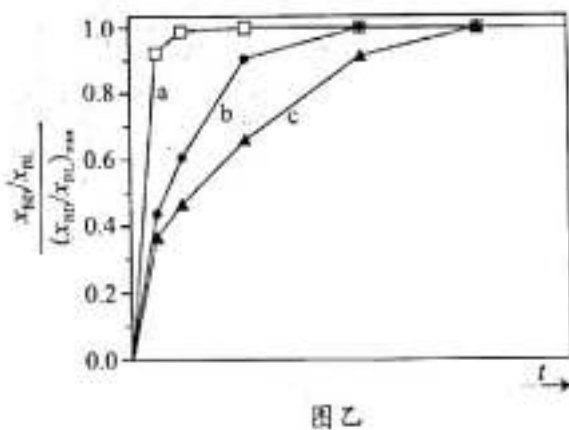
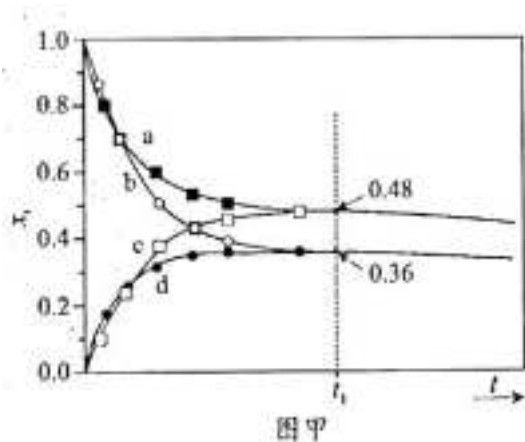
20. (11 分) 利用  $\gamma$ -丁内酯 (BL) 制备 1, 4-丁二醇 (BD), 反应过程中伴有生成四氢呋喃 (THF) 和 1-丁醇 (BuOH) 的副反应, 涉及反应如下:



已知: ①反应 I 为快速平衡, 可认为不受慢反应 II、III 的影响; ②因反应 I 在高压  $H_2$  氛围下进行, 故  $H_2$  压强近似等于总压。回答下列问题:

(1) 以  $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol BL}$  或  $BD$  为初始原料, 在  $493 \text{ K}$ 、 $3.0 \times 10^3 \text{ kPa}$  的高压  $H_2$  氛围下, 分别在恒压容器中进行反应。达平衡时, 以 BL 为原料, 体系向环境放热  $X \text{ kJ}$ ; 以 BD 为原料, 体系从环境吸热  $Y \text{ kJ}$ 。忽略副反应热效应, 反应 I 焓变  $\Delta H(493 \text{ K}, 3.0 \times 10^3 \text{ kPa}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 初始条件同上。  $x_i$  表示某物种  $i$  的物质的量与除  $H_2$  外其它各物种总物质的量之比,  $x_{BL}$  和  $x_{BD}$  随时间  $t$  变化关系如图甲所示。实验测得  $X < Y$ , 则图中表示  $x_{BL}$  变化的曲线是           ; 反应 I 平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kPa}^{-2}$  (保留两位有效数字)。以 BL 为原料时,  $t_1$  时刻  $x_{H_2O} = \underline{\hspace{2cm}}$ , BD 产率 =            (保留两位有效数字)。



(3)  $\left\{ \frac{x_{BD}}{x_{BL}} \right\}_{\text{max}}$  为达平衡时  $x_{BD}$  与  $x_{BL}$  的比值。  $[493 \text{ K}, 2.5 \times 10^3 \text{ kPa}]$ 、  $[493 \text{ K}, 3.5 \times 10^3 \text{ kPa}]$ 、

$[513\text{K}, 2.5 \times 10^3 \text{ kPa}]$  三种条件下, 以  $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol BL}$  为初始原料, 在相同体积的刚性容器中发生反应,

$\frac{x_{BD} / x_{BL}}{(x_{BD} / x_{BL})_{\max}}$  随时间  $t$  变化关系如图乙所示。因反应在高压  $\text{H}_2$  氛围下进行, 可忽略压强对反应速率的影响。

曲线 a、b、c 中,  $(x_{BD} / x_{BL})_{\max}$  最大的是\_\_\_\_\_ (填代号); 与曲线 b 相比, 曲线 c 达到  $\frac{x_{BD} / x_{BL}}{(x_{BD} / x_{BL})_{\max}} = 1.0$

所需时间更长, 原因是\_\_\_\_\_。

