



5. 化学与人类社会可持续发展息息相关。下列说法不正确的是

- A. 钠和镁等非常活泼的金属，工业上常用电解法冶炼
- B. 石油催化裂化可提高轻质油的产量与质量
- C. 可用电化学氧化法处理氨氮废水(含  $\text{NH}_4^+$  及  $\text{NH}_3$ )
- D.  $\text{BaSO}_3$  难溶于水，可作为 X 射线检查的内服药剂

6. 下列说法不正确的是

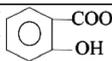
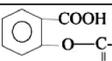
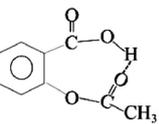
- A. 乙炔燃烧放出大量的热，常用于焊接和切割金属，平时用丙酮溶解储存在钢瓶中
- B. 聚丙烯酸钠是一种吸水性很强的功能高分子材料
- C. 工业上常用硫与橡胶作用，使其硫化，从而增强其强度和韧性
- D. 蛋白质遇酶能发生水解，用加酶洗衣粉洗涤真丝织品可快速去污

7. 实验小组将  $\text{KMnO}_4$  溶液滴入  $\text{NaOH}$  溶液并微热，发现溶液变绿色，反应原理为：



- A. X 表示  $\text{O}_2$
- B. 氧化剂与氧化产物的物质的量之比为 1 : 1
- C.  $\text{MnO}_4^-$  发生还原反应
- D. 若生成  $0.01 \text{ mol MnO}_4^{2-}$ ，则反应转移的电子数为  $0.01 N_A$  ( $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值)

8. 物质微观结构决定宏观性质，进而影响用途。下列结构或性质不能解释其用途的是

选项	结构或性质	用途
A	维生素 C 具有还原性	可用作食品抗氧化剂
B	12-烷基苯磺酸钠在水中会形成磺酸根向外、12 烷基苯向内的胶束，能包裹油渍等污垢	可用作水处理的杀菌消毒剂
C	水杨酸 (  ) 合成阿司匹林 (  ) 后，形成的分子内氢键：  ，使酸性减弱	可减少对胃肠的刺激，用作解热、镇痛的药物
D	$\text{Br}_2$ 在 $\text{CCl}_4$ 中溶解度比在水中、 $\text{CCl}_4$ 不溶于水、 $\text{CCl}_4$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 密度相差大	$\text{CCl}_4$ 可以萃取溴水中的溴

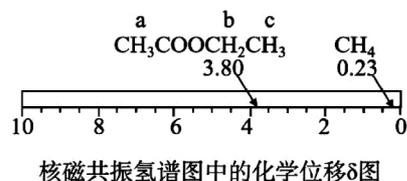
9. 下列离子方程式正确的是

- A. 向红色  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  溶液中加入过量铁粉至溶液显浅绿色： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$
- B. 将足量  $\text{SO}_2$  通入  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液： $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons 2\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{S}$
- C. Al 溶于  $\text{NaOH}$  溶液： $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2\uparrow$
- D.  $\text{CuSO}_4$  溶液中滴加过量浓氨水： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NH}_4^+$

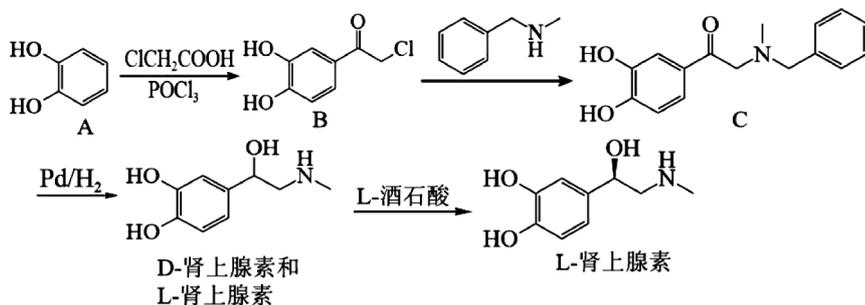
10. 核磁共振谱氢图中，化学位移  $\delta$  的值随着氢核周围电子云密度的减小而增大，规定  $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$  中 H 的  $\delta$  为 0，已知  $\text{CH}_4$  中 H 的  $\delta$  为 0.23， $\text{H}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$  中 b 氢原子的  $\delta$  为 3.80 (如图)。

下列说法不正确的是

- A. a 氢原子的  $\delta$  大小： $a > 3.80$
- B. 根据  $\delta$  可以区别乙酸乙酯和丙酸甲酯
- C. a 和 c 氢原子的  $\delta$  大小： $a > c > 0.23$
- D. Si 的电负性小于 H，所以  $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$  中 H 电子云密度大于甲烷中 H 的电子云密度



11. L-肾上腺素具有生物活性，是一种重要的临床抢救用药，其合成途径如下：

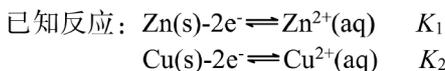


下列说法不正确的是

- A. L-肾上腺素遇氯化铁溶液显紫色    B. 化合物 C 中最多有 11 个碳原子同平面  
 C. L-酒石酸起到萃取的作用    D. 化合物 C 生成肾上腺素的同时，还生成甲苯
12. X、Y、Z、M 为四种短周期元素。X、Y、Z 同周期且基态价电子数之和为 15，X 基态原子具有 2 个未成对电子，Y 与 M 形成的气态化合物在标准状况下的密度为 0.76 g/L。下列说法不正确的是

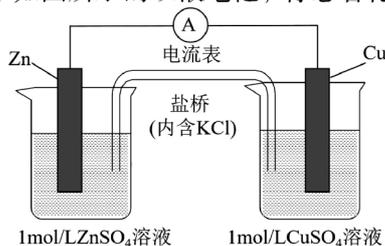
- A. 键角： $YZ_2^+ < YZ_2^-$     B. 气态时碱性： $XM_3YM_2 < (XM_3)_2YM$   
 C. 键极性： $XM_4 < YM_3$     D. 稳定性： $Y_2M_4 < YM_3$

13. 1836 年，英国化学家 John Frederic Daniell 制成了第一个如图所示的双液电池，标志着化学电池进入生产和生活中。

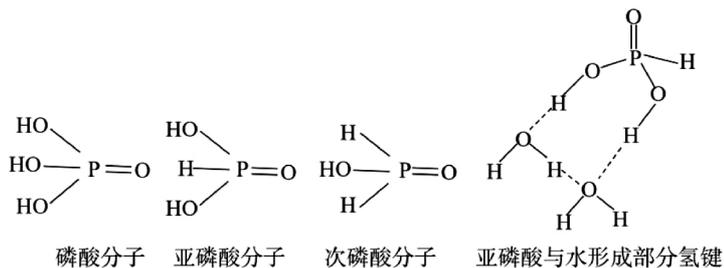


$K$  为反应在常温下的平衡常数。下列说法不正确的是

- A.  $K_1 > K_2$   
 B. 盐桥中  $K^+$  向  $CuSO_4$  溶液移动  
 C. 若将盐桥换成铜棒，电流计不会发生偏转  
 D. 若向  $CuSO_4$  溶液中加入适量  $CuSO_4$  固体，电流计偏转程度增大



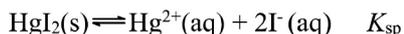
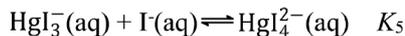
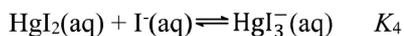
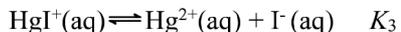
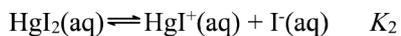
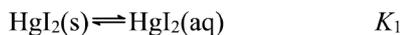
14. 磷的常见含氧酸化学式为  $H_3PO_x$  ( $x=2、3、4$ )，其分子结构和亚磷酸与水形成的部分氢键如下图所示：



下列说法不正确的是

- A.  $H_3PO_2$  与足量  $NaOH$  溶液反应的离子方程式为： $H_3PO_2 + OH^- \rightleftharpoons H_2PO_2^- + H_2O$   
 B.  $H_3PO_3$  分子中 P 采取  $sp^3$  杂化  
 C.  $H_3PO_3$  与水形成如图所示的环，使得羟基难以电离出  $H^+$   
 D. 相同温度、相同浓度的稀溶液的酸性： $H_3PO_2 < H_3PO_3 < H_3PO_4$

15. 保持温度不变, 在含足量  $\text{HgI}_2(\text{s})$  和一定量  $\text{I}^-$  的溶液中, 存在如下平衡关系:



$K$  分别为平衡常数, 设  $\text{HgI}_2(\text{s})$  的溶解度为  $s \text{ mol/L}$ 。下列说法不正确的是

A.  $\text{HgI}_2(\text{s})$  的  $K_{\text{sp}} = K_1 \times K_2 \times K_3$

B.  $s = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{sp}}}{4}}$

C. 平衡体系中适量增大  $c(\text{I}^-)$  且  $\text{HgI}_2(\text{s})$  足量, 达到新平衡后  $c(\text{HgI}^+)$  一定减小

D. 平衡体系中适量增大  $c(\text{I}^-)$  且  $\text{HgI}_2(\text{s})$  足量, 达到新平衡后  $c(\text{HgI}_3^-)$  一定增大

16. 下列方案设计、现象和结论都正确的是

	方案设计	现象和结论
A	向溶有 $\text{SO}_2$ 的 $\text{BaCl}_2$ 溶液中加入 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液	有白色沉淀生成, 说明酸性条件下 $\text{NO}_3^-$ 有强氧化性
B	灼烧铜丝至其表面变黑、灼热, 伸入盛有某有机物的试管中	铜丝恢复亮红色, 该有机物中有醇羟基
C	向含有少量碘固体的饱和碘水中加入适量 $\text{KI}$ 固体	碘固体完全溶解, 说明碘在 $\text{KI}$ 溶液中的溶解能力大于碘在水中的溶解能力
D	向 $\text{KF}$ 和 $\text{KSCN}$ 混合溶液中滴加几滴 $\text{FeCl}_3$ 溶液, 振荡	溶液为无色, 说明结合 $\text{Fe}^{3+}$ 的能力: $\text{F}^- > \text{SCN}^-$

### 非选择题部分

二、非选择题 (本大题共 5 小题, 共 52 分)

17. (10 分) 碘元素具有丰富的化学性质, 其化合物有着广泛的应用。请回答下列问题:

(1) 碘元素位于周期表的 p 区。

① 碘的基态原子价电子排布式为  $\underline{\hspace{1cm} \blacktriangle \hspace{1cm}}$ 。

② 下列说法不正确的是  $\underline{\hspace{1cm} \blacktriangle \hspace{1cm}}$ 。

A. 电负性大小:  $\text{I} < \text{Br} < \text{Cl}$

B. 第二电离能 ( $I_2$ ) 大小:  $I_2(\text{Si}) < I_2(\text{P}) < I_2(\text{Cl}) < I_2(\text{Na})$

C. 化学键中离子键成分的百分数:  $\text{AgF} < \text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{AgI}$

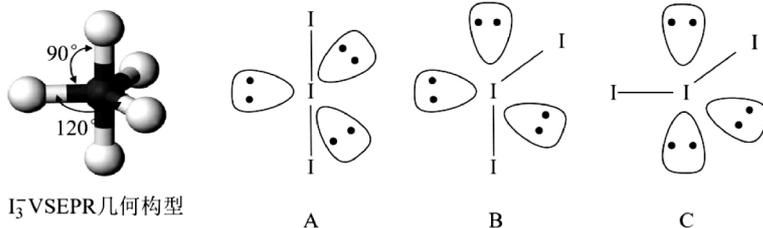
D. 键能大小:  $\text{F}-\text{F} > \text{Cl}-\text{Cl} > \text{Br}-\text{Br} > \text{I}-\text{I}$

(2)  $\text{I}_2$  加入浓的  $\text{KI}$  溶液, 可获得  $\text{I}_3^-$ ; 文献指出, 在一定条件下也可制备  $\text{I}_3^+$ 。

①  $\text{I}_3^-$  中, 中心原子 I 的杂化类型为  $\text{sp}^3\text{d}$ ;  $\text{I}_3^+$  中, 中心原子 I 的杂化类型为  $\underline{\hspace{1cm} \blacktriangle \hspace{1cm}}$ 。

② 已知孤对电子对、成键电子对相互之间的排斥力随着角度减小而增大。图 1 中, 请参照  $\text{I}_3^-$  的 VSEPR 几何构型 (小球表示 I 或孤电子对), 判断  $\text{I}_3^+$  的实际几何构型

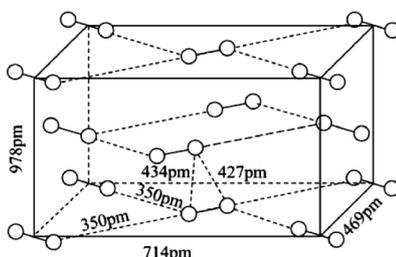
为 ▲ (填写序号)。



第 17 题图 1

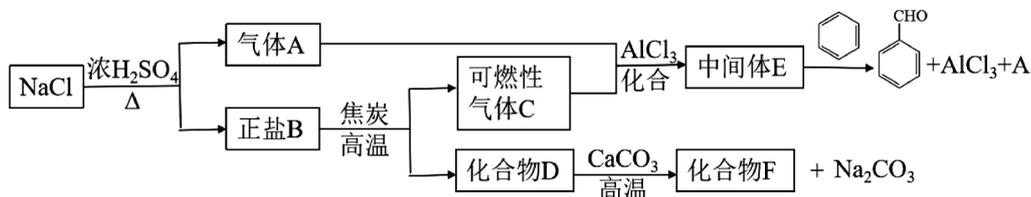
③已知 I<sub>3</sub><sup>-</sup> 和 I<sub>3</sub><sup>+</sup> 的还原产物均为 I<sub>2</sub>。相同条件下, 比较氧化性强弱: I<sub>3</sub><sup>-</sup> ▲ I<sub>3</sub><sup>+</sup> (填“>”或“<”或“=”); 比较 I-I 的键长: I<sub>3</sub><sup>-</sup> ▲ I<sub>3</sub><sup>+</sup> (填“>”或“<”或“=”), 试从结构上给与解释 ▲。

(3) 碘单质的晶胞为长方体, I<sub>2</sub> 位于顶点和面心, 结构如图 2 所示。晶胞中两种取向不同的 I<sub>2</sub> 个数之比为 ▲, 晶体中 I<sub>2</sub> 分子相距最近的 I<sub>2</sub> 个数为 ▲。



第 17 题图 2

18. (10 分) 纯碱的生产工艺有很多种, 下面是路布兰法的转化流程及废气的回收利用。



已知: ①中间体 E 为化合物, 不稳定、存在时间短, 由离子构成, 其中阴离子为 [AlCl<sub>4</sub>]<sup>-</sup>;

②化合物 F 微溶于水, 与盐酸反应产生臭鸡蛋气味的气体。

请回答:

(1) 浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 与 NaCl 反应时体现了 ▲ (选填“强氧化性”、“稳定性”、“难挥发性”、“吸水性”、“脱水性”)。化合物 F 的电子式为 ▲。

(2) 写出化合物 B 转化为 C、D 的化学方程式 ▲。

(3) 下列说法正确的是 ▲。

- A. 工业上还可通过电解 NaCl 生产 Na, 简称为“氯碱工业”
- B. 每生成 2.24 L 气体 C 将转移 0.2 N<sub>A</sub> 的电子
- C. 可以通过沉淀法, 利用盐酸和氯化钡检测化合物 D 中是否有正盐 B
- D. 气体 A、气体 C 和苯制取苯甲醛过程中, AlCl<sub>3</sub> 主要起催化作用

(4) 请写出化合物 A、C 反应生成中间体 E 的化学方程式 ▲。

(5) 请设计实验检验 E 与苯反应是否有苯甲醛生成 (生成物中不含 E) ▲。

19. (10分)利用生物质乙醇制备乙烯具有很大的经济价值和战略意义,发生的反应为:  
 反应 I:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) \Delta H = +40.0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \Delta S = 125.0 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$   
 反应 II:  $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3(\text{g}) \Delta H = -16.0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

请回答:

- (1) 已知相关物质的标准熵数值如下表所示,  $\Delta S$  计算方法可类比  $\Delta H$  计算方法。

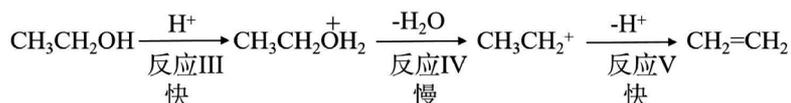
化学式	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
标准熵: $S/(\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$	281.1	342.1	188.1

反应 II 的  $\Delta S = \underline{\hspace{1cm}} \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  (保留小数点后 1 位)。

- (2) 恒压 ( $p=135 \text{ kPa}$ )、分子筛为催化剂、乙醇和水投料比 1:1, 反应相同时间后乙醚和乙烯的物质的量分数如下表 (假设在  $100 \text{ }^\circ\text{C} \sim 300 \text{ }^\circ\text{C}$  内催化剂活性保持不变):

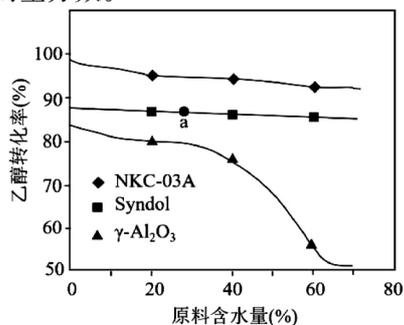
温度/ $^\circ\text{C}$	100	150	200	250	300
$\text{CH}_2=\text{CH}_2/(n\%)$	0.00	11.11	21.86	28.83	31.09
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3/(n\%)$	6.25	5.56	4.69	1.60	0.81

已知: 生成乙烯的反应机理如下,



- ①  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  时  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  的物质的量分数为 0.00, 试解释原因  $\underline{\hspace{1cm}}$ 。  
 ② 若  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  该时间段反应已达平衡, 试计算 II 的平衡常数  $K_p = \underline{\hspace{1cm}}$ 。  $p(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$  为乙醇的平衡分压, 如  $p(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = x(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot p$ ,  $p$  为平衡总压,  $x(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$  为平衡系统中  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  的物质的量分数。

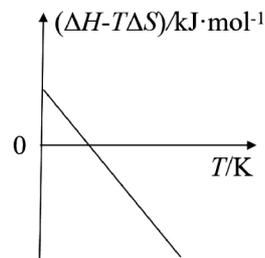
- (3) 恒压 ( $p=135 \text{ kPa}$ ) 和恒温 ( $300 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 下, 投入原料为乙醇和水, 分别在 NKC-03A、Syndol、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  等 3 种催化剂下进行反应, 测定相同时间间隔, 乙醇转化率与原料含水量的关系如图 1 所示, 下列说法正确的是  $\underline{\hspace{1cm}}$ 。



第 19 题图 1

- A. a 点可能为平衡状态  
 B.  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  催化剂下, 随原料含水量增加平衡左移, 乙醇转化率下降  
 C. 题给条件下, NKC-03A 催化效果较好  
 D. 原料含水量为 40%、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  催化剂下, 若将恒压改为恒容, 其它条件不变, 乙醇转化率可能增大

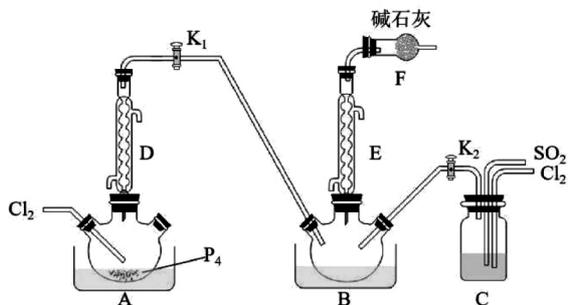
- (4) 图 2 表示反应 I 和 II 的  $\Delta H - T\Delta S$  与  $T$  的关系, 图中直线代表上述反应的  $\underline{\hspace{1cm}}$  (填“反应 I”或“反应 II”), 在该图中画出另一个反应对应的直线 (假设  $\Delta H$ 、 $\Delta S$  随温度的变化可忽略)。



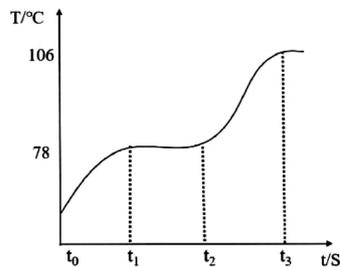
第 19 题图 2

- (5) 以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{CO}_3$  熔盐为电解质, 用多晶铜催化电解  $\text{CO}_2$  和水蒸气也可获得乙烯, 写出阴极电极方程式  $\underline{\hspace{1cm}}$ 。

20. (10分)三氯氧磷( $\text{POCl}_3$ )是一种重要的化工原料。某小组以  $\text{P}_4$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{SO}_2$  为原料,先制取  $\text{PCl}_3$ ,后制备  $\text{POCl}_3$ 。实验装置如图 1:



第 20 题图 1



第 20 题图 2

已知:

I、装置 A 中发生的反应有:  $\text{P}_4 + 6\text{Cl}_2 = 4\text{PCl}_3$ ;  $\text{P}_4 + 10\text{Cl}_2 = 4\text{PCl}_5$ ;  $\text{P}_4 + 6\text{PCl}_5 = 10\text{PCl}_3$ ; 装置 B 中的反应为:  $\text{PCl}_3 + \text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{POCl}_3 + \text{SOCl}_2$ ;

II、部分物质的理化性质:

$\text{P}_4$ : 沸点  $280^\circ\text{C}$ ;

$\text{PCl}_3$ : 沸点  $76.1^\circ\text{C}$ , 遇水剧烈水解, 易与  $\text{O}_2$  反应;

$\text{PCl}_5$ : 沸点  $160^\circ\text{C}$ , 遇水剧烈水解;

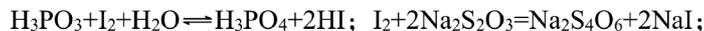
$\text{POCl}_3$ : 沸点  $105.8^\circ\text{C}$ , 遇水剧烈水解;

$\text{SOCl}_2$ : 沸点  $78.8^\circ\text{C}$ , 遇水剧烈水解。

请回答:

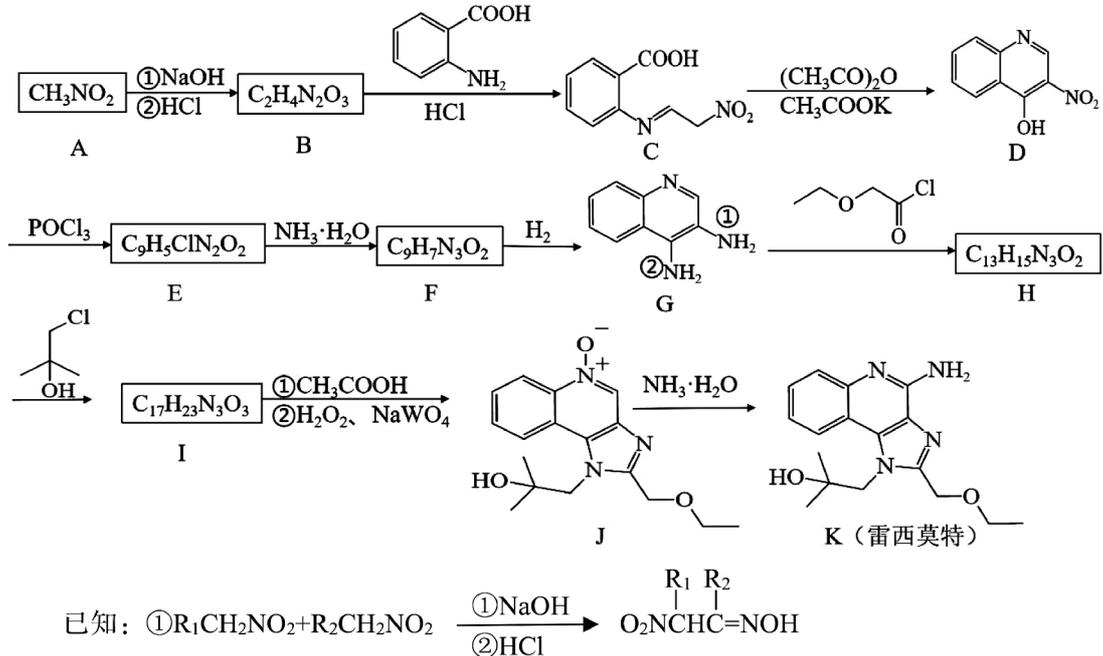
- (1) 仪器 D 的名称为 ▲, 装置 C 中的试剂为 ▲。
- (2) 装置 C 可以用来判断通入  $\text{Cl}_2$  和  $\text{SO}_2$  的流量, 符合实验要求的现象为 ▲。
- (3) 下列说法不正确的是 ▲。
  - A. 实验开始前应先通入  $\text{N}_2$ , 排出装置内的空气
  - B. 在仪器 D 中通入室温的冷却液, 从下口进入, 上口通出
  - C. 待装置 A 中的白磷反应完后, 关闭  $\text{K}_1$ , 打开  $\text{K}_2$ , 有利于提高  $\text{PCl}_3$  的产率
  - D. 反应结束后, 可通过蒸馏分离  $\text{POCl}_3$  和  $\text{SOCl}_2$ , 图 2 为蒸馏时温度计温度随试剂的变化曲线, 在  $t_1$ - $t_2$  处收集到的是  $\text{SOCl}_2$
- (4)  $\text{PCl}_3$  的纯度对最终产物的纯度有很大的影响。在后续反应开始前, 先对 B 中的  $\text{PCl}_3$  进行纯度的检测。

已知: I、发生相关的反应为:

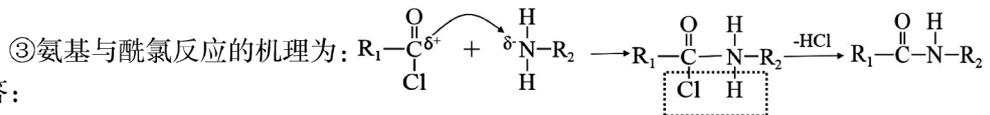


- ①  $\text{H}_3\text{BO}_3$  是一元弱酸, 可与  $\text{OH}^-$  形成配位键, 请写出其在水中的电离方程式 ▲。  
用移液管取出 B 中少量待测液, 用天平称取  $1.000 \text{ g} \rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  转移至  $100 \text{ mL}$  容量瓶, 加水定容。用移液管取出  $10.00 \text{ mL}$  溶液于锥形瓶中, 加入  $10.00 \text{ mL}$   $0.1000 \text{ mol/L}$  碘标准溶液  $\rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  静置  $15$  分钟  $\rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  一段时间后  $\rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  继续滴定, 滴入最后半滴后  $\rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  且半分钟内不变色, 消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液  $6.000 \text{ mL}$ 。  
a. 加入  $2 \text{ mL}$  淀粉溶液    b. 加入  $10 \text{ mL}$  蒸馏水溶解  
c. 加入  $8 \text{ mL}$   $1.000 \text{ mol/L}$  硼酸铵溶液    d. 用  $0.1000 \text{ mol/L}$  的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液进行滴定  
e. 加入  $5 \text{ mL}$   $0.3000 \text{ mol/L}$  盐酸    f. 溶液蓝色褪去    g. 溶液变蓝色
- ② 请选取合适的选项将操作补充完整 ▲。
- ③  $\text{PCl}_3$  的质量分数为 ▲。(保留小数点后 2 位数字)

21. (12分) 雷西莫特是一种抗病毒、抗肿瘤药物, 其合成路线如下:



② I 中支链 N 原子上均有 H 原子



请回答:

(1) 化合物 A 中的官能团为 ▲ (写名称)。

(2) 化合物 B 的结构简式为 ▲。

(3) 请写出 E→F 的化学方程式 ▲。

(4) 下列说法正确的是 ▲。

- A. 雷西莫特 K 的分子式为  $C_{17}H_{22}N_4O_2$
- B. C→D 与 I→J 的反应类型完全相同, 均为加成消去反应
- C. 化合物 G 中 N 的碱性强弱: ② > ①
- D. B→C 的反应中, 盐酸可以提高 C 产率

(5) 以 、 $CH_3CH_2OH$  为原料合成  $HO-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-COCH_2CH_2CHO$  (用流程图表示, 无机试剂任选) ▲。

(6) 写出 4 种同时满足下列条件的化合物 G 的同分异构体的结构简式。

- ① 分子中每种氢原子的个数之比为 2:2:2:3;
- ② 分子中除苯环外无其他环, 且苯环上只有两个取代基;
- ③ 无氮氮键和  $C=C$ 。