

雅礼中学 2025 届高三月考试卷(七)

化 学

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
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,将本试题卷和答题卡一并交回。

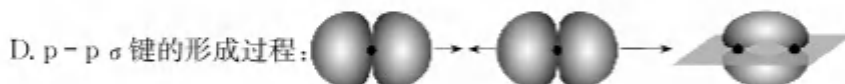
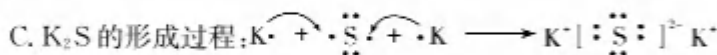
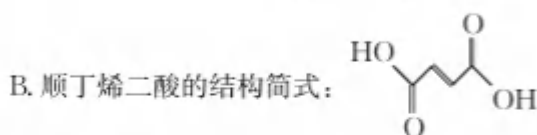
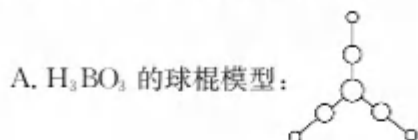
可能用到的相对原子质量: H~1 O~16 S~32 Cl~35.5 Ti~48 Cr~52 Mn~55

一、选择题(本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分,每小题只有一个选项符合题意)

1. 化学使生活更美好,下列说法错误的是

- A. 玻璃能制成规则外观的玻璃球是由于晶体的自范性
- B. 乙醇能作为消毒剂是由于乙醇能使蛋白质变性而杀灭微生物
- C. 肥皂能去污是由于肥皂的主要成分中存在疏水基和亲水基
- D. “复方氯乙烷气雾剂”可使拉伤部位冷冻,是由于其主要成分沸点低,易挥发

2. 下列化学用语或图示正确的是



3. 《黄帝内经》中记载:“五谷为养,五果为助,五畜为益,五菜为充”。下列说法中,正确的有几项

- ① 润滑油、地沟油、甘油和人造奶油都难溶于水
- ② 淀粉和纤维素的分子式相同,但不属于同分异构体
- ③ 很多蛋白质与浓硝酸加热时生成黄色沉淀,该性质可用于蛋白质的检验
- ④ 淀粉通过发酵法制得的乳酸[$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$]是乙酸的同系物
- ⑤ 糖类、油脂和蛋白质都属于天然高分子,且均能发生水解反应
- ⑥ 在大豆蛋白溶液中,分别加入硫酸钠和硫酸铜溶液,蛋白质均析出且原理相同
- ⑦ 油脂是燃烧热最高的营养物质,形成油脂的脂肪酸饱和程度越大,油脂的熔点越高

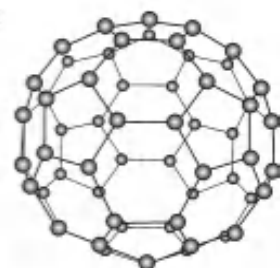


⑧检验淀粉在稀硫酸催化条件下水解产物的方法:取适量水解液于试管中,加入少量新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液,加热,观察是否有砖红色沉淀生成

A. 1 项 B. 2 项 C. 3 项 D. 4 项

4. 利用超分子可以对一些物质进行分离,例如利用杯酚分离 C_{60} 和 C_{70} 。 C_{60} 和 C_{70} 分子是形如球状的多面体,如图为 C_{60} ,该结构的建立基于以下考虑:

- ① C_{60} 分子中每个碳原子只与相邻的 3 个碳原子形成化学键;
- ② C_{60} 分子只含有五边形和六边形;
- ③多面体的顶点数、面数和棱边数的关系遵循欧拉定理:顶点数+面数-棱边数=2。



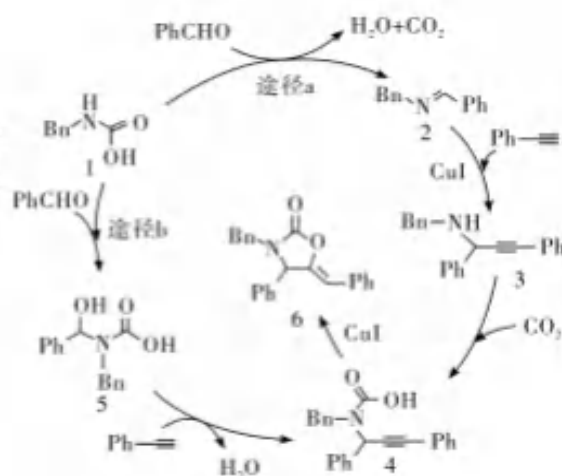
下列说法错误的是

- A. C_{60} 分子中含有 12 个六边形和 20 个五边形
 - B. C_{60} 和 F_2 在一定条件下能发生加成反应生成 $\text{C}_{60}\text{F}_{60}$
 - C. 杯酚分离 C_{60} 和 C_{70} 利用了超分子具有分子识别的特征
 - D. C_{60} 中的碳原子全部为 sp^2 杂化
5. 被称为“不倒翁”的凉水石,其外观与翡翠极为相似。某种凉水石的化学式为 $\text{T}_3\text{Z}_2(\text{RY})_2(\text{YX})_4$,X、Y、Z、R、T 均为前四周期元素且原子序数依次增大。基态 X 原子的电子只有一种自旋取向;基态 T 原子的核外电子恰好填满 10 个原子轨道;R 元素的单质可作为制造太阳能电池帆板的半导体材料;基态 Y 原子的 p 轨道上的电子数为基态 R 原子的 p 轨道上电子数的一半。下列说法正确的是

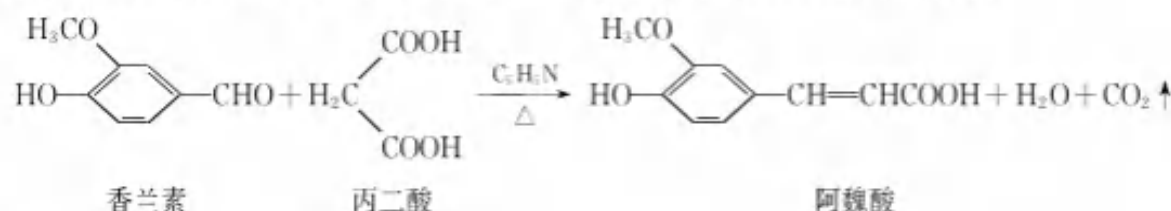
- A. 原子半径: $\text{R}>\text{X}>\text{Y}$
 - B. 简单氢化物的沸点: $\text{Y}>\text{T}$
 - C. Y 形成的单质只能为非极性分子
 - D. 同一周期中第一电离能比 Z 小的元素有 1 种
6. 中南大学某团队提出利用炔烃、醛、胺等工业大宗原料和炉烟二氧化碳的四组分串联反应,来实现恶唑烷酮及其衍生物的高效合成,反应历程如右图所示。下列叙述正确的是

已知:Ph 为 C_6H_5 —、Bn 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$ —。

- A. 总反应的原子利用率为 100%
- B. CO_2 和 H_2O 是催化剂
- C. 途径 b 断裂了 σ 键和 π 键
- D. 1 mol 产物 6 最多与 1 mol H_2 发生反应



7. 阿魏酸在食品、医药等方面有着广泛用途。一种合成阿魏酸的反应可表示为:



下列说法正确的是

- A. 可用酸性 KMnO_4 溶液检测上述反应是否有阿魏酸生成
- B. 香兰素、阿魏酸均可与 Na_2CO_3 、 NaOH 溶液反应
- C. 通常条件下,香兰素、阿魏酸都能发生取代、加成、消去反应
- D. 与香兰素互为同分异构体,分子中有 4 种不同化学环境的氢原子,且能发生银镜反应的酚类化合物共有 4 种

8. 某溶液中各离子的浓度相等,可能含有下列离子中的若干种: K^+ 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} 。现进行如下实验:

①取少量该溶液,加入 KSCN 溶液,无明显变化;

②另取少量该溶液,加入少量盐酸,有无色气体生成,且该无色气体遇空气变成红棕色;

③向②中所得溶液中加入 $BaCl_2$ 溶液,有白色沉淀生成;

④向②中所得溶液中加入过量浓氨水,过滤,向所得滤液中加入盐酸至酸性时,再加入氢氧化钠溶液,有蓝色沉淀生成。

下列说法错误的是

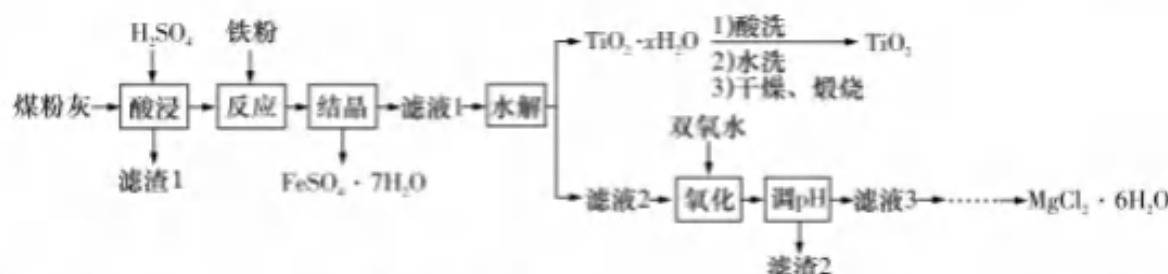
A. 该溶液中一定不含 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-}

B. 不能确定该溶液中是否含有 Cl^-

C. 实验②中生成无色气体的离子方程式为 $3Fe^{2+} + NO_3^- + 4H^+ \longrightarrow 3Fe^{3+} + NO \uparrow + 2H_2O$

D. 实验④中加入过量浓氨水时,则溶液中存在 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

9. 某工厂煤粉灰的主要成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 等。研究小组对其进行综合处理的流程如下。



已知: $K_{sp}[Al(OH)_3]=1.0 \times 10^{-34}$, $K_{sp}[Fe(OH)_3]=4.0 \times 10^{-38}$, $\lg 2=0.3$ 。“酸浸”后钛主要以 $TiOSO_4$ 形式存在,强电解质 $TiOSO_4$ 在溶液中仅能电离出 SO_4^{2-} 和一种阳离子,该阳离子会水解。

下列说法错误的是

A. 加入铁粉的主要目的是消耗过量的硫酸

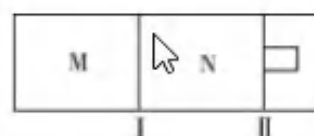
B. 若滤液 1 中 Al^{3+} 浓度为 0.4 mol/L ,则“水解”调 pH 不应高于 2.8

C. $TiO_2 \cdot xH_2O$ 失去 2 个结晶水质量减少 19.1%,则 $x=6$

D. “氧化”步骤中加入双氧水的目的是将微量的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}

10. 如图所示,隔板 I 固定不动,活塞 II 可自由移动,M、N 两个容器中均发生反应:

$A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad \Delta H = -210 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。向 M、N 中,分别通入 $x \text{ mol}$ A 和 $y \text{ mol}$ B 的混合气体,初始时 M、N 容积相同。下列说法不正确的是



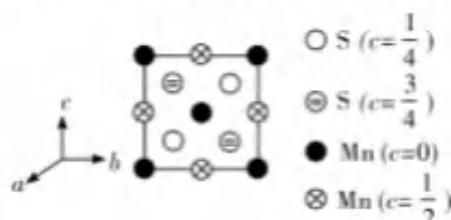
A. 若平衡时 A 气体在两容器中的体积分数相等,则 $x:y=1:1$

B. 若 $x:y=1:3$,当 M 中放出热量 168 kJ 时,A 的转化率为 80%

C. 若 $x:y=1:1$,平衡时测得 N 中含 A、C 分别为 1.2 mol、0.2 mol。保持温度不变,再向 N 中通入 0.6 mol A,则平衡向逆反应方向移动

D. 若 $x=1$ 、 $y=1.8$,在 N 中达到平衡时容积为 24 L、C 为 0.4 mol,则反应起始时 N 的容积为 28 L

11. 某立方晶系的硫锰矿晶胞,沿 c 轴将原子投影到 ab 平面,投影图如下(括号中 c 数据为原子在 c 轴方向的原子分数坐标,坐标为 1 时记为 0)。设 N_A 代表阿伏加德罗常数的值,下列说法错误的是



A. 基态 Mn 的价电子排布式为 $3d^5 4s^2$

B. 晶体中 S 的配位数是 6

C. Mn 位于晶胞的顶角和面心

D. 若晶体密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则最近的两个硫原子之间的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt{\frac{87 \times 4}{N_A \rho}} \text{ cm}$

12. SO_2 可用于“接触法”制 H_2SO_4 , 因 SO_2 在催化剂表面与 O_2 接触得名, 部分反应过程如图 1. SO_2 也可以利用电化学原理来制备硫酸, 如图 2(质子交换膜仅允许 H^+ 通过)。

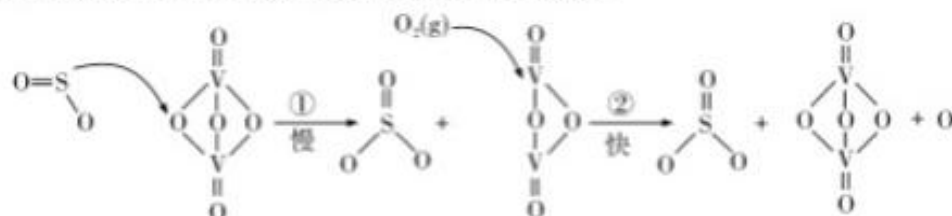


图1

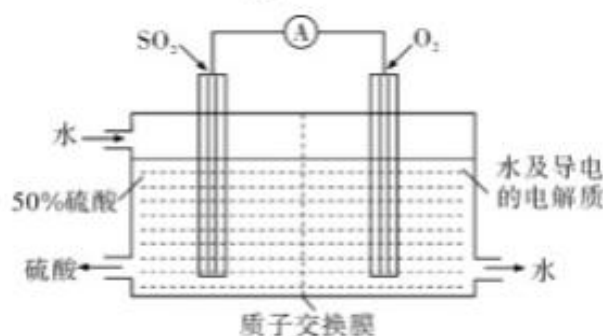


图2

下列说法正确的是

A. SO_2 和 SO_3 都属于酸性氧化物, 通入 BaCl_2 溶液中都会产生白色沉淀

B. “接触法”中增大 O_2 的浓度可明显提高 SO_3 的生成速率和 SO_2 的平衡转化率

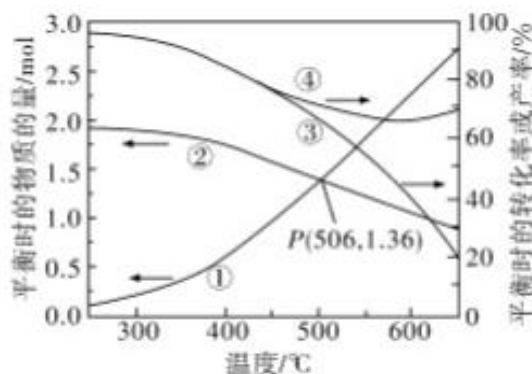
C. 图 2 中 H^+ 由右向左通过质子交换膜

D. 若 SO_2 的通入速率为 $2.24 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ (标准状况), 为维持 H_2SO_4 浓度不变, 理论上左侧水流入速率为 $13.4 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$

13. CO_2 催化加氢制备 CH_4 的主要反应如下:



一定压强下, 在密闭容器中投入 1 mol CO_2 和 4 mol H_2 , 在催化剂作用下发生反应。平衡时, CO_2 转化率、 CH_4 产率及另外 2 种含氢气体的物质的量随温度的变化如图所示。CO 选择性可表示为 $\frac{n(\text{CO})_{\text{生成}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{反应}}} \times 100\%$ 。下列说法正确的是



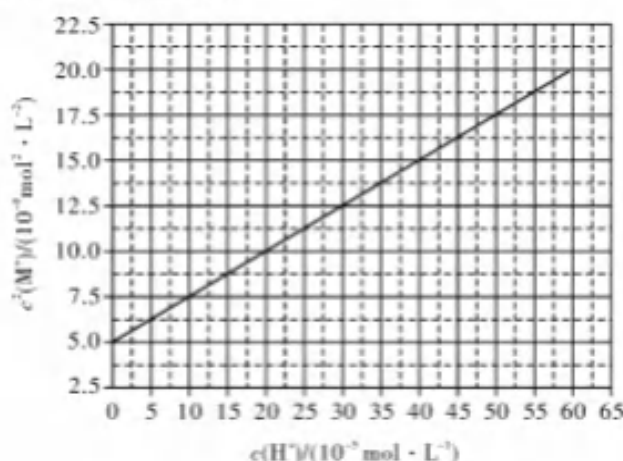
A. 图中曲线①、曲线③分别表示平衡时 H_2 物质的量、 CO_2 转化率随温度的变化

B. 反应 I 的 $\Delta H_1 > 0$ 、反应 II 的 $\Delta H_2 < 0$

C. 图中 P 点对应温度下,平衡时 CO 选择性为 11.1%

D. 450 °C 之后,温度升高导致催化剂活性降低,从而导致甲烷平衡产率减小

14. HA 是一元弱酸,难溶盐 MA 的饱和溶液中 $c^2(M^+)$ 随 $c(H^+)$ 而变化, M^+ 不发生水解。实验发现,298 K 时 $c^2(M^+) - c(H^+)$ 为线性关系,如图中实线所示。

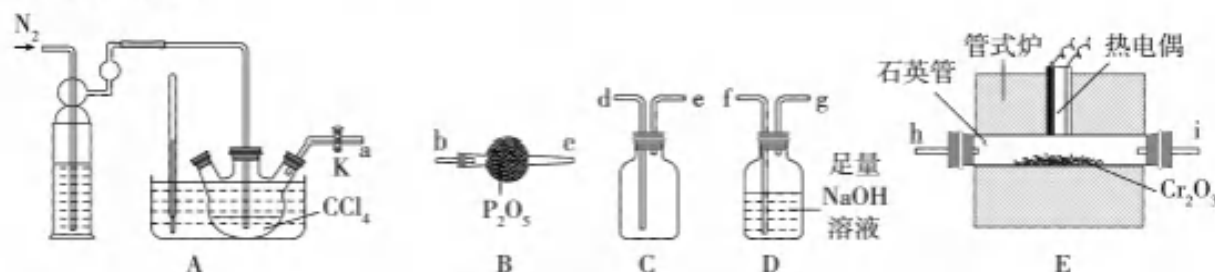


下列叙述错误的是

- A. 溶液 pH=4 时, $c(M^+) < 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 B. MA 的溶度积 $K_{sp}(\text{MA}) = 5.0 \times 10^{-8}$
 C. HA 的电离常数 $K_a(\text{HA}) \approx 2.0 \times 10^{-4}$
 D. 溶液 pH=7 时, $c(M^+) + c(H^+) = c(A^-) + c(\text{OH}^-)$

二、非选择题(本题共 4 小题,共 58 分)

15. (14 分)三氯化铬是常用的媒染剂和催化剂,易潮解、易升华,高温下易被氧气氧化。实验室用 Cr_2O_3 和 CCl_4 (沸点 76.8 °C) 在高温下制备无水 CrCl_3 ,同时生成 COCl_2 气体。可利用下面装置模拟制取三氯化铬(K 为气流控制开关)。



原理: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{CCl}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{COCl}_2 + 2\text{CrCl}_3$ 。

已知:① COCl_2 气体有毒,遇水发生水解产生两种酸性气体;

②碱性条件下, H_2O_2 可将 Cr^{3+} 氧化为 CrO_4^{2-} (黄色);酸性条件下, H_2O_2 可将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) 还原为 Cr^{3+} (绿色)。

回答下列问题:

- (1)实验装置合理的连接顺序为 $a \rightarrow h \rightarrow i \rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ (填仪器接口字母标号)。

(2)实验步骤如下:

- i. 连接装置,检查装置气密性,装入药品并通入 N_2 ;
- ii. 加热反应管至 400 °C;
- iii. 控制开关,加热 CCl_4 ,温度保持在 50~60 °C 之间;
- iv. 加热石英管继续升温至 650 °C,直到 E 中反应基本完成,切断管式炉的电源;
- v. 停止 A 装置水浴加热,……

vi. 装置冷却后,结束制备实验。

补全步骤 v 的操作: _____,其目的是_____。

(3)从安全的角度考虑,整套装置的不足是_____。

(4)装置 D 中反应的离子方程式为_____。

(5)测定产品中 CrCl_3 质量分数的实验步骤如下:

i. 取 5.000 g CrCl_3 产品,在强碱性条件下,加入过量的 30% H_2O_2 溶液,小火加热使 CrCl_3 完全转化为 CrO_4^{2-} ,继续加热一段时间;

ii. 冷却后,滴入适量的稀硫酸和浓磷酸(浓磷酸的作用是防止指示剂提前变色),使 CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,再加入适量的蒸馏水将溶液稀释至 100 mL;

iii. 取 25.00 mL 溶液,加入适量浓硫酸混合均匀,滴入 3 滴试亚铁灵作指示剂,用新配制的 $1.000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液滴定至终点($6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$),重复 2~3 次,平均消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液 21.00 mL。

①产品中 CrCl_3 的质量分数为_____ (保留 4 位有效数字)。

②已知: $3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ 。下列操作将导致产品中 CrCl_3 质量分数测定值偏低的是_____ (填标号)。

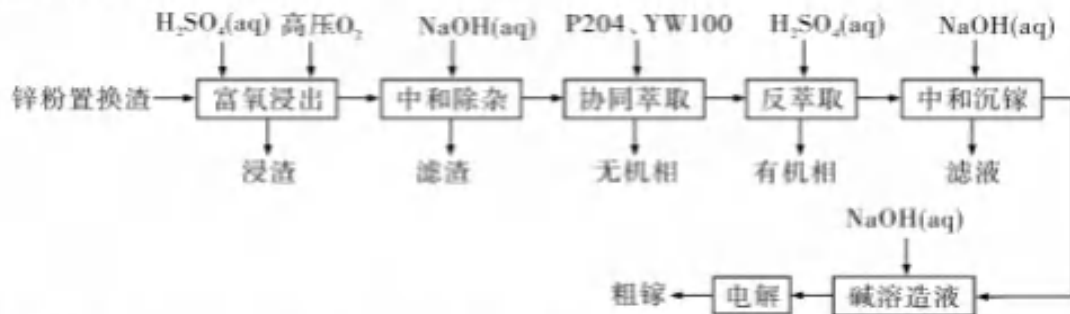
A. 步骤 i 中未继续加热一段时间

B. 步骤 ii 中未加浓磷酸

C. 步骤 iii 中所用 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液已变质

D. 步骤 iii 中读数时,滴定前俯视,滴定后平视

16. (14 分)镓(Ga)是重要的半导体材料。一种利用锌粉置换渣(主要成分为 Ga_2O_3 、 Ga_2S_3 、 ZnS 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2)制备粗镓的工艺流程如图所示。



已知: i. P204、YW100 协同萃取体系对金属离子的优先萃取顺序为 $\text{Fe}(\text{III}) > \text{Ga}(\text{III}) > \text{Fe}(\text{II}) > \text{Zn}(\text{II})$;

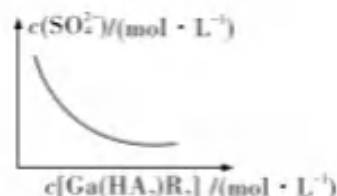
ii. $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4.0 \times 10^{-38}$ 、 $K_{sp}[\text{Zn}(\text{OH})_2] = 2.0 \times 10^{-16}$ 。

回答下列问题:

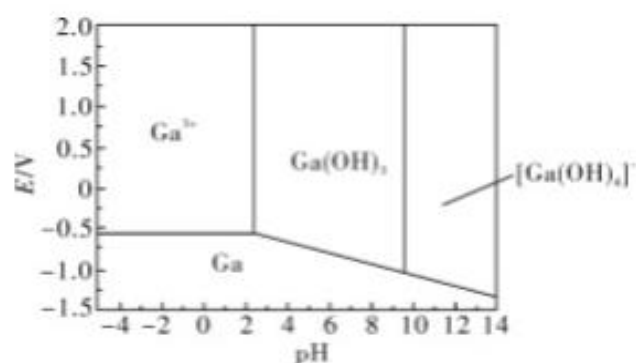
(1)“浸渣”的主要成分是 S 和 SiO_2 ，“富氧浸出”中高压 O_2 的作用是_____。

(2)“滤渣”的主要成分是_____ (填化学式)。用 H_2A_2 代表 P204, RH 代表 YW100,“协同萃取”过程中发生反应: $\text{Ga}^{3+} + \text{H}_2\text{A}_2 + 2\text{RH} \rightleftharpoons \text{Ga}(\text{HA}_2)_2\text{R}_2 + 3\text{H}^+$,无机相含有的主要金属离子为_____。

$c(\text{SO}_4^{2-})$ 随 $c[\text{Ga}(\text{HA}_2)_2\text{R}_2]$ 变化关系如图所示,“反萃取”加入稀硫酸的目的是_____ (用化学方程式表示)。



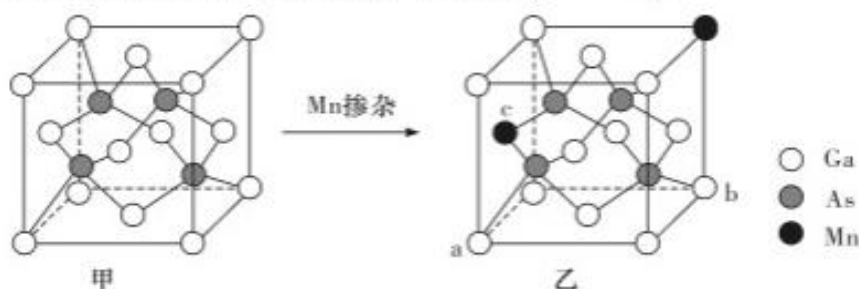
(3)如图为 $\text{Ga}-\text{H}_2\text{O}$ 系中电势随 pH 变化的图像。“中和沉镓”时所选 pH 合理范围为_____ (填标号)。“碱溶造液”过程中发生反应的离子方程式为_____。



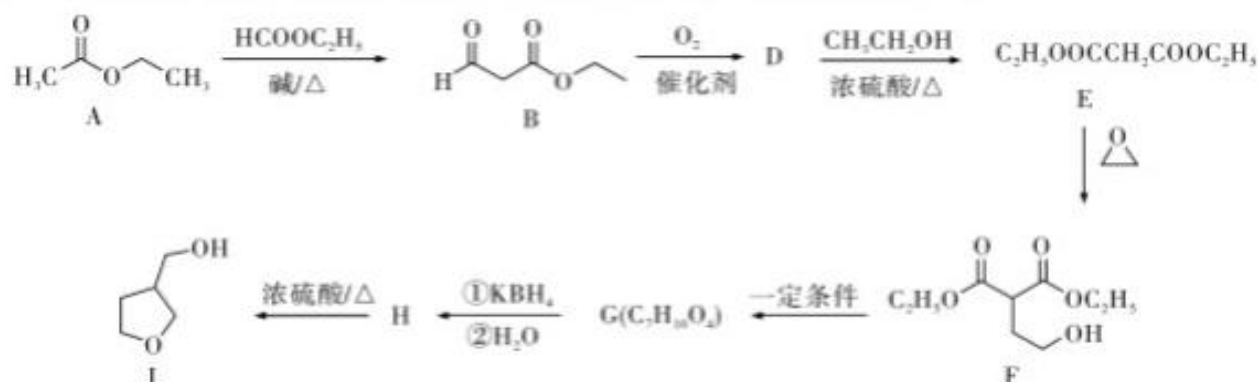
- A. -4~2 B. 0~4 C. 4~9 D. 8~12

(4)“电解”过程中生成粗镓的电极反应式为_____。

(5)砷化镓(GaAs)的晶胞结构如图甲所示。将Mn掺杂到晶体中得到稀磁性半导体材料,其晶胞结构如图乙所示。稀磁性半导体材料中,Mn、As的原子个数比为_____。



17. (15分)3-四氢呋喃甲醇(I)是合成农药呋虫胺的中间体,其一种合成路线如下:

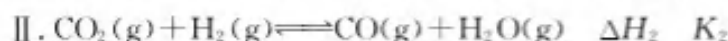


已知: i. $R_1COOR_2 + R_3^{18}OH \xrightarrow{\text{一定条件}} R_1CO^{18}OR_3 + R_2OH$;

ii. $R_1COOR_2 \xrightarrow[\text{②H}_2\text{O}]{\text{①KBH}_4} R_1CH_2OH + R_2OH$ 。

- (1)A→B的反应类型是_____,B分子所含官能团的名称为_____。
- (2)写出D→E的化学反应方程式:_____。
- (3)E的名称为_____。
- (4)由F生成G的过程中常伴有副反应发生,在一定条件下会生成高分子聚合物,写出该聚合物的结构简式:_____。
- (5)3-四氢呋喃甲醇的同分异构体中,能发生水解反应的有_____种(不含立体异构),其中含有手性碳且能发生银镜反应的是_____ (写结构简式)。
- (6)根据题中信息及所学知识,请以为原料,选用必要的无机试剂,设计合成的路线。

18. (15 分) CO_2 催化加氢既有利于实现“碳中和”,又能得到重要的能源甲醇,是一条“一举两得、变废为宝”的技术路线。 CO_2 催化加氢过程中发生的主要反应如下(K_1 、 K_2 、 K_3 为平衡常数):



回答下列问题:

(1) 标准摩尔生成焓的定义为“由标准状态的单质生成 1 mol 化合物的焓变”,部分物质的标准摩尔生成焓数据如下表:

物质	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$
标准摩尔生成焓/($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	-393.5	0	-110.5	x

则 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的标准摩尔生成焓 $x = \underline{\hspace{2cm}}$; 升高温度时, $\frac{K_1}{K_3}$ 的值 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”“减小”或“不变”)。

(2) 研究表明, 反应 II 的速率方程为 $v = k[x(\text{CO}_2) \cdot x(\text{H}_2) - x(\text{CO}) \cdot x(\text{H}_2\text{O}) \cdot K_p]$, x 表示气体的物质的量分数, K_p 为压强平衡常数, k 为反应的速率常数且随着温度升高而增大。其他条件一定时, 反应速率随温度的变化如图 1 所示, 根据速率方程分析, $T > T_0$ 时, v 逐渐增大的原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。反应 I 的速率方程 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$, 图 2 表示该反应的速率常数 $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 的对数 $\lg k$ 与温度的倒数 $\frac{1}{T}$ 之间的关系, 则直线 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“A”或“B”) 表示 $\lg k_{\text{逆}}$ 与 $\frac{1}{T}$ 的关系。

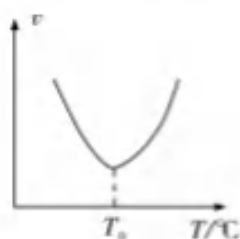


图1

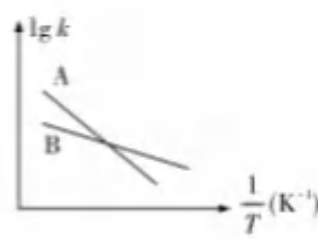


图2

(3) 在保持 3.0 MPa 条件下, 将 3 mol H_2 、1 mol CO_2 的混合气体通入装有某催化剂的密闭容器中充分反应, 甲醇的选择性 $\left[\frac{n(\text{生成 CH}_3\text{OH})}{n(\text{消耗 CO}_2)} \times 100\% \right]$ 、CO 的选择性、 CO_2 的平衡转化率随温度变化如图 3 所示, 其中表示 CO_2 的平衡转化率的是图像中的 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“a”“b”或“c”)。250 $^{\circ}\text{C}$ 时, 反应达平衡, 混合气体总的物质的量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ mol, 该条件下反应 I 的物质的量分数平衡常数(用物质的物质的量分数代替浓度计算得到的平衡常数) $K_x = \underline{\hspace{2cm}}$, 若在该温度下增大压强, 三个反应均达到新平衡时, $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)}$ 的值 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”“减小”或“不变”)。

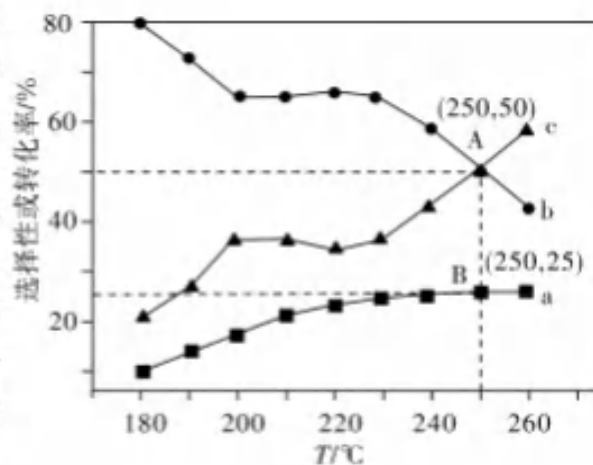


图3

化学参考答案

一、选择题(本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分,每小题只有一个选项符合题意)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	A	C	B	A	D	C	B	B	A	B	B	D	C	D

1. A 【解析】玻璃是非晶体,不具有自范性,A 错误。

2. C

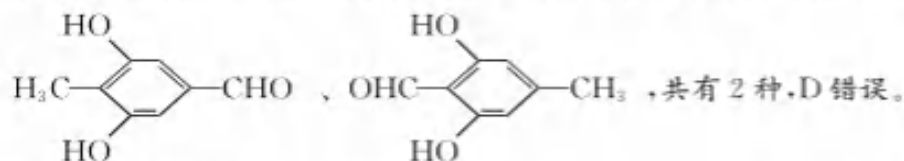
3. B 【解析】③⑦正确,共有 2 项正确。

4. A 【解析】 C_{60} 分子中含有 20 个六边形和 12 个五边形,A 错误。

5. D 【解析】基态 X 原子的电子只有一种自旋取向,则 X 为 H 元素;基态 T 原子的核外电子恰好填满 10 个原子轨道,而每个原子轨道中有两个自旋不同的电子,故 T 的核外共有 20 个电子,则 T 为 Ca 元素;R 元素的单质可作为制造太阳能电池帆板的半导体材料,则 R 为 Si 元素;R 为 Si 元素,基态硅原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$,p 轨道上的电子数为 2,Y 的 p 轨道上的电子数为 R 的 p 轨道上电子数的一半,则 Y 的 p 轨道上的电子数为 1,则 Y 为 O 元素,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$;X、Y、Z、R、T 均为前四周期元素且原子序数依次增大,凉水石的化学式为 $T_3 Z_2 (R Y_4)_2 (Y X)_4$,由化合物中各元素价态合为 0 可推出,Z 为 +3 价,则 Z 为 Al 元素;综合可知,X、Y、Z、R、T 分别为 H、O、Al、Si、Ca,据此作答。

6. C

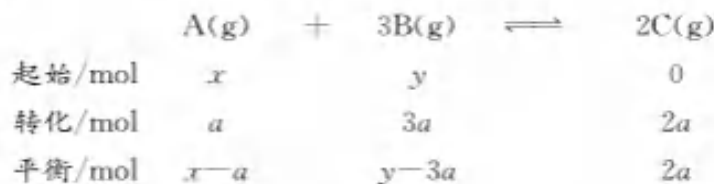
7. B 【解析】香兰素含有醛基,也能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,A 错误;香兰素、阿魏酸均含有酚羟基,可与 Na_2CO_3 、 $NaOH$ 溶液反应,B 正确;香兰素、阿魏酸不能发生消去反应,C 错误;根据条件,其同分异构体为



8. B 【解析】①取少量该溶液,加入 $KSCN$ 溶液,无明显变化,说明不存在 Fe^{3+} ;②另取少量该溶液,加入少量盐酸,有无色气体生成,该无色气体遇空气变成红棕色,产生的气体是 NO ,说明 NO_3^- 被还原,能发生氧化还原反应的组合是 NO_3^- 、 Fe^{2+} ,则一定含有 NO_3^- 、 Fe^{2+} ; Fe^{2+} 会与 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} 反应,因此一定不存在 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} ;③向②中所得溶液中加入 $BaCl_2$ 溶液,有白色沉淀生成,白色沉淀是 $BaSO_4$,则一定含有 SO_4^{2-} ;④向②中所得溶液中加入过量浓氨水,过滤,并向所得滤液中加入盐酸至酸性时,再加入氢氧化钠溶液,有蓝色沉淀生成,说明含有 Cu^{2+} 。综上,可以判断溶液中一定存在的离子有 NO_3^- 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ,一定不存在的离子有 Fe^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} ,不确定的离子还有 K^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 。溶液中各离子的浓度相等,结合电荷守恒,则一定含有 Cl^- ,没有 K^+ 、 Al^{3+} 。

9. A

10. B 【解析】隔板 I 固定不动,活塞 II 可自由移动,即 M 为恒温恒容条件,N 为恒温恒压条件,设反应过程消耗的 A 为 a mol,列三段式有:



A 的体积分数为 $\frac{x-a}{x+y-2a}$,若平衡时 A 气体在两容器中的体积分数相等,说明 A 气体在反应过程中体积分数不变,即 $\frac{x-a}{x+y-2a} = 50\%$,则 $x:y=1:1$,A 正确;根据热化学方程式可知 1 mol A 和 3 mol B 完全反应放出热量 210 kJ,所以当放出热量 168 kJ 时,消耗的 A 为 $1 \text{ mol} \times \frac{168}{210} = 0.8 \text{ mol}$,但 A 的初始投料未知,所以无

法确定 A 的转化率, B 错误; 若 $x:y=1:1$, 平衡时测得 N 中含 A、C 分别为 1.2 mol、0.2 mol, 可知投料为 1.3 mol A、1.3 mol B, 所以平衡时 B 的物质的量为 1.0 mol, 此时容器中共有 1.2 mol+0.2 mol+1.0 mol=2.4 mol 气体, 不妨设此时容器容积为 1 L, 则该温度下平衡常数 $K=\frac{0.2^2}{1.2 \times 1.0^3} \approx 0.033$; 再通入 0.6 mol A 后, 气体总量变为 3.0 mol, 恒温恒压条件下气体体积比等于气体的物质的量之比, 所以此时容器容积为 1 L

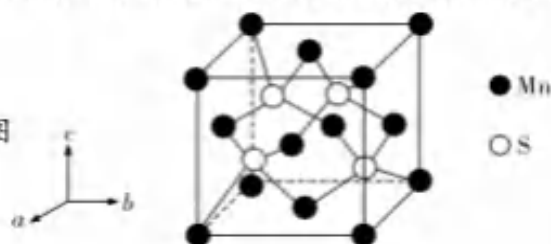
$\times \frac{3.0}{2.4} = 1.25$ L, 浓度商为 $\frac{(\frac{0.2}{1.25})^2}{(\frac{1.2+0.6}{1.25}) \times (\frac{1.0}{1.25})^3} \approx 0.035 > K$, 所以此时平衡逆向移动, C 正确; 平衡时 C 为

0.4 mol, 列三段式有:

	A(g)	+	3B(g)	$\rightleftharpoons$	2C(g)
起始/mol	1		1.8		0
转化/mol	0.2		0.6		0.4
平衡/mol	0.8		1.2		0.4

所以平衡时气体的总物质的量为 0.8 mol+1.2 mol+0.4 mol=2.4 mol, 容积为 24 L, 起始时气体总物质的量为 2.8 mol, 恒温恒压条件下气体体积比等于气体的物质的量之比, 所以起始时容积为 28 L, D 正确。

11. B 【解析】根据投影图可知, 晶胞结构如图



12. D 【解析】电池负极的反应式为 $\text{SO}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, 1 min 内通入 SO_2 2.24 L, $n(\text{SO}_2)=0.1$ mol, 消耗水 0.2 mol, 生成硫酸的质量为 0.1 mol $\times$ 98 g/mol=9.8 g, 消耗水的质量为 0.2 mol $\times$ 18 g/mol=3.6 g, 根据原 H_2SO_4 的浓度为 50% 可知, 需要稀释用水 9.8 g, 因此共需水 9.8 g+3.6 g=13.4 g, D 正确。

13. C 【解析】结合已知信息和图像可知, 450 $^{\circ}\text{C}$ 以前, CO_2 的平衡转化率等于 CH_4 的平衡产率, 随着温度的升高, CO_2 的平衡转化率和 CH_4 的平衡产率均减小, 反应 I 为放热反应, 450 $^{\circ}\text{C}$ 以后, 曲线③和曲线④不再相等, CO_2 的平衡转化率先减小后增大, CH_4 的平衡产率减小, 反应 II 为吸热反应, 曲线③代表的是平衡时 CH_4 的产率随温度的变化情况, 曲线④代表的是平衡时 CO_2 的转化率随温度的变化情况; P 点时 2 种含氢气体的物质的量均为 1.36 mol, 结合碳原子守恒, 含碳物质总量为 1 mol, CH_4 的物质的量不超过 1 mol, 且曲线①随着温度升高逐渐增大, 曲线①代表 H_2 物质的量随温度的变化情况, 曲线②代表 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 物质的量随温度的变化情况, 根据上述分析回答问题。

14. D 【解析】由图可知, pH=4 即 $c(\text{H}^+)=10 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时, $c^2(\text{M}^+)=7.5 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{L}^2$, $c(\text{M}^+)=\sqrt{7.5 \times 10^{-8}} \text{ mol/L}=\sqrt{7.5} \times 10^{-4} \text{ mol/L} < 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, A 正确; 由图可知, $c(\text{H}^+)=0$ 时, 可看作溶液中有较大浓度的 OH^- , 此时 A^- 的水解极大地被抑制, 溶液中 $c(\text{M}^+)=c(\text{A}^-)$, 则 $K_{\text{sp}}(\text{MA})=c(\text{M}^+) \cdot c(\text{A}^-)=c^2(\text{M}^+)=5.0 \times 10^{-8}$, B 正确; $K_{\text{a}}(\text{HA})=\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$, 当 $c(\text{A}^-)=c(\text{HA})$ 时, 由元素守恒可知, $c(\text{A}^-)+c(\text{HA})=c(\text{M}^+)$, 则 $c(\text{A}^-)=\frac{c(\text{M}^+)}{2}$, $K_{\text{sp}}(\text{MA})=c(\text{M}^+) \cdot c(\text{A}^-)=\frac{c^2(\text{M}^+)}{2}=5.0 \times 10^{-8}$, 则 $c^2(\text{M}^+)=10 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{L}^2$, 对应图像得此时溶液中 $c(\text{H}^+)=2.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{\text{a}}(\text{HA})=\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}=c(\text{H}^+) \approx 2.0 \times 10^{-4}$, C 正确; 设调 pH 所用的酸为 H_nX , 则结合电荷守恒可知, $c(\text{M}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{A}^-)+c(\text{OH}^-)+nc(\text{X}^{n-})$, 题给等式右边缺阴离子部分 $nc(\text{X}^{n-})$, D 错误。

二、非选择题(本题共 4 小题, 共 58 分)

15. (除标注外, 每空 2 分, 共 14 分)

(1) a $\rightarrow$ h $\rightarrow$ i $\rightarrow$ d $\rightarrow$ e $\rightarrow$ b $\rightarrow$ c $\rightarrow$ f $\rightarrow$ g (共 2 分)

(2) 继续通入 N_2 一段时间 将 COCl_2 完全排入装置 D 被充分吸收, 并将生成的 CrCl_3 全部吹入装置 C 中(答对一点得 1 分)

(3) 升华的三氯化铬易凝华, 堵塞导管



(5) ①88.76% ②AB

16. (除标注外,每空 2 分,共 14 分)

(1) 氧化 Fe^{2+} 和 S^{2-}

(2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (1 分) Zn^{2+} (1 分,答或不答 Na^+ 均可以) $2\text{Ga}(\text{HA}_2)_2\text{R}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{A}_2 + 4\text{RH}$

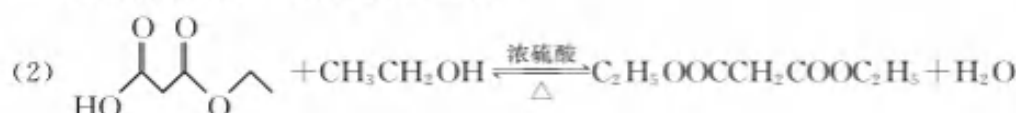
(3) $\text{C} \quad \text{Ga}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow [\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$

(4) $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^- + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Ga} + 4\text{OH}^-$

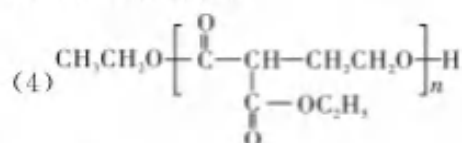
(5) 5 : 32

17. (除标注外,每空 2 分,共 15 分)

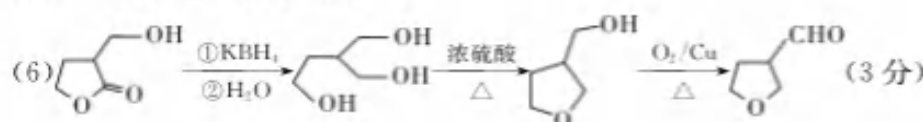
(1) 取代反应(1 分) 醛基、酯基(1 分)



(3) 丙二酸二乙酯



(5) 9 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{OOCH}$



18. (除标注外,每空 2 分,共 15 分)

(1) -200.5 增大(1 分)

(2) $T > T_0$ 时,升高温度, k 增大对速率的影响大于 K_p 增大对速率的影响 A

(3) a 3.75 0.037 5 减小

【解析】(1) 标准摩尔生成焓的定义为“由标准状态的单质生成 1 mol 化合物的焓变”,根据表格可得① $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ② $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 由盖斯定律,反应②-①可得Ⅲ, $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$, 则 $\Delta H_3 = x - (-110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 解得 $x = -200.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 反应Ⅰ-Ⅲ可得反应Ⅱ, 则 $K_2 = \frac{K_1}{K_3}$, $\Delta H_2 = -49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应Ⅱ是吸热反应,升高温度时平衡正向移动, K_2 增大,则 $\frac{K_1}{K_3}$ 的值增大。

(2) 反应的速率方程为 $v = k[x(\text{CO}_2) \cdot x(\text{H}_2) - x(\text{CO}) \cdot x(\text{H}_2\text{O}) \cdot K_p]$, 反应速率 v 与 k 正相关、与 K_p 负相关,当温度升高时 k 增大,反应速率增大,而反应Ⅱ是吸热反应,升高温度时平衡正向移动, K_p 增大,使反应速率减小,当 $T > T_0$ 时, v 逐渐增大的原因是升高温度, k 增大对速率的影响大于 K_p 增大对速率的影响;当反应Ⅰ达到平衡时正逆反应速率相等,即 $k_{\text{正}} c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2) = k_{\text{逆}} c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$, 则 $K_1 = \frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)}$, 反应Ⅰ是放热反应,升高温度, K_1 减小,则当 $\frac{1}{T}$ 增大时 K_1 增大, $\lg K_1 = \lg k_{\text{正}} - \lg k_{\text{逆}}$, 即当 $\frac{1}{T}$ 增大时, $\lg k_{\text{正}} - \lg k_{\text{逆}}$ 的差值增大,表示 $\lg k_{\text{逆}}$ 的是直线 A。

(3) 因为反应Ⅱ=反应Ⅰ-反应Ⅲ,所以三个反应中只有两个独立的反应,则讨论平衡问题时只考虑独立的反应,在整个反应中, CO_2 只有转化为甲醇和 CO 这两种可能,因此甲醇的选择性与 CO 的选择性之和为 100%,且温度升高,反应Ⅰ和反应Ⅲ的平衡逆向移动,会使甲醇的选择性减小,由此可知曲线 a 表示 CO_2 的平衡转化率,曲线 b 表示甲醇的选择性,曲线 c 表示 CO 的选择性。在 250 $^{\circ}\text{C}$ 时,甲醇的选择性和 CO 的选择性都是

50%, CO_2 的平衡转化率为 25%, 因此达到平衡时消耗的 $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol} \times 25\% = 0.25 \text{ mol}$, 生成的 $n(\text{CH}_3\text{OH}) = n(\text{CO}) = 0.25 \text{ mol} \times 50\% = 0.125 \text{ mol}$, 对于独立的反应 I 和反应 II, 可列出三段式:

	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$3\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
起始量/mol	1		3		0		0
转化量/mol	0.125		0.375		0.125		0.125
平衡量/mol	0.75		2.5		0.125		0.25

	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}(\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
起始量/mol	1		3		0		0
转化量/mol	0.125		0.125		0.125		0.125
平衡量/mol	0.75		2.5		0.125		0.25

平衡时混合气体的总物质的量为 $0.75 + 2.5 + 0.125 + 0.125 + 0.25 = 3.75 \text{ mol}$, 若用 x 表示物质的量分数, 则 $x(\text{CO}_2) = \frac{0.75 \text{ mol}}{3.75 \text{ mol}} = \frac{1}{5}$, $x(\text{H}_2) = \frac{2.5 \text{ mol}}{3.75 \text{ mol}} = \frac{2}{3}$, $x(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{0.125 \text{ mol}}{3.75 \text{ mol}} = \frac{1}{30}$, $x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.25 \text{ mol}}{3.75 \text{ mol}} = \frac{1}{15}$, 反

应 I 的物质的量分数平衡常数 $K_1 = \frac{x(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot x(\text{H}_2\text{O})}{x(\text{CO}_2) \cdot x^3(\text{H}_2)} = \frac{\frac{1}{30} \times \frac{1}{15}}{\frac{1}{5} \times (\frac{2}{3})^3} = 0.0375$, 若在该温度下增大压强,

取反应 I 和反应 III 为独立反应, 这两个反应的平衡均会正向移动, 因此新平衡和原平衡相比, $\frac{c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{H}_2)}$ 增大, 反

应 II 的平衡常数 $K_2 = \frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}$, 增大压强不会改变 K_2 , 因为 $\frac{c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{H}_2)}$ 增大, 则 $\frac{c(\text{CO})}{c(\text{CO}_2)}$ 减小, 对于容积一定的容器, $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)}$ 减小。