

化学试卷（问卷）


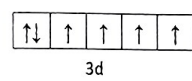
（卷面分值：100 分；考试时间：100 分钟）

注意事项：

1. 本试卷分第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分，第 I 卷 1 至 3 页，第 II 卷 3 至 6 页。答题前，考生务必将自己的姓名、准考证号填在答题卡相应位置上。
2. 回答第 I 卷时，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，再选涂其他答案的标号。写在本试卷上无效。
3. 回答第 II 卷时，请按要求在规定区域作答，写在本试卷上无效。
4. 考试结束，将答题卡交回。
5. 可能用到的相对原子质量：H-1 Li-7 O-16 Na-23 Mg-24 S-32 Mn-55 Co-59

第 I 卷（选择题 共 42 分）

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. 科技是第一生产力，我国科学家在诸多科技领域取得新突破，下列说法错误的是
 - A. 利用 CO_2 合成淀粉，实现了无机小分子向有机高分子的转变
 - B. 发现了月壤中的“嫦娥石 $[(\text{Ca}_8\text{Y})\text{Fe}(\text{PO}_4)_7]$ ”，其成分属于无机盐
 - C. 中国深海一号平台成功实现从深海中开采石油和天然气，石油和天然气都是混合物
 - D. 问天实验舱搭载的太阳翼是一种将太阳能转化为电能的新型原电池装置
2. 物质的性质决定用途。下列两者对应关系正确的是
 - A. 铝具有还原性，可用于制作门窗框架
 - B. 晶体硅的硬度大、熔点高，可用来制作计算机芯片
 - C. 硝酸具有强氧化性，可用作纺织品漂白
 - D. NH_4Cl 溶液呈酸性，可用于去除铁锈
3. 下列有关化学用语表述正确的是
 - A. HF 分子中 σ 键的电子云轮廓图：
 - B. Fe^{2+} 的价层电子轨道表示式：
 - C. HCl 的电子式： $\text{H}^+[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$
 - D. 中子数为 9 的氮原子： ${}^9_7\text{N}$
4. 下列装置不能达到预期目的的是

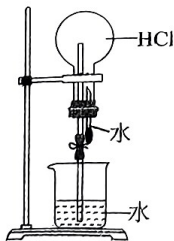


图 1

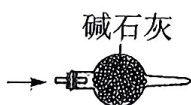


图 2

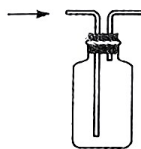


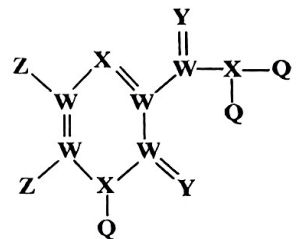
图 3



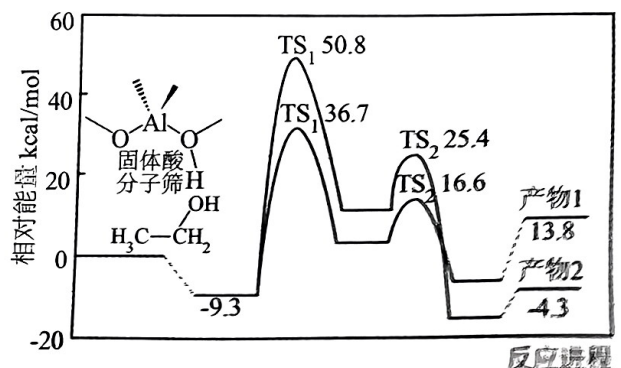
图 4

- A. 图 1：喷泉实验 B. 图 2：干燥氯气 C. 图 3：收集 SO_2 D. 图 4：制备 NH_3

5. 中国三星堆出土了大量文物，如青铜面具、青铜大立人等。下列有关说法正确的是
- 铜在空气中主要发生析氢腐蚀
 - 三星堆出土的青铜器上有大量铜锈，其主要成分为 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
 - 用硝酸清洗铜器可以除去铜锈，保护铜器
 - 青铜是铜中加入铅、锡制得的合金，其成分会加快铜的腐蚀
6. 下列离子方程式书写正确的是
- 氢氧化铁溶于氢碘酸： $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
 - 将 Cl_2 通入石灰乳中制漂白粉： $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴加少量 NaOH 溶液： $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 - CuSO_4 溶液中加入过量氨水： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$
7. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是
- 3.6 g D_2O 中含有的质子数为 $2N_A$
 - 7.8 g Na_2O_2 中含有的离子总数为 $0.3N_A$
 - 标准状况下，2.24 L SiHCl_3 的分子数为 $0.1N_A$
 - 1 mol N_2 和 3 mol H_2 在一定条件下充分反应生成的 NH_3 分子数为 $2N_A$
8. 金属钾可以与水（滴加酚酞溶液）剧烈反应，下列说法错误的是
- 溶液变红，证明生成了碱性物质
 - 钾浮在液面上并燃烧，与其密度及反应的热效应有关
 - 钾与水反应比钠与水反应更剧烈，说明钾的金属性比钠强
 - 金属钾与水发生反应前后化学键类型不变
9. ClO_2 可用作消毒剂。 ClO_2 的水溶液在较高温度与光照下会生成 ClO_2^- 、 ClO_3^- 。下列关于 ClO_2 、 ClO_2^- 和 ClO_3^- 的说法正确的是
- ClO_2 为非极性分子
 - ClO_2^- 中 Cl 原子的杂化类型为 sp^3 杂化
 - ClO_3^- 的 VSEPR 模型为三角锥形
 - ClO_2^- 与 ClO_3^- 的键角相等
10. 一种由短周期主族元素组成的抗病毒化合物的结构如图，其中 Q、W、X、Y、Z 的原子序数依次增大，Q 为元素周期表中原子半径最小的元素，Y 原子最外层电子数是 Z 原子电子层数的 3 倍。下列说法正确的是



11. 25℃时，固体酸分子筛催化乙醇脱水，分子内脱水生成产物 1，分子间脱水生成产物 2，反应过程与相对能量变化如图所示（TS 表示过渡态），下列说法不正确的是
- 乙醇通过氢键吸附于固体酸分子筛表面并放出热量
 - 生成产物 2 的决速步活化能为 60.1 kcal/mol



C. 生成产物 1 的热化学方程式为： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +13.8 \text{ kcal/mol}$

D. 升高温度、延长反应时间及选择合适催化剂均可提高产物 1 的产率

12. 下列实验操作、现象与结论均正确的是

选项	操作	现象	结论
A	向 FeCl_3 和 KSCN 混合溶液中，加入少量 KCl 固体	溶液颜色变浅	$\text{FeCl}_3 + 3\text{KSCN} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{KCl}$ 平衡向逆反应方向移动
B	稀盐酸与 Na_2SiO_3 溶液混合	产生白色胶状沉淀	酸性： $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 非金属性： $\text{Cl} > \text{Si}$
C	向装有 X 溶液的试管中滴入浓 NaOH 溶液，将干燥的红色石蕊试纸置于试管口	无明显现象	X 溶液中无 NH_4^+
D	常温下，向浓度、体积都相同的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液中各滴加 1 滴酚酞	变红，前者红色更深	结合质子的能力： $\text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$

13. 以柏林绿 $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 为代表的新型可充电钠离子电池的放电工作原理如图所示，下列说法正确的是

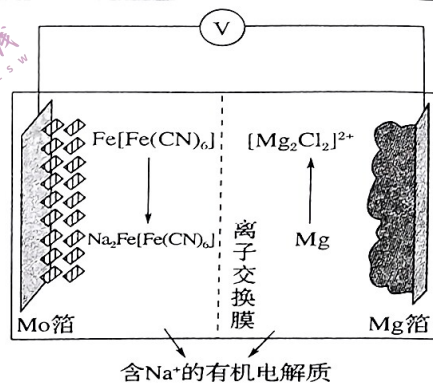
A. 放电时，Mo 箔为电池的负极

B. 充电时，阳极反应为：

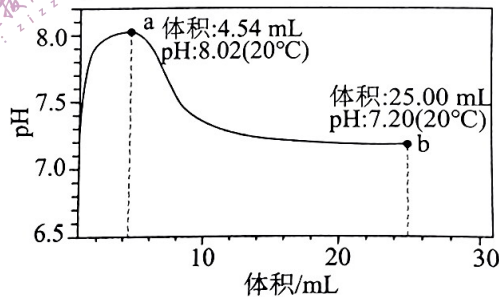


C. 充电时， Na^+ 通过交换膜从右室移向左室

D. 外电路通过 0.2 mol 电子时，负极区离子导体质量变化为 2.2 g



14. 用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液滴定 $25.00 \text{ mL } 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 溶液，加入的碳酸氢钠溶液体积与溶液 pH 变化曲线如图所示，其中 $V=4.54 \text{ mL}$ 时溶液中无沉淀，之后出现白色浑浊且逐渐增多，当滴加的 NaHCO_3 溶液体积为 25.00 mL 时，溶液的 pH 稳定在 7.20 左右，整个滴定过程中未见气泡产生。



下列叙述错误的是（已知： $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 3.36 \times 10^{-9}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.7 \times 10^{-11}$ ， $10^{0.8} \approx 6.3$ ）

A. a 点的混合溶液， $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$

B. a → b 的过程中，水的电离程度不断增大

C. 总反应的化学方程式： $\text{CaCl}_2 + 2\text{NaHCO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$

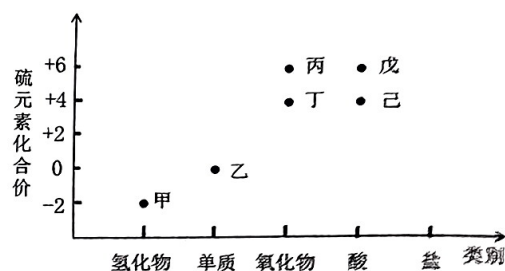
D. b 点的混合溶液， $c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) \approx 4.5 \times 10^{-6}$

第 II 卷（非选择题 共 58 分）

二、非选择题（本题共 5 小题，共 58 分）

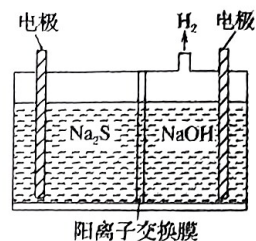
15.（10 分）利用右图可以从不同角度研究含硫物质的性质及转化关系，图中物质甲→己中均含有硫元素。回答下列问题：

（1）乙是一种黄色晶体，能与许多金属单质发生



反应，其与铜在加热条件下得到的产物是 _____（填化学式）。戊的浓溶液长期暴露在空气中浓度会 _____（填“增大”或“减小”）

(2) 不同价态的含硫物质在一定条件下可以相互转化。甲中 S 元素可表现出 _____（填“氧化性”或“还原性”） 甲用烧碱吸收后的溶液加入到如右图所示的电解池进行电解，写出阴极的电极反应式 _____。



(3) 同位素示踪实验可证实 $S_2O_3^{2-}$ 中两个 S 原子的化学环境不同，

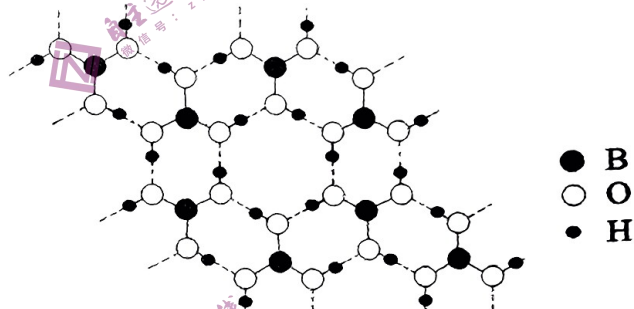
实验过程为： $SO_3^{2-} \xrightarrow[i]{S} S_2O_3^{2-} \xrightarrow[ii]{Ag^+} Ag_2S + SO_4^{2-}$ 。过程 ii 中， $S_2O_3^{2-}$ 断裂的只有硫硫键。若过程 i 所用试剂为 $Na_2^{32}SO_3$ 和 ^{35}S ，过程 ii 含硫产物是 _____（标记出同位素原子）。

(4) 黄铁矿 (FeS_2) 在沸腾炉中与氧气反应，主要生成含硫元素的物质是 _____（填化学式）。

(5) 丁处理葡萄酒时会生成己，写出己的电离方程式 _____。国家规定葡萄酒中丁残留量不得超过 $0.05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，某葡萄酒的密度 $0.97 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，则丁的物质的量浓度不得高于 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ （保留三位有效数字）。

16. (8分) 硼的化合物有重要应用。

(1) H_3BO_3 的层内结构如右图所示，虚线部分表示存在 _____ 键。



(2) H_3BO_3 可由 BCl_3 水解得到。依据价层电子对互斥理论 (VSEPR) 推测， BCl_3 的空间结构的名称为 _____。写出 BCl_3 水解的化学方程式 _____。

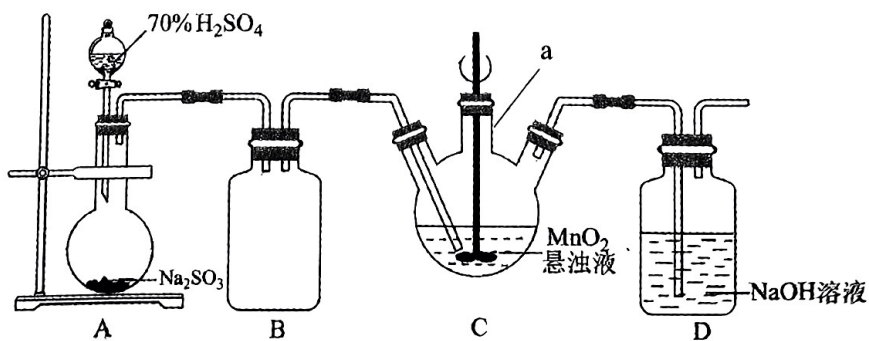
(3) H_3BO_3 是一元酸，在水溶液中硼酸的电离方程式为： $H_3BO_3 + H_2O \rightleftharpoons [B(OH)_4]^- + H^+$ 。皮肤上不小心碰到氢氧化钠溶液，一般先用大量的水冲洗，然后再涂上硼酸溶液，写出硼酸溶液与氢氧化钠反应的离子方程式 _____。

(4) 氨硼烷 (NH_3BH_3) 是一种有潜力的固体储氢材料。 NH_3BH_3 中 N 为 -3 价，B 为 +3 价。H、B、N 电负性由大到小的顺序为 _____。 NH_3BH_3 分子间存在“双氢键”使氨硼烷的熔点明显升高，“双氢键”能形成的原因是 _____。

17. (13分) 连二硫酸锰 (MnS_2O_6 ，其中 Mn 为 +2 价) 是一种常用的果蔬保鲜剂，易溶于水，室温下其水溶液在 pH 为 2.8~3.5 时最稳定。回答下列问题：

I. 制备连二硫酸锰 (MnS_2O_6)

某化学小组利用 MnO_2 悬浊液吸收 SO_2 气体制取连二硫酸锰的装置 (部分夹持、加热仪器已省略) 如图所示。



(1) 仪器 a 的名称为 _____，装置 B 的作用是 _____。

(2) 装置 C 中的反应温度需要控制在 0℃ 左右, 控制温度的方法是 ____。实验时需要向 C 中通入稍过量的 SO_2 , 目的是 ____。

(3) 装置 C 中反应生成等物质的量的 MnS_2O_6 和 MnSO_4 , 则反应的化学方程式为 ____。判断反应完成的现象是 ____。待反应结束后经除杂、减压蒸发浓缩、结晶可得产品 $\text{MnS}_2\text{O}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。

II. 测定产品中 Mn 的质量分数

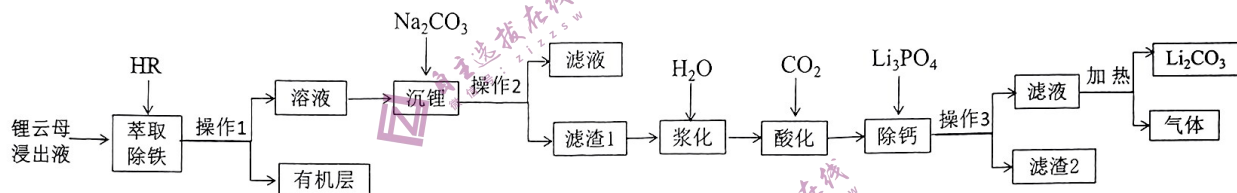
称取 a g 产品充分加热使其分解为 MnSO_4 , 然后加水溶解, 用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KMnO_4 溶液进行滴定 (Mn 元素均转化为 MnO_2)。

(4) 滴定时, 发生反应的离子方程式为 ____; 若滴定消耗 KMnO_4 溶液的体积为 V mL, 则产品中 Mn 的质量分数为 ____。

(5) 下列操作会使得测定结果偏大的是 ____。

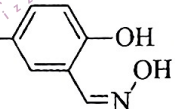
- A. 滴定前锥形瓶用蒸馏水洗后未用待测 MnSO_4 溶液润洗
- B. 滴定前平视读数, 滴定结束俯视读数
- C. 滴定前滴定管中尖嘴处有气泡, 滴定后气泡消失
- D. 对连二硫酸锰产品进行加热操作时加热不充分

18. (14 分) 电池级 Li_2CO_3 是制造 LiCoO_2 等锂离子电池必不可少的原材料。以锂云母浸出液 (含 Li^+ 、 Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 等) 为原料制取电池级 Li_2CO_3 的工艺流程如图:



已知: ① HR 为有机萃取剂, 难溶于水, 可萃取 Fe^{3+} , 萃取时发生的反应可表示为: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{HR} \rightleftharpoons \text{FeR}_3 + 3\text{H}^+$; ② 常温时, $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ LiOH 溶液的 $\text{pH}=14$ 。回答下列问题:

(1) “有机层”的主要成分为 ____ (填化学式, 下同); “滤渣 1”中含有的物质为 ____; 使用 HR 萃取剂时, 需加入一定量的 NaOH 进行处理, 其目的是 ____。

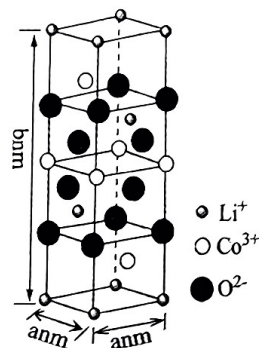
(2) 某种 HR 的结构简式为 C_6H_9 。该分子中可能与 Fe^{3+} 形成配位键的原子是 ____。

(3) 已知 $K_{\text{sp}}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]=2.0 \times 10^{-29}$, 为使溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) \leq 2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $c(\text{PO}_4^{3-})$ 的范围 ____。

(4) “加热”时发生主要反应的离子方程式为 ____。

(5) Li_2CO_3 与 Co_3O_4 在空气中加热可以制备重要的电极材料钴酸锂 (LiCoO_2)。写出对应的化学方程式 ____。

(6) 钴酸锂 (LiCoO_2) 晶胞结构示意图如右图所示, 各离子位于晶胞的顶点、棱和体内。该晶胞密度为 ____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(写出计算式, 阿伏加德罗常数为 N_A)



19. (13 分) 乙酸是最重要的有机酸之一, 主要用于生产乙酐、乙酸酯及乙酸纤维素等。

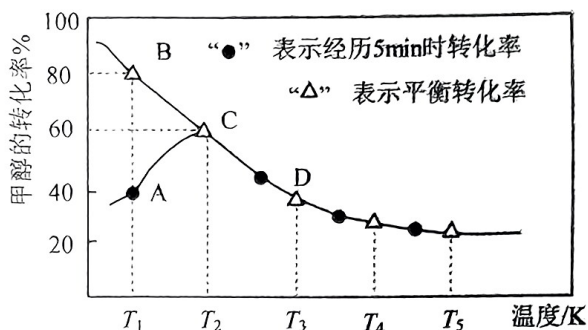
I. 乙酸的制备可通过人工合成和细菌发酵两种方法。

(1) 目前世界上有一半以上的乙酸都采用甲醇与 CO 反应来制备。反应如下: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) \quad \Delta H < 0$ 。在恒压密闭容器中通入 0.20 mol 的 CH_3OH 和

0.20 mol 的 CO 气体、测得甲醇的转化率随温度变化如图所示

①恒温恒压下、不能说明上述反应达到平衡状态的是_____

- A. 容器内混合气体的密度保持不变
- B. CH₃OH 的体积分数保持不变
- C. CH₃COOH 的物质的量保持不变
- D. $v(\text{CO})_{\text{正}} = v(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{逆}}$



②在 T₂ 温度时、从反应开始至 5min 时、用单位时间内物质的量变化表示乙酸的化学反应速率为 _____ mol · min⁻¹。

③温度为 T₁ 时、上述反应已达到平衡、若此时保持容器体积不变、再通入 0.10 mol CH₃OH 和 0.10 mol CO 的混合气体、再次达到平衡、CO 的转化率 _____ 80%(填“>”、“=”或“<”)。

④温度由 T₁ 到 T₂、经历 5 min 时、CH₃OH 的转化率增大的原因是 _____。

II. 乙酸制氢具有重要意义、制氢过程发生如下反应:

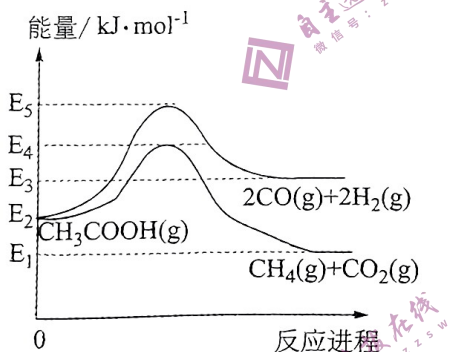


图 1

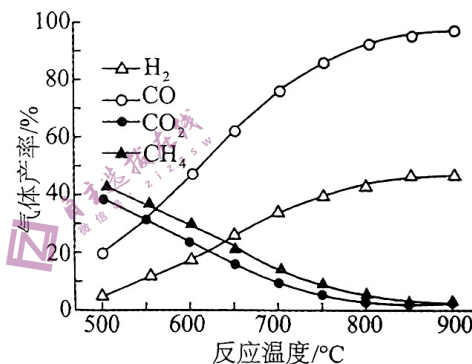


图 2

(2) 已知反应: $\frac{1}{2} \text{CH}_4(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta H$, 由图所示, $\Delta H =$ _____ kJ · mol⁻¹ (用

图 1 中有关 E 的代数式表示)。

(3) 在容积相同的密闭容器中、加入等量乙酸蒸气制氢、在相同时间测得温度与气体产率的关系如图 2 所示。

①约 650 °C 之前、氢气产率低于甲烷的原因是 _____。

②分析图像、该容器还发生了其他的副反应、理由是 _____。

③若保持其他条件不变、在乙酸蒸气中掺杂一定量水、氢气的产率显著提高而 CO 的产率下降、请用化学方程式表示可能发生的反应: _____。

(4) 在一定温度下、利用合适的催化剂制氢、发生热裂解反应 I 和脱羧基反应 II、达到平衡时、总压强为 p kPa、乙酸体积分数为 20%; 若热裂解反应消耗的乙酸占总的乙酸的 20%、则脱羧基反应 II 的平衡常数 K_p 为 _____ kPa (K_p 为以分压表示的平衡常数)。