

高三年级试题

化 学

注意事项：

1. 本试卷分为选择题和非选择题两部分，共 100 分，考试时间 75 分钟。
 2. 将选择题答案填涂在答题卡的对应位置上，非选择题的答案写在答题卡的指定栏目内。
- 可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 O-16 S-32 Ni-59

一、单项选择题：本题包括 13 小题，每小题 3 分，共计 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 在下列化工生产中，其核心化学原理不涉及氧化还原反应的是

A. 氯碱工业 B. 侯氏制碱 C. 工业制硝酸 D. 粗硅的提纯

2. 1967 年，我国通过核反应： ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 制得氢弹。下列说法正确的是

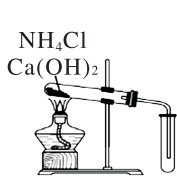
A. 以上反应为化学变化 B. H_2 分子的空间填充模型：

C. ${}^1_1\text{H}_2$ 与 ${}^3_1\text{H}_2$ 为同素异形体 D. 基态 He 原子核外电子排布图：

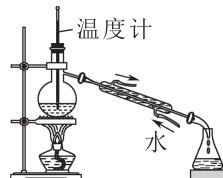
3. 实验室制备下列有关物质，其实验装置和原理均正确的是



A. 制备氯气



B. 制备氨气



C. 制备少量蒸馏水



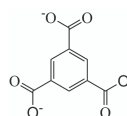
D. 制备乙酸乙酯

4. 金属有机框架材料 MOF-5 晶体由具有正四面体结构的 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 和有机配体 BDC^{2-} (结构如图 1 所示) 构成，MOF-5 晶体内部的空腔可以吸附小分子。下列说法错误的是

A. 有机配体 BDC^{2-} 与 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 之间通过配位键相连

B. 在配体上引入 $-\text{CH}_3$ 可增强 MOF-5 对 H_2O 的吸附

C. 配体 BDC^{2-} 中元素电负性： $\chi(\text{H}) < \chi(\text{C}) < \chi(\text{O})$

D.  与 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 之间也可形成有机框架材料

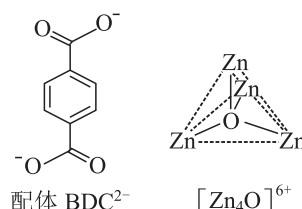


图 1

阅读下列材料，完成 5~7 题。

氮元素单质及其化合物应用广泛。硝酸盐代谢主要有如图 2 所示两条路径。 $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ 和羟胺 (NH_2OH) 常用于有机合成，羟胺易潮解且可用作油脂工业中的抗氧化剂。强碱性条件下， N_2H_4 可与 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 反应生成 Ag 和 N_2 。氨水中通入 CO_2 可生成 NH_4HCO_3 ， NH_4HCO_3 是 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 等多种金属阳离子的沉淀剂。

5. 下列说法正确的是

A. NH_4^+ 中的键角小于 NH_3 中的键角

B. 1 mol $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中含 8 mol σ 键

C. 步骤③⑥的转化属于氮的固定

D. 图示转化中，N 元素均被还原

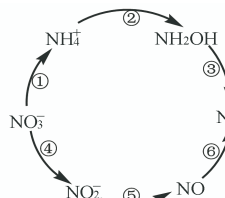


图 2

6. 下列化学反应表示正确的是

- A. 氨水中通入足量 CO_2 : $\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^-$
 B. 羟胺还原溴化银: $2\text{NH}_2\text{OH} + 4\text{AgBr} = 4\text{Ag} + \text{N}_2\uparrow + 4\text{HBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. 碱性条件下 N_2H_4 还原银氨溶液: $\text{N}_2\text{H}_4 + 4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 4\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ag}\downarrow + \text{N}_2\uparrow + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 D. MnSO_4 溶液加到 NH_4HCO_3 溶液中: $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3\downarrow + \text{H}^+$

7. 下列物质性质与用途不具有对应关系的是

- A. N_2 无色无味, 可用作焊接保护气
 B. $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ 具有碱性, 可与盐酸反应
 C. 液氨汽化时吸收大量的热, 可用作制冷剂
 D. NH_2OH 具有还原性, 可作油脂工业中的抗氧化剂

8. 一种废电极材料 Li_xCoO_2 ($x < 1$) 再锂化 (即恢复为 LiCoO_2) 的电化学原理如图 3 所示。下列说法正确的是

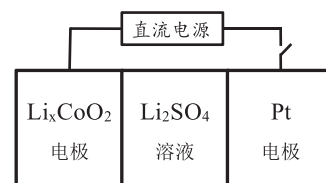


图 3

- A. Li_xCoO_2 电极上发生的反应: $\text{Li}_x\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^- = \text{LiCoO}_2$
 B. 再锂化过程中, Pt 电极上产生 H_2
 C. 再锂化过程中, SO_4^{2-} 向 Pt 电极迁移
 D. 再锂化完成后, 电解液的 pH 升高

9. 已知羟基直接连有碳碳双键时极易异构化为羰基, 如 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CHO}$ 。化合物 X 的结构如图 4 所示。下列说法正确的是

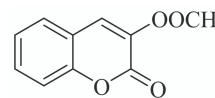


图 4

- A. 化合物 X 存在顺反异构
 B. X 分子中所有碳原子均采取 sp^2 杂化
 C. 1 mol X 最多能消耗 4 mol NaOH
 D. X 的最终水解产物均可发生银镜反应

10. 下列探究实验能达到目的的是

选项	实验目的	实验方法或操作
A	比较 CO_3^{2-} 和 ClO^- 水解程度	用 pH 计分别测定 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaClO}$ 溶液的 pH 并比较大小
B	检验 Na_2SO_3 样品是否变质	将样品溶解后加入少量 HCl, 再加入足量 BaCl_2 溶液, 观察是否产生白色沉淀
C	探究 Fe^{2+} 能否催化 H_2O_2 分解	向 2 mL 5% H_2O_2 溶液中滴加几滴 FeSO_4 溶液, 观察气泡产生情况
D	证明 HCl 是强电解质	用等体积 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸溶液分别做导电性实验, 盐酸对应的灯泡较亮

11. 以 MgO (晶胞结构如图 5 所示) 为催化剂, CO_2 和 $\triangle$ 合成碳酸乙二醇酯 ($\text{O}=\text{C}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O})_2$) 的可能反应机理如图 6 所示, 图中虚线表示吸附。下列说法正确的是

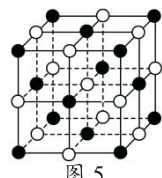


图 5

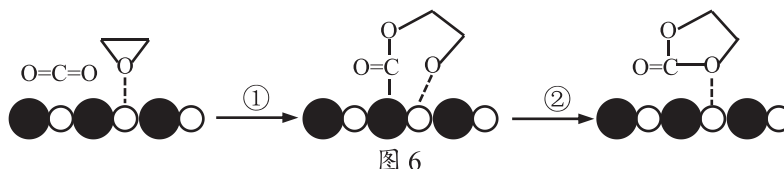
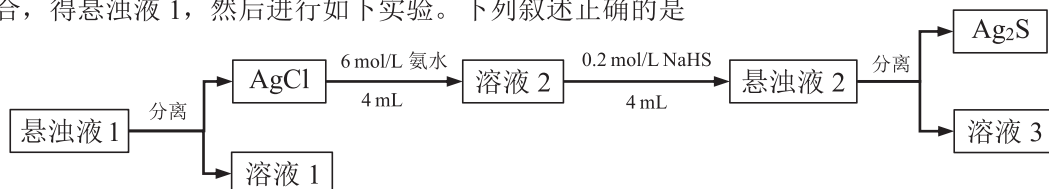


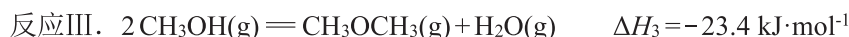
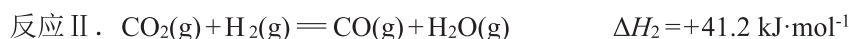
图 6

- A. 在图 6 中 “●” 表示 Mg^{2+} , “○” 表示 O^{2-}
 B. 在 MgO 晶体结构中, Mg^{2+} 填充在 O^{2-} 所构成的正八面体空隙中
 C. 图 6 所示转化中, 有极性共价键和非极性共价键的断裂
 D. 碳酸乙二醇酯易溶于冷的饱和 Na_2CO_3 溶液

12. 某兴趣小组探究沉淀的转化。将 4 mL 0.1 mol·L⁻¹ AgNO₃ 溶液与同浓度同体积的 NaCl 溶液混合，得悬浊液 1，然后进行如下实验。下列叙述正确的是



- A. NaHS 溶液中: $c(\text{Na}^+) = c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$
 B. 溶液 3 中: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$
 C. 该实验可以证明: $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$
 D. 溶液 1 与溶液 3 相比 (忽略混合时体积变化): $2c(\text{Na}^+)_{\text{溶液 1}} = c(\text{Na}^+)_{\text{溶液 3}}$
13. CO₂ 加氢转化为二甲醚(CH₃OCH₃)的反应过程如下:



在恒温恒容密闭容器中充入 3 mol H₂ 和 1 mol CO₂ 发生上述反应。平衡时 CO₂ 的转化率、CO 和二甲醚生成物的选择性随温度变化如图 7 所示。下列说法错误的是

(已知: 含碳生成物 X 的选择性 = $\frac{n(\text{X}) \times \text{X 物质中含有的 C 原子数}}{n_{\text{反应}}(\text{CO}_2)} \times 100\%$)

- A. 曲线②表示的是 CO₂ 平衡转化率
 B. 260℃ 时容器内 CH₃OH 的量为 0.07 mol
 C. 工业生产二甲醚的温度应该选择 340℃ 以上
 D. 260℃ 时 H₂ 的平衡转化率为 38%

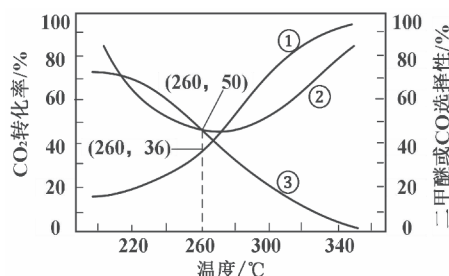
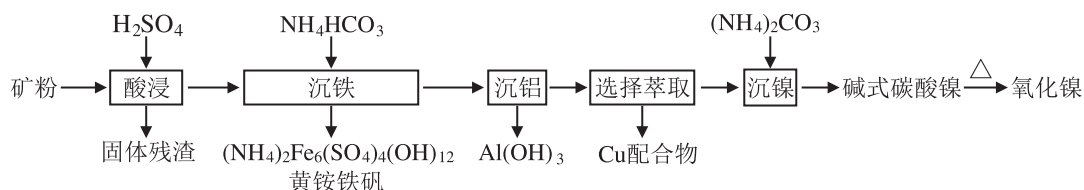


图 7

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. (14 分) 从某多金属精矿粉 (主要含有 Fe、Al、Cu、Ni、O 等元素) 分离四种金属的工艺如下:



已知: 几种金属氢氧化物的 K_{sp} 如下表。

氢氧化物	Fe(OH) ₃	Al(OH) ₃	Cu(OH) ₂	Ni(OH) ₂
$K_{\text{sp}}(298\text{K})$	2.8×10^{-39}	1.3×10^{-33}	2.2×10^{-20}	5.5×10^{-16}

- (1) “酸浸”中, 提高浸取速率的措施有 ▲ (写一条)。
 (2) ① “沉铁”时生成黄铵铁矾的离子方程式为 ▲ 。
 ② “沉铁”时也可以将铁元素直接转化为 Fe₂O₃ 沉淀, 然后在 700℃ 时通入 NH₃ 将 Fe₂O₃ 还原为单质铁, 但必须在 NH₃ 中加入少量 H₂ 才会源源不断产生铁。其原因是 ▲ 。

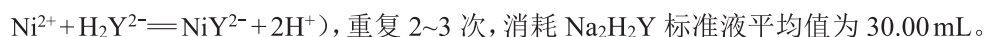
(3) “沉铝”时, pH 最高可调至 ▲ (溶液体积变化可忽略)。已知: 沉铁后的溶液中 $c(\text{Cu}^{2+})$ 为 $0.022 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ni}^{2+})$ 为 $0.042 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4) 为测定碱式碳酸镍 $[\text{Ni}_x(\text{OH})_y(\text{CO}_3)_z \cdot a\text{H}_2\text{O}]$ 的化学组成, 进行如下实验:

步骤 1: 称取 3.41g 碱式碳酸镍样品于锥形瓶中, 然后加入 60 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液使其完全溶解, 产生 224 mL CO_2 (标准状况下, 不考虑溶解损失);

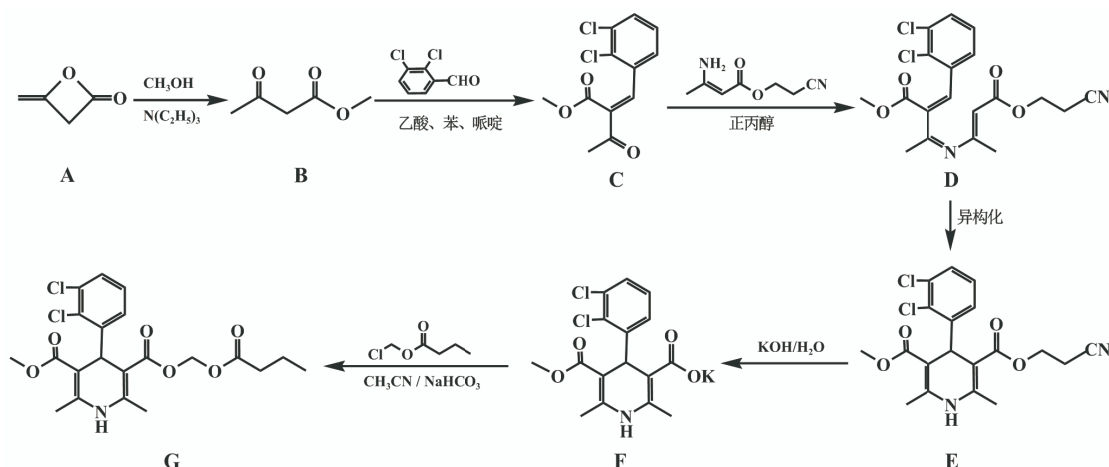
步骤 2: 加入 10 mL $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液和 0.2 g 紫脲酸铵指示剂并摇匀;

步骤 3: 用 $1.0000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 标准溶液滴定 (反应的离子方程式为:



通过以上实验数据确定碱式碳酸镍的化学式 (写出计算过程)。

15. (15 分) 氯维地平主要用于治疗高血压急症及围手术期血压控制。其合成过程如下:



(1) B 中官能团的名称为 ▲。

(2) 由 F 生成 G 的反应类型为 ▲。

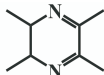
(3) 反应 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 需经历 $\text{B} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{C}$ 的过程, X 的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{O}_4\text{Cl}_2$ 。X 的结构简式为 ▲。

(4) 写出一种符合下列条件的 C 的同分异构体的结构简式: ▲。

①核磁共振氢谱显示有 3 组峰, 且峰面积之比为 6:3:1;

②分子结构中含有苯环, 且分子内仅存在一种含氧官能团。

(5) 已知: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow[\Delta]{\text{NH}_3(\text{过量})} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 。参考合成路线, 写出由  为原料

合成  的路线图 ▲ (无机试剂和有机溶剂任用)。

16. (16 分) 将废铅酸电池的铅膏(主要成分是 PbO_2 和 PbSO_4 及少量的 MgSO_4 、 CaSO_4 等杂质) 转化为 PbSO_4 后再回收铅是无害化处理废铅酸电池的重要方法。

I. 探究废铅膏转化为 PbSO_4 的最优条件。

将 5 g 研细的铅膏和 25 mL 硫酸(质量分数分别为 50%、75%和 85%)置于烧杯中, 同时添加不同质量的二水合草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 具有较强的还原性), 在室温下充分反应 24 h。实验结果如图 8 和图 9 所示。

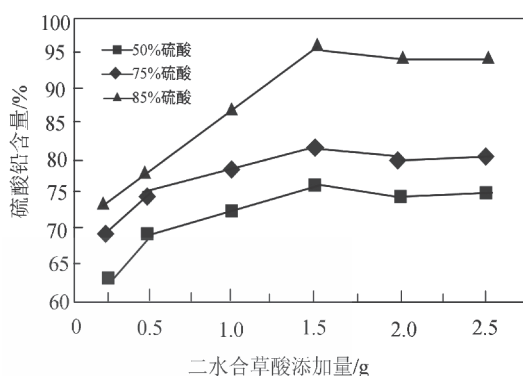


图 8

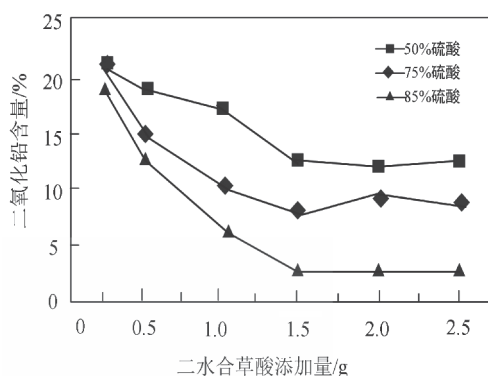


图 9

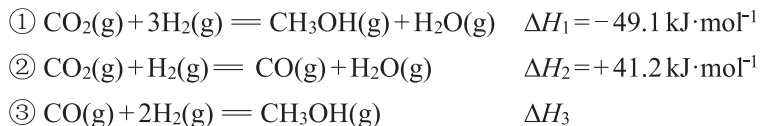
- (1) PbO_2 转化为 PbSO_4 的化学方程式是 。
 - (2) 该实验中得到的最优转化条件是 。
 - (3) 对最优条件下转化后的废铅膏分析发现, 镁、钙元素含量大幅降低, 其原因可能有 。
 - (4) 草酸熔点(189.5°C)较高的原因有: ①分子结构对称规整, 分子排列紧密; ② 。
- 在本实验中, 草酸的实际消耗量远高于理论值, 其原因可能是 。

II. 利用硫酸铅回收铅。(已知 $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)=10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)=10^{-13}$)

- (5) 请补充完整实验方案: 将上述实验方法得到的硫酸铅研磨过筛后, , 用强酸 H_2SiF_6 溶解所得固体, 电解所得溶液回收铅(可选用的试剂有饱和 Na_2CO_3 溶液、 BaCl_2 溶液)。
- (6) 当 $c(\text{H}_2\text{SiF}_6) > 110 \text{ g/L}$ 时, 其浓度越大, 铅的产率越低, 其原因可能是 。

17. (16 分) 甲醇是重要的储氢燃料, 二氧化碳加氢制甲醇, 开启了绿色低碳的新时代。

I. CO_2 与 H_2 合成甲醇涉及的主要反应有:



在 $P=4.0 \text{ MPa}$ 、 $T=250^\circ\text{C}$ 的条件下, 将混合气体以 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$ 进行投料, 按

照不同空速(空速= $\frac{\text{气体流速}(\text{L} \cdot \text{h}^{-1})}{\text{催化剂质量}(\text{g})}$)在装有催化剂的反应器中发生反应, 测得 CO_2 的

转化率、 CH_3OH 的选择性(CH_3OH 的选择性= $\frac{\text{CH}_3\text{OH 的物质的量}(\text{mol})}{\text{转化的 CO}_2 \text{ 的物质的量}(\text{mol})} \times 100\%$)随

空速变化如图 10 所示。

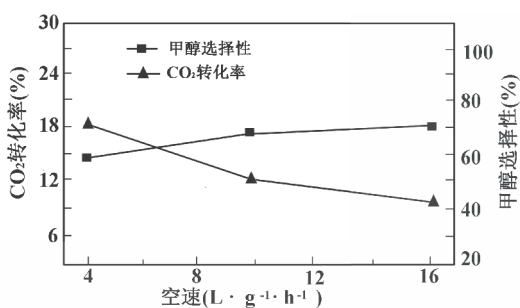


图 10

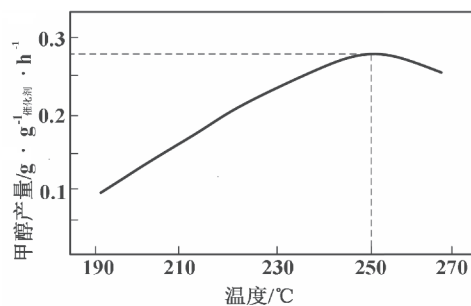


图 11

(1) $\Delta H_3 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 根据图 10 信息回答, CH_3OH 的产量 (CH_3OH 产量 = $\frac{\text{CH}_3\text{OH 流速 (g} \cdot \text{h}^{-1})}{\text{催化剂质量 (g)}}$) 随空速增大而增大的原因是 $\underline{\hspace{1cm}}$ 。

(3) 在空速为 $10 \text{ L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 条件下, CH_3OH 产量随温度变化如图 11 所示。变化的原因可能是 $\underline{\hspace{1cm}}$ 。

(4) CO_2 和 H_2 在催化剂作用下合成 CH_3OH 的可能反应机理如图 12 所示 (图中吸附在催化剂表面的物种用 “*” 标注, 能量数值表示该步基元反应的活化能)。 CO^* 脱离催化剂吸附生成 CO 时需要克服 2.94 eV 能量。请根据图 12 中信息回答, 当温度超过 200°C 时, CH_3OH 的选择性在下降的可能原因是 $\underline{\hspace{1cm}}$ 。

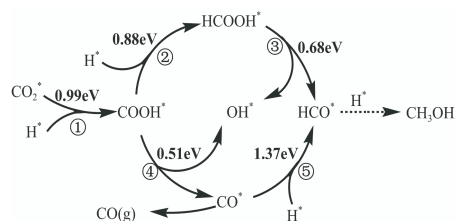


图 12

II. 甲醇燃料电池主要有直接甲醇燃料电池和甲醇重整燃料电池 (利用重整反应生成的 H_2 作燃料) 两大类, 它们的工作原理如图 13 所示。

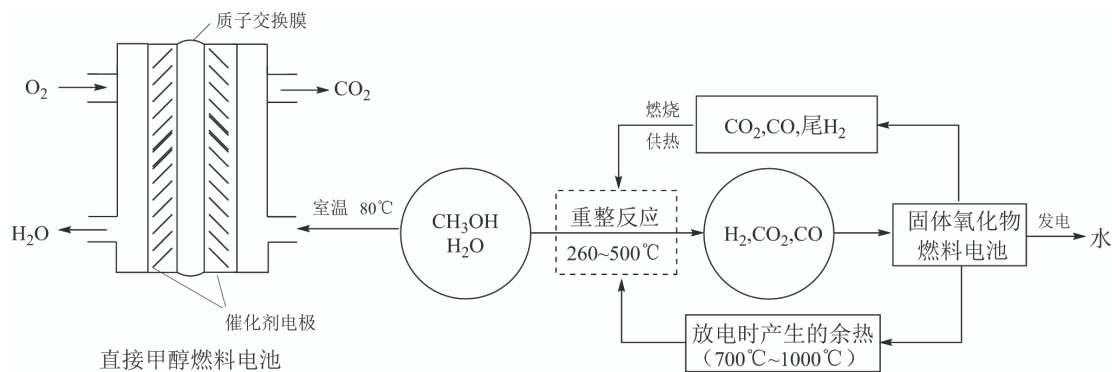


图 13

(5) 直接甲醇燃料电池负极电极反应式为 $\underline{\hspace{1cm}}$ 。

(6) 甲醇重整反应时, 水醇比控制在 $1.2 \sim 1.4$ 比较合适, 其原因有: ① 若水醇比过大, 水吸收能量过多, 造成能耗比过大; ② $\underline{\hspace{1cm}}$ 。

(7) 甲醇重整时, 温度过高甲醇会发生深度热裂解。为了提高甲醇重整固体氧化物燃料电池的余热利用率, 可以将重整反应移到固体氧化物燃料电池负极室内发生, 该做法的缺点是 $\underline{\hspace{1cm}}$ 。