

昆山市 2026~2027 学年第一学期高二化学期中考试模拟试题

可能用到的相对原子质量：H 1 Cu 64 Cl 35.5 S 32 Pb 207

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 下列不属于清洁燃料的是

- A. 氢气 B. 天然气 C. 汽油 D. 生物质能

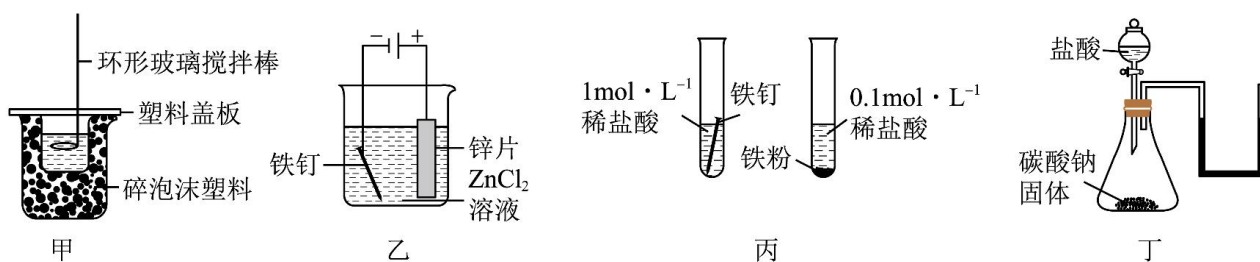
2. 化学知识与日常生活密切相关，下列有关解释不合理的是

- A. 清洗铁锅后及时擦干，能减缓铁锅因发生吸氧腐蚀而生锈
B. 制作面点时加入食用纯碱，利用 Na_2CO_3 中和发酵过程产生的酸
C. 铁粉可用作食品脱氧剂，利用了铁粉的还原性
D. 烹煮食物的后期加入碘盐，能避免 NaCl 长时间受热而分解

3. 下列属于吸热反应的是

- A. 铝与氧化铁在高温下反应
B. 氢氧化钾溶液与硝酸溶液反应
C. 铁丝在纯氧中燃烧
D. 八水合氢氧化钡固体与氯化铵固体混合搅拌

4. 下列装置能够达到相应实验目的的是



- A. 图甲所示装置可精确测定中和反应热效应
B. 图乙所示装置可进行铁钉镀锌实验
C. 图丙所示装置可探究固体表面积对反应速率的影响
D. 图丁所示装置可验证盐酸与碳酸钠反应为放热反应

阅读下列材料，完成下列 3 个小题。

催化反应广泛存在，如植物光合作用、合成氨、 CH_4 和 H_2O 重整制 H_2 和 CO 、工业尾气中 NH_3 的无害化处理、 SO_2 的催化氧化[$\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 生成 $1\text{molSO}_3(\text{g})$ 放出 98.3kJ 的热量]等。催化剂有选择性，如酸性条件下铈电催化还原 CO_2 ，相同时间内生成 HCOOH 的物质的量大于 CO 。非均相催化指催化剂与反应物处于不同聚集状态的催化反应。

5. 下列说法不正确的是

- A. 植物光合作用过程中，酶能降低该反应的活化能
- B. 铁触媒催化合成氨的反应属于非均相催化
- C. 酸性条件下铈电催化还原 CO_2 生成两种产物的速率： $v(\text{HCOOH}) > v(\text{CO})$
- D. SO_2 的催化氧化反应中，温度越高催化效果越好

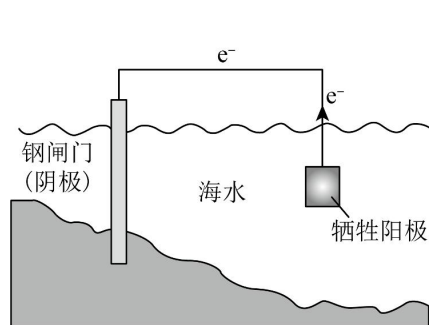
6. 下列化学反应表示正确的是

- A. CH_4 和 H_2O 催化重整制 H_2 和 CO ：
$$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{高温}]{\text{催化剂}} \text{CO} + 2\text{H}_2$$
- B. 工业尾气中 NH_3 的无害化处理：
$$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$$
- C. SO_2 的催化氧化：
$$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 196.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
- D. 铈电催化还原 CO_2 生成 HCOOH 的阴极反应：
$$\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{HCOOH}$$

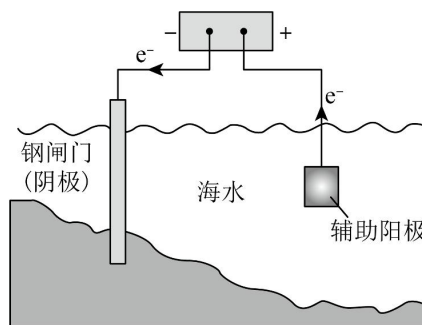
7. 下列反应描述正确的是

- A. 合成氨温度选择 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 的原因之一是铁触媒在该温度范围内活性大
- B. 工业合成氨反应中， H_2 在铁触媒表面吸附过程的 $\Delta S > 0$
- C. SO_2 的催化氧化反应，升高温度，逆反应速率减小
- D. SO_2 转化为 SO_3 时， S 原子轨道的杂化类型由 sp^2 转变为 sp^3

8. 金属腐蚀会对设备产生严重危害，腐蚀快慢与材料种类、所处环境有关。下图为两种对海水中钢闸门的防腐措施示意图。下列说法不正确的是



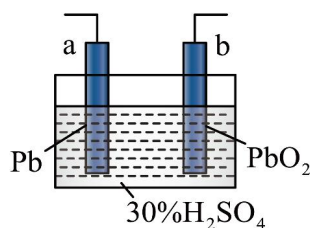
图甲



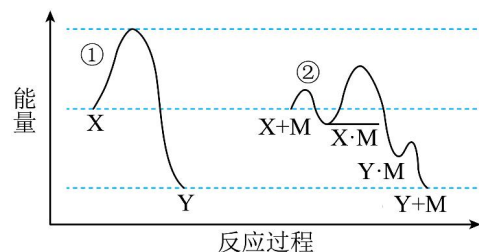
图乙

- A. 图乙所示钢闸门的防腐效果比图甲好
- B. 图甲中，阳极材料需应定期更换
- C. 图乙中，辅助阳极材料通常选用铜
- D. 图乙中，外加电压偏高时，钢闸门表面可发生反应： $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$

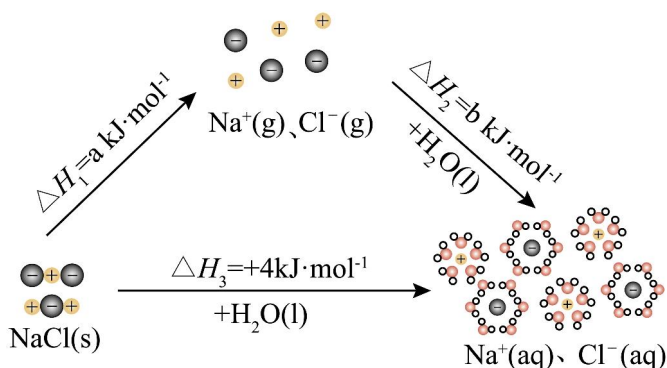
9. 铅酸蓄电池工作时的反应为 $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \xrightleftharpoons[放电]{充电} 2PbSO_4 + 2H_2O$ 。某状态下测得两电极的质量都增加，下列有关该状态下的说法不正确的是



- A. 铅酸蓄电池正在放电
- B. b 极反应式为 $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- = PbSO_4 + 2H_2O$
- C. 该状态下 SO_4^{2-} 由 a 极向 b 极移动
- D. 一段时间后，溶液的 pH 增大
10. 反应物(X)转化为产物(Y)时的能量变化与反应进程的关系
- 如图曲线①所示，在反应中加入催化剂可得到如图曲线②。
- 下列说法不正确的是
- A. X·M 为该反应的中间产物
- B. 加入催化剂后生成 Y 历程中各基元反应均为放热反应
- C. 使用该催化剂，提高 X 的平衡转化率
- D. 未加入催化剂时该反应的正反应活化能小于逆反应活化能



11. 为理解离子化合物溶解过程的能量变化, 可设想 NaCl 固体溶于水的过程分两步实现, 如图所示。下列说法正确的是



- A. NaCl 固体溶解是放热过程
 B. 根据各微粒的状态, 可判断 $a > 0$, $b < 0$
 C. 根据盖斯定律可知: $a = b + 4$
 D. 溶解过程的能量变化, 与 NaCl 固体和 NaCl 溶液中微粒间作用力的强弱无关
12. 下列实验探究方案不能达到探究目的的是

选项	实验目的	方案设计
A	探究温度对平衡移动的影响	将封装有 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的烧瓶分别浸泡在冷水和热水中, 观察气体颜色变化
B	探究压强对平衡移动的影响	向恒温恒容密闭玻璃容器中充入 100mL HI 气体, 分解达到平衡后再充入 100mL Ar , 观察气体颜色变化
C	探究 Fe^{2+} 的还原性	向 $2\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液中滴加几滴 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性 KMnO_4 溶液, 观察溶液颜色变化
D	探究 Mg 与盐酸反应的热效应	向试管中放入用砂纸打磨光亮的镁条, 加入 $5\text{mL } 2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, 用温度计测量其温度的变化

A. A

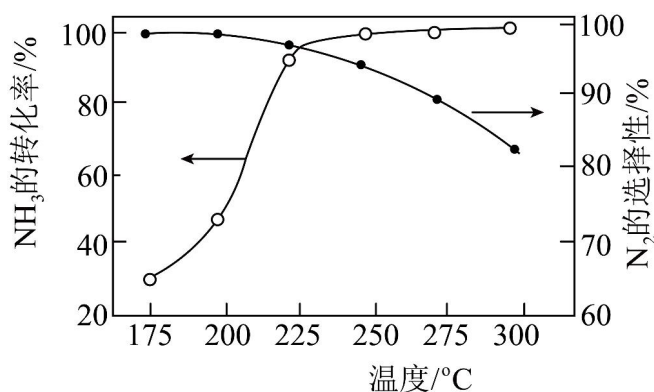
B. B

C. C

D. D

13. NH_3 与 O_2 作用分别生成 N_2 、 NO 、 N_2O 的反应均为放热反应。工业尾气中 NH_3 可通过催化氧化为 N_2 除去。将一定比例 NH_3 、 O_2 和 N_2 的混合气体以一定流速通过装有催化剂的反应管, NH_3 的转

化率、 N_2 的选择性 $\left[\frac{2n_{\text{生成}}(\text{N}_2)}{n_{\text{总转化}}(\text{NH}_3)} \times 100\% \right]$ 与温度的关系如图所示。下列说法不正确的是



- A. 250°C , 当 1mol NH_3 完全被催化氧化时, 转移的 $n(\text{e}) \leq 3\text{mol}$
- B. 为能更有效除去 NH_3 且保护环境, 应选择的最佳温度为 225°C
- C. 其他条件不变, 在 $175\sim 300^\circ\text{C}$ 范围, 随着温度的升高, 出口处氮氧化物的含量不断增大
- D. 高效除去尾气中的 NH_3 , 需研发低温下 NH_3 转化率高和 N_2 选择性高的催化剂

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. 天然气成分主要是甲烷(CH_4), 甲烷的综合利用是科学家研究的重要课题。

(1) 25°C 、 101kPa 时, 1g 甲烷气体完全燃烧生成二氧化碳气体和液态水时, 放出 55.64kJ 的热, 写出该反应的热化学方程式: _____。

(2) 新型高效的甲烷燃料电池采用铂为电极材料, 两电极上分别通入 CH_4 和 O_2 , 电解质溶液为 KOH

溶液。某研究小组以甲烷燃料电池(装置甲)为电源, 模拟氯碱工业生产原理, 装置如图-1 所示。

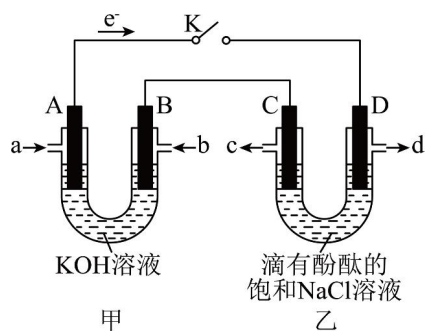


图-1

①C 极可以选用的材料是 _____ (填字母)。

- A. 铁棒
- B. 银棒
- C. 石墨棒
- D. 铜棒

②闭合开关 K, A 极发生的电极反应为_____；装置乙中发生的离子方程式为_____。

③装置甲、乙中的电解质溶液足量, 当电路中通过 0.4mol 电子时, 则 B 电极消耗气体 b 的物质的量为_____, D 电极产生气体 d 的质量为_____。

(3) 利用甲烷超干重整 CO_2 可得到 CO, 该技术中反应的化学方程式为

$3\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 4\text{CO}(\text{g})$ 。 CH_4 和 CO 的物质的量随时间变化的关系如图-2。

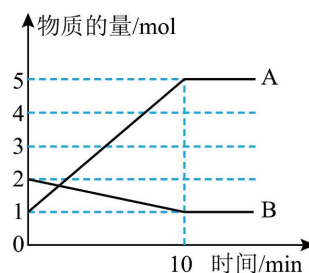
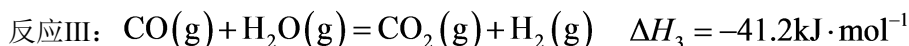
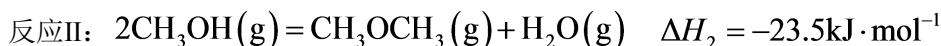
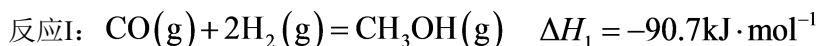


图-2

①图中表示甲烷的曲线是_____ (填“A”或“B”)。

②达到平衡时, 甲烷的转化率为_____。

15. 合成气(CO 和 H_2)是重要的工业原料气, 由合成气制备“21 世纪的清洁燃料”二甲醚的主要涉及反应:



(1) 反应 $3\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____; CO 和 CO_2 分子中的化学键分别视为 $\text{C} \equiv \text{O}$ 和 $\text{C} = \text{O}$, 则估算该反应的 ΔH 需要 _____ (填数字) 种化学键的键能。

(2) 下列措施中, 既能提高反应 $3\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 中 CH_3OCH_3 平衡产率又能加快反应速率的有 _____ (填字母)。

- a. 升高温度 b. 增大压强 c. 加入合适的催化剂

(3) 一定温度下, 将 0.2mol CO 和 $0.2\text{mol H}_2\text{O}(\text{g})$ 通入 1L 恒容密闭容器中, 若只发生反应 III, 5min 后达到化学平衡, 平衡后测得 H_2 的体积分数为 0.2。

① $0 \sim 5\text{min}$ 内 $v(\text{H}_2\text{O}) =$ _____。

②下列情况一定能说明该反应已经达到平衡状态的是 _____ (填字母)。

- A. 混合气体的压强保持不变 B. 混合气体的密度保持不变
C. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与 $\text{H}_2(\text{g})$ 的体积比保持不变 D. $c(\text{CO}):c(\text{CO}_2) = 1:1$

(4) 将合成气以 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})} = 2$ 通入 1L 的反应器中，一定条件下只发生反应：

$2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_4$ ，其中 CO 的平衡转化率随温度、压强的变化关系如图所示。

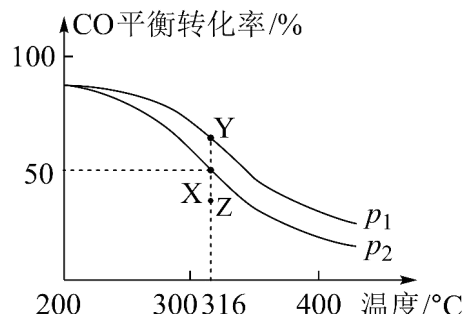
① ΔH_4 _____ 0 (填“>”、“<”或“=”，下同)。

② p_1 _____ p_2 。

③ X 点和 Y 点对应的化学平衡常数

$K(\text{X})$ _____ $K(\text{Y})$ 。

④ 不改变反应温度，CO 平衡转化率由 Z 点达到 Y 点的措施有 _____。

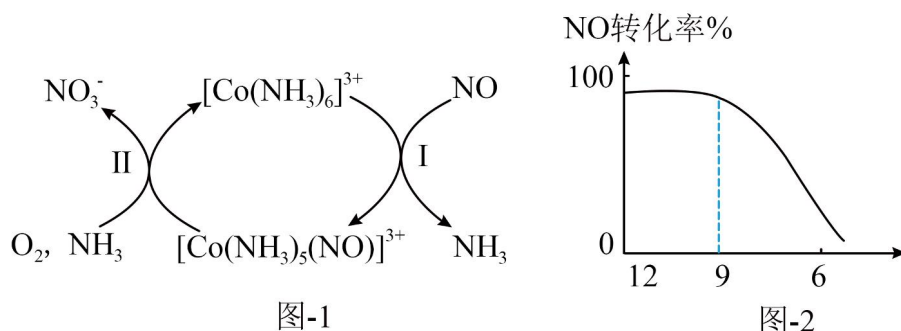


16. 硝酸工业的尾气中含有大量氮氧化物(NO_x)，将 NO_x 进行吸收与再利用，既可以减少环境污染，又能获得额外的产品。研究者们研究了多种 NO_x 的吸收与转化方法。

(1) 水吸收法： NO_2 可与 H_2O 发生反应生成 HNO_3 和 NO ，以下措施中一定可以提高 NO_2 的吸收效率的有 _____ (填字母)。

- a. 提高吸收用水的温度 b. 延长吸收时间 c. 采取气液逆流

(2) 络合吸收法：利用 NO 能与部分金属离子形成配位键的特点，可用 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的氨水溶液吸收 NO 并将其转化为硝酸盐，转化过程如图-1 所示(转化均为可逆反应)。

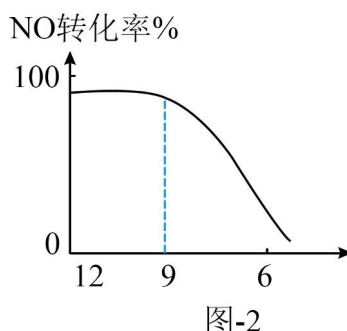


① 写出反应II的离子方程式： _____。

② 该流程中 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的作用是 _____。

③ 保持其他条件不变，测得溶液初始 pH 在 6~12 范围内，NO 的转化率如图-2 所示。

当 $\text{pH} < 9$ 时，NO 转化率快速下降的原因是 _____。



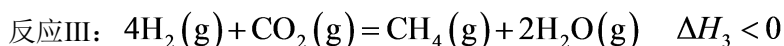
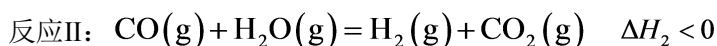
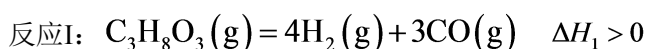
(3) 催化还原法。将 NO 通过灼热的 $\text{V}_2\text{O}_5 - \text{WO}_3$ 催化剂表面，并喷淋高浓度的尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 溶液，二者被转化为 N_2 和 CO_2 等无害物质。

① 写出该反应的化学方程式：_____。

② NH_3 也可用于催化还原 NO ，与直接通入工业尾气与 NH_3 的混合气体相比，催化还原法的优势是提供高浓度的还原剂和_____。

17. 氢能是一种清洁能源，氢能产业链由制氢、储氢和用氢组成。

(1) 甘油 ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) 水蒸气重整获得 H_2 过程中的主要反应：



$1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 条件下， $1\text{molC}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 和 $9\text{molH}_2\text{O}$ 发生上述反应达平衡状态时，体系中 CO 、 H_2 、 CO_2 和 CH_4 的物质的量随温度变化的理论计算结果如图-1 所示。

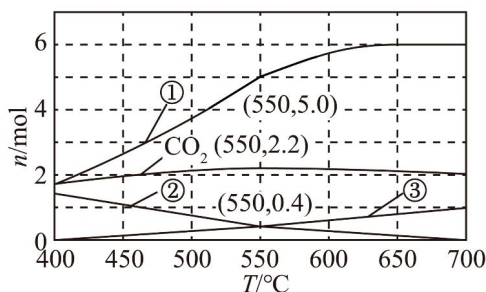


图1

① 其他条件不变，在 $400 \sim 550^\circ\text{C}$ 范围，平衡时 H_2O 的物质的量随温度升高而_____ (填增大、不变、减小)。

② 550°C 反应达平衡状态时， $n(\text{CO}_2):n(\text{CO}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

③ 在 $400 \sim 550^\circ\text{C}$ 范围，平衡时 CO_2 的物质的量随温度升高增大的原因是_____。

(2) 硼氢化钠 (NaBH_4) 是一种高效储氢材料， 25°C 时 NaBH_4 催化制氢先生成 $\text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$ ，再转化为 NaBO_2 。在掺杂了 MoO_3 的纳米 Co_2B 合金催化剂表面部分反应机理如图-2 所示。

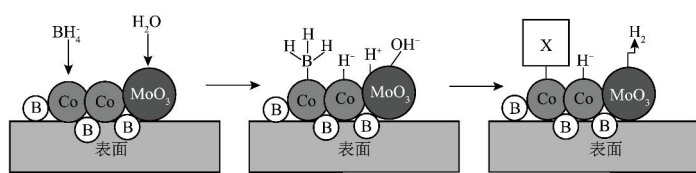


图-2

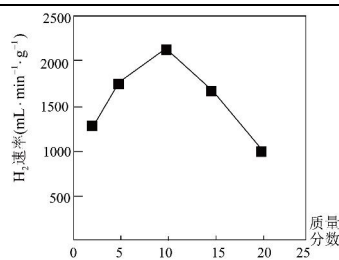


图-3

①其他条件不变，用 D_2O 代替 H_2O ，写出中间产物 X 的结构式：_____。

②其他条件不变，催化剂 Co_2B 中掺杂 MoO_3 能提高制 H_2 效率的原因是_____。

③已知 $25^\circ C$ 时 $NaBO_2$ 和 $NaBH_4$ 在水中的溶解度分别为 $28g$ 和 $55g$ 。 $NaBH_4$ 浓度对制 H_2 速率影响如图-3 所示， $NaBH_4$ 浓度大于 10% 时反应速率变慢的可能原因是_____。

(3) 氢能的高效利用途径之一是在燃料电池中产生电能。某研究小组的自制熔融碳酸盐燃料电池工作原理如图-4 所示。

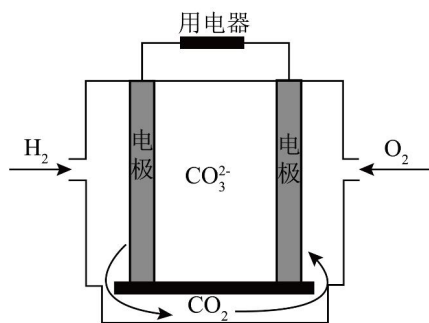


图-4

①正极上的电极反应式是_____。

②该电池以 $3.2A$ 恒定电流工作 14 分钟，消耗 H_2 体积为 $0.61L$ ，故可测得该电池将化学能转化为电能的转化率为_____。

[已知：该条件下 H_2 的摩尔体积为 $24.4L \cdot mol^{-1}$ ；电荷量 $q(C) = \text{电流 } I(A) \times \text{时间 } (s)$ ；

$e = 1.60 \times 10^{-19} C$]

参考答案

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 下列不属于清洁燃料的是

- A. 氢气 B. 天然气 C. 汽油 D. 生物质能

【答案】C

【解析】

【详解】A. 氢气燃烧仅生成水，无污染，是清洁燃料，A 不符合题意；

B. 天然气虽产生 CO_2 ，但污染物较少，属较清洁化石燃料，B 不符合题意；

C. 汽油为传统化石燃料，燃烧释放大量污染物（如 CO 、氮氧化物），不是清洁燃料，C 符合题意；

D. 生物质能可再生且碳循环平衡，属于清洁燃料，D 不符合题意；

故选 C。

2. 化学知识与日常生活密切相关，下列有关解释不合理的是

- A. 清洗铁锅后及时擦干，能减缓铁锅因发生吸氧腐蚀而生锈
B. 制作面点时加入食用纯碱，利用 Na_2CO_3 中和发酵过程产生的酸
C. 铁粉可用作食品脱氧剂，利用了铁粉的还原性
D. 烹煮食物的后期加入碘盐，能避免 NaCl 长时间受热而分解

【答案】D

【解析】

【详解】A. 清洗铁锅后及时擦干可减少水分，减缓铁在潮湿环境中的吸氧腐蚀，解释合理，A 正确；

B. Na_2CO_3 能与发酵产生的酸反应生成 CO_2 ，使面团蓬松，解释合理，B 正确；

C. 铁粉作为脱氧剂，通过与氧气反应（被氧化）消耗氧气，体现其还原性，解释合理，C 正确；

D. NaCl 性质稳定，高温不易分解。碘盐中碘的化合物（如 KIO_3 ）受热易分解，因此后期加入是为了减少碘的损失，而非避免 NaCl 分解，解释不合理，D 错误；

故选 D。

3. 下列属于吸热反应的是

- A. 铝与氧化铁在高温下反应
B. 氢氧化钾溶液与硝酸溶液反应
C. 铁丝在纯氧中燃烧
D. 八水合氢氧化钡固体与氯化铵固体混合搅拌

【答案】D

【解析】

【详解】A. 铝与氧化铁在高温下发生的铝热反应是反应物总能量高于生成物总能量的放热反应，A 不符合题意；

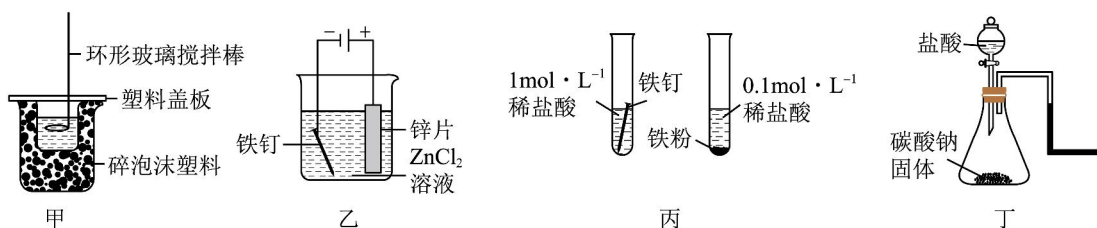
B. 氢氧化钾溶液与硝酸溶液发生的中和反应是反应物总能量高于生成物总能量的放热反应，B 不符合题意；

C. 铁丝在纯氧中燃烧生成四氧化三铁的反应是反应物总能量高于生成物总能量的放热反应，C 不符合题意；

D. 八水合氢氧化钡固体与氯化铵固体的反应是反应物总能量低于生成物总能量的吸热反应，D 符合题意；

故选 D。

4. 下列装置能够达到相应实验目的的是



A. 图甲所示装置可精确测定中和反应热效应

B. 图乙所示装置可进行铁钉镀锌实验

C. 图丙所示装置可探究固体表面积对反应速率的影响

D. 图丁所示装置可验证盐酸与碳酸钠反应为放热反应

【答案】B

【解析】

【详解】A. A 装置中缺少温度计，A 错误；

B. B 装置是利用电解池的电镀装置，在铁钉上镀锌，保护铁，则 Zn 连接阳极，即电源的正极，Fe 连接阴极，即电源的负极，B 正确；

C. 用铁粉和铁钉来设置不同固体表面积变量可行，但根据控制变量法，其他反应条件因素应该一致，但盐酸的浓度不一致，C 错误；

D. 装置丁中的 U 形管的液面变化来自于装置内压强（气体）的变化，但压强的变化有可能来自于反应的热量变化，也有可能是化学反应产生的气体（CO₂）引起，D 错误；

故选 B。

阅读下列材料，完成下列 3 个小题。

催化反应广泛存在，如植物光合作用、合成氨、 CH_4 和 H_2O 重整制 H_2 和 CO 、工业尾气中 NH_3 的无害化处理、 SO_2 的催化氧化[$\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 生成 $1\text{molSO}_3(\text{g})$ 放出 98.3kJ 的热量]等。催化剂有选择性，如酸性条件下铈电催化还原 CO_2 ，相同时间内生成 HCOOH 的物质的量大于 CO 。非均相催化指催化剂与反应物处于不同聚集状态的催化反应。

5. 下列说法不正确的是

- A. 植物光合作用过程中，酶能降低该反应的活化能
- B. 铁触媒催化合成氨的反应属于非均相催化
- C. 酸性条件下铈电催化还原 CO_2 生成两种产物的速率： $v(\text{HCOOH}) > v(\text{CO})$
- D. SO_2 的催化氧化反应中，温度越高催化效果越好

6. 下列化学反应表示正确的是

- A. CH_4 和 H_2O 催化重整制 H_2 和 CO ：
$$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{高温}]{\text{催化剂}} \text{CO} + 2\text{H}_2$$
- B. 工业尾气中 NH_3 的无害化处理：
$$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$$
- C. SO_2 的催化氧化：
$$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 196.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
- D. 铈电催化还原 CO_2 生成 HCOOH 的阴极反应：
$$\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{HCOOH}$$

7. 下列反应描述正确的是

- A. 合成氨温度选择 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 的原因之一是铁触媒在该温度范围内活性大
- B. 工业合成氨反应中， H_2 在铁触媒表面吸附过程的 $\Delta S > 0$
- C. SO_2 的催化氧化反应，升高温度，逆反应速率减小
- D. SO_2 转化为 SO_3 时， S 原子轨道的杂化类型由 sp^2 转变为 sp^3

【答案】5. D 6. D 7. A

【解析】

【5 题详解】

- A. 酶作为催化剂，通过降低反应的活化能提高反应速率，A 正确；
- B. 铁触媒（固体）与气体反应物（ N_2 、 H_2 ）处于不同聚集状态，符合非均相催化的定义，B 正确；
- C. 题干指出生成 HCOOH 的选择性更高，说明其速率更大，C 正确；

D. 催化剂有最适温度, 过高温度可能使其活性降低, D 错误;

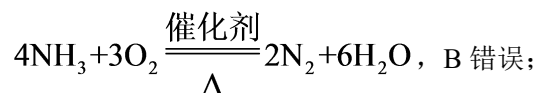
故选 D。

【6 题详解】

A. 甲烷与水重整的正确产物应为 3 mol H_2 , 选项写为 2 mol, 正确的是 $CH_4 + H_2O \xrightleftharpoons[高温]{催化剂} CO + 3H_2$,

A 错误;

B. 工业尾气中 NH_3 的无害化处理反应生成氮气而不是污染性 NO, 反应为:



C. $SO_2(g)$ 和 $O_2(g)$ 生成 1 mol $SO_3(g)$ 放出 98.3 kJ 的热量, 则 SO_2 的催化氧化热化学方程式为:



D. 铈电催化还原 CO_2 生成 $HCOOH$ 的阴极反应为酸性条件下, 二氧化碳得到电子发生还原生成甲酸:



故选 D。

【7 题详解】

A. 合成氨温度选择 $400 \sim 500^\circ C$ 的重要原因之一是铁触媒在该温度范围内活性大, 利于催化反应进行, A 正确;

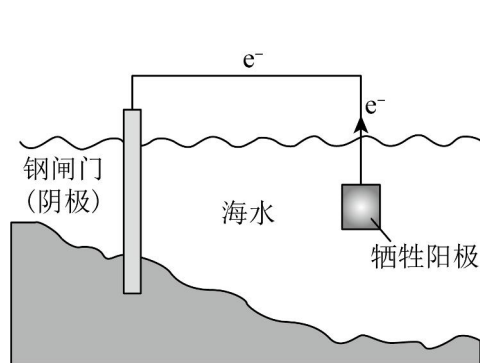
B. H_2 吸附到催化剂表面导致气体减少, 是熵减 ($\Delta S < 0$) 过程, B 错误;

C. 升温会同时增大正、逆反应速率, C 错误;

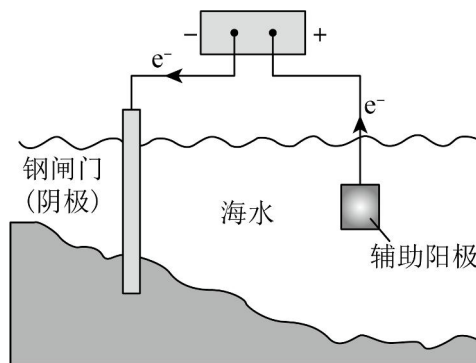
D. SO_2 中 S 原子价层电子对数为: $2 + \frac{1}{2}(6 - 2 \times 2) = 3$, 为 sp^2 杂化, SO_3 中 S 原子价层电子对数为: $3 + \frac{1}{2}(6 - 2 \times 3) = 3$, 也为 sp^2 杂化, 杂化类型未改变, D 错误;

故选 A。

8. 金属腐蚀会对设备产生严重危害, 腐蚀快慢与材料种类、所处环境有关。下图为两种对海水中钢闸门的防腐措施示意图。下列说法不正确的是



图甲



图乙

- A. 图乙所示钢闸门的防腐效果比图甲好
- B. 图甲中，阳极材料需应定期更换
- C. 图乙中，辅助阳极材料通常选用铜
- D. 图乙中，外加电压偏高时，钢闸门表面可发生反应： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$

【答案】C

【解析】

【分析】图甲为牺牲阳极的阴极保护法，牺牲阳极一般为较活泼金属，它作为原电池的负极，失去电子被氧化，钢闸门作为原电池的正极被保护；图乙为外加电流的阴极保护法，阳极材料为辅助阳极，通常是惰性电极，本身不失去电子，电解质溶液中的阴离子在其表面失去电子，钢闸门作为电解池的阴极被保护，据此解题。

【详解】A. 图甲是牺牲阳极的阴极保护法，利用较活泼的金属被腐蚀，保护钢闸门；图乙是外加电流的阴极保护法，钢闸门接电源负极，被保护效果更稳定、更好，A 正确；

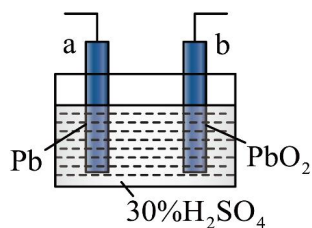
B. 图甲中，阳极材料会不断被腐蚀消耗，因此需定期更换，B 正确；

C. 图乙中，辅助阳极材料若选用铜，铜会在阳极失电子被氧化，无法持续起到辅助阳极的作用，理想的辅助阳极应是惰性材料，如石墨等，只传递电子，自身不被大量消耗，所以辅助阳极材料通常不选用铜，C 错误；

D. 图乙中，钢闸门接电源负极，为阴极，当外加电压偏高时，钢闸门表面积聚的电子很多，除了海水中的 H^+ 放电外，海水中溶解的氧气也会竞争放电，故可发生： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ，D 正确；

故选 C。

9. 铅酸蓄电池工作时的反应为 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。某状态下测得两电极的质量都增加，下列有关该状态下的说法不正确的是



- A. 铅酸蓄电池正在放电
- B. b 极反应式为 $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 该状态下 SO_4^{2-} 由 a 极向 b 极移动
- D. 一段时间后, 溶液的 pH 增大

【答案】C

【解析】

【分析】铅蓄电池的电极材料分别为 Pb 和 PbO_2 , 放电时负极电极反应为 $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$, 正极电极反应为 $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 放电时两电极的质量都增加, 则 a 为负极, b 为正极, 放电总反应为 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 以此来解答。

【详解】A. 由分析可知, 图中的装置为原电池, 则该铅蓄电池正在放电, 故 A 正确;

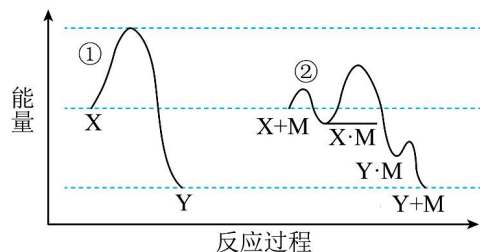
B. 由分析可知, b 为正极, 正极电极反应 $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 故 B 正确;

C. 原电池中, 阴离子向负极移动, 即 SO_4^{2-} 由 b 极向 a 极移动, 故 C 错误;

D. 放电时, 由电池总反应 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, 氢离子浓度减小, pH 增大, 故 D 正确;

故选 C。

10. 反应物(X)转化为产物(Y)时的能量变化与反应进程的关系如图曲线①所示, 在反应中加入催化剂可得到如图曲线②。下列说法不正确的是



- A. $\text{X} \cdot \text{M}$ 为该反应的中间产物
- B. 加入催化剂后生成 Y 历程中各基元反应均为放热反应
- C. 使用该催化剂, 提高 X 的平衡转化率

D. 未加入催化剂时该反应的正反应活化能小于逆反应活化能

【答案】C

【解析】

【详解】A. $X \cdot M$ 和 $Y \cdot M$ 处于曲线谷值位置，说明它们是加入催化剂后生成的反应中间产物，A 正确；

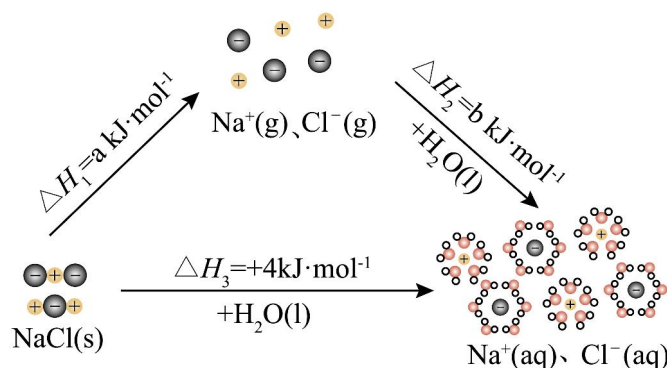
B. 从曲线②可看出，每一步生成产物的总体能量下降，因而各基元反应放热，B 正确；

C. 催化剂只改变反应速率，不改变反应平衡，不能提高 X 的平衡转化率，C 错误；

D. 由曲线①可知，未加入催化剂时该反应的正反应活化能小于逆反应活化能，D 正确；

故答案选 C。

11. 为理解离子化合物溶解过程的能量变化，可设想 NaCl 固体溶于水的过程分两步实现，如图所示。下列说法正确的是



A. NaCl 固体溶解是放热过程

B. 根据各微粒的状态，可判断 $a > 0$ ， $b < 0$

C. 根据盖斯定律可知： $a = b + 4$

D. 溶解过程的能量变化，与 NaCl 固体和 NaCl 溶液中微粒间作用力的强弱无关

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由图可知溶解总过程 $\Delta H_3 = +4 \text{ kJ/mol}$ ，焓变为正值，说明 NaCl 固体溶解是吸热过程，A 错误；

B. ΔH_1 为 NaCl(s) 解离为气态离子，需克服离子键吸热，故 $a > 0$ ； ΔH_2 为气态离子水合为水合离子，释放热量，故 $b < 0$ ，B 正确；

C. 根据盖斯定律，NaCl(s) 直接溶解 ($\Delta H_3 = +4 \text{ kJ/mol}$) 与先解离为气态离子 ($\Delta H_1 = a \text{ kJ/mol}$) 再水合 ($\Delta H_2 = b \text{ kJ/mol}$) 的总焓变相等，即 $a + b = 4$ ，C 错误；

D. 溶解过程的能量变化取决于破坏 NaCl 固体中的离子键所需的能量和形成水合离子的水合能（离子与水分子间的作用力）的相对大小，即 NaCl 固体和 NaCl 溶液中微粒间作用力的强弱有关，D 错误；

故选 B。

12. 下列实验探究方案不能达到探究目的的是

选项	实验目的	方案设计
A	探究温度对平衡移动的影响	将封装有 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的烧瓶分别浸泡在冷水和热水中，观察气体颜色变化
B	探究压强对平衡移动的影响	向恒温恒容密闭玻璃容器中充入 100mL HI 气体，分解达到平衡后再充入 100mL Ar，观察气体颜色变化
C	探究 Fe^{2+} 的还原性	向 2mL $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液中滴加几滴 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性 KMnO_4 溶液，观察溶液颜色变化
D	探究 Mg 与盐酸反应的热效应	向试管中放入用砂纸打磨光亮的镁条，加入 5mL $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸，用温度计测量其温度的变化

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. NO_2 （红棕色）、 N_2O_4 （无色）， $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 平衡受温度影响，冷热水实验可观察烧瓶内气体颜色的变化，符合温度对平衡的影响，A 正确；

B. 向恒温恒容密闭玻璃容器中充入 Ar，各反应物和生成物浓度不变，平衡不移动，气体颜色不变，无法探究压强对平衡移动的影响，不能达到目的，B 错误；

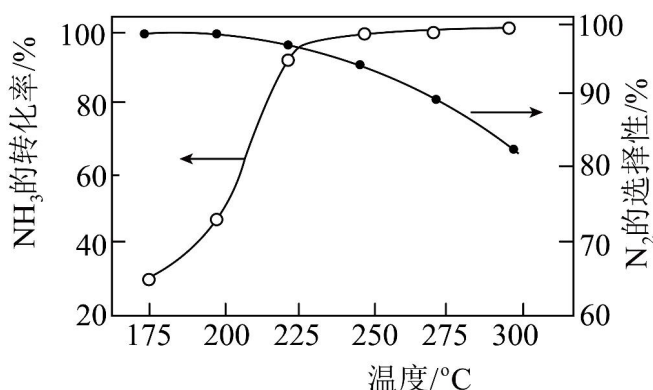
C. 酸性 KMnO_4 与 Fe^{2+} 反应，若紫色褪去说明 Fe^{2+} 被氧化，证明亚铁离子具有还原性，C 正确；

D. Mg 与盐酸反应放热，温度升高可直接测量，D 正确；

故答案为：B。

13. NH_3 与 O_2 作用分别生成 N_2 、 NO 、 N_2O 的反应均为放热反应。工业尾气中 NH_3 可通过催化氧化为 N_2 除去。将一定比例 NH_3 、 O_2 和 N_2 的混合气体以一定流速通过装有催化剂的反应管， NH_3 的转化

率、 N_2 的选择性 $\left[\frac{2n_{\text{生成}}(N_2)}{n_{\text{总转化}}(NH_3)} \times 100\% \right]$ 与温度的关系如图所示。下列说法不正确的是



- A. 250°C, 当 1mol NH_3 完全被催化氧化时, 转移的 $n(e) \leq 3mol$
- B. 为能更有效除去 NH_3 且保护环境, 应选择的最佳温度为 225°C
- C. 其他条件不变, 在 175~300°C 范围, 随着温度的升高, 出口处氮氧化物的含量不断增大
- D. 高效除去尾气中的 NH_3 , 需研发低温下 NH_3 转化率高和 N_2 选择性高的催化剂

【答案】A

【解析】

【详解】A. 由图可知, 250°C 时 NH_3 转化率近 100%, N_2 选择性大于 90%。1mol NH_3 完全生成 N_2 的转移电子 3 mol, 但产物还存在部分氮氧化物, 故转移电子数大于 3 mol, A 错误;

B. 根据图像, 温度高于 250°C 时 N_2 的选择率降低, 且氨气的转化率变化并不大, 浪费能源, 故最佳温度为 225°C, 此时氨气的转化率、氮气的选择率较大, B 正确;

C. 其他条件不变, 在 175~225°C 范围, 随温度的升高, N_2 的选择率降低, NH_3 的转化率增大, 所以出口处氮氧化物的含量增加, C 正确;

D. 氮气对环境无污染, 氮的氧化物污染环境, 因此高效去除尾气中的氨气, 应研发低温下氨气转化率高和氮气选择性高的催化剂, D 正确;

故答案为: A。

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. 天然气成分主要是甲烷(CH_4), 甲烷的综合利用是科学家研究的重要课题。

(1) 25°C、101kPa 时, 1g 甲烷气体完全燃烧生成二氧化碳气体和液态水时, 放出 55.64kJ 的热, 写出该反应的热化学方程式: _____。

(2) 新型高效的甲烷燃料电池采用铂为电极材料, 两电极上分别通入 CH_4 和 O_2 , 电解质溶液为 KOH

溶液。某研究小组以甲烷燃料电池(装置甲)为电源,模拟氯碱工业生产原理,装置如图-1 所示。

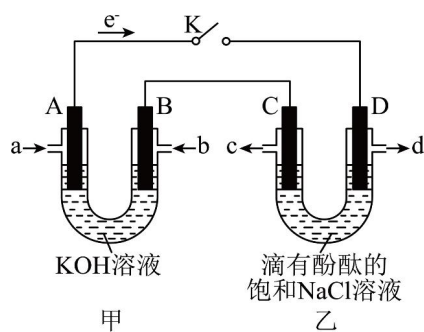


图-1

①C 极可以选用的材料是_____ (填字母)。

A. 铁棒 B. 银棒 C. 石墨棒 D. 铜棒

②闭合开关 K, A 极发生的电极反应为_____; 装置乙中发生的离子方程式为_____。

③装置甲、乙中的电解质溶液足量, 当电路中通过 0.4mol 电子时, 则 B 电极消耗气体 b 的物质的量为_____, D 电极产生气体 d 的质量为_____。

(3) 利用甲烷超干重整 CO_2 可得到 CO, 该技术中反应的化学方程式为 $3\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 4\text{CO}(\text{g})$ 。 CH_4 和 CO 的物质的量随时间变化的关系如图-2 所示。

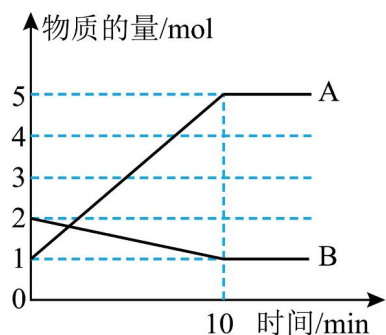


图-2

①图中表示甲烷的曲线是_____ (填“A”或“B”)。

②达到平衡时, 甲烷的转化率为_____。

【答案】 (1) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890.24\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ①. C ②. $\text{CH}_4 + 10\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ ③.

$2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ④. 0.1mol ⑤. 0.4g

(3) ①. B ②. 50%

【解析】

【分析】图-1 中甲为燃料电池，A 为电子流出极，故 A 极为负极，通入甲烷，a 为甲烷；B 为正极，b 为氧气；乙为电解池，D 为阴极，C 为阳极，结合电解饱和食盐水的原理可知，c 为氯气，d 为氢气；

【小问 1 详解】

25℃、101kPa 时，1g 甲烷气体完全燃烧生成二氧化碳气体和液态水时，放出 55.64kJ 的热量，则 1 mol

即 16 g 甲烷燃烧放热 890.24 kJ，热化学方程式为： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\Delta H = -890.24 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

【小问 2 详解】

①乙为电解池，模拟氯碱工业生产原理，C 极为阳极，氯离子放电，故 C 极为惰性电极，石墨为惰性电极，铁、银、铜为活性电极，故选 C；

②A 极为负极，气体 a 为甲烷，电极反应式为 $\text{CH}_4 + 10\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ ；装置乙中是电解饱和

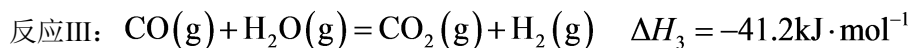
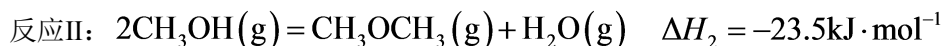
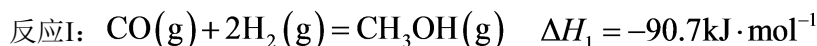
和氯化钠溶液，发生的离子方程式为 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ；

③电极上得失电子数守恒，存在关系式 $\text{CH}_4 \sim 2\text{O}_2 \sim 8\text{e}^- \sim 4\text{H}_2 \sim 4\text{Cl}_2$ ，当电路中通过 0.4mol 电子时，消耗 O_2 0.1 mol，得到的 H_2 的物质的量为 0.2 mol，其质量为 $0.2 \text{ mol} \times 2 \text{ g/mol} = 0.4\text{g}$ ；

【小问 3 详解】

根据方程式可知， CH_4 和 CO 的物质的量变化比等于 1:4，图中表示甲烷的曲线是 B；甲烷的初始物质的量为 2mol，反应达到平衡，消耗 1mol 甲烷，甲烷的转化率为 $\frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \times 100\% = 50\%$ 。

15. 合成气(CO 和 H_2)是重要的工业原料气，由合成气制备“21 世纪的清洁燃料”二甲醚的主要涉及反应：



(1) 反应 $3\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____； CO 和 CO_2 分子中的化学键分别视为 $\text{C} \equiv \text{O}$ 和 $\text{C} = \text{O}$ ，则估算该反应的 ΔH 需要 _____ (填数字) 种化学键的键能。

(2) 下列措施中，既能提高反应 $3\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 中 CH_3OCH_3 平衡产率又能加快反应速率的有 _____ (填字母)。

a. 升高温度 b. 增大压强 c. 加入合适的催化剂

(3) 一定温度下，将 0.2mol CO 和 0.2mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 通入 1L 恒容密闭容器中，若只发生反应 III，5min 友果，专注昆震提招培训。17751295132

后达到化学平衡，平衡后测得 H_2 的体积分数为 0.2。

① 0 ~ 5min 内 $v(\text{H}_2\text{O}) =$ _____。

② 下列情况一定能说明该反应已经达到平衡状态的是 _____ (填字母)。

A. 混合气体的压强保持不变

B. 混合气体的密度保持不变

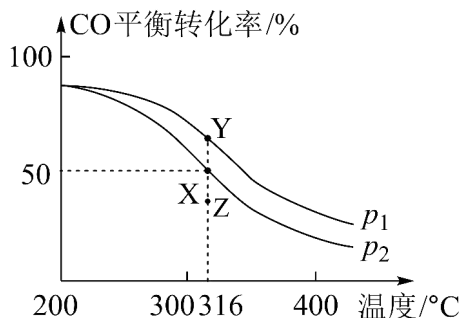
C. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与 $\text{H}_2(\text{g})$ 的体积比保持不变

D. $c(\text{CO}):c(\text{CO}_2) = 1:1$

(4) 将合成气以 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})} = 2$ 通入 1L 的反应器中，一定条件下只发生反应：



系如图所示。



① ΔH_4 _____ 0 (填“>”、“<”或“=”，下同)。

② p_1 _____ p_2 。

③ X 点和 Y 点对应的化学平衡常数 $K(\text{X})$ _____ $K(\text{Y})$ 。

④ 不改变反应温度，CO 平衡转化率由 Z 点达到 Y 点的措施有 _____。

【答案】 (1) ①. $-246.1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ②. 5

(2) b (3) ①. $0.016\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ②. C

(4) ①. < ②. > ③. = ④. 增大起始时 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 的投料比，增大压强

【解析】

【小问 1 详解】

根据盖斯定律，目标反应的 $\Delta H = 2\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 2 \times (-90.7) + (-23.5) + (-41.2) = -246.1$ ，故友果，专注昆震提招培训。17751295132

答案为 $-246.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；根据键能计算 ΔH ，用反应物的键能之和减去生成物的键能之和，则需要

$\text{C} \equiv \text{O}$ ， $\text{C} = \text{O}$ ， $\text{H}-\text{H}$ ， $\text{C}-\text{H}$ ， $\text{C}-\text{O}$ 这五种键能的信息，故答案为 5；

【小问 2 详解】

a. 升高温度，反应速率加快，但平衡向吸热方向（逆向）进行， CH_3OCH_3 平衡产率降低，不符合题意；

b. 增大压强，反应速率加快，平衡向气体分子总数减小的方向（正向）进行， CH_3OCH_3 平衡产率升高，符合题意；

c. 加入合适的催化剂，反应速率加快，但平衡不移动， CH_3OCH_3 平衡产率不变，不符合题意；

故选 b。

【小问 3 详解】

	$\text{CO}(\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$\text{H}_2(\text{g})$	
起始(mol)	0.2		0.2		0		0	
转化(mol)	x		x		x		x	则 H_2 的 体 积 分 数 为
平衡(mol)	$0.2-x$		$0.2-x$		x		x	

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{总})} = \frac{x}{2 \times (0.2-x) + 2x} = \frac{x}{0.4} = 0.2, \text{ 得 } x=0.08 \text{ mol}, \quad v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\Delta n}{v \Delta t} = \frac{0.08 \text{ mol}}{1 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 0.016 \text{ mol}$$

$$\cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

②A. 恒容密闭容器中，压强与反应前后气体分子总数有关，反应 III 前后气体分子总数不变，故压强是定量，不能用来判断平衡状态，A 不符合题意；

B. $\rho = \frac{m}{V}$ ，根据质量守恒定律，反应前后物质都是气体，则反应前后质量之和不变，体积也恒定，故密度是定量，不能用来判断平衡状态，B 不符合题意；

C. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是反应物， $\text{H}_2(\text{g})$ 是生成物，当 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与 $\text{H}_2(\text{g})$ 的体积比保持不变，则其浓度不再发生变化，可以用来判断平衡状态，C 符合题意；

D. 在反应中的某个时刻，可能会有 $c(\text{CO}):c(\text{CO}_2)=1:1$ ，但这是一个过程量，不能用来判断平衡状态，D 不符合题意；

故选 C。

【小问 4 详解】

①根据图示信息，温度升高，CO 的平衡转化率越低，则温度升高，平衡逆移，向吸热方向进行，则正反应方向为放热方向，故 $\Delta H_4 < 0$ ；

②如图，相同温度下平衡转化率大小为： $X < Y$ ，该反应前后气体分子数减小，故压强增大，平衡正移，CO 平衡转化率增大，故对应的压强关系为 $X < Y$ ，故 $P_1 > P_2$ ，故答案为 $>$ ；

③X、Y 点温度相同，化学平衡常数只与温度相关，故 $K(X) = K(Y)$ ，故答案为 $=$ ；

④不改变温度，要使平衡移动，且 CO 平衡转化率增大，则使平衡正移，方法有：增大压强，增大 H_2 的投入量，故答案为：增大起始时 $\frac{n(H_2)}{n(CO)}$ 的投料比，增大压强。

16. 硝酸工业的尾气中含有大量氮氧化物(NO_x)，将 NO_x 进行吸收与再利用，既可以减少环境污染，又能获得额外的产品。研究者们研究了多种 NO_x 的吸收与转化方法。

(1) 水吸收法： NO_2 可与 H_2O 发生反应生成 HNO_3 和 NO ，以下措施中一定可以提高 NO_2 的吸收效率的有_____ (填字母)。

a. 提高吸收用水的温度 b. 延长吸收时间 c. 采取气液逆流

(2) 络合吸收法：利用 NO 能与部分金属离子形成配位键的特点，可用 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 的氨水溶液吸收 NO 并将其转化为硝酸盐，转化过程如图-1 所示(转化均为可逆反应)。

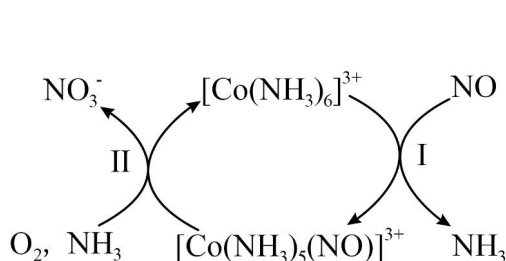


图-1

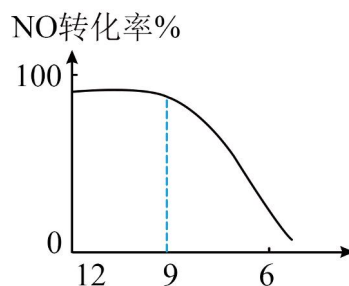


图-2

①写出反应 II 的离子方程式：_____。

②该流程中 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 的作用是_____。

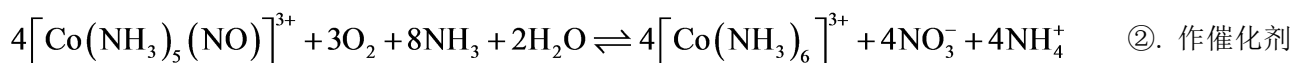
③保持其他条件不变，测得溶液初始 pH 在 6~12 范围内，NO 的转化率如图-2 所示。当 $pH < 9$ 时，NO 转化率快速下降的原因是_____。

(3) 催化还原法。将 NO 通过灼热的 $V_2O_5 - WO_3$ 催化剂表面，并喷淋高浓度的尿素 $[CO(NH_2)_2]$ 溶液，二者被转化为 N_2 和 CO_2 等无害物质。

①写出该反应的化学方程式：_____。

② NH_3 也可用于催化还原 NO ，与直接通入工业尾气与 NH_3 的混合气体相比，催化还原法的优势是提供高浓度的还原剂和_____。

【 答 案 】 (1) c (2) ①.



③. pH 降低使 NH_4^+ 浓度增大, 反应II逆向移动, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 浓度减小, NO 转化率快速下降



生

【解析】

【小问 1 详解】

水吸法原理为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,

a. 提高温度, 气体的溶解度降低, 溶解的 NO_2 减少, 吸收效率降低, a 不符合题意;

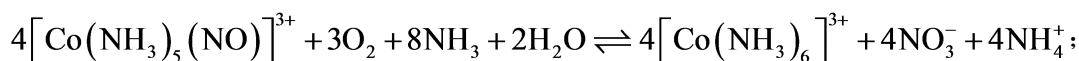
b. 延长吸收时间后产物 NO 常温下与空气中的 O_2 反应又生成 NO_2 , b 不符合题意;

c. 气液逆流可以增加反应物的接触面积, 从而起到提高吸收效率的作用, c 符合题意;

故选 c;

【小问 2 详解】

①根据图-1, 过程 II 的反应物为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{NO})]^{3+}$, O_2 , NH_3 , 产物为 NO_3^- 和 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, 根据电子得失守恒、电荷守恒和元素守恒可得反应的离子方程式为



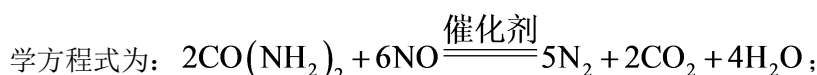
②同理, 过程 I 的离子方程式为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{NO} \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{NO})]^{3+} + \text{NH}_3$; 故

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 先消耗后生成, 作用是作催化剂;

③从平衡角度来看, pH 越小, 酸性越强, 氢离子浓度越大, 平衡 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 反应程度越小, 使 NH_4^+ 浓度增大, 反应II逆向移动, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 浓度减小, NO 转化率快速下降; 故答案为: pH 降低使 NH_4^+ 浓度增大, 反应II逆向移动, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 浓度减小, NO 转化率快速下降;

【小问 3 详解】

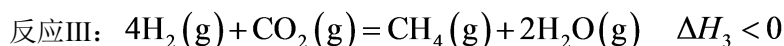
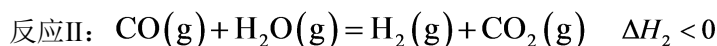
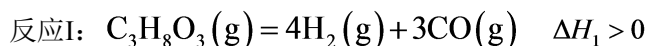
①根据题干条件, NO 被转化为 N_2 , 尿素被转化为 N_2 和 CO_2 , 实现污染物的处理, N 的化合价从尿素中的 -3 升到 0, 从 NO 的 +2 降到 0, 为 N 元素的价态归中反应, 则根据电子守恒、元素守恒规律, 得到化



②氨气直接催化还原 NO 的原理为 $2\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，但 NH_3 在空气中也可以被催化氧化，从而降低还原 NO 的效率，故答案为：减少氨的催化氧化等副反应发生。

17. 氢能是一种清洁能源，氢能产业链由制氢、储氢和用氢组成。

(1) 甘油($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$)水蒸气重整获得 H_2 过程中的主要反应：



$1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 条件下， $1\text{mol C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 和 $9\text{mol H}_2\text{O}$ 发生上述反应达平衡状态时，体系中 CO 、 H_2 、 CO_2 和 CH_4 的物质的量随温度变化的理论计算结果如图-1 所示。

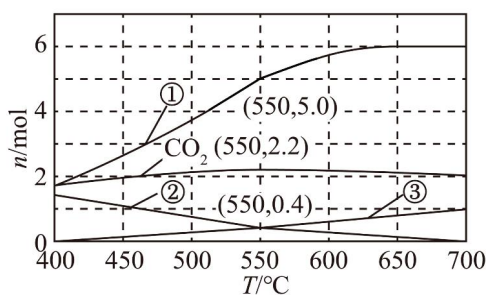


图1

①其他条件不变，在 $400 \sim 550^\circ\text{C}$ 范围，平衡时 H_2O 的物质的量随温度升高而_____ (填增大、不变、减小)。

② 550°C 反应达平衡状态时， $n(\text{CO}_2):n(\text{CO}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

③在 $400 \sim 550^\circ\text{C}$ 范围，平衡时 CO_2 的物质的量随温度升高增大的原因是_____。

(2) 硼氢化钠(NaBH_4)是一种高效储氢材料， 25°C 时 NaBH_4 催化制氢先生成 $\text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$ ，再转化为 NaBO_2 。在掺杂了 MoO_3 的纳米 Co_2B 合金催化剂表面部分反应机理如图-2 所示。

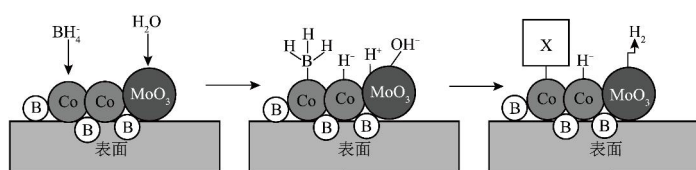


图-2

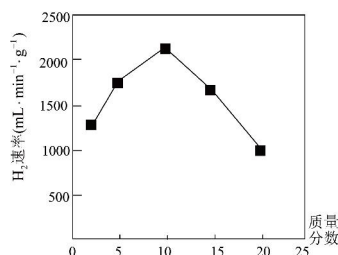


图-3

①其他条件不变，用 D_2O 代替 H_2O ，写出中间产物 X 的结构式：_____。

②其他条件不变，催化剂 Co_2B 中掺杂 MoO_3 能提高制 H_2 效率的原因是_____。

③已知 $25^\circ C$ 时 $NaBO_2$ 和 $NaBH_4$ 在水中的溶解度分别为 $28g$ 和 $55g$ 。 $NaBH_4$ 浓度对制 H_2 速率影响如图-3 所示， $NaBH_4$ 浓度大于 10% 时反应速率变慢的可能原因是_____。

(3) 氢能的高效利用途径之一是在燃料电池中产生电能。某研究小组的自制熔融碳酸盐燃料电池工作原理如图-4 所示。

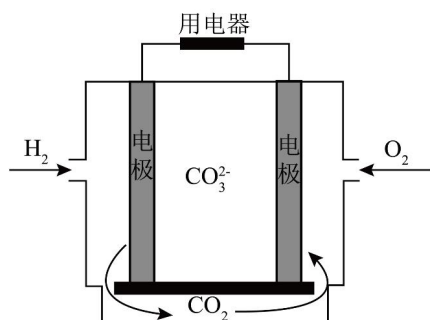


图-4

①正极上的电极反应式是_____。

②该电池以 $3.2A$ 恒定电流工作 14 分钟，消耗 H_2 体积为 $0.61L$ ，故可测得该电池将化学能转化为电能的转化率为_____。

[已知：该条件下 H_2 的摩尔体积为 $24.4L \cdot mol^{-1}$ ；电荷量 $q(C) = \text{电流 } I(A) \times \text{时间 } (s)$ ；

$e = 1.60 \times 10^{-19} C$]

【答案】(1) ①. 减小 ②. $11:2$ ③. 反应II的 $\Delta H_2 < 0$ ，升高温度平衡逆向移动， CO_2 生成的量减少，反应III的 $\Delta H_3 < 0$ ，高温下平衡逆向移动， CO_2 反应的量增多，且 CO_2 增多的量大于减少的量

(2) ①. $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-B-O-D \end{array}$ ②. MoO_3 能吸附水分子并解离出 H^+ ③. 浓度较高时，生成的

$NaBO_2$ 覆盖在催化剂表面，降低催化活性，反应速率降低， BH_4^- 过多吸附在 Co 上，而减少 H^- 吸附

(3) ①. $O_2 + 4e^- + 2CO_2 = 2CO_3^{2-}$ ②. 55.8%

【解析】

【分析】(1) $550^\circ C$ 时，曲线①物质的量为 $5 mol$ ，加入 $1 mol C_3H_8O_3$ ，故曲线①不含碳元素，则表示的是 H_2 ，升高温度反应 I 平衡正移，反应 II 平衡逆向移动， CO 物质的量增大，故曲线③代表 CO ，温度升

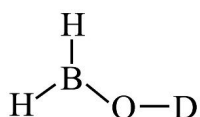
高，反应Ⅲ逆向移动， CH_4 物质的量降低，曲线②代表 CH_4 ；(2) 题目给出的反应机理是 NaBH_4 在催化剂表面与水反应，先生成中间产物 $\text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$ ，再转化为 NaBO_2 ，图 2 展示了反应过程中 H^+ 和 OH^- 的转移，最终生成 H_2 ；(3) 根据题干信息，该燃料电池中 H_2 作负极， O_2 作正极，熔融碳酸盐为电解质溶液。

【小问 1 详解】

①在 $400 \sim 550^\circ\text{C}$ 范围，随着温度的升高，反应Ⅱ、Ⅲ平衡均逆向移动， $n(\text{CO}_2)$ 增大，说明反应Ⅲ逆向移动的程度增大，则水的物质的量减小；②根据以上分析可知曲线③代表 CO ， $n(\text{CO}_2)$ 物质的量为 2.2 mol ， $n(\text{CO})$ 物质的量为 0.4 mol ，所以 $n(\text{CO}_2):n(\text{CO})=11:2$ ；③反应Ⅱ的 $\Delta H_2 < 0$ ，升高温度平衡逆向移动， CO_2 生成的量减少，反应Ⅲ的 $\Delta H_3 < 0$ ，高温下平衡逆向移动， CO_2 反应的量增多，且 CO_2 增多的量大于减少的量；

【小问 2 详解】

①根据反应机理图， BH_4^- 吸附 Co_2B 合金的同时，水吸附 MoO_3 解离出氢离子、氢氧根离子，其中氢氧根离子与 B 成键，形成中间产物，若其他条件不变，用 D_2O 代替 H_2O ，中间产物 X 的结构式为



；②根据原理图可知， MoO_3 能吸附水分子并解离出 H^+ ，加快氢气的生成速率；③ NaBH_4

浓度较高时，生成的 NaBO_2 覆盖在催化剂表面，降低催化活性，反应速率降低， BH_4^- 过多吸附在 Co 上，而减少 H^- 吸附，导致 NaBH_4 浓度大于 10% 时反应速率变慢；

【小问 3 详解】

①根据原电池装置图，通入氢气的电极为负极，通入氧气的电极为正极，通入的氧气与二氧化碳变成碳酸根离子，故正极电极方程式为： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{CO}_2 = 2\text{CO}_3^{2-}$ ；②根据电荷量 $q(\text{C}) = \text{电流 } I(\text{A}) \times \text{时间 } (s)$ ，可以计算出电荷量为 $q(\text{C}) = 3.2 \times 14 \times 60 = 2688\text{C}$ ，消耗 H_2 体积为 0.61L ，该条件下气体的摩尔体积为 $24.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，物质的量为 0.025 mol ，电荷量为 $0.025 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \times 1.6 \times 10^{-19} = 4816\text{C}$ ，转化率为 $\frac{2688}{4816} \times 100\% \approx 55.8\%$ 。

未来参加提招的家长，可以加入交流群

群聊：昆震提招交流群2027



如果二维码过期，请添加 17751295132 邓老师添加

QQ 群：564965872