

4.1.2 化学电源（学案共2课时）

【学习目标】

1. 能写出电极反应和电池反应的方程式。
2. 了解常见化学电池的种类及其工作原理。
3. 理解金属发生电化学腐蚀的原因，金属腐蚀的危害，防止金属腐蚀的措施。

【重难点】

1. 写出电极反应和电池反应的方程式。

【课前复习】

构成原电池的条件_____

【学习过程】

知识点一、化学电源

1、电极方程式的书写

一般来讲，书写原电池的电极反应式应注意如下四点：

1. 准确判断原电池的正负极

如果电池的正负极判断失误，则电极反应式必然写错，这是正确书写电极反应式的前提。一般而言，较活泼的金属成为原电池的负极，但不是绝对的。如将铜片和铝片同时插入浓硝酸中组成原电池时，铜却是原电池的负极被氧化，因为铝在浓硝酸中表面发生了钝化。此时，其电极反应式为：负极： $\text{Cu}-2\text{e}^-=\text{Cu}^{2+}$ 正极： $2\text{NO}_3^-+4\text{H}^++2\text{e}^-=2\text{NO}_2+2\text{H}_2\text{O}$

又如将镁铝合金放入 6mol/L 的 NaOH 溶液中构成原电池时，尽管镁比铝活泼，但镁不和 NaOH 溶液反应，所以铝成为负极，其电极反应式为：负极： $2\text{Al}+8\text{OH}^--6\text{e}^-=2\text{AlO}_2^-+4\text{H}_2\text{O}$ 正极： $6\text{H}_2\text{O}+6\text{e}^-=3\text{H}_2+6\text{OH}^-$

2. 高度注意电解质的酸碱性

在正、负极上发生的电极反应不是孤立的，它往往与电解质溶液紧密联系。如氢—氧燃料电池有酸式和碱式两种，在酸溶液中负极反应式为： $2\text{H}_2-4\text{e}^-=4\text{H}^+$ 正极反应式为： $\text{O}_2+4\text{H}^++4\text{e}^-=2\text{H}_2\text{O}$ ；如是在碱溶液中，则不可能有 H^+ 出现，在酸溶液中，也不可能出现 OH^- 。又于 CH_4 、 CH_3OH 等燃料电池，在碱溶液中 C 元素以 CO_3^{2-} 离子形式存在，而不是放出 CO_2 。

3. 牢牢抓住总的反应方程式

从理论上讲，任何一个自发的氧化还原反应均可设计成原电池。而两个电极反应相加即得总的反应方程式。所以，对于一个陌生的原电池，只要知道总反应方程式和其中的一个电极反应式，即可迅速写出另一个电极反应式。

4. 不能忽视电子转移数相等

在同一个原电池中，负极失去的电子数必等于正极得到的电子数，所以在书写电极反应式时，要注意电荷守恒。这样可以避免由电极反应式写总反应方程式，或由总反应方程式改写成电极反应式所带来的失误，同时，也可避免在有关计算中产生误差。

(1) 一次电池：放电之后不能充电，内部的氧化还原反应是不可逆的。

干电池：一次电池中电解质溶液制成胶状，不流动。

碱性锌锰电池

构成：负极是_____，正极是_____，电解质是 KOH

负极：_____ 正极：_____

总反应式：_____

特点：比能量较高，储存时间较长，可适用于大电流和连续放电。

(2) 二次电池

① 铅蓄电池

放电电极反应

负极：_____；正极：_____

制作人：钱达康 审核人：万克险

总反应式： $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} = 2\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$

②镍—镉碱性蓄电池

负极：_____；

正极：_____

总反应式： $\text{Cd} + 2\text{Ni(OH)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{Ni(OH)}_2 + \text{Cd(OH)}_2$

(3) 燃料电池

| 电池 | 电极反应 | 酸性电解质 | 碱性电解质 |
|--------|------|---|---|
| | | $\text{H} \rightarrow \text{H}^+$, $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$, 水提供氧 | $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\text{C} \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$, OH^- 提供氧 |
| 氢氧燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |
| 甲烷燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |
| 甲醇燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |
| 乙醇燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |

| 电池 | 电极反应 | 熔融碳酸盐电解质 | 固体氧化物电解质 |
|--------|------|---|--|
| | | $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$, CO_3^{2-} 提供氧 | $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$, O^{2-} 提供氧 |
| 氢氧燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |
| 甲烷燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |
| 甲醇燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |
| 乙醇燃料电池 | 负极 | | |
| | 正极 | | |
| | 总反应 | | |

除氢气外，烃、肼、甲醇、氨、煤气等液体或气体，均可作燃料电池的燃料；除纯氧气外，空气中

的氧气也可作氧化剂。

燃料电池的能量转化率高，远高于燃烧过程（仅 30% 左右），有利于节约能源。燃料电池有广阔的发展前途。

知识点二、析氢腐蚀与吸氧腐蚀

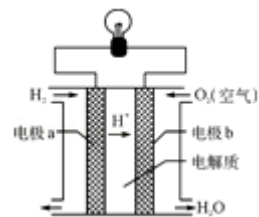
以钢铁的腐蚀为例进行分析：

| 类型 | 析氢腐蚀 | 吸氧腐蚀 |
|------|---|---|
| 条件 | 水膜酸性较强 ($\text{pH} \leq 4.3$) | 水膜酸性很弱或呈中性 |
| 电极反应 | 负极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 正极: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ | 正极: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ |
| 总反应式 | $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ | $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ |
| 联系 | 吸氧腐蚀更普遍 | |

【练习】1. 氢氧燃料电池可以使用在航天飞机上，其反应原理示意图如

图。下列有关氢氧燃料电池的说法正确的是（ ）

- A. 该电池中电极 b 是正极，发生还原反应
- B. 外电路中电流由电极 a 通过导线流向电极 b
- C. 该电池的总反应为 $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- D. 该电池工作时电能转化为化学能

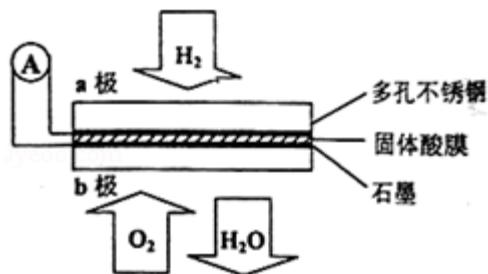


【练习】2. 某固体酸燃料电池以 CsHSO_4 固体为电解质

传递 H^+ ，其基本结构如图，电池总反应可表示为：

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ ，下列有关说法正确的是（ ）

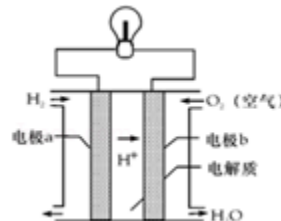
- A. H^+ 由 b 极通过固体酸电解质传递到 a 极
- B. b 极上的电极反应式为: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
- C. 每转移 2mol 电子，消耗 4g 的 H_2
- D. H_2O 是正极的产物



【练习】3. 氢氧燃料电池可以使用在航天飞机上，其反应原理示意图如

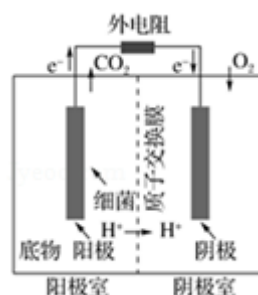
图。下列有关氢氧燃料电池的说法正确的是（ ）

- A. 该电池工作时电能转化为化学能
- B. 该电池中电极 b 是负极
- C. 外电路中电子由电极 b 通过导线流向电极 a
- D. 该电池是绿色环保电池



【练习】4. 如图是以葡萄糖为燃料的微生物燃料电池结构示意图。关于该电池的叙述不正确的是（ ）

- A. 该电池不能在高温下工作
- B. 电池的负极反应为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} - 24\text{e}^- = 6\text{CO}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$
- C. 放电过程中，电子从正极区向负极区每转移 1mol，便有 1mol H^+ 从阳极室进入阴极室
- D. 微生物燃料电池具有高能量转换效率、原料较广泛、操作条件温和、有生物相容性等优点，值得研究与推广

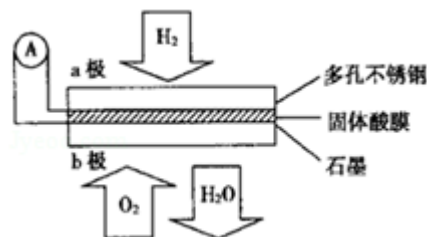


【练习】5. 某固体酸燃料电池以 CsHSO_4 固体为电解质传递 H^+ ，

其基本结构图，电池总反应可表示为: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ ，下列有

关说法正确的是（ ）

- A. 电子通过外电路从 a 极流向 b 极
- B. b 极上的电极反应式为: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
- C. 每转移 0.1mol 电子，消耗 1.12L 的 H_2
- D. H^+ 由 b 极通过固体酸电解质传递到 a 极



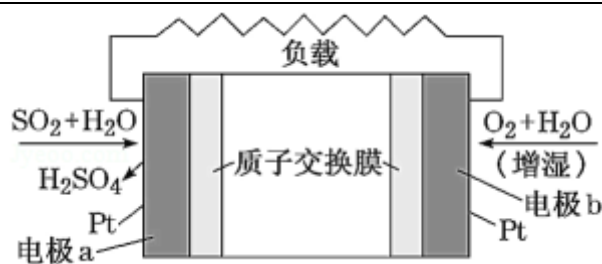
【练习】6. 一种新型燃料电池以二氧化硫和空气为原料，工作原理如图，下列说法不正确的是（ ）

A. 电路中每通过 1mol 电子，有 1mol H^+ 从 a 电极迁移到 b 电极

B. 该电池实现了制备硫酸、发电、环保三位一体的结合

C. 该电池工作时，b 极附近 pH 逐渐降低

D. 相同条件下，放电过程中消耗的 SO_2 和 O_2 的体积比为 2:1



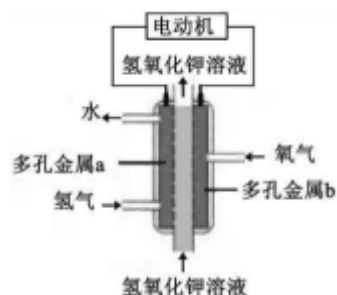
【练习】7. 某种氢氧燃料电池已经成功应用在城市公交汽车上，其电池构造如图所示。下列说法正确的是 ()

A. 供电时的总反应为： $2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O$

B. 多孔金属 a 作负极，是电子流入的极

C. 电池工作时，电解质溶液中 OH^- 移向 a 极

D. 正极的电极反应为： $O_2 + 4e^- + 4H^+ = 2H_2O$



【练习】8. 将铂电极放置在 KOH 溶液中，然后分别向两极通入 CH_4

和 O_2 ，即可产生电流，此装置称为甲烷燃料电池。下列叙述中正确的是 ()

①通入 CH_4 的电极为正极；

②正极的电极反应式为： $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$ ；

③放电时溶液中的阳离子向正极移动；

④负极的电极反应式为： $CH_4 + 10OH^- - 8e^- = CO_3^{2-} + 7H_2O$ ；

⑤电子迁移方向：通入 CH_4 的铂电极 → 通入 O_2 的铂电极 → 电解质溶液 → 通入 CH_4 的铂电极

A. ①③⑤

B. ②③④

C. ②④⑤

D. ①②③

【检测反馈】

1. 铅蓄电池是机动车上常用的化学电源，其两极分别为 Pb、 PbO_2 ，电解质溶液为硫酸，工作时反应为： $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2PbSO_4 + 2H_2O$ 。下列结论正确的是 ()

A. Pb 为负极，总质量减少

B. 正极电极反应： $PbO_2 + 2e^- + 4H^+ + SO_4^{2-} = PbSO_4 + 2H_2O$

C. 充电时，电解质溶液浓度不断减小

D. 放电时，溶液的 pH 不断减小

2. 一种基于酸性燃料电池原理设计的酒精检测仪，负极上的反应为： $CH_3CH_2OH + H_2O - 4e^- = CH_3COOH + 4H^+$ 。下列有关说法不正确的是 ()

A. 检测时，电解质溶液中的 H^+ 向正极移动

B. 正极上发生的反应为： $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$

C. 电池反应的化学方程式为： $CH_3CH_2OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O$

D. 若有 0.4mol 电子转移，则消耗 4.48L 氧气

3. 在第十三届阿布扎比国际防务展上，采用先进的氢燃料电池系统的无人机，创造了该级别 270 分钟续航的新世界记录。下列有关氢燃料电池的说法正确的是 ()

A. 通入氧气的电极发生氧化反应

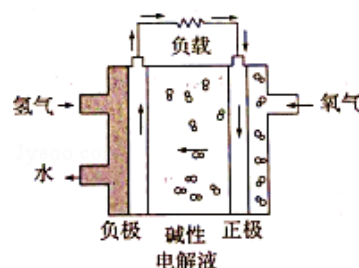
B. 碱性电解液中阳离子向通入氢气的方向移动

C. 正极的电极反应式为： $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

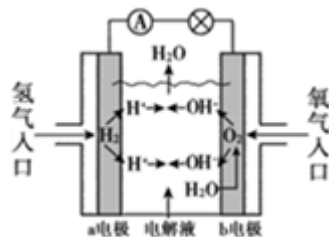
D. 放电过程中碱性电解液的浓度不断增大

4. 利用 CH_4 和 O_2 的反应，用铂电极在 KOH 溶液中构成燃料电池。下列说法错误的是 ()

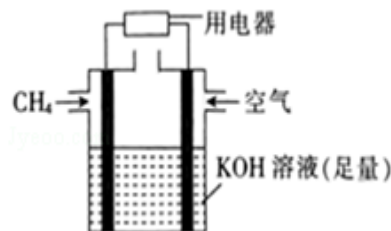
A. 通入 O_2 一极发生还原反应



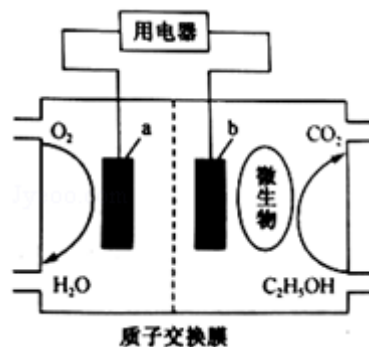
- B. 负极的电极反应式为： $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 该电池总反应为： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. KOH 溶液需要定期补充
5. 氢氧燃料电池已用于航天飞机，其工作原理如图所示。关于该燃料电池说法不正确的是（ ）
- A. 该装置可将电能转化为化学能
- B. 供电时的总反应为： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
- C. H_2 在负极发生氧化反应
- D. 电子从 a 电极经外电路流向 b 电极



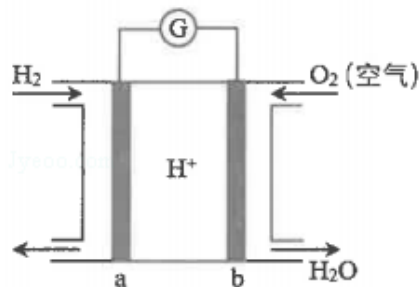
6. 下列关于甲烷 - 空气碱性燃料电池的说法不正确的是（ ）
- A. 通入甲烷的一极发生的是氧化反应
- B. 外电路中电子由正极通过导线流向负极
- C. 该电池中通入空气的一极是正极
- D. 该电池的总反应： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{KOH} = 3\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3$



7. 乙醇作为可再生能源比化石能源具有较大的优势，如图为乙醇燃料电池，该电池的总反应方程式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。下列关于该电池叙述错误的是（ ）
- A. a 极与用电器的正极相接
- B. 该装置将化学能转化为电能
- C. 负极反应式： $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - 4\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+$
- D. 该装置的电解质溶液呈酸性



8. 铅蓄电池是全球使用最广泛的化学电源，具有工作电压平稳、单体电池容量大、使用温度广等优点，已知其工作时的方程式为 $\text{Pb}(\text{s}) + \text{PbO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = 2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，下列有关铅蓄电池说法正确的是（ ）
- A. 铅蓄电池使用完后可以随意丢弃
- B. 铅蓄电池工作时，负极质量会减少
- C. 每生成 2mol H_2O ，有 1mol PbO_2 被氧化
- D. 工作一段时间后，电解质溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 减小



9. 氢氧燃料电池的构造如图所示。下列说法正确的是（ ）
- A. a 是电池正极
- B. 电池工作时， H_2 在电池内部燃烧
- C. b 电极的电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 电子由 a 沿导线流向 b，再由 b 通过电解质溶液流回 a