

4.2.1 电解原理（学案共3课时）

【学习目标】

1. 了解电解池的工作原理，能写出电极反应的方程式。
2. 了解常见电解池及其工作原理。

【重难点】

1. 电解池电极反应的方程式的书写。

【课前复习】

电解水产生氢气和氧气时为了增强谁的导电性，向水中加入_____、_____。

【学习过程】

知识点一、电解 CuCl_2 溶液的实验探究

1. 实验操作

如图所示，在 U 形管中注入 CuCl_2 溶液，插入两根石墨棒电极，把湿润的 KI-淀粉试纸放在与直流电源正极相连的电极(阳极)附近。接通直流电源。

2. 实验现象

阴极石墨棒上逐渐覆盖一层红色物质，阳极石墨棒上有气泡逸出，并可闻到刺激性的气味，同时看到湿润的 KI-淀粉试纸变蓝色。

3. 原理分析

CuCl_2 是强电解质且易溶于水， H_2O 是弱电解质，微弱电离生成 H^+ 和 OH^- ，因此溶液中存在 Cu^{2+} 、 H^+ 、 Cl^- 和 OH^- 等 4 种离子。通电前，离子做自由移动；通电后， Cl^- 和 OH^- 向阳极移动， Cu^{2+} 和 H^+ 向阴极移动。在阳极， OH^- 、 Cl^- 均可能被氧化，由于 Cl^- 的放电能力比 OH^- 强， Cl^- 优先于 OH^- 在阳极上发生反应；在阴极， Cu^{2+} 和 H^+ 都可能被还原，但 Cu^{2+} 的放电能力比 H^+ 强， Cu^{2+} 优先于 H^+ 在阴极上发生反应。电极反应为

阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ (氧化反应)；

阴极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ (还原反应)。

电解反应： $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

4. 实验结论

在直流电的作用下，电能转化为化学能， CuCl_2 被电解为 Cu 和 Cl_2 (Cu 在阴极生成， Cl_2 在阳极生成)。

二、电解原理

1. 电解

让直流电通过电解质溶液(或熔融的电解质)，而在两电极上分别发生氧化反应和还原反应的过程叫电解。

2. 电解池

(1) 定义：将电能转化为化学能的装置。

(2) 组成：与直流电源相连的两个固体电极；电解质溶液或熔融的电解质；形成闭合回路。

(3) 阴、阳极的判断：

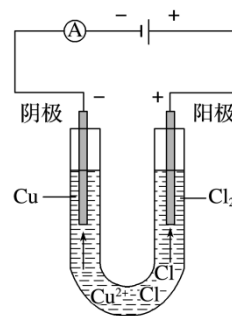
判断依据	阴极	阳极
1、产生气体性质		
2、反应类型		
3、电子流动方向		
4、电解质溶液中离子流向		
5、电流方向		
6、反应现象		
7、pH 变化		
8、电源正负极		

规律方法

(1) 根据电源正、负极、离子移动方向、发生反应的类型判断，具体如下：

(2) 依据电极质量变化——如果电极质量减轻，它一定是阳极；如果质量增加，它一定是阴极。

(3) 依据电极产物——如果电极上析出 Cl_2 或 O_2 ，它一定是阳极；如果电极上产生 H_2 ，它一定是阴极。



(4) 依据溶液变化——如果电解某中性溶液(如 NaCl 、 Na_2SO_4)时某极附近溶液能使酚酞呈红色, 则它是阴极(H^+ 放电, OH^- 浓度增大)。

4. 电解时溶液中的离子有多种, 判断多种离子在溶液中的电解产物及放电顺序(电极为惰性电极, 如 C 、 Pt 或 Au 等)

(1) 思维程序:

写电极反应方程式 \rightarrow 找全离子分为两组 $\begin{cases} \text{阴离子移向阳极} \rightarrow \text{失去电子发生氧化反应} \\ \text{阳离子移向阴极} \rightarrow \text{得到电子发生还原反应} \end{cases}$

(2) 阳极上阴离子的放电顺序为: _____。

(3) 阴极上阳离子的放电顺序为: _____。

二、酸、碱、盐的电解规律

1. 用惰性电极电解酸、碱、盐溶液, 填写下表:

电解质及类别	电极反应式	溶液复原方法
H_2SO_4 含氧酸	阳极: _____ 阴极: _____	_____
NaOH 强碱	阳极: _____ 阴极: _____	_____
Na_2SO_4 活泼金属的含氧酸盐	阳极: _____ 阴极: _____	_____
HCl 无氧酸, 除 HF 外	阳极: _____ 阴极: _____	_____
CuCl_2 不活泼金属的无氧酸盐, 除氟化物外	阳极: _____ 阴极: _____	_____
NaCl 活泼金属的无氧酸盐	阳极: _____ 阴极: _____	_____
CuSO_4 不活泼金属的含氧酸盐	阳极: _____ 阴极: _____	_____

2. 判断溶液的 pH 变化:

先分析原溶液的酸碱性, 再看电极产物。

(1) 如果只产生氢气而没有氧气, 则 pH _____;

(2) 如果只产生氧气而没有氢气, 则 pH _____;

(3) 如果既产生氢气又产生氧气

①若原溶液呈酸性则 pH _____;

②若原溶液呈碱性 pH _____;

③若原溶液呈中性 pH _____。

3. 电极区域 PH 变化:

(1) 阴极 H^+ 放电产生 H_2 , 阴极区域 pH _____;

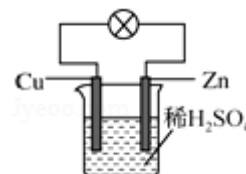
(2) 阳极 OH^- 放电产生 O_2 , 阳极区域 pH _____。

【练习】1. 如图为铜锌原电池示意图, 下列说法正确的是 ()

- A. 铜片作正极
B. 锌片的质量逐渐增加
C. 电子从铜片流向锌片
D. 铜片表面上没有气泡

【练习】2. 下列叙述正确的是 ()

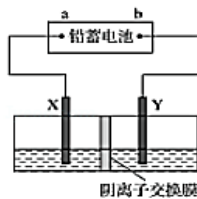
- A. 在原电池的负极和电解池的阴极上都是发生失电子的氧化反应



- B. 用惰性电极电解 Na_2SO_4 溶液，阴阳两极产物的物质的量之比为 1:2
 C. 用惰性电极电解饱和 NaCl 溶液，若有 1mol 电子转移，则生成 1mol NaOH
 D. 镀层破损后，镀锡铁板比镀锌铁板更耐腐蚀

【练习】3. 以铅蓄电池为电源，石墨为电极电解 CuSO_4 溶液，装置如图。若一段时间后 Y 电极上有 9.6g 红色物质析出，停止电解。下列说法正确的是 ()

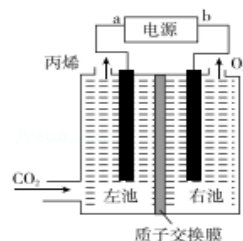
- A. a 为铅蓄电池的负极
 B. 电解过程中 SO_4^{2-} 向右侧移动
 C. 电解结束时，左侧溶液质量增重约为 12g
 D. 铅蓄电池工作时，正极电极反应式为： $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$



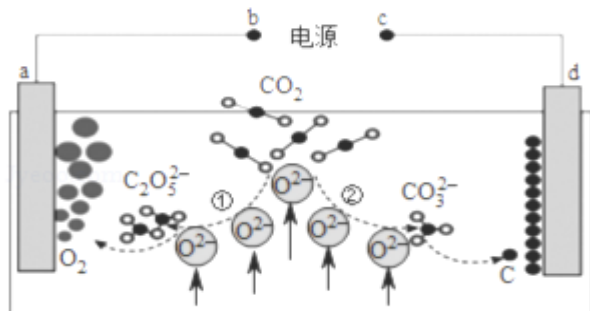
【练习】4. 医用口罩的外层喷有丙烯的聚合物聚丙烯。某科研机构在酸性条件下，用石墨棒作电极，

将 CO_2 转化为丙烯 ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$)，原理如图所示。下列有关叙述错误的是 ()

- A. a 为电源负极
 B. 左池的电极反应式： $3\text{CO}_2 + 18\text{e}^- + 18\text{H}^+ = \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
 C. H^+ 从右侧通过质子交换膜进入左侧
 D. 若制取过程中转移 3mol 电子，则产生 11.2L 丙烯



【练习】5. 《Journal of Energy Chemistry》报道我国科学家设计 CO_2 熔盐捕获与转化装置如图所示。下列有关说法错误的是 ()

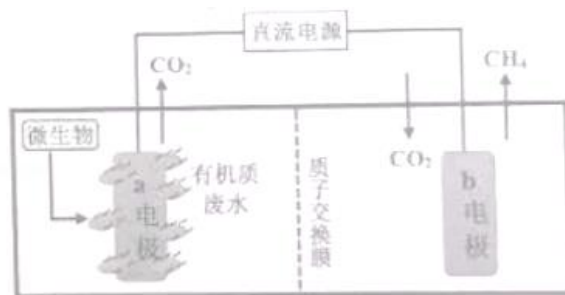


- A. b 为正极
 B. ①②中，捕获 CO_2 时碳元素的化合价未发生变化
 C. d 极电极反应式为 $\text{CO}_3^{2-} + 4\text{e}^- = \text{C} + 3\text{O}^{2-}$
 D. 由 a 极反应 $2\text{C}_2\text{O}_5^{2-} - 4\text{e}^- = 4\text{CO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 可知，每转移 1mol 电子生成 22.4L CO_2

【练习】6. 如图为 CO_2 电甲烷化的装置图

(MEC) 其利用微生物催化驱动工作，该生物电催化技术既有助于降低温室效应，也可处理有机废水，下列说法正确的是 ()

- A. b 电极为 MEC 的阳极
 B. 若 b 电极转化 1.5mol CO_2 ，装置中转移的电子数是 $15N_A$
 C. MEC 工作时，质子将从 a 电极室向 b 电极室迁移
 D. b 电极的反应方程式为 $\text{CO}_2 + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_4 + 8\text{OH}^-$



【检测反馈】

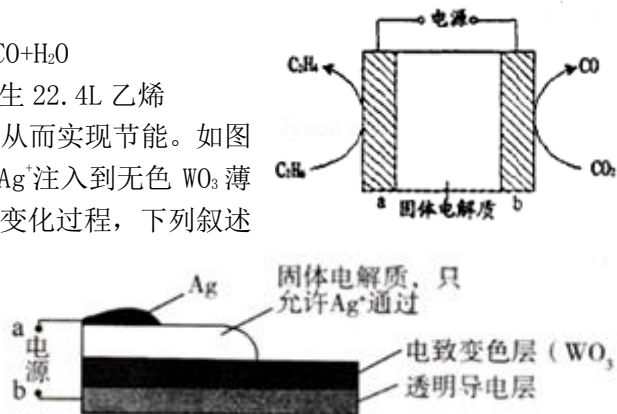
1. 我国科学家利用碳酸钠和碳纳米管为复合电极，以熔融的钠盐为电解质，制备出无钠预填装的钠-二氧化碳电池，反应原理为 $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ 。下列叙述错误的是 ()

- A. 该电池因无钠预填装，能有效降低电池的安全隐患
 B. 充电时电解质中 Na^+ 向电池的正极聚集
 C. 放电时正极反应为 $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{Na}^+ = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$
 D. 火星大气中含有 95% 的二氧化碳，该电池有望为火星探测提供电化学能源系统

2. 利用质子传导型固体氧化物电解池将乙烷转化为乙烯，示意图如图。下列说法正确的是 ()

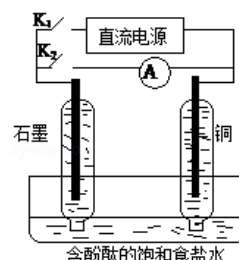
- A. 电极 a 与电源的负极相连

- B. 固体电解质中质子向 a 极移动
 C. 电极 b 的电极反应式是 $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
 D. 电路中每通过 2mol 电子时理论上可产生 22.4L 乙烯
3. 电致变色器件可智能调控太阳光透过率，从而实现节能。如图是某电致变色器件的示意图。当通电时， Ag^+ 注入到无色 WO_3 薄膜中，生成 Ag_xWO_3 器件呈现蓝色，对于该变化过程，下列叙述错误的是（ ）



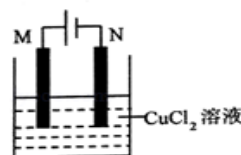
- A. b 为电源的负极
 B. WO_3 在该过程中被氧化
 C. 银电极反应为 $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$
 D. Ag^+ 由银电极向变色层迁移
4. 某兴趣小组设计如下微型实验装置。实验时，先断开 K_2 ，闭合 K_1 ，两极均有气泡产生；一段时间后，断开 K_1 ，闭合 K_2 ，发现电流表指针偏转，下列有关描述正确的是（ ）

A 断开 K_2 ，闭合 K_1 时，总反应的离子方程式为： $2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$



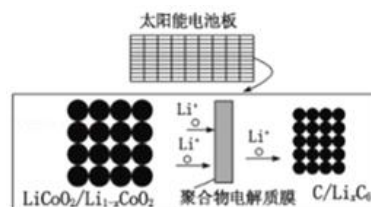
- B. 断开 K_2 ，闭合 K_1 时，石墨电极附近溶液 pH 变大
 C. 断开 K_1 ，闭合 K_2 时，石墨电极上的电极反应为： $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$
 D. 断开 K_1 ，闭合 K_2 时，电路中通过 N_A 个电子时，两极共产生 $N_A\text{mol}$ 气体
5. 某同学按图示装置进行实验探究，电极材料为石墨，下列说法正确的是（ ）

- A. 电极 N 为阴极，电极上有红色物质生成
 B. 电极 M 为正极，电极上有气体产生
 C. 一段时间后，溶液质量增加
 D. 该装置是将化学能转化为电能



6. 摩拜单车利用车篮处的太阳能电池板向智能锁中的锂离子电池充电，电池反应原理为 $\text{LiCoO}_2 + 6\text{C} \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6$ ，结构如图所示。下列说法正确的是（ ）

- A. 放电时，正极质量增加
 B. 充电时，锂离子由右向左移动
 C. 该锂离子电池工作时，正极锂元素化合价降低
 D. 充电时，阳极的电极反应式为： $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + \text{xe}^- = \text{LiCoO}_2$



7. 铅蓄电池是一种传统的目前使用量最大的二次电池，其放电时的总反应方程式为： $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，则充电时阳极反应式为_____。