

第二节 电解池

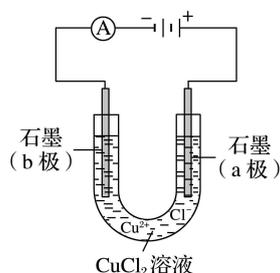
第1课时 电解原理

[核心素养发展目标] 1.宏观辨识与微观探析：从宏观和微观的角度理解电解池中电子的移动、阴阳离子的移动、阴阳两极上的反应及其变化、电流形成的过程和原理。2.证据推理与模型认知：建立对电解过程的系统分析认识的思维模型，理解电解的规律，会判断电解的产物，会书写电解的电极反应式和总反应式。

一、电解原理

1. 实验探究：电解 CuCl_2 溶液

(1)按下图所示装置完成实验，并填写下表。



实验现象	实验结论	原因分析
电流表指针发生偏转	说明电解质溶液导电，形成闭合回路	电解质溶液导电的过程就是被电解的过程
与负极相连的 b 极上逐渐覆盖了一层红色物质	析出金属铜	阴极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ (还原反应)
与正极相连的 a 极上有刺激性气味的气体产生，能使湿润的碘化钾淀粉试纸变蓝	产生了氯气	阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ (氧化反应)

2. 电解和电解池

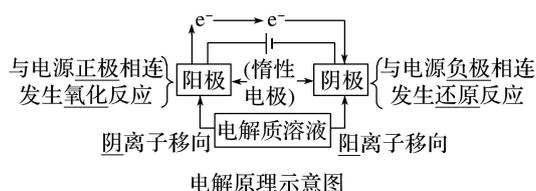
(1)电解：使电流通过电解质溶液(或熔融电解质)而在阳极、阴极引起氧化还原反应的过程。

(2)电解池：将电能转化为化学能的装置(也称电解槽)。

(3)电解池的构成条件

①直流电源；②两个电极；③电解质溶液或熔融电解质；④形成闭合回路。

3. 电解原理

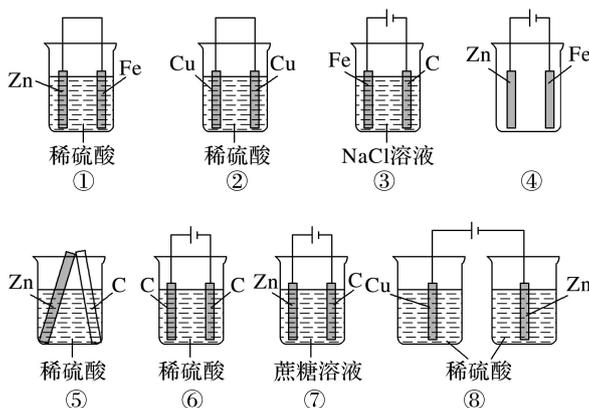


【正误判断】

- (1) 电解池的两个电极必须是两个活动性不同的电极(×)
- (2) 在电解池中与外接电源负极相连的电极是阴极(√)
- (3) 电解池中，电子从阳极流入电源正极(√)
- (4) 电解质溶液的导电实验发生化学变化(√)
- (5) 电解池的阳极发生还原反应(×)

【深度思考】

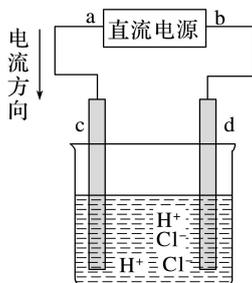
1. 如下图所示装置中属于电解池的是_____ (填序号)。



答案 ③⑥

解析 根据电解池的构成条件逐个判断。①②⑤无外接直流电源，不能构成电解池；④无电解质溶液或熔融电解质；⑦中蔗糖属于非电解质，不能构成电解池；⑧没有形成闭合回路，不能构成电解池。

2. 如图所示是电解稀盐酸的装置，其中 c、d 为石墨电极。试回答下列问题：



(1) a 电极为_____， b 电极为_____。

(2) c 电极为_____，电极反应式为_____，发生了_____反应。

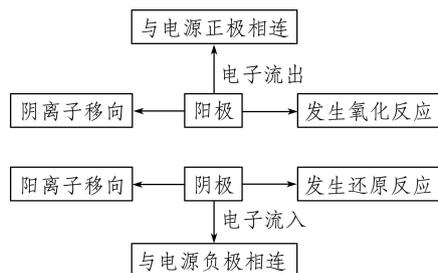
d 电极为_____，电极反应式为_____，发生了_____反应。

(3)电解过程中，氢离子向____(填“阴”或“阳”，下同)极移动，氯离子向____极移动。电解总方程式为：_____。

答案 (1)正极 负极 (2)阳极 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 氧化 阴极 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 还原 (3)阴 阳 $2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

■ 方法指导 ■

电解池阴极和阳极的判断依据

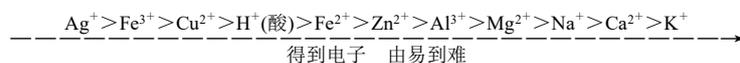


二、电解规律

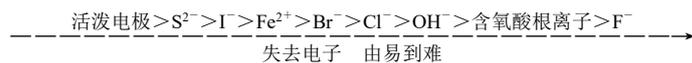
1. 电解池的分析方法与规律

- (1)判断阴、阳极，分析阳极材料是惰性电极还是活泼电极。
- (2)分析电解质水溶液的全部离子并分为阴、阳两组。
- (3)根据放电顺序写出电极反应式

①阴极(与电极材料无关):



②阳极(与电极材料有关):



(4)总化学方程式或离子方程式

书写反应的总离子方程式时，要注意：若参与电极反应的 H^+ (或 OH^-)是由水电离出来的，应用水的分子式表示。

提醒 ①“活泼电极”一般指 Pt、Au 以外的金属。

②最常用的放电顺序：阳极：活泼金属 $> \text{Cl}^- > \text{OH}^-$ ；阴极： $\text{Ag}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+$ 。

2. 电解后溶液的复原规律

用惰性电极电解下列酸、碱、盐溶液，请填写下表：

(1)电解 H_2O 型

电解质	H_2SO_4	NaOH	Na_2SO_4
阳极反应式	$4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$		
阴极反应式	$4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2 \uparrow$		

pH 变化	减小	增大	不变
复原加入物质	加入 H_2O		

(2) 电解电解质型

电解质	HCl	CuCl_2
阳极反应式	$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$	
阴极反应式	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
pH 变化	增大	
复原加入物质	加入 HCl	加入 CuCl_2

(3) 电解质和水都发生电解型

电解质	NaCl	CuSO_4
阳极反应式	$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$	$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$
阴极反应式	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$	$2\text{Cu}^{2+} + 4\text{e}^- = 2\text{Cu}$
pH 变化	增大	减小
复原加入物质	加入 HCl	加入 CuO 或 CuCO_3

特别提醒 电解后溶液的复原，从溶液中放出的气体和生成的沉淀，按照原子个数比组成具体物质再加入溶液即可。遵循“少什么加什么，少多少加多少”的原则。

【正误判断】

- (1) 用石墨作电极电解氯化钠和硫酸铜的混合液，最初一段时间阴极和阳极生成的物质分别是铜和氯气(√)
- (2) 用石墨作电极电解熔融氯化钠的阴极反应式为 $\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$ (√)
- (3) 用石墨作阴极、铜作阳极电解硫酸铜溶液的阳极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (×)
- (4) 用石墨作电极电解硝酸银溶液的离子方程式为 $4\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Ag} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ (√)
- (5) 铜作阳极电解盐酸的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{CuCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (√)

【深度思考】

1. 为了加深对电解规律的理解，某同学做了以下探究，要求从 H^+ 、 Cu^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 5 种离子中两两恰当的组成电解质，按下列要求进行电解：

- (1) 以碳棒为电极，电解过程中电解质质量减少，水量不变，则采用的电解质是_____。
若要恢复到电解前的状态，应加入的物质是_____。
- (2) 以碳棒为电极，电解过程中电解质质量不变，水量减少，则采用的电解质是_____。
若要恢复到电解前的状态，应加入的物质是_____。

(3)以碳棒为阳极,铁棒为阴极,电解过程中电解质和水量都减少,则电解质是_____。

若要恢复到电解前的状态,应加入的物质是_____。

答案 (1)HCl、CuCl₂ HCl、CuCl₂

(2)Na₂SO₄、H₂SO₄ H₂O

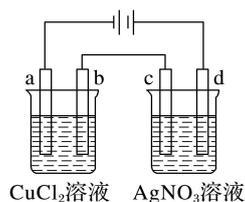
(3)CuSO₄、NaCl CuO 或 CuCO₃、HCl

解析 (1)以碳棒为电极,电解过程中电解质质量减少,水量不变,则阳离子只能为H⁺、Cu²⁺,阴离子只能是Cl⁻,其电解质是HCl、CuCl₂。

(2)实质上是电解水,H⁺、OH⁻分别在两极上放电,因此,其电解质是Na₂SO₄、H₂SO₄。

(3)电解质是CuSO₄, $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow$,若恢复到原状态,可加入CuO,也可加入CuCO₃。电解质是NaCl, $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$,要恢复到原状态可通入HCl。

2. 如图所示的电解池中,a、b、c、d都是石墨电极,通电一段时间后,a、b、c、d各电极反应式分别是:a: _____, b: _____, c: _____, d: _____,并计算各电极生成的气体或固体的物质的量之比是_____。



答案 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ $4\text{Ag}^+ + 4\text{e}^- = 4\text{Ag}$ $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

2 : 2 : 4 : 1

解析 依据电解池分析方法,各电极转移的电子数均相等,设为a mol,各电极反应式:

a: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$

$$a \quad \frac{a}{2}$$

b: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$

$$a \quad \frac{a}{2}$$

c: $2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Ag}$

$$a \quad a$$

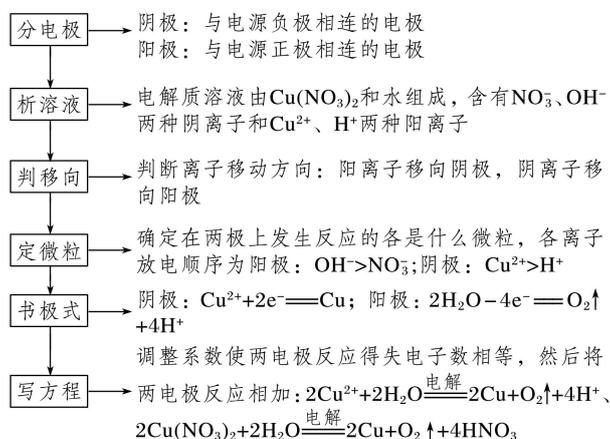
d: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

$$a \quad \frac{a}{4}$$

则: $n(\text{Cu}) : n(\text{Cl}_2) : n(\text{Ag}) : n(\text{O}_2) = 2 : 2 : 4 : 1$ 。

书写电极反应式的方法

以电解 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液为例:



随堂演练 知识落实

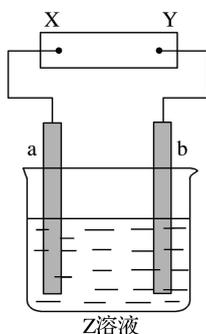
1. 以石墨为电极, 电解 KI 溶液(其中含有少量酚酞和淀粉)。下列说法错误的是()

- A. 阴极附近溶液呈红色
- B. 阴极逸出气体
- C. 阳极附近溶液呈蓝色
- D. 溶液的 pH 变小

答案 D

解析 以石墨为电极电解 KI 溶液类似于电解 NaCl 溶液, 阳极反应式为 $2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_2$, 阴极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ 。阴极逸出氢气, 且阴极附近溶液(含酚酞)显碱性而呈红色, A、B 项都正确; 阳极生成 I_2 , 使阳极附近溶液(含淀粉)变蓝, C 项正确; 由于电解生成了 OH^- , 故溶液的 pH 变大, D 项错误。

2. 如图中 X、Y 分别是直流电源的两极, 通电后发现 a 极板质量增加, b 极板处有无色无味气体放出。符合这一情况的是表中的()



选项	a 极板	b 极板	X 电极	Z 溶液
A	锌	石墨	负极	CuSO_4

B	石墨	石墨	负极	NaOH
C	银	铁	正极	AgNO ₃
D	铜	石墨	负极	CuCl ₂

答案 A

解析 由 a 极板质量增加知, 溶液中阳离子在 a 极板处析出, 则 a 为阴极, X 为负极, 因 B 中 a 极板处不析出金属、C 中 X 为正极可知 B、C 均错误; 又由 b 极板处有无色无味气体放出可知 D 错误。

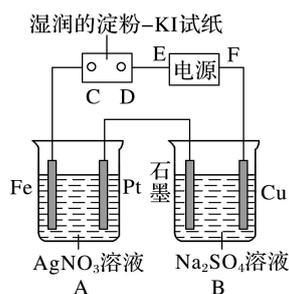
3. 用石墨作电极电解 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液, 当有 0.4 mol 电子通过电路时, 发现阴极增重 6.4 g , 则要使电解后的溶液恢复到电解前状态, 则可向电解后的溶液中加入()

- A. 0.1 mol Cu(OH)_2
- B. 0.1 mol CuO
- C. 0.2 mol CuO
- D. 0.1 mol CuO 和 $0.2 \text{ mol H}_2\text{O}$

答案 A

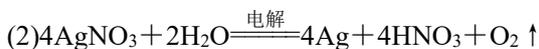
解析 该过程转移 0.4 mol 电子, 则阳极应该生成 0.1 mol 氧气, 理论上阴极应该生成 0.2 mol 铜, 但实际上阴极生成的铜为 $\frac{6.4 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 故铜离子不足, 阴极生成 0.1 mol 铜后, 氢离子继续放电, 生成氢气 0.1 mol . 因此应该补充 0.1 mol CuO 和 $0.1 \text{ mol H}_2\text{O}$, 或补充 0.1 mol Cu(OH)_2 , A 项正确。

4. 用如图所示的装置进行电解。通电后发现湿润的淀粉-KI 试纸的 C 端变为蓝色。

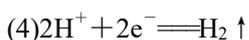


- (1)E 为电源的____极, F 为电源的____极。
- (2)A 中发生反应的化学方程式为_____。
- (3)在 B 中观察到的现象是_____。
- (4)D 端的电极反应式为_____。

答案 (1)负 正



(3)铜片溶解, 石墨电极上有气体生成, 溶液中有蓝色沉淀生成

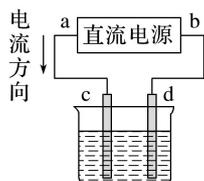


- C. 该装置只能是原电池，且电解质溶液为硝酸
 D. 该装置只能是原电池，电解质溶液不可能是盐酸

答案 B

解析 铜和盐酸或稀硫酸不能自发地进行氧化还原反应，铜和硝酸能自发地进行氧化还原反应，但生成的气体是氮氧化物而不是氢气，所以该反应只能是电解池反应而不是原电池反应，该装置只能构成电解池不能构成原电池；该电解池中，铜作阳极，阳极上铜失电子发生氧化反应，阴极上氢离子得电子发生还原反应，所以该电解池的阳极必须是铜电极，故答案选 B。

4. 如图所示是电解 CuCl_2 溶液的装置，其中 c、d 为石墨电极。则下列有关判断正确的是()



- A. a 为负极、b 为正极
 B. a 为阳极、b 为阴极
 C. 电解过程中，d 电极质量增加
 D. 电解过程中，氯离子浓度不变

答案 C

解析 电流从电源的正极流出，因此 a 为正极，b 为负极，则 c 为阳极，d 为阴极。电解 CuCl_2 溶液电极反应为阳极(c 电极)： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ，阴极(d 电极)： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，故 C 项正确。

5. (2019·运城高二检测)将一直流电源的正、负极(电极材料为 Pt)，用玻璃片分别压在一张用食盐水、碘化钾、淀粉溶液和石蕊溶液浸透的滤纸上，经过一段时间后，两极附近滤纸的颜色分别是()

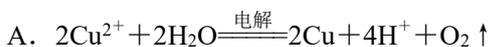
	A	B	C	D
阳极	蓝	白	红	蓝
阴极	白	蓝	蓝	蓝

答案 D

解析 阳极据放电顺序发生的电极反应为 $2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_2$ ， I_2 遇淀粉变蓝。阴极发生的电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，使石蕊溶液变蓝。

题组二 电解规律及其应用

6. 用惰性电极电解物质的量浓度相同、体积比为 3:1 的硫酸铜和氯化钠的混合溶液，不可能发生的反应有()



- B. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$
- C. $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
- D. $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

答案 C

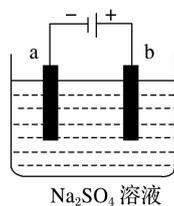
解析 设混合溶液的体积为 4 L, 物质的量浓度均为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 溶液中硫酸铜和氯化钠的物质的量分别为 3 mol 和 1 mol, 根据转移电子守恒, 第一阶段: 阳极上氯离子放电, 阴极上铜离子放电, 电解的方程式是 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$, 氯离子完全反应时, 剩余铜离子 2.5 mol; 第二阶段: 阳极上氢氧根离子放电, 阴极上铜离子放电, 电解的方程式是 $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$; 第三阶段: 阳极上氢氧根离子放电, 阴极上氢离子放电, 电解的方程式是 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

7. 用石墨作电极, 电解 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 下列物质的溶液, 则电解前后溶液的 pH 保持不变的是()
- A. 硫酸 B. 氢氧化钠 C. 硫酸钠 D. 氯化钠

答案 C

解析 用惰性电极电解硫酸、氢氧化钠溶液、硫酸钠溶液实质是电解水, 浓度增大, 硫酸溶液的 pH 减小, 氢氧化钠溶液的 pH 增大, 硫酸钠溶液的 pH 不变; 电解氯化钠溶液时生成氢氧化钠, 溶液的 pH 增大。

8. 如图为直流电源电解稀硫酸钠溶液的装置。通电后在石墨电极 a 和 b 附近分别滴加一滴石蕊溶液。下列实验现象中正确的是()



- A. a 电极附近呈红色, b 电极附近呈蓝色
- B. a 电极附近呈蓝色, b 电极附近呈红色
- C. 逸出气体的体积, a 极的小于 b 极的
- D. 一电极逸出无味气体, 另一电极逸出刺激性气味气体

答案 B

解析 a 极为阴极, H_2O 电离出的 H^+ 放电, 促进 H_2O 的电离平衡向右移动, $c(\text{OH}^-)$ 增大, 石蕊溶液变蓝色; b 极为阳极, H_2O 电离出的 OH^- 放电, $c(\text{H}^+)$ 增大, 石蕊溶液变红色, A 项不正确, B 项正确; a 极产生 H_2 , b 极产生 O_2 , H_2 的体积是 O_2 体积的 2 倍, 故 C、D 项不正确。

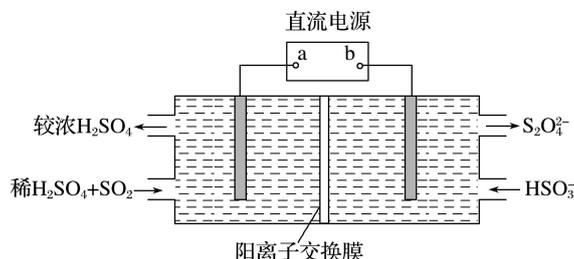
9. (2019·郑州二中高二上学期第一次月考)用阳极 X 和阴极 Y 电解 Z 的水溶液, 电解一段时间后, 再加入 W, 能使溶液恢复到电解前的状态, 符合题意的一组是()

组号	X	Y	Z	W
A	C	Fe	NaCl	H ₂ O
B	Pt	Cu	CuSO ₄	CuSO ₄ 溶液
C	C	C	H ₂ SO ₄	H ₂ O
D	Ag	Fe	AgNO ₃	AgNO ₃ 晶体

答案 C

解析 据加入电解反应方程式生成阴、阳极产物化合后的物质,可复原溶液知,A应通HCl,B加CuO,C加H₂O,D不需加任何物质。

10. (2020·南京期末)利用如图所示装置(电极均为惰性电极)可吸收SO₂,并用阴极排出的溶液吸收NO₂。下列说法正确的是()



- A. b 为直流电源的正极
- B. 将装置中的阳离子交换膜换成阴离子交换膜,电极反应式不变
- C. 阳极的电极反应式为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
- D. 电解时, H^+ 由阴极室通过阳离子交换膜到阳极室

答案 C

解析 二氧化硫被氧化为硫酸根离子,所以二氧化硫所在的区为阳极区,阳极与电源正极相连,则b为电源负极,故A错误;将装置中的阳离子交换膜换成阴离子交换膜,电极反应式发生改变,故B错误;阳极的电极反应式为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$,故C正确;电解时,阳离子移向阴极,所以 H^+ 由阳极室通过阳离子交换膜到阴极室,故D错误。

11. 载人空间站的生态系统中,要求分离人呼出的二氧化碳,同时需要提供氧气。某电化学装置利用太阳能转化的电能可以实现上述要求,同时还有燃料一氧化碳生成,该电化学装置中得电子的电极发生的反应是 $2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO} + 4\text{OH}^-$ 。下列判断错误的是()

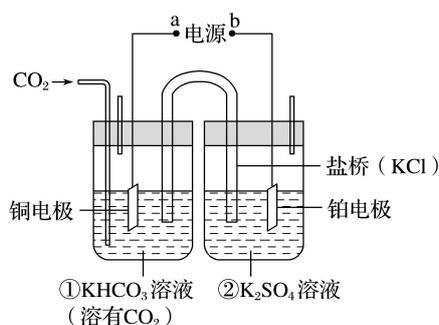
- A. 上述电化学装置相当于电解池
- B. 上述装置进行的总反应为 $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$
- C. 反应结束后该电化学装置中的电解质溶液碱性增强
- D. 失电子的电极发生的反应是 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

答案 C

解析 该电化学装置是利用电能转化为化学能,符合电解池原理,所以题述电化学装置相当

于电解池，故 A 正确；该电池中，阴极的电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO} + 4\text{OH}^-$ ，阳极上 OH^- 失电子生成氧气，得失电子数相同条件下，将两个电极反应式相加即得电解池总反应式： $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$ ，故 B 正确；阴极反应生成的 OH^- 在阳极完全反应，电解池总反应为 $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$ ，所以反应结束后该电化学装置中的电解质溶液的碱性不变，故 C 错误；阳极上 OH^- 失电子生成氧气供给呼吸，电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ，故 D 正确。

12. 如图是 CO_2 经电催化还原为 CH_4 的装置示意图。下列说法不正确的是()



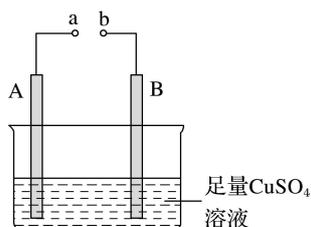
- A. 该过程是电能转化为化学能的过程
- B. 铜电极的电极反应式为 $\text{CO}_2 + 8\text{HCO}_3^- + 8\text{e}^- = \text{CH}_4 + 8\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 一段时间后，①池中 $n(\text{KHCO}_3)$ 不变
- D. 一段时间后，②池中溶液的 pH 一定下降

答案 C

解析 该装置连接有电源，则该过程是电能转化为化学能的过程，A 项正确；二氧化碳转化为甲烷的反应过程中，碳元素的化合价降低，在铜电极上发生还原反应，电极反应式为 $\text{CO}_2 + 8\text{HCO}_3^- + 8\text{e}^- = \text{CH}_4 + 8\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，B 项正确；由于①池溶液中的碳酸氢根离子被消耗，故一段时间后，碳酸氢钾的物质的量减少，C 项错误；①池中的铜电极为阴极，发生还原反应，②池中的铂电极为阳极，发生氧化反应，电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，该过程中有 H^+ 生成，故溶液的 pH 降低，D 项正确。

综合强化

13. 如图所示装置为在直流电源的作用下电解 CuSO_4 溶液的装置，其中 A、B 为石墨电极，a、b 为电源的两极，当接通电源，通电一段时间后，将 B 电极取出，洗干净并干燥后称量，其质量增加了 3.2 g，则：



(1) a 电极为电源的_____极。

(2) 写出电极反应式：A 极_____，

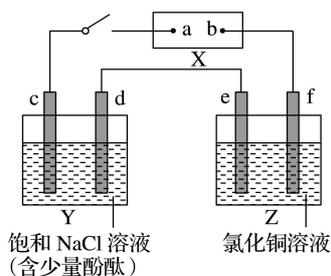
B 极 _____。

(3)若使反应后的溶液恢复到原来状态，则应该加入 _____，加入 _____ g。

答案 (1)正 (2) $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-\text{---}\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$

$2\text{Cu}^{2+}+4\text{e}^-\text{---}2\text{Cu}$ (3) CuO 4.0

14. 如图 X 是直流电源。Y 池中 c、d 为石墨棒，Z 池中 e、f 是质量相同的铜棒。接通电路后，发现 d 附近显红色。



(1)①b 为电源的 _____ 极(填“正”“负”“阴”或“阳”，下同)。

②Z 池中 e 为 _____ 极。

③连接 Y、Z 池线路，电子流动的方向是 d _____ e(用“→”或“←”填空)。

(2)①写出 c 极上反应的电极反应式： _____。

②写出 Y 池中总反应的化学方程式： _____。

③写出 Z 池中 e 极上反应的电极反应式： _____。

答案 (1)①负 ②阳 ③←

(2)① $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \text{---} \text{Cl}_2 \uparrow$

② $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

③ $\text{Cu} - 2\text{e}^- \text{---} \text{Cu}^{2+}$

解析 d 极附近显红色，说明 d 为阴极，电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \text{---} \text{H}_2 \uparrow$ ，c 为阳极，电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \text{---} \text{Cl}_2 \uparrow$ ，Y 池电解 NaCl 溶液的总反应方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ；直流电源中 a 为正极，b 为负极，Z 池中 f 为阴极，e 为阳极，电极反应式分别为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \text{---} \text{Cu}$ 、 $\text{Cu} - 2\text{e}^- \text{---} \text{Cu}^{2+}$ ，电子流动方向由 e→d。

15. A、B、C 为三种强电解质，它们在水中电离出的离子如下表所示：

阳离子	Na^+ 、 K^+ 、 Cu^{2+}
阴离子	SO_4^{2-} 、 OH^-

图 1 所示装置中，甲、乙、丙三个烧杯依次分别盛放足量的 A 溶液、足量的 B 溶液、足量的 C 溶液，电极均为石墨电极。

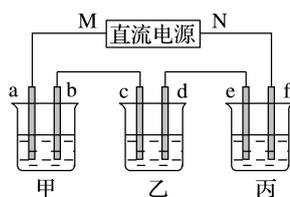


图 1

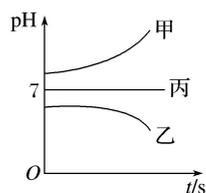


图 2

接通电源，经过一段时间后，测得乙中 c 电极质量增加。常温下各烧杯中溶液的 pH 与电解时间 t 的关系如图 2 所示。据此回答下列问题：

(1)M 为电源的_____ (填“正”或“负”)极，电极 b 上发生的电极反应为_____。

(2)写出乙烧杯中的反应方程式：_____。

(3)如果电解过程中 B 溶液中的金属离子全部析出，此时电解能否继续进行，为什么？

_____。

(4)若经过这一段时间后，要使丙恢复到原来的状态，需要进行的操作是_____。

_____。

答案 (1)负 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

(2) $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

(3)能，因为硫酸铜溶液已转变为硫酸溶液，反应变为电解水的反应

(4)向丙烧杯中加入一定量水

解析 (1)乙中 c 电极质量增加，则 c 处发生的电极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，即 c 电极为阴极，由此可推出 b 为阳极，a 为阴极，M 为负极，N 为正极。而 Cu^{2+} 只能和 SO_4^{2-} 结合，可以确定 B 为硫酸铜；由常温下各烧杯中溶液的 pH 与电解时间 t 的关系图，可以确定 A 为 KOH 或 NaOH，C 为 Na_2SO_4 或 K_2SO_4 。甲中为 KOH 或 NaOH 溶液，相当于电解 H_2O ，阳极 b 处为阴离子 OH^- 放电，即 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。(2)乙烧杯中是电解 CuSO_4 溶液，反应方程式为 $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。(3)乙中铜全部析出后，电解质变为 H_2SO_4 ，所以电解反应仍能继续进行。