

第3讲 电解池 金属的腐蚀与防护

复习目标	知识建构
<p>1.理解电解池的构成、工作原理及应用，能书写电极反应式和总反应方程式。</p> <p>2.了解金属发生电化学腐蚀的原因、金属腐蚀的危害以及防止金属腐蚀的措施。</p>	

双基过关

夯实必备知识

一、电解原理

1. 电解和电解池

(1)电解：在电流作用下，电解质在两个电极上分别发生氧化反应和还原反应的过程。

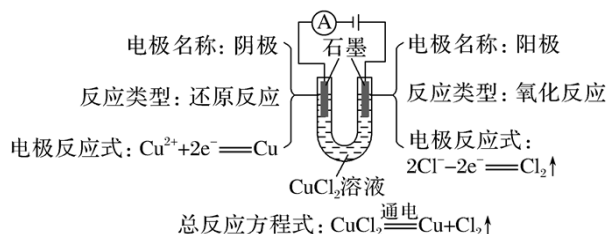
(2)电解池：电能转化为化学能的装置。

(3)电解池的构成

①外接电源；②两个电极；③电解质溶液或熔融电解质；④形成闭合回路。

2. 电解池的工作原理

(1)以惰性电极电解 CuCl_2 溶液为例分析



(2)电解过程的三个流向

①电子流向：电源负极→电解池阴极；电解池的阳极→电源的正极；

②离子流向：阳离子→电解池的阴极，阴离子→电解池的阳极。

③电流方向：电源正极→电解池阳极→电解质溶液→阴极→负极。

3. 电极反应式、电解方程式的书写

(1)首先判断阴、阳极，分析阳极材料是惰性电极还是活泼电极。

(2)再分析电解质水溶液的组成，找全离子并分阴离子、阳离子两组(不要忘记水溶液中的 H^+ 和 OH^-)。

(3)然后排出阴、阳两极的放电顺序：

阴极：阳离子放电顺序： $Ag^+ > Fe^{3+} > Cu^{2+} > H^+$ (酸) $> Fe^{2+} > Zn^{2+} > H^+$ (水) $> Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^+ > Ca^{2+} > K^+$ 。

阳极：活泼电极 $> S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^- > OH^- >$ 含氧酸根离子。

(4)分析电极反应，判断电极产物，写出电极反应式，要注意遵循原子守恒和电荷守恒。

(5)最后写出电解反应的总化学方程式或离子方程式，并注明“电解”条件。

4. 惰性电极电解电解质溶液的情况分析

(1)电解溶剂水

电解质类型	电极反应式及总反应式	电解质溶液浓度	溶液 pH	电解质溶液复原
含氧酸，如 H_2SO_4	阴极： $4H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2 \uparrow + 4OH^-$	增大	减小	加水
可溶性强碱，如 NaOH	阳极： $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4H^+$		增大	
活泼金属含氧酸盐，如 KNO_3	总反应式： $2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$		不变	

(2)电解溶质

电解质类型	电极反应式及总反应式	电解质溶液浓度	溶液 pH	电解质溶液复原
无氧酸，如 HCl	阴极： $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$ 阳极： $2Cl^- - 2e^- \rightleftharpoons Cl_2 \uparrow$ 总反应式： $2HCl \xrightarrow{\text{电解}} H_2 \uparrow +$	减小	增大	通入 HCl 气体

	$\text{Cl}_2 \uparrow$		
不活泼金属无氧酸盐，如 CuCl_2	阴极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ 阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$ 总反应式： $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$		加入 <u>CuCl_2</u> 固体



(3) 电解溶质和溶剂水，生成 H₂ 和碱：

电解质 (水溶液)	电极反应式及总反应式	电解质 浓度	溶液 pH	溶液 复原
活泼金属的 无氧酸盐 (如 NaCl)	阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 阴极： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 总反应式： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$	生成新 电解质	增大	通入 <u>HCl</u> 气体

(4) 电解溶质和溶剂水，生成 O₂ 和酸

电解质 (水溶液)	电极反应式 及总反应式	电解质 浓度	溶液 pH	溶液 复原
不活泼金属 的含氧酸盐 [如 CuSO ₄]	阳极： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 阴极： $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{e}^- = 2\text{Cu}$ 总反应式： $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$	生成新 电解质	减小	加 <u>CuO</u> 或 <u>CuCO₃</u>

【诊断 1】 判断下列说法是否正确，正确的打√，错误的打×。

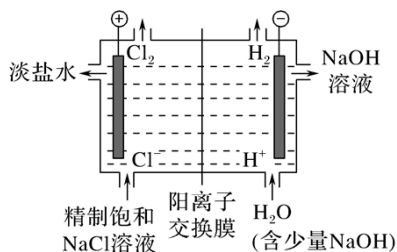
- (1) 电解质溶液的导电过程就是电解质溶液被电解的过程()
- (2) 电解 CuCl₂ 溶液，阴极逸出的气体能够使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝色()
- (3) 电解时，电子的移动方向为：电源负极→阴极→阳极→电源正极()
- (4) 电解盐酸、硫酸等溶液，H⁺放电，溶液的 pH 逐渐增大()
- (5) 用惰性电极电解 CuSO₄ 溶液一段时间后，加入 Cu(OH)₂ 可使电解质溶液恢复到电解前的情况()

答案 (1)√ (2)× (3)× (4)× (5)×

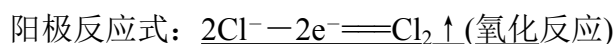
二、电解原理的应用

1. 氯碱工业

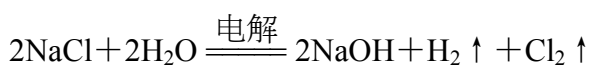
(1) 装置图示(离子交换膜电解槽)



(2) 电极反应式、总反应方程式



总反应方程式：



2. 电镀与电解精炼铜

		电镀	电解精炼铜
示意图			
电极反应	阳极	$\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$	$\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$
	阴极	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
电解质溶液的浓度变化		CuSO_4 溶液的浓度不变	CuSO_4 溶液的浓度变小

3. 电冶金

电解冶炼	冶炼钠	冶炼铝
电极反应	阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 阴极： $2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Na}$	阳极： $6\text{O}^{2-} - 12\text{e}^- = 3\text{O}_2 \uparrow$ 阴极： $4\text{Al}^{3+} + 12\text{e}^- = 4\text{Al}$
总反应	$2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$	$2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$

【诊断 2】 判断下列说法是否正确，正确的打√，错误的打×。

(1) 活泼金属镁可以通过电解 MgCl_2 溶液冶炼 ()

(2) 电解饱和食盐水时，两个电极均不能用金属材料 ()

(3)电解冶炼镁、铝通常电解熔融 $MgCl_2$ 和熔融 Al_2O_3 ，也可以电解 MgO 固体和 $AlCl_3$ 溶液()

(4)电解精炼铜时，阳极泥可以作为提炼贵金属的原料()

(5)用 Zn 作阳极， Fe 作阴极， $ZnCl_2$ 溶液作电解质溶液，由于放电顺序 $H^+ > Zn^{2+}$ ，不可能在铁上镀锌()

(6)电镀铜和电解精炼铜时，电解质溶液中 $c(Cu^{2+})$ 均保持不变()

答案 (1)× (2)× (3)× (4)√ (5)× (6)×

三、金属的腐蚀和防护

1. 金属腐蚀的本质

金属原子失去电子变为金属阳离子，金属发生氧化反应。

2. 金属腐蚀的类型

(1)化学腐蚀与电化学腐蚀

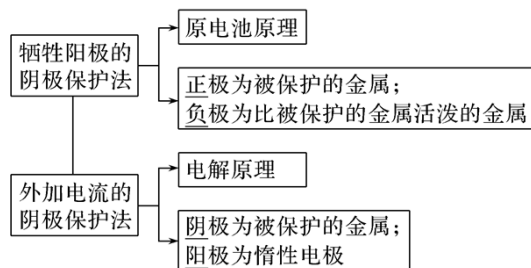
类型	化学腐蚀	电化学腐蚀
条件	金属跟非金属单质直接接触	不纯金属或合金跟电解质溶液接触
现象	无电流产生	有微弱电流产生
本质	金属被氧化	较活泼金属被氧化
联系	两者往往同时发生，电化学腐蚀更普遍	

(2)钢铁的析氢腐蚀与吸氧腐蚀

类型		析氢腐蚀	吸氧腐蚀
条件		水膜酸性较强($pH \leq 4.3$)	水膜酸性很弱或呈中性
电极反应	负极	$Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$	
	正极	$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$
总反应式		$Fe + 2H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + H_2 \uparrow$	$2Fe + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Fe(OH)_2$
联系		吸氧腐蚀更普遍	

3.金属的防护

(1)电化学防护



(2)改变金属的内部结构，如制成合金、不锈钢等。

(3)加防护层，如在金属表面喷油漆、涂油脂、电镀、喷镀或表面钝化等方法。

【诊断3】 判断下列说法是否正确，正确的打√，错误的打×。

(1)金属发生腐蚀就是金属得电子转变为金属化合物的过程()

(2)钢铁发生电化学腐蚀时，负极铁失去电子生成 Fe^{3+} ()

(3)Al、Fe、Cu 在潮湿的空气中腐蚀均生成氧化物()

(4)在金属表面覆盖保护层，若保护层破损后，就完全失去了对金属的保护作用()

(5)铁表面镀锌可增强其抗腐蚀性()

(6)干燥环境下，所有金属都不能被腐蚀()

(7)铜在酸性环境下，不易发生析氢腐蚀()

答案 (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)× (7)√

重难突破

培育关键能力

考点一 电解原理分析

【典例1】 500 mL KNO_3 和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的混合溶液中 $c(\text{NO}_3^-) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，用石墨作电极电解此溶液，当通电一段时间后，两极均收集到 2.24 L 气体(标准状况下)，假定电解后溶液体积仍为 500 mL，下列说法正确的是()

- A. 原混合溶液中 $c(\text{K}^+)$ 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 B. 上述电解过程中共转移 0.2 mol 电子
 C. 电解得到的 Cu 的物质的量为 0.05 mol
 D. 电解后溶液中 $c(\text{H}^+)$ 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

答案 A

解析 石墨作电极电解 KNO_3 和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的混合溶液，阳极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ ，阴极先后发生两个反应： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ， $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^-$

$- + H_2 \uparrow$ 。从收集到 O_2 为 2.24 L 可推知，上述电解过程中共转移 0.4 mol 电子，而在生成 2.24 L H_2 的过程中转移 0.2 mol 电子，所以 Cu^{2+} 共得到 $0.4 \text{ mol} - 0.2 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$ 电子，电解前 Cu^{2+} 的物质的量和电解得到的 Cu 的物质的量都为 0.1 mol。电解前后分别有以下守恒关系： $c(K^+) + 2c(Cu^{2+}) = c(NO_3^-)$ ， $c(K^+) + c(H^+) = c(NO_3^-)$ ，可得，电解前 $c(K^+) = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，电解后 $c(H^+) = 0.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 。

▪ 名师点拨 ▪

电化学计算的三种常用方法

(1) 根据总反应式计算

先写出电极反应式，再写出总反应式，最后根据总反应式列出比例式计算。

(2) 根据电子守恒计算

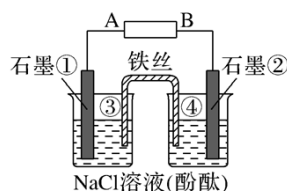
① 用于串联电路中阴阳两极产物、正负两极产物、相同电量等类型的计算，其依据是电路中转移的电子数相等。

② 用于混合溶液中分阶段电解的计算。

(3) 根据关系式计算

根据得失电子守恒定律建立起已知量与未知量之间的桥梁，构建计算所需的关系式。

【对点练 1】 (电解原理分析)(2020·福建福州市高三期末)某研究小组在探究电化学原理时，如图将盐桥换成 n 型弯铁丝，当接通直流电源后，石墨①附近溶液变红。下列判断或预测错误的是()



- A. A 为电源的负极
- B. 铁丝左端③附近出现灰绿色沉淀
- C. 电子移动方向为：A → 石墨① → 铁丝 → 石墨② → B
- D. 石墨棒②电极反应式为 $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$

答案 C

解析 盐桥换成 n 型弯铁丝，当接通直流电源后，石墨①

附近溶液变红,说明石墨①是阴极,A为负极,B为正极,石墨②为阳极,故A正确;铁丝左端③为阳极, $\text{Fe}-2\text{e}^-\rightleftharpoons\text{Fe}^{2+}$, Fe^{2+} 与阴极产生的 OH^- 结合生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,很快被氧化呈灰绿色,铁丝左端③附近出现灰绿色沉淀,故B正确;电子不能在溶液中移动,故C错误;石墨棒②为阳极,氯离子失电子发生氧化反应,电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$,故D正确。

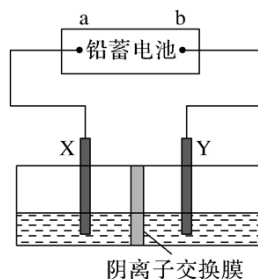
【对点练2】 (电极产物的判断)(2020·天津市实验中学高三模拟)以石墨为电极,电解KI溶液(含有少量的酚酞和淀粉)。下列说法错误的是()

- 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,发生的反应为 $2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{I}_2$ (类似于电解饱和食盐水),阴极产物是 H_2 和 KOH ,阳极产物是 I_2 。由于溶液中含有少量的酚酞和淀粉,所以阳极附近的溶液会变蓝(淀粉遇碘变蓝),阴极附近的溶液会变红(溶液呈碱性),A、B、C正确;由于电解产物有 KOH 生成,所以溶液的pH逐渐增大,D错误。

【对点练3】 (电子守恒在电解计算的应用)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6.4g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8g
- D. 铅蓄电池工作时,正极电极反应式为: $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$

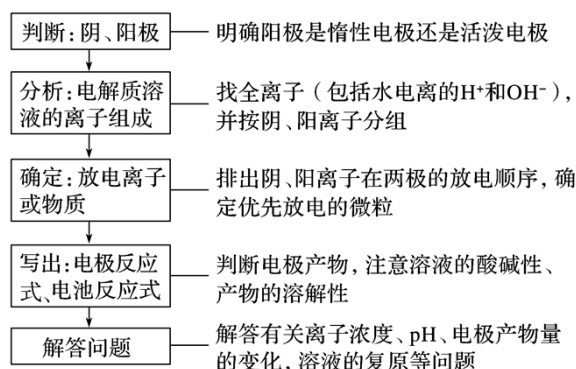
答案 C

解析 Y极有Cu析出,发生还原反应,Y极为阴极,故b为负极,a为正极,A

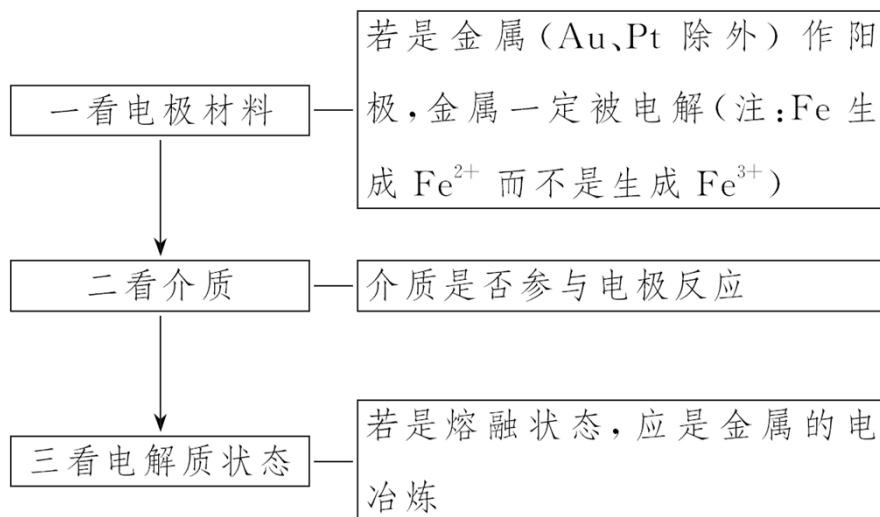
错误；电解过程中阴离子向阳极移动，B 错误；阴极反应式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，阳极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ ，当有 6.4 g Cu 析出时，转移 0.2 mol e^- ，左侧生成 1.6 g O_2 ，同时有 0.1 mol (9.6 g) SO_4^{2-} 进入左侧，则左侧质量净增加 $9.6 \text{ g} - 1.6 \text{ g} = 8 \text{ g}$ ，C 正确；铅蓄电池的负极是 Pb，正极是 PbO_2 ，正极反应式为 $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 错误。

▪ 归纳总结 ▪

(1) 分析电解过程的思维流程



(2) 做到“三看”，正确书写电极反应式



考点二 电解原理的拓展应用

【典例 2】(2020·湖北黄冈中学高三测试)一种生物电化学方法脱除水体中 NH_4^+ 的原理如下图所示:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/807014116052010003>

