

第一节 原电池

第 1 课时 原电池的工作原理

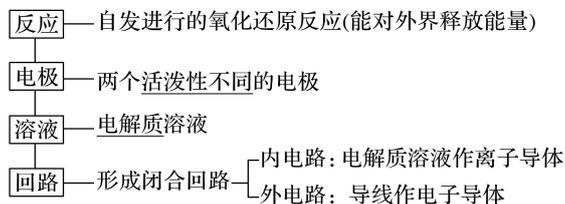
[核心素养发展目标] 1.宏观辨识与微观探析：以锌铜原电池为例，从宏观和微观的角度，分析理解原电池的工作原理，能正确判断原电池的正极和负极，会书写其电极反应式。2.变化观念与平衡思想：进一步理解化学能与电能的相互转化，认识从简单原电池发展到带有盐桥原电池的过程变化，并能理解带有盐桥原电池的实用性。

一、原电池的工作原理

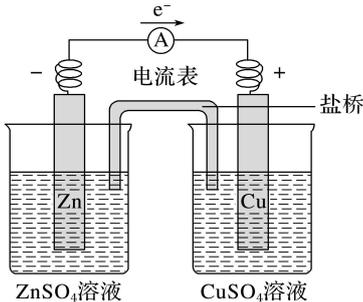
1. 原电池的构成条件

(1)定义：能把化学能转化为电能的装置。

(2)构成条件：



2. 实验探究：锌铜原电池的工作原理(含盐桥)

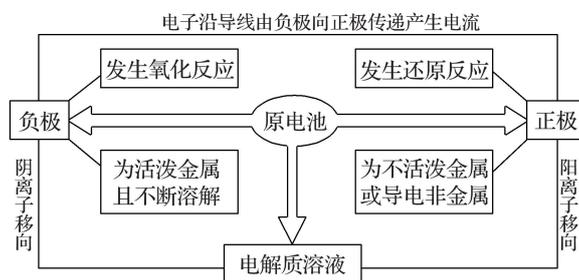
装置示意图	 <p style="text-align: center;">注：盐桥中装有含 KCl 饱和溶液的琼胶</p>
现象	锌片逐渐溶解，铜片上有红色物质生成，电流表指针发生偏转
能量转换	化学能转化为电能
微观探析	在硫酸锌溶液中，负极一端的 Zn 失去电子形成 Zn^{2+} 进入溶液 在硫酸铜溶液中，正极一端的 Cu^{2+} 获得电子变成 Cu 沉积在铜片上

电子或离子移动方向	电子：负极流向正极 盐桥： Cl^- 移向 ZnSO_4 溶液， K^+ 移向 CuSO_4 溶液
工作原理，电极反应式	负极： $\text{Zn}-2\text{e}^-=\text{Zn}^{2+}$ (氧化反应) 正极： $\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Cu}$ (还原反应)
	总反应： $\text{Zn}+\text{Cu}^{2+}=\text{Zn}^{2+}+\text{Cu}$

特别提醒 ①盐桥的作用：形成闭合回路；平衡两侧的电荷，溶液呈电中性；避免电极与电解质溶液的直接接触，减少电流的衰减。

②原电池输出电能的能力，取决于组成原电池的反应物的氧化还原能力。

3. 原电池工作原理示意图

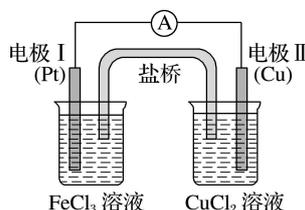


【正误判断】

- (1)原电池中电流的方向是负极→导线→正极(×)
- (2)原电池中负极发生的反应是还原反应(×)
- (3)铜锌原电池中电子由锌电极经过溶液流向铜电极(×)
- (4)在原电池中阳离子移向正极，阴离子移向负极(√)
- (5)原电池的正极一定是化学性质不活泼的金属(×)

【深度思考】

1. 如图是某同学设计的原电池装置，



- (1)电极 I 上发生_____ (填反应类型)，作_____ (填电极名称)。
- (2)电极 II 的电极反应式为_____。
- (3)该原电池的总反应式为_____。
- (4)盐桥中装有含氯化钾的琼胶，其作用是_____。

答案 (1)还原反应 原电池的正极 (2) $\text{Cu}-2\text{e}^-=\text{Cu}^{2+}$ (3) $2\text{Fe}^{3+}+\text{Cu}=\text{Cu}^{2+}+2\text{Fe}^{2+}$

(4)形成闭合回路、平衡电荷(答案合理即可)

2. 根据原电池的工作原理, 写出下列电池的电极反应式。

(1) 将铁片、铜片用导线连接后, 置于稀硫酸中, 形成原电池:

① 正极反应式是 _____;

② 负极反应式是 _____;

③ 原电池总反应的离子方程式是 _____。

(2) 有人用原电池原理除去银器皿表面的黑色硫化银, 其处理方法: 将一定浓度的食盐溶液放入一铝制容器中, 再将变黑的银器浸入溶液中, 放置一段时间后, 有臭鸡蛋气味的气体放出, 银表面的黑色会褪去而银不会损失。在此形成的原电池中:

① 负极反应式是 _____;

② 正极反应式是 _____;

③ 总反应方程式是 _____。

答案 (1) ① $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ② $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ③ $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

(2) ① $2\text{Al} - 6\text{e}^- = 2\text{Al}^{3+}$ ② $3\text{Ag}_2\text{S} + 6\text{e}^- = 6\text{Ag} + 3\text{S}^{2-}$ ③ $3\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 6\text{Ag} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$

解析 (2) 要善于抓住题示信息。“黑色褪去而银不会损失”, 必然发生变化: $\text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}$, 显然这是原电池的正极反应: $3\text{Ag}_2\text{S} + 6\text{e}^- = 6\text{Ag} + 3\text{S}^{2-}$, 负极反应应为活泼金属发生氧化反应: $2\text{Al} - 6\text{e}^- = 2\text{Al}^{3+}$, 正极生成的 S^{2-} 和负极生成的 Al^{3+} 在溶液中都能水解且相互促进: $2\text{Al}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$, 有臭鸡蛋气味的硫化氢气体产生。原电池的总反应为上述三个反应式的加合: $3\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 6\text{Ag} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

■ 归纳总结 ■

一般电极反应式的书写方法

(1) 判断原电池的正、负极, 即找出氧化剂和还原剂。

(2) 结合介质的酸碱性确定还原产物和氧化产物。

(3) 写出电极反应式, 将两式相加得总反应式。

二、原电池的应用

1. 加快氧化还原反应的速率

构成原电池的反应速率比直接接触的反应速率快, 例如, 在锌与稀 H_2SO_4 反应时加入少量 CuSO_4 溶液, CuSO_4 与锌发生置换反应生成 Cu , 从而形成 $\text{Cu}-\text{Zn}$ 微小原电池, 加快产生 H_2 的速率。

2. 比较金属活动性强弱

例如, 有两种金属 a 和 b, 用导线连接后插入稀硫酸中, 观察到 a 极溶解, b 极上有气泡产生。由此可判断出 a 是负极、b 是正极, 且金属活动性: $a > b$ 。

3. 设计原电池

理论上, 任何一个自发的氧化还原反应, 都可以设计成原电池。

(a)外电路

负极——化合价升高的物质

正极——活泼性弱的物质，一般选碳棒

(b)内电路：化合价降低的物质作电解质溶液。

如： $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$

①化合价升高的物质	负极： <u>Cu</u>
②活泼性较弱的物质	正极： <u>C</u>
③化合价降低的物质	电解质溶液： <u>FeCl_3</u>
示意图	

【正误判断】

(1)只有放热的氧化还原反应才能设计成原电池(×)

(2)将 Mg 和 Al 导线连接放入 NaOH 溶液，Al 不断溶解，说明活泼性 $\text{Mg} < \text{Al}$ (×)

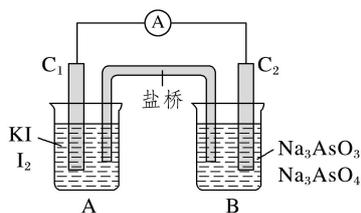
(3)足量的 Zn 与稀 H_2SO_4 反应时，滴入 CuSO_4 溶液可以加快反应速率，因为 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 增大(×)

(4)增大浓度，能加快原电池反应的速率(×)

■ 易错警示 ■

一般来说，设计成原电池的反应为放热反应，但有些吸热反应如果能自发进行也可设计成原电池，如： $\text{AsO}_3^{3-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{AsO}_4^{3-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

通过调节 B 中的 pH，实现原电池电极的转换，若正方向放热，则逆方向吸热，均能构成原电池。



【深度思考】

1. 由 A、B、C、D 四种金属按下表中装置图进行实验。

装置	<p>稀H_2SO_4 甲</p>	<p>CuSO_4溶液 乙</p>	<p>稀H_2SO_4 丙</p>
----	--	---	--

现象	金属 A 不断溶解形成二价金属离子	C 极质量增加	A 极有气泡产生
----	-------------------	---------	----------

根据实验现象回答下列问题:

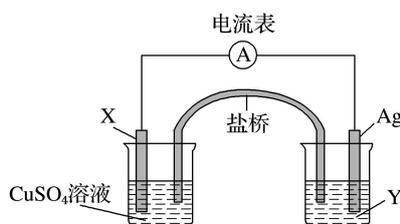
- (1)装置甲中负极的电极反应式是_____。
- (2)装置乙中正极的电极反应式是_____。
- (3)装置丙中溶液的 pH_____ (填“变大”“变小”或“不变”)。
- (4)四种金属活动性由强到弱的顺序是_____。

答案 (1) $A - 2e^- = A^{2+}$ (2) $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$

(3)变大 (4) $D > A > B > C$

解析 甲、乙、丙均为原电池装置。依据原电池原理,甲中 A 不断溶解,则 A 为负极、B 为正极,活动性: $A > B$;乙中 C 极增重,即析出 Cu,则 B 为负极,活动性: $B > C$;丙中 A 上有气泡即 H_2 产生,则 A 为正极,活动性: $D > A$,随着 H^+ 的消耗, pH 变大。

2. 依据氧化还原反应: $Cu + 2Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$ 设计的原电池如图所示。



请回答下列问题:

- (1)电极 X 的材料是_____, 电解质溶液 Y 是_____。
- (2)银电极的电极反应式是_____;
- X 电极的电极反应式是_____。
- (3)外电路中的电子是从_____极流向_____极。
- (4)该原电池的正极是_____, 还可以选用_____等材料。

答案 (1)铜 硝酸银溶液 (2) $2Ag^+ + 2e^- = 2Ag$ $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$ (3)负(或铜) 正(或银)

(4)银 铂、石墨

解析 原电池中负极上发生氧化反应,正极上发生还原反应,盐桥起到形成闭合回路、平衡电荷的作用。由总反应方程式可知电极 X 的材料是 Cu,发生氧化反应,电解质溶液 Y 是可溶性银盐溶液,常用 $AgNO_3$ 溶液。电极反应式如下,负极: $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$,正极: $2Ag^+ + 2e^- = 2Ag$,电子由负极(Cu)流出,经外电路流向正极(Ag)。

■ 方法指导 ■

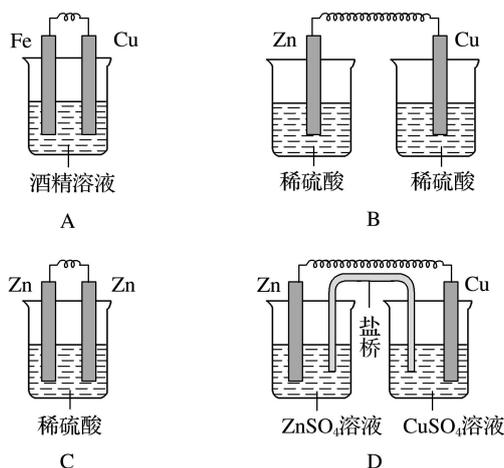
设计原电池时电解质溶液和电极材料的选择

- (1)电解质溶液一般要能够与负极材料发生反应。但若是两个半反应分别在两个烧杯中进行,则左右两个烧杯中的电解质溶液应与电极材料具有相同的阳离子。
- (2)电池的电极材料必须能导电。

- ①活动性不同的两种金属。如锌铜原电池，锌作负极，铜作正极。
- ②金属和非金属。如锌作负极，石墨棒作正极。
- ③金属和化合物。如铅蓄电池，铅块作负极， PbO_2 作正极。
- ④惰性电极。如氢氧燃料电池中，两电极均可用 Pt。

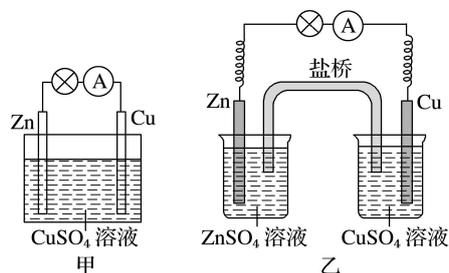
随堂演练 知识落实

1. (2019·甘肃武威第十八中学高二上期末)下列装置中，能构成原电池的是()



答案 D

2. 下列有关图甲和图乙的叙述不正确的是()

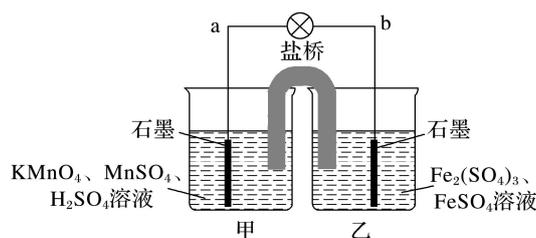


- A. 均发生了化学能转化为电能的过程
- B. Zn 和 Cu 既是电极材料又是反应物
- C. 工作过程中，电子均由 Zn 经导线流向 Cu
- D. 相同条件下，图乙比图甲的能量利用效率高

答案 B

解析 两个装置都为原电池装置，均发生化学能转化为电能的过程，故 A 正确；根据原电池的工作原理，锌比铜活泼，锌作负极、铜作正极，铜本身不是反应物，故 B 错误；锌作负极，电子从负极经外电路流向正极，故 C 正确；图乙装置产生的电流在一段时间内变化不大，但图甲装置产生的电流在较短时间内就会衰减，故 D 正确。

3. (2019·江西临川第一中学高二月考)某合作学习小组的同学利用下列氧化还原反应设计原电池： $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ ，盐桥中装有饱和 K_2SO_4 溶液。下列叙述中正确的是()



- A. 甲烧杯中溶液的 pH 逐渐减小
 B. 乙烧杯中发生还原反应
 C. 外电路的电流方向是从 a 到 b
 D. 电池工作时，盐桥中的 SO_4^{2-} 移向甲烧杯

答案 C

解析 甲烧杯中发生的电极反应为 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，氢离子浓度减小，导致溶液的 pH 增大，A 项错误；a 电极发生还原反应，Mn 元素的化合价降低，电极反应式为 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，b 电极亚铁离子失去电子发生氧化反应， $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$ ，B 项错误；由上述分析可知，a 为正极，b 为负极，则电流方向为从 a 到 b，C 项正确；阴离子向负极移动，则盐桥中的 SO_4^{2-} 移向乙烧杯，D 项错误。

4. 已知电极材料：铁、铜、银、石墨、锌、铝；电解质溶液： CuCl_2 溶液、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液、硫酸。按要求回答下列问题：

(1) 电工操作规定：不能把铜导线和铝导线连接在一起使用。请说明原因_____。

(2) 若电极材料选铜和石墨，电解质溶液选硫酸铁溶液，外加导线，能否构成原电池？_____。

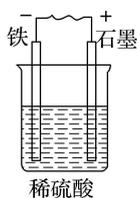
若能，请写出电极反应式，负极：_____，正极：_____。

(若不能，后两空不填)

(3) 设计一种以铁和稀硫酸的反应为原理的原电池，要求画出装置图(需标明电极材料及电池的正、负极)。

答案 (1) 二者连接在一起时，接头处在潮湿的空气中形成原电池而铝作负极被腐蚀 (2) 能

$\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$ (3) 如图



解析 (1) 当 Cu、Al 导线连接时，接触到潮湿的空气就易形成原电池而铝被腐蚀。(2) 因为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 能与 Cu 发生反应： $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeSO}_4 + \text{CuSO}_4$ ，因此根据给出条件可以设计成原电池，其负极为 Cu，电极反应为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$ ，正极为石墨，电极反应为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$ 。(3) 因为反应为 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ，所以负极为 Fe，正极为 Cu、Ag

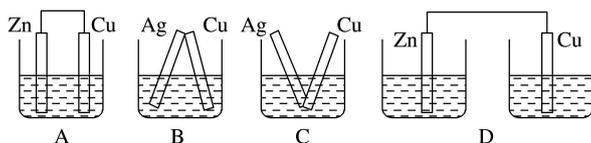
或石墨，电解质为稀硫酸，即可画出装置图。

课时对点练

☑对点训练

题组一 原电池的构成及工作原理

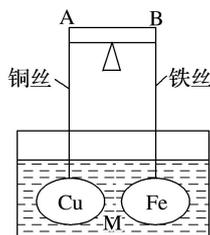
1. 下列烧杯中盛放的都是稀硫酸，在铜电极上能产生气泡的是()



答案 A

解析 装置 B、C 中无化学反应发生；D 不能形成闭合回路；只有 A 能形成原电池，铜电极上有氢气产生。

2. (2019·江西赣州南康中学、于都中学高二上月考)如图所示，杠杆 AB 两端分别挂有体积相同、质量相等的空心铜球和空心铁球，调节杠杆并使其在水中保持平衡，然后小心地向烧杯中央滴入 M 的浓溶液，一段时间后，下列有关杠杆的偏向判断正确的是(实验过程中，不考虑两球的浮力变化)()

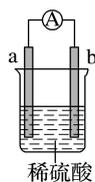


- A. 当 M 为 CuSO_4 、杠杆为导体时，A 端低，B 端高
- B. 当 M 为 AgNO_3 、杠杆为导体时，A 端高，B 端低
- C. 当 M 为盐酸、杠杆为导体时，A 端高，B 端低
- D. 当 M 为 CuSO_4 、杠杆为绝缘体时，A 端低、B 端高

答案 A

解析 杠杆为导体时，该装置形成原电池，Fe 为负极、Cu 为正极，A、B、C 三个选项中 Fe 均会溶解，质量减轻，所以 B 端高。杠杆为绝缘体时，不形成原电池，D 选项中只在铁球上发生 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 的反应，铁球质量增加，B 端低。

3. (2019·成都高二检测)在如图所示的装置中，a 的金属活动性比氢要强，b 为碳棒，关于此装置的各种叙述不正确的是()

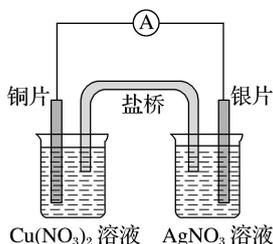


- A. 碳棒上有气体放出，溶液 pH 变大
 B. a 是正极，b 是负极
 C. 导线中有电子流动，电子从 a 极流向 b 极
 D. a 极上发生了氧化反应

答案 B

解析 a 为活泼金属，比碳棒活泼，作负极。

4. 下列关于原电池的叙述正确的是()

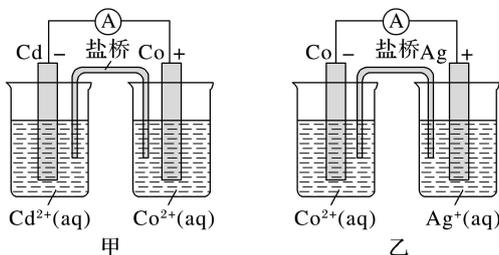


- A. 在外电路中，电流由铜电极流向银电极
 B. 正极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
 C. 实验过程中取出盐桥，原电池仍继续工作
 D. 将铜片直接浸入硝酸银溶液中发生的化学反应与该原电池反应相同

答案 D

解析 该原电池中 Cu 作负极，Ag 作正极，电极反应为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ (负极)， $2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Ag}$ (正极)，盐桥起到了传递离子、形成闭合回路的作用，电子是由负极流向正极，电流的方向和电子的流向相反。D 选项正确。

5. 图甲和图乙均是双液原电池装置。下列说法不正确的是()



- A. 甲中电池总反应的离子方程式为 $\text{Cd(s)} + \text{Co}^{2+}(\text{aq}) = \text{Co(s)} + \text{Cd}^{2+}(\text{aq})$
 B. 反应 $2\text{Ag(s)} + \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) = \text{Cd(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq})$ 能够发生
 C. 盐桥的作用是形成闭合回路，并使两边溶液保持电中性
 D. 乙中有 1 mol 电子通过外电路时，正极有 108 g Ag 析出

答案 B

解析 由甲可知 Cd 的活动性强于 Co, 由乙可知 Co 的活动性强于 Ag, 即 Cd 的活动性强于 Ag, 故 Ag 不能置换出 Cd, B 项错误。

题组二 原电池电极的判断和电极反应式书写

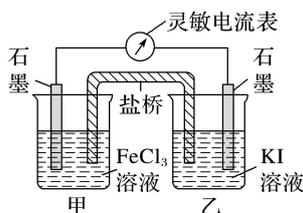
6. 对于原电池的电极名称, 叙述错误的是()

- A. 发生氧化反应的一极为负极
- B. 正极为电子流入的一极
- C. 比较不活泼的金属为负极
- D. 电流流出的一极为正极

答案 C

解析 原电池中相对活泼的金属为负极, 发生氧化反应; 相对不活泼的金属(或非金属导体)为正极, 发生还原反应。

7. 控制合适的条件, 将反应 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 设计成如图所示的原电池。下列判断不正确的是()



- A. 反应开始时, 乙中石墨电极上发生氧化反应
- B. 反应开始时, 甲中石墨电极上 Fe^{3+} 被还原
- C. 电流表读数为零时, 反应达到化学平衡状态
- D. 电流表读数为零后, 向甲中加入 FeCl_2 固体, 乙中的石墨电极为负极

答案 D

解析 由题图并结合原电池原理分析可知, Fe^{3+} 得到电子变为 Fe^{2+} , 被还原, I^- 失去电子变为 I_2 , 被氧化, A、B 项正确; 电流表读数为零时, 反应达到化学平衡状态, C 项正确; 向甲中加入 FeCl_2 固体, 对于 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, 平衡向逆反应方向移动, 此时 Fe^{2+} 被氧化, I_2 被还原, 故甲中石墨电极为负极, 乙中石墨电极为正极, D 项错误。

8. 原电池的电极反应式不仅与电极材料的性质有关, 也与电解质溶液有关。下列说法错误的是()

- A. 由 Fe、Cu、 FeCl_3 溶液组成的原电池, 负极反应式为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$
- B. 由金属 Al、Cu 和稀硫酸组成的原电池, 负极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$
- C. 由 Al、Mg、NaOH 溶液组成的原电池, 负极反应式为 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 由金属 Al、Cu 和浓硝酸组成的原电池, 负极反应式为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$

答案 A

解析 铁比铜活泼, 铁作负极, 负极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 故 A 错误; 铝比铜活泼, 铝

作负极，负极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ ，故 B 正确；虽然镁比铝活泼，但镁不与氢氧化钠溶液反应，因此铝作负极，负极反应式为 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；Al 与浓硝酸发生钝化反应，则铜作负极，负极反应式为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，故 D 正确。

题组三 原电池工作原理的应用

9. 有 A、B、C、D 四块金属片，进行如下实验，据此判断四种金属的活动性顺序是()

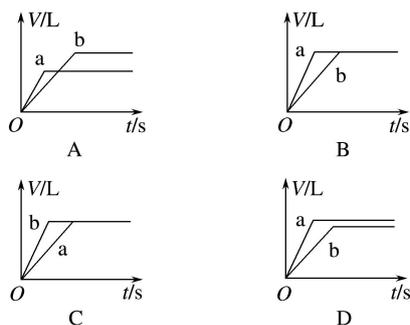
- ①A、B 用导线相连后，同时浸入稀 H_2SO_4 溶液中，A 极为负极；
- ②C、D 用导线相连后，同时浸入稀 H_2SO_4 溶液中，电流由 D→导线→C；
- ③A、C 相连后，同时浸入稀 H_2SO_4 溶液中，C 极产生大量气泡；
- ④B、D 相连后，同时浸入稀 H_2SO_4 溶液中，D 极发生氧化反应。

- A. $\text{A} > \text{C} > \text{D} > \text{B}$
- B. $\text{A} > \text{B} > \text{C} > \text{D}$
- C. $\text{C} > \text{A} > \text{B} > \text{D}$
- D. $\text{B} > \text{D} > \text{C} > \text{A}$

答案 A

解析 ①活泼性较强的金属作原电池的负极，A、B 用导线相连后，同时插入稀 H_2SO_4 中，A 极为负极，则活动性： $\text{A} > \text{B}$ ；②C、D 用导线相连后，同时浸入稀硫酸中，电子由负极→导线→正极，电流方向与电子方向相反，电流由正极 D→导线→负极 C，则活动性： $\text{C} > \text{D}$ ；③A、C 相连后，同时浸入稀硫酸中，C 极产生大量气泡，说明 C 为原电池的正极，较不活泼，则活动性： $\text{A} > \text{C}$ ；④B、D 相连后，同时浸入稀 H_2SO_4 溶液中，D 极发生氧化反应，说明 D 为原电池的负极，则活动性： $\text{D} > \text{B}$ ；所以有： $\text{A} > \text{C} > \text{D} > \text{B}$ ，故 A 项正确。

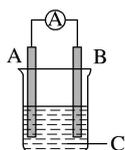
10. a、b 两个烧杯中均盛有 100 mL 等浓度的稀 H_2SO_4 ，将足量的两份锌粉分别加入两个烧杯中，同时向 a 中加入少量 CuSO_4 溶液，下列产生氢气的体积(V)与时间(t)的关系正确的是()



答案 B

解析 H_2SO_4 的物质的量相等、Zn 粉过量， H_2 的量由 H_2SO_4 的物质的量决定。a 中部分 Zn 与 CuSO_4 发生反应置换出 Cu 并形成“ $\text{Zn}|\text{H}_2\text{SO}_4|\text{Cu}$ ”原电池，反应速率加快，但产生 H_2 的体积相等。

11. (2019·宁夏长庆高级中学高二上期末)如图所示装置，电流表 A 发生偏转，同时 A 极逐渐变粗、B 极逐渐变细，C 为电解质溶液，则 A、B、C 应是下列各组中的()

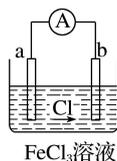


- A. A 是 Zn, B 是 Cu, C 为稀硫酸
 B. A 是 Cu, B 是 Zn, C 为稀硫酸
 C. A 是 Fe, B 是 Ag, C 为 AgNO_3 溶液
 D. A 是 Ag, B 是 Fe, C 为 AgNO_3 溶液

答案 D

解析 根据题意可知,在该原电池中,A极逐渐变粗,B极逐渐变细,所以B作负极,A作正极,B的活泼性大于A的活泼性,所以排除A、C选项;A极逐渐变粗,说明有金属析出,B选项中正极 H^+ 放电析出氢气,D选项中正极析出金属 Ag, D 项正确。

12.某化学兴趣小组利用反应 $\text{Zn} + 2\text{FeCl}_3 = \text{ZnCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$, 设计了如图所示的原电池装置, 下列说法正确的是()



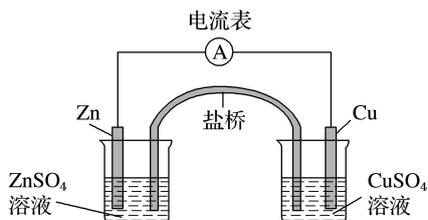
- A. Zn 为负极, 发生还原反应
 B. b 电极反应式为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$
 C. 电子流动方向是 a 电极 \rightarrow FeCl_3 溶液 \rightarrow b 电极
 D. 电池的正极材料可以选用石墨、铂电极, 也可以用铜

答案 D

解析 根据 Cl^- 的移动方向可知, b 电极为负极, a 电极为正极, 根据电池反应式可知, Zn 发生失电子的氧化反应, 即 b 电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, A、B 项错误; 电子流动方向是 b 电极 \rightarrow 导线 \rightarrow a 电极, C 错误; 正极材料的活泼性应比负极材料弱, D 正确。

综合强化

13. (2019·泉州高二质检)为了避免锌片与 Cu^{2+} 直接接触发生反应而影响原电池的放电效率, 有人设计了如图装置, 按要求回答下列问题:



(1)此装置工作时, 可以观察到的现象是 _____, 电池总反应式为 _____。

(2)以上电池中, 锌和锌盐溶液组成_____ , 铜和铜盐溶液组成_____ , 中间通过盐桥连接起来。

(3)电池工作时, 硫酸锌溶液中 SO_4^{2-} 向_____ 移动, 硫酸铜溶液中 SO_4^{2-} 向_____ 移动。

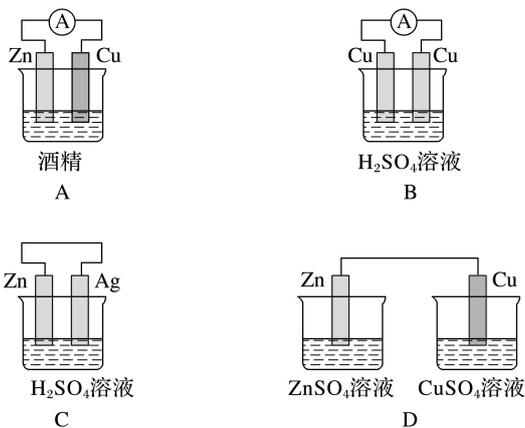
(4)此盐桥内为饱和 KCl 溶液, 盐桥是通过_____ 的定向移动来导电的。在工作时, K^+ 移向_____ 。

答案 (1)锌片逐渐溶解, 铜片上有红色物质析出, 电流表指针发生偏转 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ (2)锌半电池 铜半电池 (3)锌电极(或负极) 盐桥 (4)离子 正极区(或 CuSO_4 溶液)

解析 (1)该装置为锌铜原电池, 总反应式为 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$, 电池工作时, 观察到①锌片不断溶解, ②铜片上有红色物质析出, ③电流表指针发生偏转。(2)Zn 与 ZnSO_4 溶液组成锌半电池, Cu 与 CuSO_4 溶液组成铜半电池。(3)电池工作时, ZnSO_4 溶液中 SO_4^{2-} 向负极或锌电极移动, CuSO_4 溶液中 SO_4^{2-} 向盐桥移动。(4)盐桥中, K^+ 向正极区或 CuSO_4 溶液移动, Cl^- 向负极区或 ZnSO_4 溶液移动, 这样依靠离子的定向移动形成闭合回路而导电。

14. 能源是现代社会发展的三大支柱之一, 化学在提高能源的利用率和开发新能源中起到了重要的作用。电能是现代社会中应用最广泛的二次能源。

(1)下列装置中能够实现化学能转化为电能的是_____ (填字母)。



(2)写出该装置正极的电极反应式: _____。

(3)该装置中溶液里的阴离子移向_____ (填电极的化学式)极。

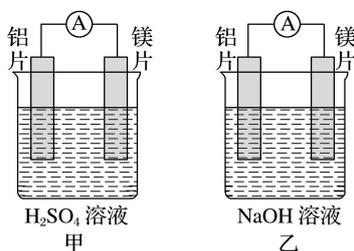
(4)若装置中转移了 0.2 mol 电子, 则理论上溶液增加的质量是_____。

答案 (1)C (2) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ (3)Zn

(4)6.3 g

解析 (1)原电池的构成条件: ①有两个活泼性不同的电极, ②将电极插入电解质溶液中, ③两电极间构成闭合回路, ④能自发地进行氧化还原反应, C 装置符合构成原电池的条件, 故 C 正确。(2)C 装置中 Ag 作正极, 正极上氢离子得电子生成氢气, 其电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。(3)阴离子移向负极锌。(4)装置中转移了 0.2 mol 电子, 根据总反应: $2\text{H}^+ + \text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, 则理论上溶液质量增重 $0.1 \times 65 \text{ g} - 0.1 \times 2 \text{ g} = 6.3 \text{ g}$ 。

15. 某探究活动小组想利用原电池反应检测金属的活动性顺序, 有甲、乙两位同学均使用镁片与铝片作电极, 但甲同学将电极放入 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸中, 乙同学将电极放入 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中, 如图所示。



(1) 写出甲池中发生的有关电极反应式:

负极 _____,

正极 _____。

(2) 乙池中负极为 _____, 正极发生 _____ 反应, 总反应的离子方程式为 _____。

(3) 如果甲与乙两位同学均认为“构成原电池的电极材料若是金属, 则构成负极材料的金属应比构成正极材料的金属活泼”, 则甲会判断出 _____ (填写元素符号, 下同) 活动性更强, 而乙会判断出 _____ 活动性更强。

(4) 由此实验, 可得到如下哪些结论? _____ (填字母)。

- A. 利用原电池反应判断金属活动性顺序应注意选择合适的介质
- B. 镁的金属性不一定比铝的金属性强
- C. 该实验说明金属活动性顺序表已过时, 已没有实用价值
- D. 该实验说明化学研究对象复杂, 反应条件多变, 应具体问题具体分析

(5) 上述实验也反过来证明了“利用金属活动性顺序直接判断原电池中正、负极”的做法 _____ (填“可靠”或“不可靠”)。如不可靠, 则请你提出另一个判断原电池正、负极可行的实验方案: _____。

答案 (1) $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$ $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

(2) Al 还原 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

(3) Mg Al (4) AD

(5) 不可靠 根据电路中电流的方向或电子转移的方向

解析 (1) 甲池中电池总反应方程式为 $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, Mg 作负极, 电极反应式为 $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$, Al 作正极, 电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 乙池中电池总反应方程式为 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 所以负极为 Al, 正极为 Mg, 正极上发生还原反应。

(3) 甲池中 Mg 为负极, Al 为正极; 乙池中 Al 为负极, Mg 为正极。若根据负极材料金属比正极活泼, 则甲判断 Mg 活动性强, 乙判断 Al 活动性强。