

金属的腐蚀与防护考点探究

山东省滕州市第一中学西校 (277500) 柴 勇

金属的腐蚀与防护属于电化学应用的内容,也是近几年高考命题的热点知识,为了更好的学习这一内容,下面将其考点总结如下。

一、金属腐蚀的本质和化学腐蚀

(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) 化学腐蚀: ①条件: 金属跟非金属单质直接接触。②现象: 无电流产生。

(3) 电化学腐蚀: ①条件: 不纯金属或合金跟电解质溶液接触。②现象: 有微弱电流产生。

例1 下列有关金属腐蚀的叙述正确的是()。

- A. 金属越纯越不易被腐蚀
- B. 干燥环境下金属不被腐蚀
- C. 铜一定比铁难腐蚀
- D. 金属腐蚀有化学腐蚀和电化学腐蚀

解析 A项,金属能不能被腐蚀主要取决于它的活泼性,而不是它的纯度,如纯钾易被腐蚀,不正确;B项,干燥环境下,如果遇到氯气,金属也可以发生化学腐蚀,故不正确;C项,如果遇到浓硝酸,铜比铁易腐蚀,不正确。答案:D

例2 下列叙述错误的是()。

- A. 生铁中含有碳,抗腐蚀能力比纯铁弱
- B. 用锡焊接的铁质器件,焊接处易生锈
- C. 在铁制品上镀铜时,镀件为阳极,铜盐为电镀液
- D. 铁管上镶嵌锌块,铁管不易被腐蚀

解析 选项A,生铁中的碳和铁可以在铁的表面构成无数微小的原电池,能加速铁的锈蚀;选项B,焊接处铁、锡形成无数微小原电池,加速铁的腐蚀;选项C,电镀时,镀层金属铜作阳极,铁制品作阴极,用铜盐溶液作电镀液;选项D,由于Zn比Fe活泼,故镶嵌锌块的铁管不易被腐蚀。答案:C

二、析氢腐蚀

(1) 条件: 水膜酸性较强($\text{pH} \leq 4.3$)

(2) 电极反应式(以Fe腐蚀为例): 负极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$; 正极: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$; 总反应式: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

例3 下列有关金属腐蚀与防护的说法正确的是()。

- A. 黄铜(铜锌合金)制作的铜锣易产生铜绿
- B. 镀锡铁制品和镀锌铁制品的镀层破损时,镀锡铁中铁的腐蚀速率更快
- C. 在轮船船体四周镶嵌锌块保护船体不受腐蚀的方法叫阴极电化学保护法
- D. 不锈钢有较强的抗腐蚀能力是因为在钢铁表面镀上了铬

解析 A. 黄铜是锌和铜的合金,锌比铜的化学性质活泼,与铜相比它更易与空气中的氧气反应,而阻碍了铜在空气中的缓慢氧化,故A错误;B. 镀层破损后,镀锡铁中,金属铁为负极,易被腐蚀,镀锌铁中,金属铁是正极,被保护,故B正确;C. 被保护的金属作原电池正极,应该选取比铁活泼的金属作原电池负极,一般在轮船身上装有一定数量的锌,故C错误;D. 不锈钢是添加如镍、锰、钼等元素冶炼而成的合金,故D错误。答案:B

例4 如图1装置中,U形管内为红墨水,a、b试管内分别盛有食盐水和氯化铵溶液,各加入生铁块,放置一段时间。下列有关描述错误的是()。

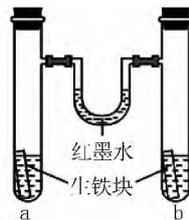


图1

- A. 生铁块中的碳是原电池的正极
- B. 红墨水柱两边的液面变为左低右高
- C. 两试管中相同的电极反应式是 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
- D. a试管中发生了吸氧腐蚀,b试管中发生了析氢腐蚀

解析 a为中性环境,发生吸氧腐蚀,氧气被消耗,气体压强减小;b中酸性较强,发生析氢腐蚀,有氢气放出,气体压强增大,所以红墨水柱两边的液面变为左高右低,故B项错。答案:B

三、吸氧腐蚀

(1) 条件: 水膜酸性很弱或呈中性

(2) 电极反应式: 负极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$; 正极: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$; 总反应式: $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。

(3) 铁锈的形成: $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (铁锈) + $(3-x)\text{H}_2\text{O}$ 。

例5 根据图2,下列判断中正确的是(多选)().

- A. 烧杯 a 中的溶液 pH 升高
- B. 烧杯 b 中发生氧化反应
- C. 烧杯 a 中发生的反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$
- D. 烧杯 b 中发生的反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2$

解析 该原电池的实质是金属锌的吸氧腐蚀, 负极电极反应式(b 烧杯中) 为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$, 正极电极反应式(a 烧杯中) 为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$. 答案: AB

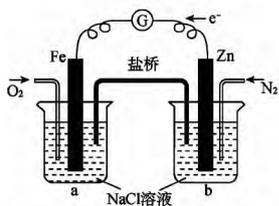


图2



图3

例6 图3 实验为研究金属腐蚀的实验. 下列相关说法正确的是().

- A. 食盐水中会有气泡逸出
- B. 铁表面的反应为 $\text{Fe} - 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$
- C. 红色首先在食盐水滴的中心出现
- D. 该实验研究的是金属的吸氧腐蚀

解析 由于电解质溶液为中性, 因此属于吸氧腐蚀, D 项正确; 图像中铁为负极, 发生的反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$, B 项错误; 正极为碳, 电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, 即碳附近溶液显碱性, 首先变红, C 项错误; 反应整个过程中没有气体生成, 因此 A 项错误. 答案: D

四、金属的防护

(1) 电化学防护:

①牺牲阳极的阴极保护法——原电池原理: a. 负极: 比被保护金属活泼的金属; b. 正极: 被保护的金属设备. ②外加电流的阴极保护法——电解原理: a. 阴极: 被保护的金属设备; b. 阳极: 惰性金属.

(2) 改变金属的内部结构, 如制成合金、不锈钢等.

(3) 加防护层, 在金属表面喷漆、涂油脂、电镀、喷镀或表面钝化等方法.

例7 下列有关钢铁腐蚀与防护的说法正确的是().

- A. 钢管与电源正极连接, 钢管可被保护
- B. 铁遇浓硝酸表面钝化, 可保护内部不被腐蚀
- C. 钢管与铜管露天堆放在一起时, 钢管不易被腐蚀
- D. 钢铁发生析氢腐蚀时, 负极反应是 $\text{Fe} - 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$

$\rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$

解析 在外加电流的阴极保护法中, 被保护的金属部件与电源的负极相连; 钢管与铜管露天放在一起时, 铁与铜易发生原电池反应, 铁容易被腐蚀; 钢铁发生析氢腐蚀负极反应是 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$. 答案: B

例8 下列金属防腐的措施中, 使用外加电流的阴极保护法的是().

- A. 水中的钢闸门连接电源的负极
- B. 金属护栏表面涂漆
- C. 汽车底盘喷涂高分子膜
- D. 地下钢管连接镁块

解析 A. 水中的钢闸门连接电源的负极, 即使用了外加电流, 正确. B. 金属护栏表面涂漆, 是一种使用外加涂层而使金属隔绝空气和水分的保护方法. C. 汽车底盘喷涂高分子膜, 也是一种使用外加涂层而使金属隔绝空气和水分的保护方法. D. 地下钢管连接镁块, 是牺牲阳极的阴极保护法. 答案: A

五、判断金属腐蚀快慢的规律

(1) 对同一电解质溶液来说, 腐蚀速率的快慢: 电解原理引起的腐蚀 > 原电池原理引起的腐蚀 > 化学腐蚀 > 有防腐措施的腐蚀.

(2) 对同一金属来说, 在不同溶液中腐蚀速率的快慢: 强电解质溶液中 > 弱电解质溶液中 > 非电解质溶液中.

(3) 活动性不同的两种金属, 活动性差别越大, 腐蚀越快.

(4) 对同一种电解质溶液来说, 电解质浓度越大, 金属腐蚀越快.

例9 结合图4 判断, 下列叙述正确的是().

- A. ①中铁的腐蚀被加速
- B. ①和②中负极反应均是 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$
- C. ②中碳棒上反应是 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$
- D. ①为钢铁的析氢腐蚀, ②为钢铁的吸氧腐蚀

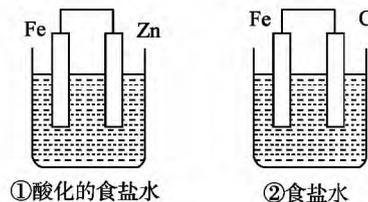


图4

解析 装置①和②都是原电池, ①中锌是负极, 电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$, 铁为正极, 电极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, 锌被腐蚀, 铁被保护, 为锌的吸氧腐蚀; ②中铁是负极, 电极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$.

$-2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$, 碳棒为正极, 电极反应为: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$, 为钢铁的吸氧腐蚀. 答案: C

例 10 如图 5, 下列与金属腐蚀有关的说法正确的是().

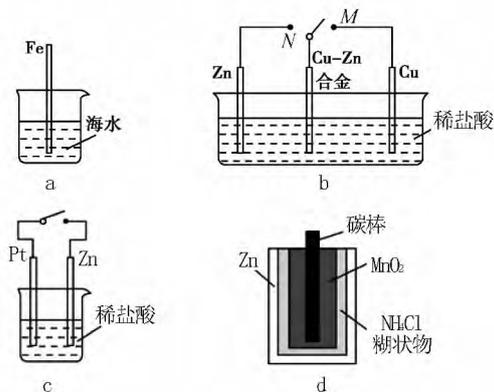


图 5

A. a 中, 插入海水中的铁棒, 越靠近底端腐蚀越严重

B. b 中, 开关由 M 改置于 N 时, Cu - Zn 合金的腐蚀速率减小

C. c 中, 接通开关时 Zn 腐蚀速率增大, Zn 上放出气体的速率也增大

D. d 中, Zn - MnO₂ 干电池自放电腐蚀主要是由 MnO₂ 的氧化作用引起的

解析 A 项, 因液面处氧气的浓度大且与海水接触, 故在液面处铁棒腐蚀最严重; C 项, 接通开关后形成原电池, Zn 的腐蚀速率增大, H⁺ 在 Pt 电极上放电产生 H₂; D 项, 干电池自放电腐蚀是 NH₄Cl 产生的 H⁺ 的氧化作用引起的. 答案: B

跟踪训练: 1. 钢铁生锈过程发生如下反应:

- ① $2Fe + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Fe(OH)_2$;
- ② $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_3$;
- ③ $2Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe_2O_3 + 3H_2O$.

下列说法正确的是().

- A. 反应①、②中电子转移数目相等
- B. 反应①中氧化剂是氧气和水
- C. 与铜质水龙头连接处的钢质水管不易发生腐蚀
- D. 钢铁在潮湿的空气中不能发生电化学腐蚀

2. 结合图 6 判断, 下列叙述正确的是().

- A. I 和 II 中正极均被保护
- B. I 和 II 中负极反应均是 $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$
- C. I 和 II 中正极反应均是 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$

D. I 和 II 中分别加入少量 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液, 均有蓝色沉淀

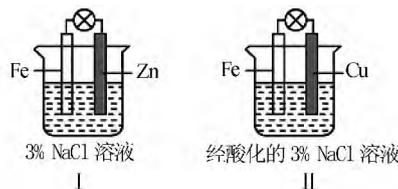


图 6

3. 一定条件下, 碳钢腐蚀与溶液 pH 的关系如下:

pH	2	4	6	6.5	8	13.5	14
腐蚀快慢	较快	慢	较快				
主要产物	Fe ²⁺	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃	FeO ₂ ⁻			

下列说法不正确的是().

- A. 在 pH < 4 溶液中, 碳钢主要发生析氢腐蚀
- B. 在 pH > 6 溶液中, 碳钢主要发生吸氧腐蚀
- C. 在 pH > 14 溶液中, 碳钢腐蚀的正极反应为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$
- D. 在煮沸除氧气后的碱性溶液中, 碳钢腐蚀速率会减缓

跟踪训练答案: 1. A 解析 反应① $2Fe + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Fe(OH)_2$ 中的氧化剂是 O₂, 1 mol O₂ 在反应中得到 4 mol 电子, 同样在反应② $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_3$ 中氧化剂也是 O₂, 而且两个反应中氧气的系数都是 1, 因此得到的电子均是 4 mol, 故 A 选项正确; B 选项错误; 钢质水管与铜质水龙头连接后形成原电池, 其中钢质水管做负极被腐蚀, 故 C 选项错误; 钢铁在潮湿的空气中容易发生电化学腐蚀, 而且主要是发生吸氧腐蚀, 因此 D 选项错误.

2. A 解析 在原电池中活泼金属为负极, 失电子被氧化, 不活泼金属作正极被保护, A 项正确; I 中锌为负极, 失电子被氧化, B 项错误; II 中为酸性电解液, 不能生成 OH⁻, C 项错误; 亚铁离子与 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 生成蓝色沉淀, I 中无亚铁离子生成, 故无蓝色沉淀, D 项错误.

3. C 解析 A. 在 pH < 4 溶液中, 碳钢主要发生析氢腐蚀, 负极电极反应式为: $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$, 正极上电极反应式为: $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$, 故 A 正确; B. 在 pH > 6 溶液中, 碳钢主要发生吸氧腐蚀, 负极电极反应式为: $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$, 正极上电极反应式为: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$, 故 B 正确; C. 在 pH > 14 溶液中, 碳钢腐蚀的正极反应 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$, 故 C 错误; D. 在煮沸除氧气后的碱性溶液中, 正极上氧气生成氢氧根离子速率减小, 所以碳钢腐蚀速率会减缓, 故 D 正确. (收稿日期: 2015 - 04 - 10)