

原电池电极反应书写

一、书写技巧(三步法): 以“甲醇——氧气——KOH 溶液”为例

任何一个电极反应一定遵循三个守恒: ①得失电子守恒; ②电荷守恒; ③原子守恒(质量守恒), 接下来我们就按照这三步走来书写电极反应(切记: 按顺序写)

得电子 $\xrightarrow{+me^-}$ 电荷数 $-m$

1、得失电子守恒:

失电子 $\xrightarrow{-ne^-}$ 电荷数 $+n$

负极: $\text{CH}_3\text{OH} - 6e^- - \text{CO}_3^{2-}$

(CH_3OH 变成 CO_3^{2-} 失去 6 个电子, 此时左边电荷数为 +6, 右边电荷数为 -2, 电荷不守恒)

正极: $\text{O}_2 + 4e^- -$

(O_2 到底是变成了 OH^- 还是 H_2O , 不清楚, 但一定是得到 4 个电子, 此时左边电荷数为 -4, 右边电荷数为 0, 电荷也不守恒)

2、电荷守恒: 电极反应左、右两边的正电荷和负电荷数相等

根据第一步得失、电子守恒, 正、负极电荷明显不守恒, 接下来要寻找电解质溶液的性质(酸碱性), 本题是 KOH 溶液, 为碱性, 平衡电荷应为 OH^-

负极: $\text{CH}_3\text{OH} - 6e^- + \boxed{8\text{OH}^-} - \text{CO}_3^{2-}$

(左边电荷数为 +6, 右边电荷数为 -2, 因此左边配 8 个 OH^- 才能满足电荷守恒)

正极: $\text{O}_2 + 4e^- + \boxed{4\text{OH}^-}$

(左边电荷数为 -4, 右边电荷数为 0, 因此右边配 4 个 OH^- 才能满足电荷守恒)

3、原子守恒(质量守恒): 电极反应两边同种原子的原子个数相等

负极: $\text{CH}_3\text{OH} - 6e^- + 8\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \boxed{6\text{H}_2\text{O}}$

(负极电荷已经守恒, 但原子不守恒, 因此右边配 6 H_2O)

正极: $\text{O}_2 + 4e^- + 2\boxed{\text{H}_2\text{O}} = 4\text{OH}^-$

(正极电荷已经守恒, 但原子不守恒, 因此左边配 2 H_2O)

常见规律: 若为酸性介质, 先补 H^+ , 另一边补 H_2O ; 若为碱性介质, 先补 OH^- , 另一边补 H_2O

【注意】①该法书写电极是各写各的电极, 因此正负极电子数可能不相等, 所以最后再用最小公倍数写出总方程式

②碱性溶液反应物、生成物中均无 H^+ , 酸性溶液反应物、生成物中均无 OH^- , 中性溶液反应物中无 H^+ 和 OH^-

③水溶液中不能出现 O^{2-}

④有机物中化合价处理方法: “氧 -2, 氢 +1, 最后算碳化合价”, 并且要注意溶液环境与产物之间的反应, 碱性环境下, C 元素最终产物应为 CO_3^{2-}

二、常见燃料电池的电极反应书写

(1) 氢氧燃料电池 (金属铂 Pt 或石墨做电极材料)

①酸性介质(如 H_2SO_4), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

(2) 甲烷燃料电池

①酸性介质(如 H_2SO_4), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

③熔融碳酸盐(如熔融 K_2CO_3)环境下: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

④固体电解质(高温下能传导 O^{2-}): 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

(3) 甲醇燃料电池

①酸性介质(如 H_2SO_4), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

③熔融碳酸盐(如熔融 K_2CO_3)环境下: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

④固体电解质(高温下能传导 O^{2-}): 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

(4) 乙烷燃料电池

①酸性介质(如 H_2SO_4), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

③熔融碳酸盐(如熔融 K_2CO_3)环境下: 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

④固体电解质(高温下能传导 O^{2-}): 负极: _____; 正极: _____

总反应: _____

(5)丙烷燃料电池

- ①酸性介质(如 H₂SO₄), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ③熔融碳酸盐(如熔融 K₂CO₃)环境下: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ④固体电解质(高温下能传导 O²⁻): 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____

(6)乙醇(二甲醚)燃料电池

- ①酸性介质(如 H₂SO₄), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ③熔融碳酸盐(如熔融 K₂CO₃)环境下: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ④固体电解质(高温下能传导 O²⁻): 负极: _____; 正极: _____

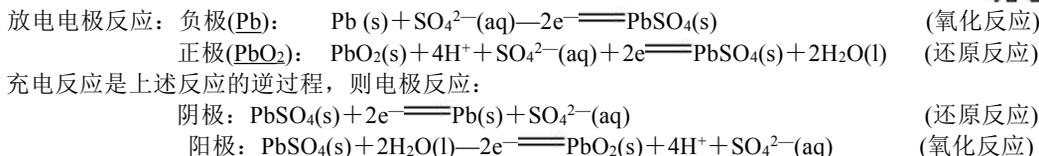
(7)CO 燃料电池

- ①酸性介质(如 H₂SO₄), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ③熔融碳酸盐(如熔融 K₂CO₃)环境下: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ④固体电解质(高温下能传导 O²⁻): 负极: _____; 正极: _____

(8)肼燃料电池

- ①酸性介质(如 H₂SO₄), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- ②碱性介质(如 KOH), 电极反应: 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____

三、可充电电池的反应规律(二次电池): 铅蓄电池总反应为: $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \xrightleftharpoons[充电]{放电} 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$



- 规律:** ①可充电电池有充电和放电两个过程, 放电时是原电池反应, 充电时是电解池反应
 ②放电时的负极反应和充电时的阴极反应、放电时的正极反应和充电时的阳极反应在形式上互逆。将负(正)极反应式变方向并将电子移向即得出阴(阳)极反应式
 ③放电总反应和充电总反应在形式上互逆(但不是可逆反应)
 ④二次电池充电时原负极必然要发生还原反应(生成原来消耗的物质), 即作阴极, 连接外接电源的负极; 同理, 原正极连接电源的正极, 作阳极。简记为: **负连负, 正连正**

【练习 1】

1、已知某镍镉电池的电解质溶液为 KOH 溶液, 其充、放电按下式进行: $Cd + 2NiOOH + 2H_2O \xrightleftharpoons[充电]{放电} Cd(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$ 。请

- 回答下列问题:
 (1)放电时, 负极反应式为 _____, 正极反应式为 _____
 (2)充电时, 阴极反应式为 _____, 阳极反应式为 _____
 (3)放电时, K⁺向 _____ 极迁移, 负极的溶液 pH 的变化为 _____
 (4)充电时, 镍镉电池的负极应与外接电源的 _____ 极相连

2、用吸收 H₂ 后的稀土储氢合金作为电池负极材料(用 MH 表示), NiO(OH) 作为电池正极材料, KOH 溶液作为电解质溶液, 可制得高容量、长寿命的镍氢电池。电池充放电时的总反应为: $NiO(OH) + MH \xrightleftharpoons[充电]{放电} Ni(OH)_2 + M$

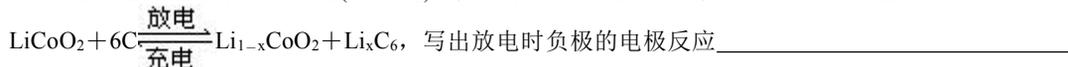
电池放电时, 负极的电极反应式为 _____
 充电时, 阳极反应式为 _____

四、几个重要电极反应书写

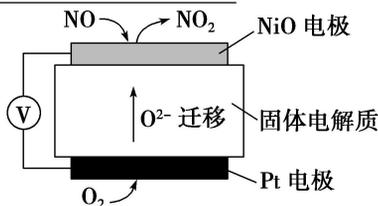
- (1)Al—Mg (NaOH 溶液): 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- (2)Al—Cu (稀硝酸): 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- (3)Al—Cu (浓硝酸): 负极: _____; 正极: _____
总反应: _____
- (4)Fe—Si (NaOH 溶液): 负极: _____; 正极: _____

【课后作业】

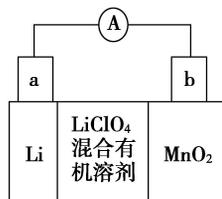
- 酸性锌锰干电池是一种一次性电池，外壳为金属锌，中间是碳棒，其周围是由碳粉、 MnO_2 、 $ZnCl_2$ 和 NH_4Cl 等组成的糊状填充物。该电池放电过程产生 $MnOOH$ 。回收处理该废电池可得到多种化工原料。该电池的正极反应式为_____，电池反应的离子方程式为_____
- 与 MnO_2-Zn 电池类似， K_2FeO_4-Zn 也可以组成碱性电池， K_2FeO_4 在电池中作为正极材料，其电极反应式为_____，该电池总反应的离子方程式为_____
- 二甲醚(CH_3OCH_3)直接燃料电池具有启动快、效率高等优点，其能量密度高于甲醇直接燃料电池($5.93 kW \cdot h \cdot kg^{-1}$)。若电解质为酸性，二甲醚直接燃料电池的负极反应为_____
- 钴酸锂电池的正极采用钴酸锂($LiCoO_2$)，负极采用金属锂和碳的复合材料，该电池充放电时的总反应式：



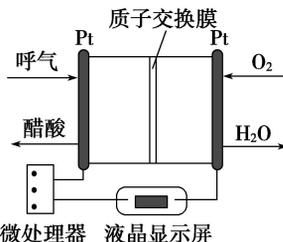
- 一种以肼(N_2H_4)为液体燃料的电池装置如图所示。该电池用空气中的氧气作氧化剂， KOH 作电解质。负极反应式为_____，正极反应式为_____
- NO_x 是汽车尾气中的主要污染物之一。通过 NO_x 传感器可监测 NO_x 的含量，其工作原理示意图如下：
 - Pt 电极上发生的是_____反应(填“氧化”或“还原”)
 - 写出 NiO 电极的电极反应式：_____



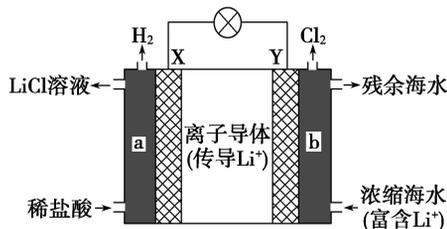
- 由于锂密度小，活动性强，是制造电池的理想物质。锂锰电池的体积小，性能优良，是常用的一次电池。该电池反应原理如图所示，其中电解质 $LiClO_4$ 溶于混合有机溶剂中， Li^+ 通过电解质迁移入 MnO_2 晶格中，生成 $LiMnO_2$ 。
 - 外电路的电流方向是由_____极流向_____极(填字母)
 - 电池负极反应式为_____，正极反应式为_____



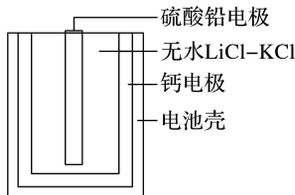
- 如图所示是一种酸性燃料电池酒精检测仪，具有自动吹气流量侦测与控制的功能，非常适合进行现场酒精检测。负极反应式为_____，正极反应式为_____



- 浓差电池中的电动势是由于电池中存在浓度差而产生的。某浓差电池的原理如图所示，该电池从浓缩海水中提取 $LiCl$ 的同时又获得了电能。
 - X 为_____极，Y 电极反应式为_____
 - Y 极生成 1 mol Cl_2 时，_____ mol Li^+ 移向_____极(填 X 或 Y)

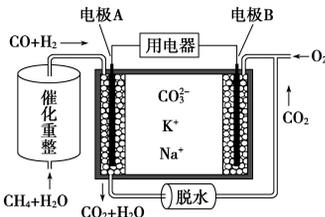


- $PbSO_4$ 热激活电池可用作火箭、导弹的工作电源。基本结构如图所示，其中作为电解质的无水 $LiCl-KCl$ 混合物受热熔融后，电池即可瞬间输出电能。该电池总反应为 $PbSO_4 + 2LiCl + Ca = CaCl_2 + Li_2SO_4 + Pb$ 。负极反应式为_____

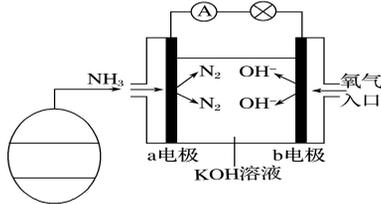


11、一种熔融碳酸盐燃料电池原理示意图如图所示。

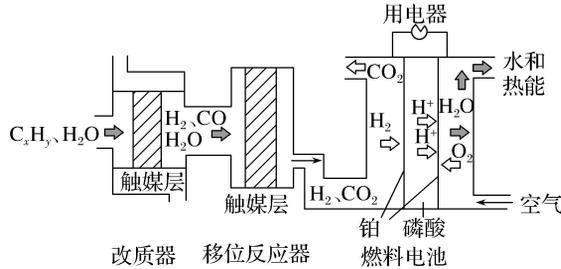
- ①电极 A 为_____极, CO 和 H₂ 按体积比 1 : 1 发生的电极反应式为_____
- ②电极 B 的反应式为_____
- ③CO₃²⁻向_____极迁移(填 A 或 B)



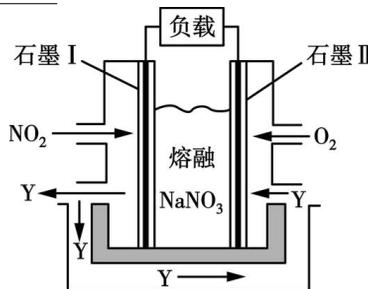
12、氨氧燃料电池具有很大的发展潜力。氨氧燃料电池工作原理如下图所示。a 电极的电极反应式是_____



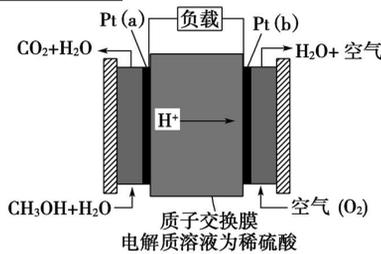
13、磷酸燃料电池是目前较为成熟的燃料电池之一，其基本组成及反应原理如图所示，该电池正极的电极反应为_____



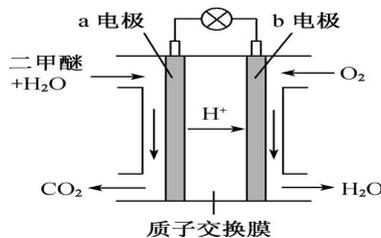
14、以 NO₂、O₂、熔融 NaNO₃ 组成的燃料电池装置如下图所示，在使用过程中石墨 I 电极反应生成一种氧化物 Y，则该电极的电极反应式为_____



15、近几年开发的甲醇燃料电池是采用铂作电极，电池中的质子交换膜只允许质子和水分子通过。其工作原理的示意图如下，Pt(a) 电极是电池的_____极, 电极反应式为_____，Pt(b) 电极发生_____ (填“氧化”或“还原”) 反应, 电极反应式为_____，电池的总反应式为_____

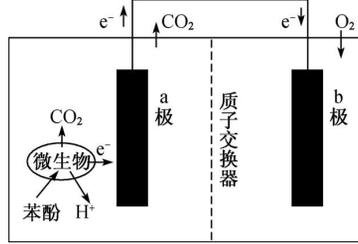


16、下图为绿色电源“二甲醚燃料电池”的工作原理示意图 (a、b 均为多孔性 Pt 电极)。b 电极是_____ (填“正”或“负”) 极, a 电极上的电极反应式为_____

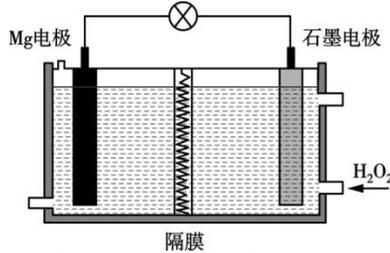


17、以 Al 和 NiO(OH) 为电极, NaOH 溶液为电解液组成一种新型电池, 放电时 NiO(OH) 转化为 Ni(OH)₂, 该电池反应的化学方程式是_____

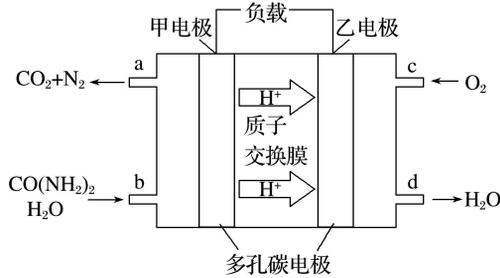
18、下图是利用微生物燃料电池处理工业含酚废水的原理示意图, 电极 a 附近发生的反应是_____



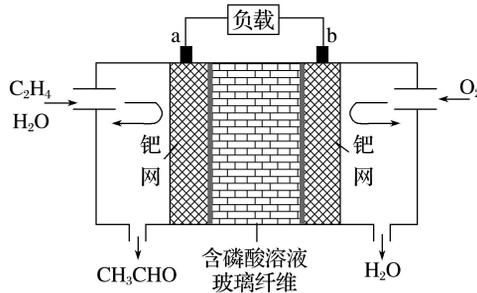
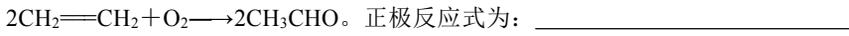
19、Mg-H₂O₂电池可用于驱动无人驾驶的潜航器。该电池以海水为电解质溶液（碱性），示意图如下，H₂O₂在石墨电极上发生的电极反应式为_____



20、化学家正在研究尿素动力燃料电池, 尿液也能发电。用这种电池直接去除城市废水中的尿素, 既能产生净化的水, 又能发电, 尿素燃料电池结构如图所示, 甲电极反应式为: _____。

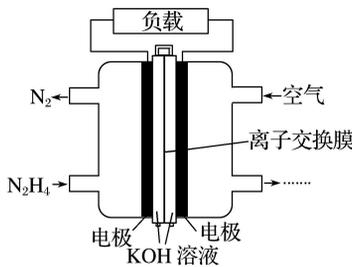


21、乙烯催化氧化成乙醛可设计成如下图所示的燃料电池, 能在制备乙醛的同时获得电能, 其总反应:



22、“神舟 7 号”宇宙飞船的能量部分来自太阳能电池, 另外内部还配有高效的 MCPC 型燃料电池, 该电池可同时供电和水蒸气, 所用燃料为氢气, 电解质为熔融的碳酸钾, 已知该电池的总反应为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, 正极反应式为_____

23、液体燃料电池相比于气体燃料电池具有体积小, 无需气体存储装置等优点。一种以肼(N₂H₄)为燃料的电池装置如图所示。该电池用空气中的氧气作为氧化剂, KOH 作为电解质。负极发生的电极反应式为: _____



【原电池电极反应书写】答案

【练习1】

- 1、(1) $\text{Cd} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Cd}(\text{OH})_2$ $2\text{NiOOH} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$
 (2) $\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- = \text{Cd} + 2\text{OH}^-$ $2\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{NiOOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (3) 正 减小 (4) 负



[解析] 负极实际上是稀土储氢合金吸附的 H_2 失去电子生成 H^+ , H^+ 再与 OH^- 结合生成 H_2O , 所以负极的电极反应式为 $\text{MH} - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{M} + \text{H}_2\text{O}$ 。充电时阳极发生氧化反应, 反应式为 $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiO}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O}$ 。

【课后作业】

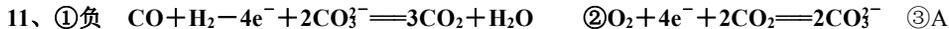
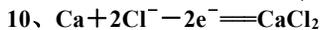
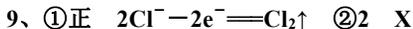
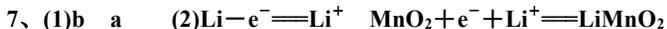
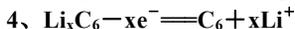
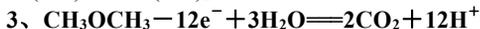


[解析] ①根据酸性锌锰干电池的构造可知, 放电时, 负极 Zn 失去电子生成 Zn^{2+} , 正极 MnO_2 得到电子生成 MnOOH , 从而可写出正极和负极的电极反应式, 然后在遵循电子守恒的前提下将两极反应式加合可得电池反应的离子方程式。②电池工作 5 分钟, 通过的电量 $Q = It = 0.5 \text{ A} \times 5 \text{ min} \times 60 \text{ s/min} = 150 \text{ C}$, 因此通过电子的物质的量 $n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{150 \text{ C}}{96500 \text{ C/mol}} \approx 1.554 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则理论

消耗 Zn 的质量是 $m(\text{Zn}) = \frac{1.554 \times 10^{-3} \text{ mol}}{2} \times 65 \text{ g/mol} \approx 0.05 \text{ g}$ 。



[解析] K_2FeO_4 -Zn 组成碱性电池, K_2FeO_4 在电池中作为正极材料, FeO_4^{2-} 中 +6 价铁元素被还原为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中 +3 价铁元素, 其电极反应式为 $\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$; 书写总反应的离子方程式时, 关键是抓住 Fe 和 Zn 的存在形式分别是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Zn}(\text{OH})_2$



[解析] (1) 由题意可得: $\text{CH}_3\text{OCH}_3 - 12\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+$, 1 个 CH_3OCH_3 产生 12 个电子。

(2) CO 、 H_2 为燃料, 在负极上反应。

