

## 第2课时 化学电源

1. 知道干电池、充电电池、燃料电池等发展中的化学电源的特点。
2. 能正确书写简单化学电源的电极反应式。
3. 了解研制新型电池的重要性。

学习目标

核心素养

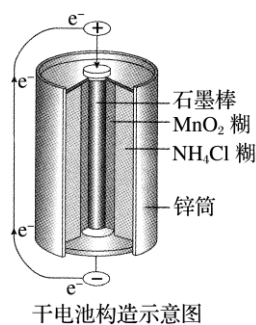
1. 宏观辨识与微观探析：会分析物质化学变化中的能量变化与物质微观结构的关系。
2. 模型认知：能利用原电池工作原理分析常见的化学电源。

### 新知导学

启迪思维 探究规律

#### 一、常见的化学电源

##### 1. 锌锰干电池



干电池构造示意图

##### (1) 结构

锌锰干电池是以锌筒为\_\_\_极，石墨棒为\_\_\_极，在石墨棒周围填充糊状的  $\text{MnO}_2$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  作\_\_\_\_\_。

##### (2) 原理

锌锰电池是一次性电池，放电之后不能充电，内部的氧化还原反应是不可逆的。

##### (3) 电极反应

负极发生的电极反应为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ，正极发生的电极反应为  $2\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{e}^- = \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

##### (4) 缺陷与改进措施

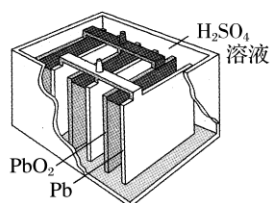
锌锰干电池电量小，而且在放电过程中容易发生气胀或漏液，会导致电器设备的腐蚀。

改进措施：①在外壳套上防腐金属筒或塑料筒制成防漏电池；②将电池内的电解质  $\text{NH}_4\text{Cl}$  换成湿的  $\text{KOH}$ ，并在构造上进行改进，制成碱性锌锰电池。

##### 2. 充电电池

(1) 充电电池又称二次电池。其能量的转化关系是化学能  $\xrightarrow{\text{放电}}$  电能  $\xrightarrow{\text{充电}}$  化学能。

(2) 常见的充电电池



铅蓄电池构造示意图

### ①铅蓄电池

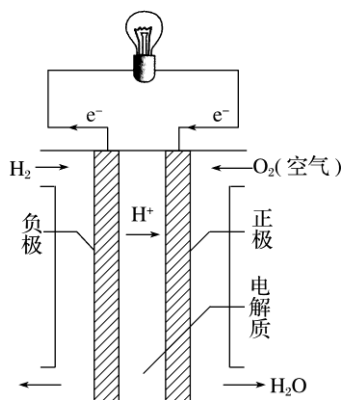
常作汽车电瓶，电压稳定，使用方便安全。负极材料是\_\_\_，正极材料是\_\_\_，电解质溶液是\_\_\_\_\_。

### ②镍镉电池

以 Cd 为负极，NiO(OH)为正极，以 KOH 为电解质，寿命比铅蓄电池长，但镉是致癌物质，废弃的镍镉电池如不回收，会严重污染环境。

③碱金属中的 Li 是最轻的金属，活动性极强，是制造电池的理想物质。锂离子电池是新一代可充电的绿色电池。

## 3. 燃料电池



氢氧燃料电池构造示意图

(1)燃料电池是通过燃料气体与氧气分别在两个电极上发生氧化、还原反应，将化学能直接转化为电能的装置。

(2)燃料电池与火力发电相比，其燃料的利用率高、能量转化率高。与干电池或者蓄电池的主要差别在于反应物不是储存在电池内部，而是由外设装备提供燃料和氧化剂等。

(3)以 30% 的 KOH 溶液为电解质溶液的氢氧燃料电池的电极反应如下：

负极： $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$  (氧化反应)；

正极： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$  (还原反应)；

总反应： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 。

### ■ 归纳总结 ■

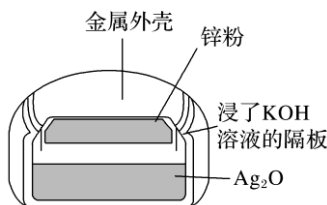
#### 从电极反应认识化学电池类型

(1)活泼金属作负极，被腐蚀或消耗，发生氧化反应，如锌锰干电池。

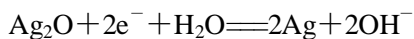
(2)两电极都参加反应,如铅蓄电池。

(3)两电极均为惰性电极,电极本身不发生反应,而是由引入到两极上的物质发生反应,如燃料电池。

**【例 1】** 银锌纽扣电池的构造如图所示。其电池反应方程式为:  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Ag} + \text{Zn}(\text{OH})_2$ 。下列说法正确的是( )



- A. 锌粉为正极
- B.  $\text{Ag}_2\text{O}$  发生氧化反应
- C. 电池工作时,电子从锌粉经  $\text{KOH}$  溶液流向  $\text{Ag}_2\text{O}$
- D. 正极的电极反应式为:



**【例 2】** 汽车的启动电源常用铅蓄电池,其放电时的原电池反应如下:  $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , 根据此反应判断,下列叙述中正确的是( )

- A.  $\text{Pb}$  是正极
- B.  $\text{PbO}_2$  得电子,被氧化
- C. 负极反应是  $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4$
- D. 电池放电时,溶液的酸性增强

### 思维启迪

二次电池的放电、充电是相反的过程,如铅蓄电池放电时,  $\text{Pb}$  电极上发生氧化反应,充电时  $\text{Pb}$  电极上发生还原反应,  $\text{PbO}_2$  电极亦是如此。

## 二、电池中电极反应式的书写

### 1. 充电电池电极反应式的书写方法

- (1)先标出原电池总反应式电子转移的方向和数目,指出参与负极和正极反应的物质。
- (2)写出一个比较容易书写的电极反应式(书写时一定要注意电极产物是否与电解质溶液共存)。
- (3)在电子守恒的基础上,总反应式减去写出的电极反应式即得另一电极反应式。

**【例 3】** 铅蓄电池是化学电源,其电极材料分别是  $\text{Pb}$  和  $\text{PbO}_2$ , 电解液为稀硫酸。工作时该电池总反应式为  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。根据上述情况判断:

- (1)工作时,电解质溶液的  $\text{pH}$  \_\_\_\_\_(填“增大”“减小”或“不变”)。
- (2)工作时,电解质溶液中的阴离子移向 \_\_\_\_\_ 极。
- (3)电流方向从 \_\_\_\_\_ 极流向 \_\_\_\_\_ 极。

(4)写出负极的电极反应式：\_\_\_\_\_。

(5)当铅蓄电池向外电路提供 1 mol 电子时，理论上负极板的质量增加\_\_\_\_\_ g。

## 2. 燃料电池电极反应式的书写方法

(1)写出电池总反应式。燃料电池的总反应与燃料的燃烧反应一致，若产物能和电解质反应则总反应为加合后的反应。甲烷燃料电池(电解质溶液为 NaOH 溶液)的总反应为  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)写出电池的正极反应式。

根据燃料电池的特点，一般在正极上发生还原反应的物质都是  $\text{O}_2$ ，随着电解质溶液的不同，其电极反应有所不同，其实，我们只要熟记以下两种情况：

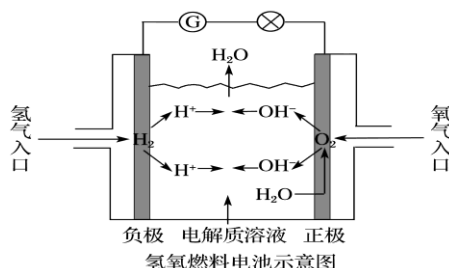
①酸性电解质溶液环境下的电极反应式： $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。

②碱性电解质溶液环境下的电极反应式： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ 。

(3)根据电池总反应式和正极反应式写出电池的负极反应式。

**【例 4】** 如图所示，可形成氢氧燃料电池。通常氢氧燃料电池有酸式(当电解质溶液为硫酸时)和碱式[当电解质溶液为 NaOH(aq)或 KOH(aq)时]两种。

试回答下列问题：



(1)酸式电池的电极反应：负极：\_\_\_\_\_，

正极：\_\_\_\_\_；

电池总反应：\_\_\_\_\_；

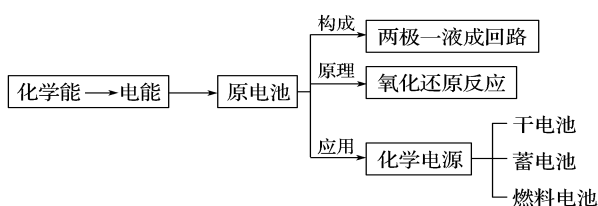
电解质溶液 pH 的变化为\_\_\_\_\_ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(2)碱式电池的电极反应：负极：\_\_\_\_\_，

正极：\_\_\_\_\_；电池总反应：\_\_\_\_\_；

电解质溶液 pH 的变化为\_\_\_\_\_ (填“变大”“变小”或“不变”)。

## ● 学习小结

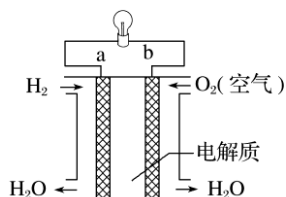


1. 下列几种化学电池中, 不属于可充电电池的是( )
- A. 碱性锌锰电池                      B. 手机用锂电池
- C. 汽车用铅蓄电池                    D. 玩具用镍氢电池

2. 下列有关锌锰干电池的说法中正确的是( )

- A. 锌外壳是负极, 石墨碳棒是正极材料
- B. 在外电路中电子从碳棒流向锌外壳
- C. 电流从锌流到碳棒上
- D. 在电池内部阳离子从碳棒向锌片移动

3. 某燃料电池如图所示, 两电极 A、B 材料都是石墨, 下列说法不正确的是( )



- A. 氧气在正极发生还原反应
- B. 若电解质为氢氧化钠溶液, 则负极反应式为  

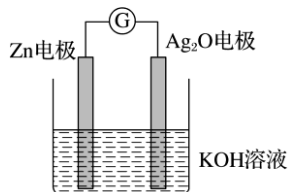
$$\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$$
- C. 电子由电极 a 流经电解液到电极 b
- D. 若正极消耗的气体质量为 4 g, 则转移的电子的物质的量为 0.5 mol

4. 茫茫黑夜中, 航标灯为航海员指明了方向。航标灯的电源必须长效、稳定。我国科技工作者研制出以铝合金、Pt—Fe 合金网为电极材料的海水电池。在这种电池中( )

- ①铝合金是负极 ②海水是电解质溶液 ③铝合金电极发生还原反应

- A. ①②    B. ②③    C. ①③    D. ①②③

5. 银锌电池是一种常见化学电源, 其反应原理:  $\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{Ag}$ 。其工作示意图如图所示。下列说法不正确的是( )



- A. Zn 电极是负极
- B.  $\text{Ag}_2\text{O}$  电极发生还原反应
- C. Zn 电极的电极反应式:  $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$
- D. 放电前后电解质溶液的 pH 保持不变

6. 据报道,最近摩托罗拉(MOTOROLA)公司研发了一种由甲醇和氧气以及强碱作电解质溶液的新型手机电池,电量是现用镍氢电池和锂电池的 10 倍,可连续使用 1 个月充电一次。假定放电过程中,甲醇完全反应产生的  $\text{CO}_2$  被充分吸收生成  $\text{CO}_3^{2-}$ 。

(1)该电池反应的负极反应式为\_\_\_\_\_。

(2)甲醇在\_\_\_\_\_(填“正”或“负”)极发生反应,电池在放电过程中溶液的 pH 将\_\_\_\_\_(填“降低”“上升”或“不变”)。

(3)最近,又有科学家制造出一种固体电解质的燃料电池,其效率更高。一个电极通入空气,另一电极通入汽油蒸气。其中固体电解质是掺杂了  $\text{Y}_2\text{O}_3$ (Y: 钇)的  $\text{ZrO}_2$ (Zr: 锆)固体,它在高温下能传导  $\text{O}^{2-}$ (其中氧化反应发生完全),以甲烷( $\text{CH}_4$ )代表汽油。

①电池的负极反应式为\_\_\_\_\_。

☑ 对点训练

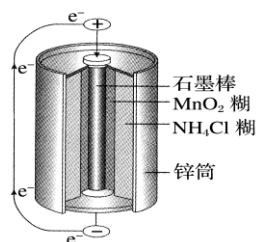
题组一 常见化学电源

1. 废电池处理不当不仅造成浪费,还会对环境造成严重污染,对人体健康也存在极大的危害。

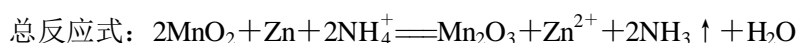
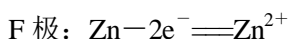
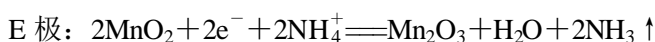
有同学想将其变废为宝,以下他的想法你认为不正确的是( )

- A. 把锌皮取下洗净用于实验室制取氢气
- B. 碳棒取出洗净用作电极
- C. 把铜帽取下洗净回收利用
- D. 电池内部填有  $\text{NH}_4\text{Cl}$  等化学物质,将废电池中的黑色糊状物作化肥用

2. 最早使用的化学电池是锌锰电池,即大家熟悉的干电池,其结构如图所示。



尽管这种电池的历史悠久,但对于它的化学过程人们尚未完全了解。一般认为,放电时,电池中的反应如下:



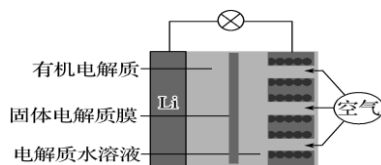
下列说法正确的是( )

- A. E 极是电池的正极,发生的是氧化反应
- B. F 极是电池的负极,发生的是氧化反应
- C. 从结构上分析,锌锰电池应属于可充电电池
- D. 锌锰电池内部发生的氧化还原反应是可逆的

3. 铅蓄电池的两极分别为  $\text{Pb}$ 、 $\text{PbO}_2$ ,电解质溶液为  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液,电池放电时的反应为  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,下列对电池放电时的分析正确的是( )

- A.  $\text{Pb}$  为正极被氧化
- B. 电子从  $\text{PbO}_2$  流向外电路
- C.  $\text{SO}_4^{2-}$  向  $\text{PbO}_2$  处移动
- D. 电解质溶液 pH 不断增大

4. 锂(Li)空气电池的工作原理如图所示,下列说法不正确的是( )



- A. 金属锂作负极, 发生氧化反应      B.  $\text{Li}^+$  通过有机电解质向水溶液处移动  
C. 正极的电极反应:  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{O}^{2-}$       D. 电池总反应:  $4\text{Li} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{LiOH}$

5. 下列关于化学电源的说法正确的是( )

- A. 干电池放电之后还能再充电  
B. 充电电池在放电和充电时都将化学能转化为电能  
C. 充电电池可以无限制地反复放电、充电  
D. 氢氧燃料电池是一种环境友好型电池

## 题组二 新型化学电源

6. 锂电池是一代新型高能电池, 它以质量轻、能量高而受到了普遍重视, 目前已研制成功多种锂电池。某种锂电池的总反应式为  $\text{Li} + \text{MnO}_2 = \text{LiMnO}_2$ , 下列说法正确的是( )

- A. Li 是正极, 电极反应为  $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$   
B. Li 是负极, 电极反应为  $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$   
C.  $\text{MnO}_2$  是负极, 电极反应为  $\text{MnO}_2 + \text{e}^- = \text{MnO}_2^-$   
D. Li 是负极, 电极反应为  $\text{Li} - 2\text{e}^- = \text{Li}^{2+}$

7. 鱼雷采用  $\text{Al}-\text{Ag}_2\text{O}$  动力电池, 以溶有氢氧化钾的流动海水为电解液, 电池反应为  $2\text{Al} + 3\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{KOH} = 6\text{Ag} + 2\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 下列说法错误的是( )

- A.  $\text{Ag}_2\text{O}$  为电池的正极      B. Al 在电池反应中被氧化  
C. 电子由  $\text{Ag}_2\text{O}$  极经外电路流向 Al 极      D. 溶液中的  $\text{OH}^-$  向 Al 极迁移

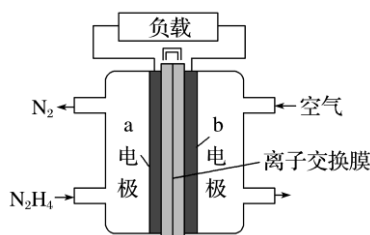
8. 镍镉( $\text{Ni}-\text{Cd}$ )可充电电池可以发生如下反应:  $\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2 \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Cd} + 2\text{NiO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O}$ , 由此可知, 该电池的负极材料是( )

- A. Cd      B.  $\text{NiO}(\text{OH})$       C.  $\text{Cd}(\text{OH})_2$       D.  $\text{Ni}(\text{OH})_2$

9. 将铂电极放置在  $\text{KOH}$  溶液中, 然后分别向两极通入  $\text{CH}_4$  和  $\text{O}_2$ , 即产生电流, 称为甲烷燃料电池。已知甲烷燃料电池两个电极上的反应分别为  $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{O}_2 + 8\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{OH}^-$ 。下列有关说法中错误的是( )

- A.  $\text{CH}_4$  在负极上反应,  $\text{O}_2$  在正极上反应      B. 放电过程中电解质溶液的碱性减弱  
C. 此电池属于环境友好型电池      D. 此电池中化学能 100% 转化为电能

10. 液体燃料电池相比于气体燃料电池具有体积小等优点。一种以液态肼( $\text{N}_2\text{H}_4$ )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,  $\text{KOH}$  溶液作为电解质溶液。关于该电池的叙述正确的是( )





A. b 极发生氧化反应      B. a 极为该电池的正极

C. 放电时，电流从 a 极经过负载流向 b 极

D. a 极的反应式:  $\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

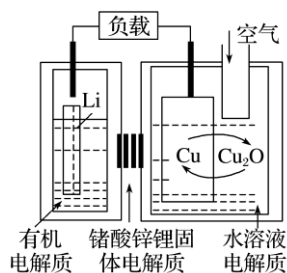
11. 据报道，锌电池可能将会取代目前广泛使用的铅蓄电池，因为锌电池容量更大，而且没有铅污染。其电池反应为  $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$ ，原料为锌粒、电解液和空气。则下列叙述正确的是( )

A. 锌为正极，空气进入负极反应      B. 负极反应为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$

C. 正极发生氧化反应

D. 电解液为强酸

12. 锂-铜空气燃料电池容量高、成本低，具有广阔的发展前景。该电池通过一种复杂的“铜腐蚀现象”产生电能，其放电过程为  $2\text{Li} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 2\text{Li}^+ + 2\text{OH}^-$ ，下列说法不正确的是( )



A. 放电时， $\text{Li}^+$ 透过固体电解质向 Cu 极移动

B. 放电时，电子从锂电极通过负载流向铜电极

C. 放电时，锂电极为负极，发生氧化反应

D. 用该电池电解饱和食盐水，每产生 1 mol 氯气( $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ )时，铜极质量改变 64 g

### 综合强化

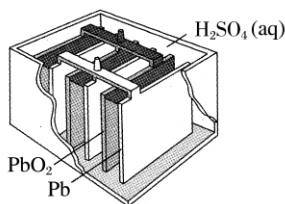
13. 研究人员研制出一种锂水电池，可作为鱼雷和潜艇的储备电源。该电池以金属锂和钢板为电极材料，以  $\text{LiOH}$  为电解质，使用时加入水即可放电。总反应为  $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(1)该电池的负极是\_\_\_\_\_，负极反应式是\_\_\_\_\_。

(2)正极现象是\_\_\_\_\_。

(3)放电时  $\text{OH}^-$  向\_\_\_\_\_ (填“正极”或“负极”)移动。

14. 目前汽车上使用的铅蓄电池如图所示，根据图示回答下列问题：

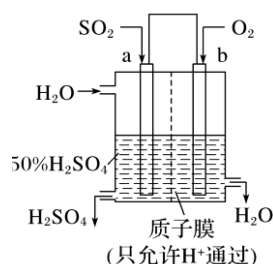


铅蓄电池的负极是\_\_\_\_\_，负极反应式是\_\_\_\_\_，铅蓄

电池的总反应式为  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，则正极反应式为\_\_\_\_\_。

放电过程中溶液的密度\_\_\_\_\_(填“增大”“减小”或“不变”)。

15. (1) 科研人员设想用如图所示装置生产硫酸。



① 上述生产硫酸的总反应方程式为\_\_\_\_\_，

b 是\_\_\_\_\_极，a 电极反应式为\_\_\_\_\_，

生产过程中  $\text{H}^+$  向\_\_\_\_\_(填“a”或“b”)电极区域运动。

② 该小组同学反思原电池的原理，其中观点正确的是\_\_\_\_\_(填字母)。

A. 原电池反应的过程中可能没有电子发生转移

B. 原电池装置需要两个活泼性不同的金属电极

C. 电极一定不能参加反应

D. 氧化反应和还原反应可以拆开在两极发生

(2) 若需将反应： $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$  设计成原电池装置，则负极材料为\_\_\_\_\_，电解质溶液为\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{CO}$  与  $\text{H}_2$  反应还可制备  $\text{CH}_3\text{OH}$ ， $\text{CH}_3\text{OH}$  可作为燃料使用，用  $\text{CH}_3\text{OH}$  和  $\text{O}_2$  组合形成的(质子交换膜只允许  $\text{H}^+$  通过)燃料电池的结构示意图如下：电池总反应为  $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，c 电极为\_\_\_\_\_(填“正极”或“负极”)，c 电极反应式为\_\_\_\_\_。

