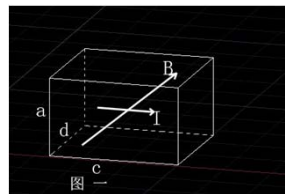


# 论霍尔效应在化学上的应用

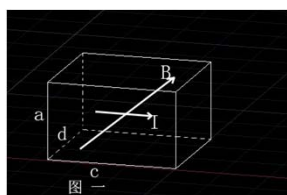
材料科学与工程系  
张文旭

## 霍尔效应的简单介绍



- 在外磁场中的载流导体除了受到安培力的作用以外，还会在与电流，外磁场垂直的方向上出现电荷分离而产生电势差或电场，这种效应被称为霍尔效应。

## 霍尔效应的简单介绍

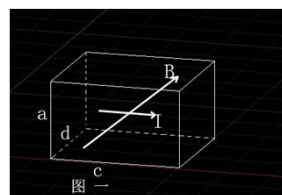


- 实验表明

$$U = R_H \frac{IB}{d}$$

其中  $R_H$  为霍尔系数。

## 霍尔效应的简单介绍



$$F_1 = qvB$$

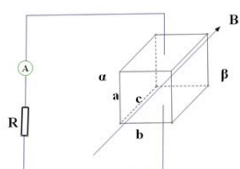
$$F_2 = qE = q \frac{U}{a}$$

$$F_1 = F_2$$

$$R_H = \frac{Ud}{IB} = \frac{1}{nq}$$

材料的霍尔系数仅与该材料的载流子浓度有关

## 测量污水的排放量的装置



$$qvB = qE \Rightarrow U = Bav$$

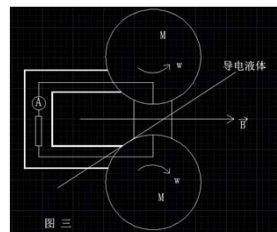
$$U = Ea$$

$$I = \frac{U}{R + R_1} = \frac{Bav}{\frac{a}{\sigma bc} + R}$$

$$v = \frac{(\frac{a}{\sigma bc} + R)I}{Ba}$$

$$V = vt = \frac{(\frac{a}{\sigma bc} + R)I}{Ba} t$$

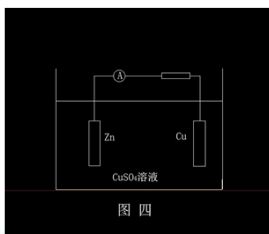
## 处理污水的仪器设计



- 其中M是两个固定着半径较大的滚轮，在外加电源的作用下M发生转动，当位于污水中的部分旋转出时，用水和毛刷实现自动清洗。

### 考虑该装置的可行性

- 先考虑原电池反应：



图四

负极： $Zn-2e=Zn^{2+}$   
 正极： $Cu^{2+}+2e=Cu$   
 现象：  
 $Cu^{2+}$ 会向负极移动，  
 而 $SO_4^{2-}$ 会向正极移动

### 考虑该装置的可行性

通过无机化学实验的结论：

对于粘在铜片上的铜，特别容易脱落，仅需要用水浸洗即可

故而：

对于我设计的该装置在毛刷和水的作用下可以保证处在溶液中的部分极板在下次进入溶液时已经清洗干净。

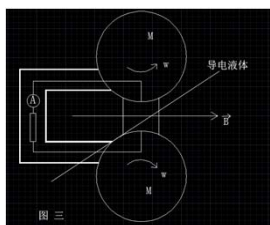
### 霍尔效应与原电池反应的比较

	霍尔效应	原电池反应
离子移动的动力	洛伦兹力	自发反应
外界条件	磁场； 导电液体的流动	可以发生自发反应的两种物质； 电解质溶液
产生电流的机理	外界带电离子移动导致感生电动势的形成，推动了外部电路中载流子的移动	金属在溶液中的溶解速率与沉积速率达到动态平衡，在金属与溶液中产生了电势差，而这种效应在不同金属间是不同的，即两种金属的电极电势不同。于是，两金属间产生电子流动

### 霍尔效应与原电池反应的比较

- 据以上的分析，我们发现霍尔效应与原电池反应均具有产生电流的效应。
- 利用原电池反应制成电池向外提供电流。
- 可以大胆设想：  
利用霍尔效应也可以制备成发电装置！

### 利用霍尔效应制成的发电装置

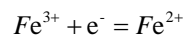


我们只需要对原装置进行部分修改：  
 我们需要做的仅仅是将图二的导电介质由带电液体转化为等离子气体，同时将电流表和电阻换成你所要接入的电器设备即可。

### 利用霍尔效应测电极电势

- 我们考虑下面的例子：  
 我们测三价和二价铁离子混合溶液的电极电势

$$\text{已知 } E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^{\circ} = +0.771V$$



$$E = E^{\circ} + 0.0591g \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

### 利用霍尔效应测电极电势

先测  $Fe^{3+}$  和  $Fe^{2+}$  的混合物,  $Fe^{3+}$  的含量为  $x$

$$R_{H1} = \frac{1}{nq_1}$$

$$R_{H1} = \frac{U_1 d}{I_1 B}$$

加入强氧化剂后

$$R_{H2} = \frac{1}{nq_2}$$

$$R_{H2} = \frac{U_2 d}{I_2 B}$$

### 利用霍尔效应测电极电势

$$\frac{R_{H1}}{R_{H2}} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{3}{x+2}$$

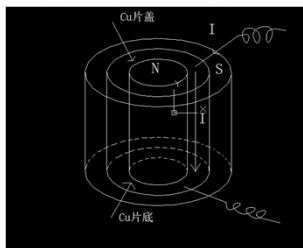
$$\frac{R_{H1}}{R_{H2}} = \frac{U_1 I_2}{U_2 I_1}$$

$$x = \frac{3I_1 U_2}{I_2 U_1} - 2$$

$$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{x}{1-x} = \frac{3I_1 U_2 - 2I_2 U_1}{3I_2 U_1 - 3I_1 U_2}$$

$$E = 0.771 + 0.0591g \frac{3I_1 U_2 - 2I_2 U_1}{3I_2 U_1 - 3I_1 U_2}$$

### 利用霍尔效应制作磁力搅拌器



在搅拌器的中心位置靠外部的部分为磁场的N极, 在搅拌器整体靠外部的部分为磁场的S极。搅拌器的顶部和底部为铜片, 铜片上分别接上一根导线。

### 结语

在目前的应用领域中, 霍尔效应大多数只能被应用在传感器中, 而通过以上分析, 霍尔效应可以应用到其他更广阔的领域, 尤其在化工生产更能够充分发挥它的优势。

### 参考文献

- [1]胡友秋 程福臻 叶邦角 等著 《电磁学与电动力学》(上册) 科学出版社 2008
- [2]刘恩科 朱秉升 罗晋生 等著 《半导体物理学》(第6版) 电子工业出版社 2003
- [3]陈宜生 周佩瑶 冯艳全 著 《物理效应及其应用》 天津大学出版社 1995
- [4]张祖德 著 《无机化学》 中国科学技术大学出版社 2008

# 谢谢