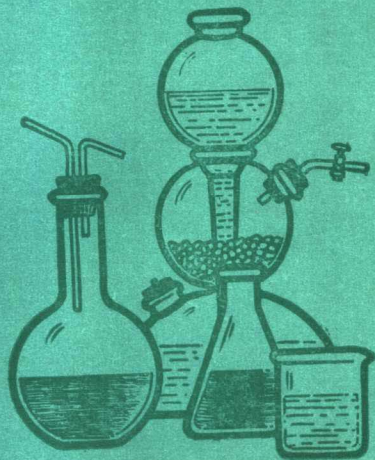


7633.8/14:2  
全日制单制学校高中二年级

# 化学实验 教学参考

北京市海淀区教师进修学校主编



教育科学出版社

全日制十年制学校高中二年级  
Huaxue Shiyān Jiāoxue Cānkāo

**化学实验教学参考**

北京市海淀区教师进修学校主编

\*

教育科学出版社出版

(北京北环西路10号)

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

\*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 4.875 字数 103,000

1983年12月第1版 1983年12月第1次印刷

印数 1—32,000 册

书号: 7232·163 定价: 0.45 元

# 前 言

化学是一门以实验为基础的科学。广大中学教师为了提高化学教学质量，在教学实验中迫切希望能有一本指导实验的教学参考书，以做好课堂演示实验、组织好学生实验及解决实验中的疑难问题。为此，我们组织本区在化学实验教学方面有一定经验的教师，配合现行中学化学教材，编写了这套《中学化学实验教学参考》。全书共分三册，初中化学一册、高中化学第一册和第二册。

这套书对教材中每个演示实验及学生实验均分六个方面讨论：

一、反应原理，二、仪器药品，三、实验装置，四、操作步骤、五、现象结论，六、实验讨论。

“反应原理”放在每个实验的开头，以使理论和实验更好地结合；“仪器药品”是为了方便教师和实验管理员准备实验，节约时间；“操作步骤”和“现象结论”分成两部分讲述，是为了把实验现象和理论紧密结合，便于教师教学；“实验讨论”指出实验成败的关键，对实验现象进行解释、分析出现反常现象原因，还对有的实验的反应机理进行了讨论，并介绍有关参考资料。

为了帮助学生深入理解某些基本概念，更好地掌握重要元素和化合物的性质、制法等，我们把教学中增加的一部分实验也编入本书，供教师在教学中选用和参考。

参加本书编写的有北京市第一〇五中学祁黛君、北京市第一二三中学严秀珍、北京市西颐中学杨正钊、北京市第一二二中学卞学诚、北京铁道附中陈彦文、北京师范学院附属中学王绍宗等同志。

本书由我校化学组解桂珍、田凤岐、孙贵恕、郑禄和、王家骏等同志审阅、整理。

本书内容曾经编者几次集体讨论和审阅者整理，但限于我们知识水平，还会有许多缺点和错误，诚恳希望老师们在使用过程中给予批评、指正。

北京市海淀区教师进修学校

1982. 7

# 目 录

## 第一章 电解质溶液

- |                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| 1. 强电解质和弱电解质的导电性..... (1)        | 原理..... (8)          |
| 2. 不同浓度的醋酸溶液的电离度与溶液的导电性..... (4) | 5. 原电池原理..... (9)    |
| 3. 盐类的水解..... (6)                | 6. 电解氯化铜溶液..... (11) |
| 4. 泡沫灭火机的反应                      | 7. 电解食盐水..... (12)   |
|                                  | 8. 无氰镀锌..... (14)    |
|                                  | 9. 中和滴定..... (18)    |

## 第二章 镁 铝

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. 铝和硫化合..... (23)      | 5. 合金和成分金属的熔点..... (28) |
| 2. 铝和氢氧化钠溶液反应..... (24) | 6. 氢氧化铝的制备..... (29)    |
| 3. 铝的“毛刷”实验..... (25)   | 7. 氢氧化铝的两性..... (29)    |
| 4. 铝热法的实验..... (26)     | 8. 水的硬度..... (30)       |

## 第三章 过渡元素

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. 氢氧化亚铁的制备..... (31)    | 6. 铜氨络离子的形成..... (43)        |
| 2. 氢氧化铁的制取及其性质..... (33) | 7. 铜氨络离子的电离..... (45)        |
| 3. 铁离子的检验..... (35)      | 8. 银氨络离子的形成..... (47)        |
| 4. 铁离子和亚铁离子的检验..... (36) | 9. 银氨络离子的电离..... (48)        |
| 5. 一氧化碳还原氧化铁..... (40)   | 10. 重铬酸钾的氧化性..... (49)       |
|                          | 11. 高锰酸钾在酸性介质中的氧化性..... (50) |
|                          | 12. 高锰酸钾在几近中                 |

- |                |               |
|----------------|---------------|
| 性介质中的氧化性……(52) | 介质中的氧化性……(52) |
| 13. 高锰酸钾在强碱性   |               |

### 第四章 烃

- |                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. 甲烷的实验室制法……(55)       | 12. 乙炔与溴水的加成<br>反应……(70)      |
| 2. 甲烷的稳定性……(56)         | 13. 乙炔银反应……(71)               |
| 3. 甲烷与氯气的取代<br>反应……(57) | 14. 苯与烯烃性质上的<br>差别……(73)      |
| 4. 甲烷的氧化反应……(61)        | 15. 苯的燃烧……(74)                |
| 5. 乙烯的实验室制法……(62)       | 16. 苯与溴的取代反应……(74)            |
| 6. 乙烯和溴水的加成<br>反应……(64) | 17. 苯的硝化反应……(77)              |
| 7. 乙烯的燃烧……(64)          | 18. 甲苯、二甲苯使高锰<br>酸钾溶液褪色……(79) |
| 8. 乙烯被高锰酸钾氧<br>化……(65)  | 19. 石油的分馏……(80)               |
| 9. 乙炔的实验室制法……(66)       | 20. 石蜡油的催化裂化……(82)            |
| 10. 乙炔的燃烧……(67)         | 21. 煤的干馏……(84)                |
| 11. 乙炔被高锰酸钾氧化……(70)     |                               |

### 第五章 烃的衍生物

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. 乙醇跟金属钠反应……(86) | 性……(94)            |
| 2. 乙醇氧化生成乙醛……(87) | 7. 银镜反应……(95)      |
| 3. 苯酚跟碱的反应……(89)  | 8. 乙醛跟氢氧化铜反应……(98) |
| 4. 苯酚跟溴水的反应……(92) | 9. 酯化反应……(99)      |
| 5. 苯酚的显色反应……(93)  | 10. 乙酸乙酯的性质……(105) |
| 6. 苯酚在水中的溶解       | 11. 苯胺的弱碱性……(108)  |

### 第六章 糖类 蛋白质

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. 葡萄糖是一种多羟<br>基醛……(110) | 2. 蔗糖分子中不含醛<br>基。蔗糖水解后分子中 |
|--------------------------|---------------------------|

含有醛基·····(112)	7. 蛋白质的盐析·····(120)
3. 淀粉水解生成还原 性的单糖·····(113)	8. 蛋白质的变性·····(123)
4. 纤维素的水解·····(114)	9. 蛋白质的颜色反应·····(125)
5. 纤维素硝酸酯的制 取和性质·····(115)	10. 胃蛋白酶对淀粉的 水解作用·····(126)
6. 葡萄糖、蔗糖、淀粉 和纤维素的性质·····(117)	11. 蛋白质的灼烧·····(129)
	12. 甲醛对蛋白质的凝 固作用·····(130)

### 第七章 合成有机高分子化合物

1. 线型高分子——聚 苯乙烯的溶解性·····(132)	5. 线型高分子材料的 热塑性·····(136)
2. 线型高分子——锦 纶6丝的溶解性·····(133)	6. 酚醛树脂的制取·····(137)
3. 线型高分子——聚 甲基丙烯酸甲酯 (有机玻璃)的溶解 性·····(134)	附录一、本书实验中 常用溶液浓度·····(143)
4. 体型高分子的溶解 性·····(135)	附录二、实验室常用 酸碱的浓度·····(144)
	附录三、常用溶液的 配制·····(145)

# 第一章 电解质溶液

## 〔实验一〕 强电解质和弱电解质的导电性。

**反应原理** 电解质溶液所以具有导电性，是因为在电解质溶液里，存在着自由移动的离子。而溶液导电能力的强弱，是与溶液里自由移动离子的浓度密切相关的。

**仪器药品** 100 毫升烧杯 5 个、100 毫升量筒 1 个、220V 25W 或 15W 灯泡 5 个、平灯口 5 个、碳棒电极 5 对、电线 10 根左右、绝缘板一块(以能固定五组碳棒电极，并能盖住 5 个小烧杯为宜)。调压器一个，薄木板一块、砂纸、标签。0.1M 盐酸 100 毫升、0.1M 氯化钠溶液 100 毫升、0.1M 氢氧化钠溶液 100 毫升、0.1M 醋酸溶液 100 毫升、0.1M 氨水 100 毫升、蒸馏水。

实验装置 图 1—1

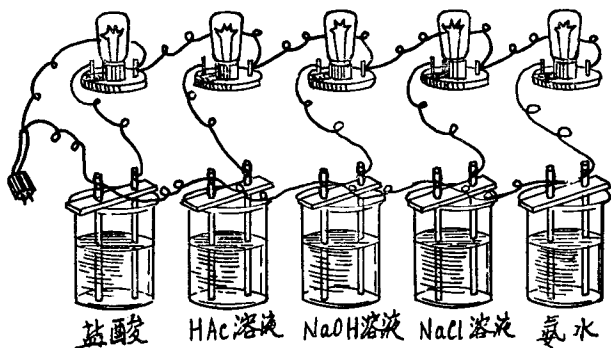


图 1-1 比较电解质溶液的导电能力



## 操作步骤

1. 连接线路：先将每种电解液串联一个灯泡，再将五组串联电路并联在一起，并联电路的两端与调压器的输出端相连接，调压器的输入端接电源，其线路图如下：见图 1—2

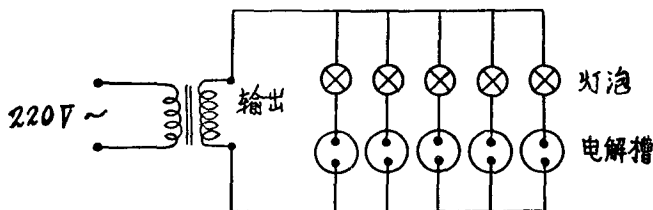


图 1-2 溶液导电实验的线路连接

(1) 圆圈和圈里两点表示电解液和两个电极。实验时选用一块长方形三合板，打上相应的孔，将五对电极固定。

(2) 再选用适合的薄木板，将五个灯口固定。

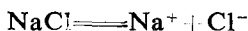
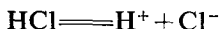
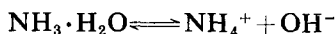
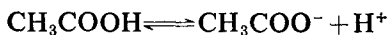
(3) 接线处如果有锈，可用砂纸轻轻地打磨，再进行并联。

(4) 安装灯泡后，再将导线与调压器相连。

2. 将五个 100 毫升的烧杯，分别贴上欲倒溶液的标签。再用量筒分别量取下列溶液各 100 毫升：0.1M 醋酸溶液、0.1M 盐酸、0.1M 氢氧化钠溶液、0.1M 氨水、0.1M 氯化钠溶液，分别倒入烧杯内。每次量取溶液前，都要用蒸馏水冲洗量筒。将五个烧杯并排放在一起，标签面向同学，再将固定好的碳棒电极，插入电解液内。仔细检查一下，线路的连接是否牢固、正确。将调压器的指针拨到零，再插插销。然后，慢慢地旋转旋钮，使指针指向 50—60V。同时引导学生观察灯泡亮度逐渐改变的情况。

**现象结论** 通过实验，我们可以看到，随着输出电压的增

高，与氢氧化钠溶液、氯化钠溶液和盐酸连接的灯泡首先发亮，其余两个灯泡不亮。当输出电压增加到 50—60V 时，方可看到醋酸溶液和氨水所连接的灯泡发出微弱的光亮，其余三个灯光明亮。说明浓度相同时，醋酸溶液和氨水的导电能力较差，它们的水溶液里自由移动的离子浓度较小，也就是它们在水溶液里只能部分地电离出离子。而盐酸、氢氧化钠和氯化钠溶液的导电能力强，它们在水溶液中，全部电离成自由移动的离子。电离方程式如下：



上述实验，可以粗略地给出强、弱电解质的概念。

### 实验讨论

1. 为了保证实验效果，必须配制相同浓度的电解质溶液，浓度为 0.1M 时效果最好。

2. 调节电压、选择灯泡的规格是实验成败的关键。选用 220V 25W 灯泡，电压调至 50—60V，或选用 220V 15W 灯泡，电压调至 40—50V，现象最为明显。既能保证灯泡都发亮，同时亮度差别又较大。如果电压超过 100V，看上去与强、弱电解质相连接的灯泡亮度一样。不能说明强、弱电解质导电能力有差别。如果电压低于 50V 或 40V，与弱电解质连接的灯泡又不发光，很难证明弱电解质具有导电性。

3. 实用电压超过 36V 时，称做不安全电压。使用时要注意安全操作。通电前，认真检查线路的连接，避免短路。通电后，不要再用手去接触烧杯内的电解质溶液或碳棒。

4. 如果没有调压变压器, 可以将 220V 电压改用 8V 的低压电源或两个铅蓄电池串联, 灯泡改用 2.5V 的小灯泡。通电后, 与三种强电解质溶液连接的小灯泡, 发出很强的光, 而与弱电解质连接的小灯泡不发光。为了证明弱电解质溶液也具有导电性, 可以在相应的分路上, 串联演示用的毫安电流计, 通过指针的摆动, 证明有电流产生。

表 1-1 五种电解质的表现电离度 (25°C)

种类	醋酸	氨水	盐酸	氢氧化钠	氯化钠
浓度	0.1M	0.1M	0.1M	0.1M	0.1M
电离度 $\alpha\%$	1.34	1.34	92	84	84

### 〔实验二〕 不同浓度的醋酸溶液的电离度与溶液的导电性

**反应原理** 同一种弱电解质, 溶液越稀, 电离度越大, 而溶液中自由移动的离子浓度, 并不是依次增大, 所以溶液的导电能力也呈现出起伏性。

**仪器药品** 100毫升烧杯 5 个、10 毫升量筒 1 个、胶头滴管 1 支、演示用毫安电流计、导线、干电池 (或低压电源)、碳棒电极。冰醋酸、蒸馏水。

**实验装置** 见图 1—3

#### 操作步骤

1. 配制不同浓度的醋酸溶液: 取 5 个 100 毫升的烧杯。第一个烧杯内倒入 10 毫升冰醋酸。第二个烧杯内, 倒入 1 毫

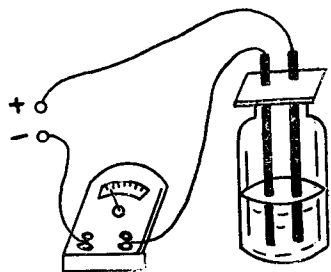


图 1-3 不同浓度醋酸溶液的导电性

升冰醋酸，加9毫升蒸馏水，摇匀。即稀释10倍的冰醋酸。再量取第二个烧杯内的溶液1毫升，倒入第三个烧杯，加蒸馏水9毫升，摇匀。即稀释100倍的冰醋酸。依照此法，再分别配制稀释1000倍和10000倍的冰醋酸溶液。贴好标签，待用。

2. 测量电流强度：按上图装置，用电流计分别测量每一种醋酸溶液的电流强度。并做指针偏移程度的记录。

**现象结论：**通过实验，可以清楚地看到，把冰醋酸稀释10倍时，指针偏移最大，以后逐渐变小。数据如下：

冰醋酸稀释	冰醋酸	10倍	100倍	1000倍	10000倍
指针偏移情况	不偏移	偏移最大	偏移变小	继续变小	偏移更小
电流强度(毫安)	0	2以上	1.3	0.8	0.4

通过以上实验，充分说明，随着醋酸溶液的稀释，虽然电离度加大，但是导电能力却出现由弱变强再变弱的倾向。但是，无限稀释的溶液，导电能力的强弱就很难比较了。溶液导电能力的强弱与离子浓度的大小有直接关系。所以，同一种弱电解质，电离度增大，离子浓度不一定都变大。

用坐标图表示如下：

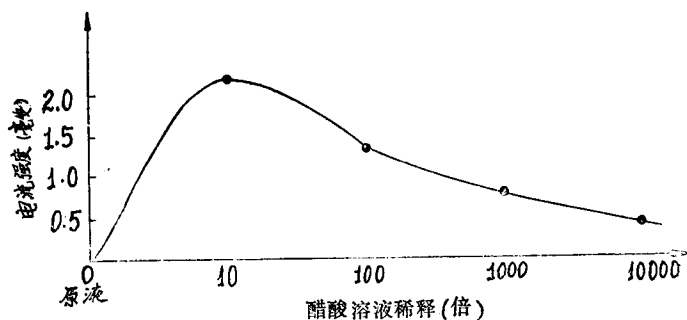


图 1-4 同一种弱电解质溶液稀释与电流强度的关系

### 实验讨论

1. 电流强度的测定, 只是个近似值。属于定性实验的范围。

2. 为了保证实验效果, 要固定电极的距离, 可以用双层的硬纸板, 将碳棒固定。

3. 为了了解离子浓度与溶液导电能力的关系, 可用 pH 试纸测定每种醋酸溶液的 pH 值, 与电流强度做对照, 可以明显地看到, 稀释 10 倍的醋酸溶液 pH 值最小, 说明自由移动的氢离子浓度最大, 相应地也测出电流强度最大。

参考数据如下:

冰醋酸稀释	原溶液	10倍	100倍	1000倍	10000倍
pH 值	4	2.2	3	4.5	5.5

### [实验三] 盐类的水解

**反应原理** 组成盐的某些离子能破坏水的电离平衡, 产生弱酸或弱碱, 从而引起了溶液中 pH 值的变化, 所以滴入指示剂就发生了颜色的改变。

**仪器药品** 试管 5 支、试管架、药匙、胶头滴管、白色示教板一块。碳酸钠晶体、氯化铝晶体、氯化钠晶体、蒸馏水、0.1 M 的甲基橙试液、酚酞试液。

**实验装置** 略。

**操作步骤** 取三支干净的试管, 分别取少量的碳酸钠晶体、氯化铝晶体和氯化钠晶体放入试管内。再分别倒入少量等体积的蒸馏水, 振荡后, 引导观察三种晶体的溶解性和溶液的颜色。然后各滴入甲基橙试液 2—3 滴, 振荡, 在白色示教

板衬托下观察颜色的变化。另取两支试管，再配制氯化钠和碳酸钠溶液少许，分别滴加酚酞试液 2—3 滴，观察颜色的变化。

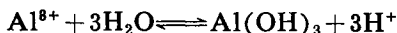
**现象结论** 碳酸钠、氯化铝、氯化钠均为白色晶体。它们很易溶解，溶液为无色透明。当滴入甲基橙试液后，碳酸钠溶液由无色变为黄色，氯化铝溶液由无色变为红色，氯化钠溶液由无色变为浅黄色。另外两支装有氯化钠溶液和碳酸钠溶液的试管内，滴加酚酞液后，氯化钠溶液不变色，碳酸钠溶液显红色。

甲基橙遇碱变黄，遇酸变红。而酚酞遇碱变红，遇酸不变色。

碳酸钠是强碱弱酸盐，能水解显碱性。反应如下：



氯化铝是强酸弱碱盐，能水解显酸性。反应如下：



氯化钠是强酸强碱盐，不能发生水解反应，溶液呈中性。所以酚酞不变色。但是 pH 值在 4.3 以上甲基橙就开始变黄，所以遇食盐水变黄是不奇怪的。

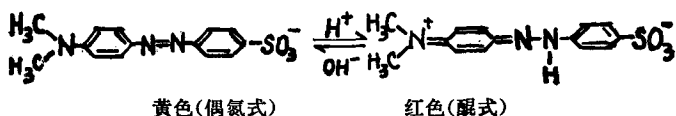
### 实验讨论

1. 这个实验是要通过某些盐溶液，引起指示剂颜色的改变，向同学介绍盐的水解概念，因此，要引导同学仔细观察溶液颜色的明显变化。

2. 由于甲基橙在中性和碱性条件下的显色反应差别不大，所以用酚酞试液或 pH 试纸再做对比试验。从而加深对碳酸钠水解显碱性的认识。

3. 甲基橙是一种偶氮化合物，它的分子结构中既含有酸

性基团—SO<sub>3</sub>H, 又含有碱性基团—N $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ , 所以是两性指示剂。在酸性或碱性条件下, 产生下列分子结构的转化:



(1) —N=N— 叫偶氮基, 是一种生色团, 含有生色团的分子叫作有色质。具有偶氮式结构的甲基橙的磺酸钠盐是黄色的固体。在碱性条件下, 甲基橙呈现出偶氮式结构, 故溶液变黄。

(2)  $\text{=}\langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle\text{=}$  叫苯醌基, 也是一种生色团, 具有醌式结构的甲基橙显红色。在酸性条件下, 甲基橙呈现出醌式结构, 故溶液变红。

#### [实验四] 泡沫灭火机的反应原理

**反应原理** 硫酸铝和碳酸氢钠都是能水解的盐, 它们溶于水分别显酸性和碱性。当这两种盐在水溶液中接触时, 由于它们之间发生了强烈地双水解反应, 生成了大量的不稳定的碳酸, 这些碳酸迅速分解, 便放出了大量的具有灭火性的二氧化碳气。

**仪器药品** 500 毫升吸滤瓶 1 个、胶塞一个、中号试管 1 支。浓硫酸铝溶液、10% 的碳酸氢钠溶液。

**实验装置** 见图 1—5

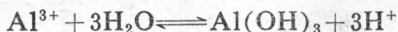
**操作步骤** 于吸滤瓶内倒入约 30 毫升的 10% 的碳酸氢钠溶液, 将浓硫酸铝溶液倒入小试管内, 然后用镊子慢慢地将小试管送入吸滤瓶中, 塞紧胶塞。教师要选好合适的地方(最



图 1-5 泡沫灭火器实验装置

好喷气的方向面向室外), 迅速将吸滤瓶倒扣, 用手按住橡皮塞。引导同学观察大量泡沫向外飞溅。

**现象结论** 两种无色的盐溶液相遇, 溶液中出现了白色沉淀, 并立即产生了大量的泡沫。气流冲, 喷射的远。发生了如下的化学反应:



由于  $\text{H}^+$  遇见了  $\text{OH}^-$  结合生成了更难电离的水, 导致了水解平衡从左向右移动, 不稳定的碳酸立即分解, 放出了大量的二氧化碳。

**总反应方程如下:**



**实验讨论** 做本实验时, 要注意控制溶液的浓度, 溶液过浓, 瓶内压强就会显著增大, 这样极容易把塞子崩掉。

### [实验五] 原电池原理

**反应原理** 不同的导体在同样条件下, 测出的电极电位是不相同的。当两种不同的金属板(或导体)同时插入电解液中, 用导线将两个电极连接后, 两个电极之间就存在着电位差, 其中一个电极要求能与电解质溶液发生氧化—还原反应。



这样就出现了较活动的金属极将自己的电子沿着导线转移到较不活动的金属极板上。活动的金属受到了腐蚀，并有电流从导线上通过，这就是把化学能转变为电能的原理。

**仪器药品** 400 毫升烧杯一个、相同大小的锌板和铜板各一块、电流计一个、导线两根、砂纸。1N 硫酸溶液。

### 实验装置

见图 1—6

**操作步骤** 于冲洗干净的烧杯内、倒入 1N 硫酸溶液至容积的  $\frac{2}{3}$  处。先将未连导线的锌板和铜板，平行地插入稀硫酸中，观察现象。再用导线将铜板、锌板和电流计串联在一起，再观察电极现象和电流计的指针偏移情况。

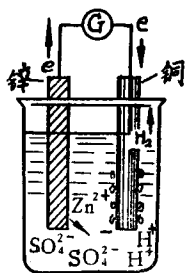
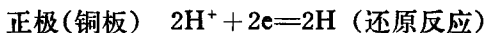
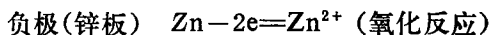


图 1-6 原电池示意图

**现象结论** 未连导线的锌板和铜板插入稀硫酸中，观察到锌板表面有气泡产生。说明锌与稀硫酸发生了置换反应，有气体生成。而铜却不反应。但将铜板和锌板用导线连接后，观察到锌板不断溶解，铜板上却产生了气泡。电流计的指针也发生了偏移。说明，电子从锌板转移到了铜板，溶液中的  $H^+$  从铜板获得电子放电，形成了氢分子。反应如下：



### 实验讨论

1. 锌板、铜板的纯度高低是实验成败的关键。如果金属板不纯，当接触电解液本身就形成了原电池，当锌板、铜板和