

电位分析法模块之 任务2 pH计和离子计的操作

教学任务

- 组建实验装置，操作仪器；
- 能斯特方程式等相关理论的讲解。
- 比较仪器的异同，编写仪器操作规程；

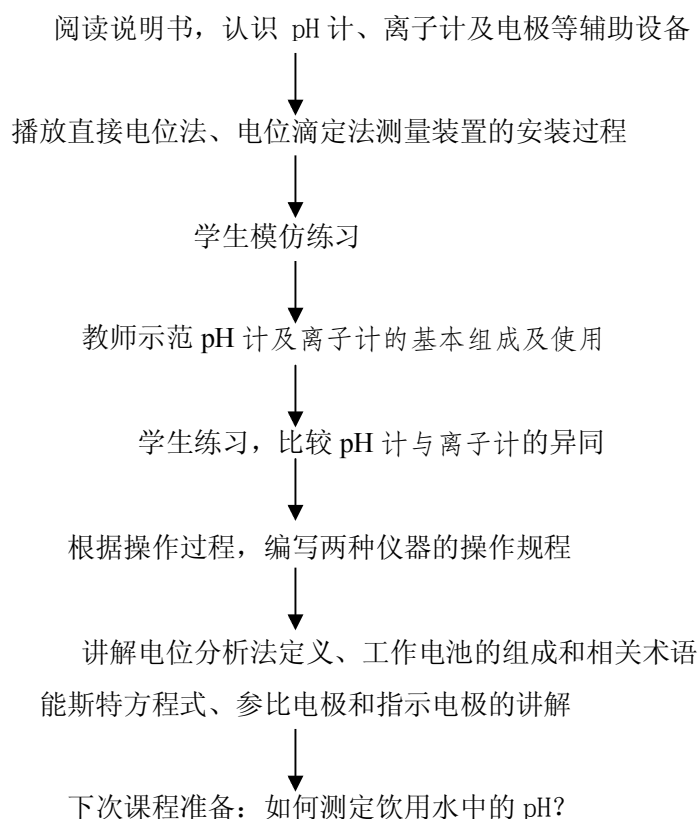
教学方法

- 引探法和现场演示、讲练结合

教学学时

- 每20人一个学习组，1人一台仪器，整个任务需4学时。

教学设计



课程引入

- 进入电化学实验室，熟悉 pH 计、离子计及电极的所在位置
- 阅读说明书，认识 pH 计、离子计及电极等辅助设备

实验装置安装过程演示

（本过程教师通过播放“录像”的方式进行教学，目的是让学生掌握整个装置的安装过程，本演

示过程的任务是安装直接电位法和电位滴定法装置)

□ 直接电位法装置

- 准备电极, 清洗
- 仪器预热, 安装电极和温度传感器, 搭建实验装置

□ 电位滴定法装置

- 准备电极、滴定管, 清洗
- 仪器预热, 安装电极和滴定管, 搭建实验装置

学生安装两种实验装置

(学生根据所播放的“录像”内容, 搭建直接电位法和电位滴定法实验装置)

仪器操作演示

(本过程教师通过“现场操作”的方式进行演示教学, 目的是让学生掌握两种仪器的使用, 本演示过程采用 PHSJ-3F 型 pH 计和 821 型数字式离子计)

□ PHSJ-3F 型 pH 计

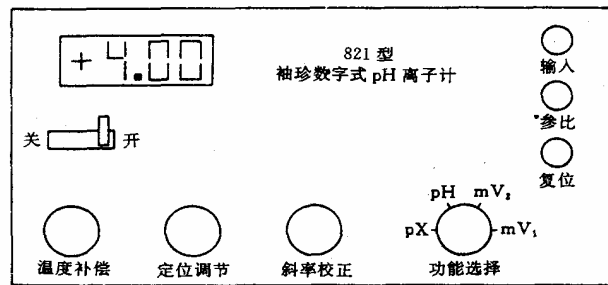
使用该仪器测定溶液 pH 的过程如下:

- 打开仪器电源开关“ON/OFF”, 预热 20 分钟。
- 安装 pH 复合电极与温度传感器
- 将电极和温度传感器浸入接近 pH 为 7 的溶液中, 振摇, 按“校正”钮, 选择手动校正, 按“确认”钮, 待仪器读数稳定后, 再按“确认”钮, 调节“▲”或“▼”, 将 pH 值调至溶液温度下的 pH, 再按“确认”钮。
- 将电极和温度传感器浸入最接近待测液 pH 的标准缓冲液中, 按“校正”钮, 进行第二次校正, 按“确认”钮, 待仪器读数稳定后, 再按“确认”钮, 调节“▲”或“▼”, 将 pH 值调至溶液温度下的 pH, 再按“确认”钮。
- 校正完毕后, 仪器显示校正系数 K, 测定要求 K 值在 90%—100% 之间, 否则不能准确测定。
- 电极插入待测饮用水中, 按仪器控制面板上的“pH”钮, 此时屏幕显示的数值即为待测液的 pH。

□ 821 型数字式离子计

- 将仪器选择开关拨至 pX 档, 接上电极, 电源开关置“开”位置。调节温度补偿至溶液的温度。
- 选择两种已知 pX 的标准溶液, 例如溶液 A 为 pX=5.00, 溶液 B 为 pX=3.00。选择的依据是被测对象的 pX 在两者之间。
- 将电极浸入较浓的一种标准溶液 B 中, 调节定位旋钮使仪器显示为零

- 将电极用蒸馏水冲洗干净，吸干外壁的水，插入较稀的溶液 A 中，如果电极的斜率符合理论值，则此时显示应为两种标准溶液的 pX 值的差（即 $\Delta pX=5.00-3.00$ ）。如果仪器显示值不符合 ΔpX 值，可调节斜率旋钮使显示器上指示值为 ΔpX 值。接着进行定位，用定位调节器使显示器指示出溶液 A 的 pX 值 5.00，此时斜率补偿及定位完毕。在测量过程中该两旋钮应保持不动。
- 定位完毕后，用去离子水洗净电极，吸干外壁水，浸入被测溶液中，即显示出被测溶液的 pX 值。



学生操作两种仪器并进行比较

（本过程由学生分组讨论，得出结论，教师指导，引入两种仪器分析的理论依据）

电位分析法

□ 定义

将一支电极电位与被测物质的活（浓）度有关的电极（称指示电极）和另一支电位已知且保持恒定的电极（称参比电极）插入待测溶液中组成一个化学电池，在零电流的条件下，通过测定电池电动势进而示得溶液中待测组分含量的方法。

□ 类型

- 直接电位法
- 电位滴定法

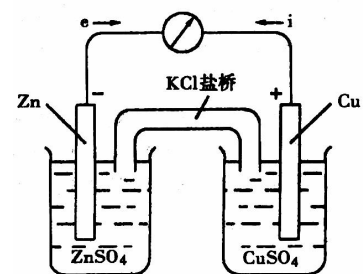
工作电池的组成及相关术语

□ 工作电池；一种电化学反应器，由两个电极插入适当电解质溶液中组成

原电池：



电极反应



□ 相关术语

1. 相界电位：两个不同物相接触的界面上的电位差
2. 液接电位：两个组成或浓度不同的电解质溶液相，接触的界面间所存在的微小电位差。
3. 金属的电极电位：金属电极插入含该金属的电解质溶液中产生的金属与溶液的相界电位。
4. 电池电动势：构成化学电池的相互接触的各相界电位的代数和

□ 能斯特方程

对于氧化—还原反应： $M^{n+} + ne \rightleftharpoons M$

其电极电位 $\varphi_{M^{n+}/M}$ 与 M^{n+} 离子活度的关系，可用能斯特（Nernst）方程式表示，

$$\varphi_{M^{n+}/M} = \varphi_{M^{n+}/M}^{\theta} + \frac{RT}{nF} \cdot \ln a_{M^{n+}}$$

在温度为 25°C 时，能斯特方程式可近似地简化成下式：

$$\varphi_{M^{n+}/M} = \varphi_{M^{n+}/M}^{\theta} + \frac{00592}{n} \cdot \lg a_{M^{n+}}$$

□ 直接电位法的定量依据

$$E = \varphi_{\text{参比}} - \varphi_{M^{n+}/M} = \varphi_{\text{参比}} - \varphi_{M^{n+}/M}^{\theta} - \frac{00592}{n} \cdot \lg a_{M^{n+}}$$

参比电极：电极电位不随测定溶液和浓度变化而变化的电极。常用的是甘汞电极和银—氯化银电极。

指示电极：电极电位随被测溶液的浓度变化而变化的。常用的是金属基电极、pH 玻璃电极和离子选择性电极。

布置作业：

- 根据操作过程，编写两种仪器的操作规程

下次课程问题：

- 饮用水的 pH 值能影响到水的口感，酸度过高过小，均会造成酸味或涩味，因此，无论是自来水还是矿泉水，都必须控制其 pH 值，那么如何测定呢？