

# 简便电桥法测定介电常数

徐贤恭 黄锦珂 钟增培 区炳棠

(化学系)

## 摘 要

利用小型空气可变电容器装置了一个可用水浴恒温的玻璃介电常数测定池。把它直接连在万能电桥测定仪上,可直接用来测量液体或溶液的介电常数。应用它测定了正己烷、环己烷、四氯化碳、甲苯、乙醚、二氧六环、氯仿等七种常用的有机溶剂的介电常数,实验值与文献值一致。介电常数值1~5的液体,用此方法测定可得到满意结果。

偶极矩 $\mu$ 常用来判断分子的空间构型,考察键的旋转,研究分子的电性以及计算其他许多物理化学性质。要计算偶极矩必须测得溶液的介电常数、密度、折射率和浓度等数据。其中介电常数的测量尤为重要。常用的测量方法有电桥法、拍频法和共振法<sup>(1)</sup>。介电常数测定池是测量介电常数的重要器件,一般为金属制造,需要用油浴来恒温,操作甚为不便。我们用一个小型空气可变电容器制造了一个可用水浴恒温的玻璃介电常数测定池,把它直接连在QS-18A型万能电桥(上海交流仪器厂出品)上,便组装成一套简便的电桥法测定介电常数的仪器。用它测量液体或溶液的电容值,便可计算出其介电常数。测定池所需样品量少(12~15ml),测量最大误差 $\pm(1\% \pm 0.5\text{PF})$ ,满足测量的要求。实验证明,此方法具有设备简单、操作容易掌握、样品用量少等优点。我们用它测定了正己烷、环己烷、四氯化碳、甲苯、乙醚、二氧六环、氯仿等七种常用的有机溶剂的介电常数,其实验值与文献值一致。此外,我们还测定了硝基苯—二氧六环稀溶液的介电常数,计算出硝基苯的偶极矩,与文献值也基本一致。

## 一、介电常数测定池

我们用一个19PF的小型可变空气电容器,电容器的定片有九块、动片有十块,每片面积约 $0.32\text{cm}^2$ ,它固定在洁白的素瓷板上。这种电容器是电子仪器内部使用的微调电容,没有调节动片的手捏旋柄,必需使用插锥插入动片轴的调节螺丝中,才能调节动片。这些特点很适合用来制作介电常数测定池用。在使用时,一般我们都调节动片和定片完全重合。

我们设计烧制了一个高8.5cm直径2.5cm的有磨砂口的夹套冷凝园柱形玻璃测定池(见附图)。其顶部磨砂玻璃盖上插有二根镀膜丝,分别

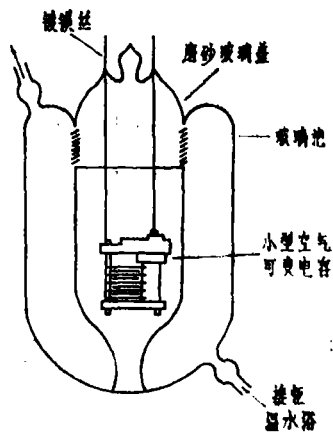


图1 玻璃介电常数测定池

将它们与小型可变空气电容器的定片和动片焊接起来。磨砂盖外的两根镀膜丝通过二根测量导线分别连接到万能电桥上。倒入需测量的溶液(溶剂), 通水恒温一段时间后, 便可测量其电容值。

## 二、实验方法

使玻璃池连接恒温槽, 在一定温度下用水恒温以后, 把玻璃池盖顶上的二根镀膜丝通过一屏蔽线连接在万能电桥上, 测得此时的电容值 $C_1$ 。然后倒入经过提纯处理的苯溶剂(以浸没空气可变电容器为准)恒温后, 又测出此时的电容值 $C_2$ , 再根据公式<sup>[2]</sup>:

$$\epsilon_{\text{苯}} = 2.284 - 0.0019(t - 20)$$

计算出苯的介电常数 $\epsilon_{\text{苯}}$ 。

$$\text{因为 } C_2 = C_{\text{苯}} + C_d$$

$$C_1 = C_0 + C_d$$

这里 $C_d$ 为系统的分布电容。

$$\text{而 } C_2 - C_1 = C_0(\epsilon_{\text{苯}} - 1)$$

故可先计算出空白值 $C_0$ 。

又根据 $C_1 = C_0 + C_d$ , 可计算出 $C_d$ 值。求出 $C_0$ 及 $C_d$ 值后, 每次测出溶液(溶剂)的电容值 $C_n$ , 便可计算出溶液(溶剂)的相应的介电常数 $\epsilon_n$ :

$$\epsilon_n = \frac{C_n - C_d}{C_0}$$

QS18A型万能电桥使用二个九伏的直流电源, 一般受干扰较小。为检验此方法的准确性, 我们对一些常用的有机试剂经蒸馏处理后进行了测定。以用金属钠经处理的苯(收集 $80.5^\circ\text{C} \sim 81^\circ\text{C}$ 馏份)为比较标准(纯苯在 $25^\circ\text{C}$ 时介电常数为2.2745), 测定后计算出它们的介电常数并列列表1中。

表1. 几种常用有机溶剂的介电常数

有机溶剂名称	介电常数值	
	实验值	文献值 <sup>[3]</sup>
正己烷	1.89 <sup>20°C</sup>	1.89 <sup>20°C</sup>
环己烷	2.03 <sup>20°C</sup>	2.023 <sup>20°C</sup>
二氧六环	2.22 <sup>25°C</sup>	2.209 <sup>25°C</sup>
四氯化碳	2.24 <sup>25°C</sup>	2.23 <sup>25°C</sup>
甲苯	2.39 <sup>25°C</sup>	2.379 <sup>25°C</sup>
乙醚	4.41 <sup>20°C</sup>	4.335 <sup>20°C</sup>
氯仿	4.81 <sup>20°C</sup>	4.806 <sup>20°C</sup>

此外, 我们在 $30^\circ\text{C}$ 用二氧六环作溶剂测定了硝基苯-二氧六环稀溶液的介电常数、密度, 折光率及浓度, 用作图法求得 $\alpha$ 、 $\beta$ 计算出 $P_{2\infty}$ 和 $R_D$ , 再计算出其偶极矩:

$$\begin{aligned}\mu &= 0.01281 \times 10^{-18} \sqrt{(P_{2\infty} - R_D)T} \\ &= 0.01281 \times 10^{-18} \sqrt{(344.5 - 32.66) \times 303} \\ &= 3.94(D)\end{aligned}$$

其结果与文献报道(3.99D)<sup>[4]</sup>基本一致。

### 参 考 文 献

- [1] 诸洵治, 化学通报, 11(1965), 56—59页.
- [2] 复旦大学等, 物理化学实验(上册), 人民教育出版社, 1979, 210—216页.
- [3] Weissberger, Proskauer, Riddick, Toops, "Technique of Organic Chemistry", Volume VII, Second Edition, New York (1955).
- [4] Raymond Davis et al., J. Amer. Chem. Soc., 65(1943).857.

### 出版消息

## 《结构分析的样条有限条法》即将出版

由中山大学计算机科学系吴兹潜副教授与香港大学工学院院长兼土木系主任张佑启(Y.K.Cheung)及范寿昌博士合著的《结构分析的样条有限条法》一书将于1983年底由广东科技出版社出版。

《结构分析的样条有限条法》一书将向读者介绍规则的弹性薄板(包括连续板、弹性地基板和柱支承板)分析, 平面应力分析, 折板分析, 扁壳分析, 空间应力分析及振动分析。样条有限条法是经典有限条法的重要发展, 它不但保持了经典有限条法的优点, 而且克服了经典有限条法的缺点。它能够统一地简易地解决各种复杂的边界问题, 而无需作特殊的处理。更使人感兴趣的是, 样条有限条法也能与有限元法一样处理不规则区域的结构分析问题。

全书约四十万字, 共分七章, 附有八十个工程算例, 特别是柱支承板、箱形桥和各种扁壳的算例可以令人信服地说明样条有限条法的优点。本书可供理工院校有关专业师生参考或作选修教材, 对工程技术人员也具有重要参考价值。

《结构分析的样条有限条法》有烫塑封面本和平装本, 广东科技出版社或各地新华书店均可订购。(研)