



# 计算机联用测定无机盐溶解热

物理化学实验室



本实验是热化学研究中的一个经典实验，经过改进成为计算机在线控制与数据实时检测实验。通常热化学实验以热力学第一定律为基础，由量热计测定过程的热效应。其测量的基本原理包括两个步骤：一是测量该过程在绝热条件下进行时所引起系统温度的变化值；二是利用电能或利用标准物标定系统在同样温度范围内的热容，以求得过程的热效应。

本实验采用的是环境等温量热计，用电加热法来标定系统热容，同时采用计算机系统采集、记录和分析实验数据。



# 一、实验目的

- 1. 了解量热实验的基本方法，熟悉各类型的量热计。
- 2. 理解计算机在线检测与控制实验系统的原理，比较其与传统实验方法的优劣。
- 3. 用量热计测定KCl的积分溶解热，掌握量热实验中温差校正和热漏校正方法。
- 4. 掌握物理化学实验中利用相对法测定一些无法直接测量物理量的设计思想。



## 二、实验原理

盐类的溶解过程通常包含晶格的破坏和离子的溶剂化两个同时进行的过程，前者为吸热过程，后者为放热过程，溶解热是这两种热效应的总和。

常用的积分溶解热（即焓变  $\Delta_{\text{sol}} H_{\text{m}}$ ）是指在等温等压下将 **1mol** 溶质溶解于一定量溶剂中形成一定浓度溶液的热效应。设将质量为  $m$  的 **KCl**（摩尔质量为  $M$ ）溶解于一定体积水中，则在此浓度下 KCl 的  $\Delta_{\text{sol}} H_{\text{m}}$  为

$$\Delta_{\text{sol}} H_{\text{m}} = -\frac{KM}{m} \Delta t_{\text{溶解}}$$



上面的式子中  $\Delta t_{\text{溶解}}$  为KCl溶解前后系统温度的变化值，可以直接测量得到。 $K$ 为量热计与KCl水溶液所组成的系统的总热容，是无法直接测量的。我们在这里利用相对法进行测定，即在同一实验中完全相同条件下利用一已知结果的效应来反推。本实验中我们采用电加热法标定 $K$ 值：

在同一实验系统中用电加热提供一定的热量 $Q$ ，测得温升为 $\Delta t_{\text{加热}}$ ，则 $\Delta t_{\text{加热}} = Q$ 。若加热电压为 $U$ ，通过电热丝的电流强度为 $I$ ，通电时间为 $\tau$ ，则 $K \cdot \Delta t_{\text{加热}} = Q = UI\tau$ ，所以  $K = \frac{UI\tau}{\Delta t_{\text{加热}}}$ 。



由于实验中搅拌操作提供了一定热量，而且系统也不是严格绝热的，因此在盐溶解的过程或电加热的过程中都会引入微小的额外温差。为了消除这些影响，系统应进行热漏校正。所以，真实的和  $\Delta t_{\text{溶解}}$  要用  $\Delta t_{\text{加热}}$  图外推法求取。

在传统溶解热的测定实验中，我们既要时刻观察贝克曼温度计的读数，又要精确控制加热时间和加盐量，还要准确记录数据，往往手忙脚乱，现在采用计算机联用测定后，大部分工作都会由计算机自动来完成，结果也更为准确了。





## 三、试剂与仪器

- 试剂：KCl（实验前干燥，分析纯）
- 仪器：量热计，磁力搅拌器，直流稳压电源，温度传感器，信号处理仪，计算机，天平。





系统软件是是人机对话的平台，它能准确操控实验全过程。通过在计算机上的软件操作，我们就可完成整个实验。同时，在软件研制过程中，为体现通用性，我们引入了人工编辑实验参数表的功能，这样大大扩大了使用范围。实验中我们可根据实验的需要自己输入实验参数。在软件的数据处理部分，我们把各类实验的数据采集、屏幕显示、数据储存和数据处理合为一体，我们可对实验数据进行判断、公式计算、拟合等一系列操作，最后得到最优化的图形数据或数据表格。软件主界面如下：



温度

电压

电流

设定温度

自动温控

加热控制

参数显示

动态曲线 | 周期采样 | 手动测量 | 输出控制

参数名	数值
温度	<input type="text"/>
电压	<input type="text"/>
电流	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>

采样间隔时间

0分1秒0毫秒

采样总时间

0小时0分0秒

编辑时间表

分段采样

运行

停止

☐ 温度

☐ 电压

☐ 电流

☐

☐

☐

☐

☐

☐

同时测量参数

☒ 显示动态曲线

☒ 显示动态曲线

☒ 显示动态曲线

☐

☐

☐

☐

☐

☐

开始采样

结束采样

保存数据

☐ 自动存盘

数据文件名



## 四、实验步骤

1. 用量筒量取225mL去离子水，倒入量热计中。
2. 在干燥的试管中称取4.5~4.8g干燥过的KCl（称量结果精确到 $\pm 0.01\text{g}$ ）。
3. 先打开信号处理器，后打开直流稳压源，再打开电脑，启动实验控制软件。在“项目管理”中点击“打开项目”，选择“溶解热测定”，点击“打开项目”。
4. 点击“测量”，设定采样总时间为30分钟；选择“编辑时间表”，在“输出量”一栏中选择“加热控制”；在“时间表的名称”一栏中任意输入一名称；相对开始时间设定为600秒，输出参数设定为“开”，点击“加入”；再输入900秒相对开始时间，输出参数设定为“关”，点击“加入”。选择“自动运行”后退出。



5. 在“同时测量参数”中，左侧“温度”、“电压”、“电流”三项皆选中；右侧只选中温度的动态曲线显示。然后选择“自动存盘”。
6. 启动磁力搅拌器并调节转速至中等速度，然后点击“开始采样”。观察时间表，待采样时间至300秒时，将KCl快速从加盐口倒入，塞好瓶口，切换到“动态曲线”。单击鼠标右键，选择“设置绘图范围”，将各项参数调整至最佳观察状态。
7. 30分钟后，实验自动结束。注：若采样前未点击“自动存盘”，此时在“周期采样”中点击“保存数据”（自己设文件名）。
8. 切换到“数据处理”，点击“读入数据”，打开刚才保存的文件，切换到“数据表格”。每一分钟记录一个数据点。  
注：动态曲线图见下页图。



实验监控及数据采集系统

项目管理

实验设置

测量

数据处理

系统设置

帮助

单机操作

曲线处理

数据表格

Y轴参数

温度

Y轴下限:

0.000

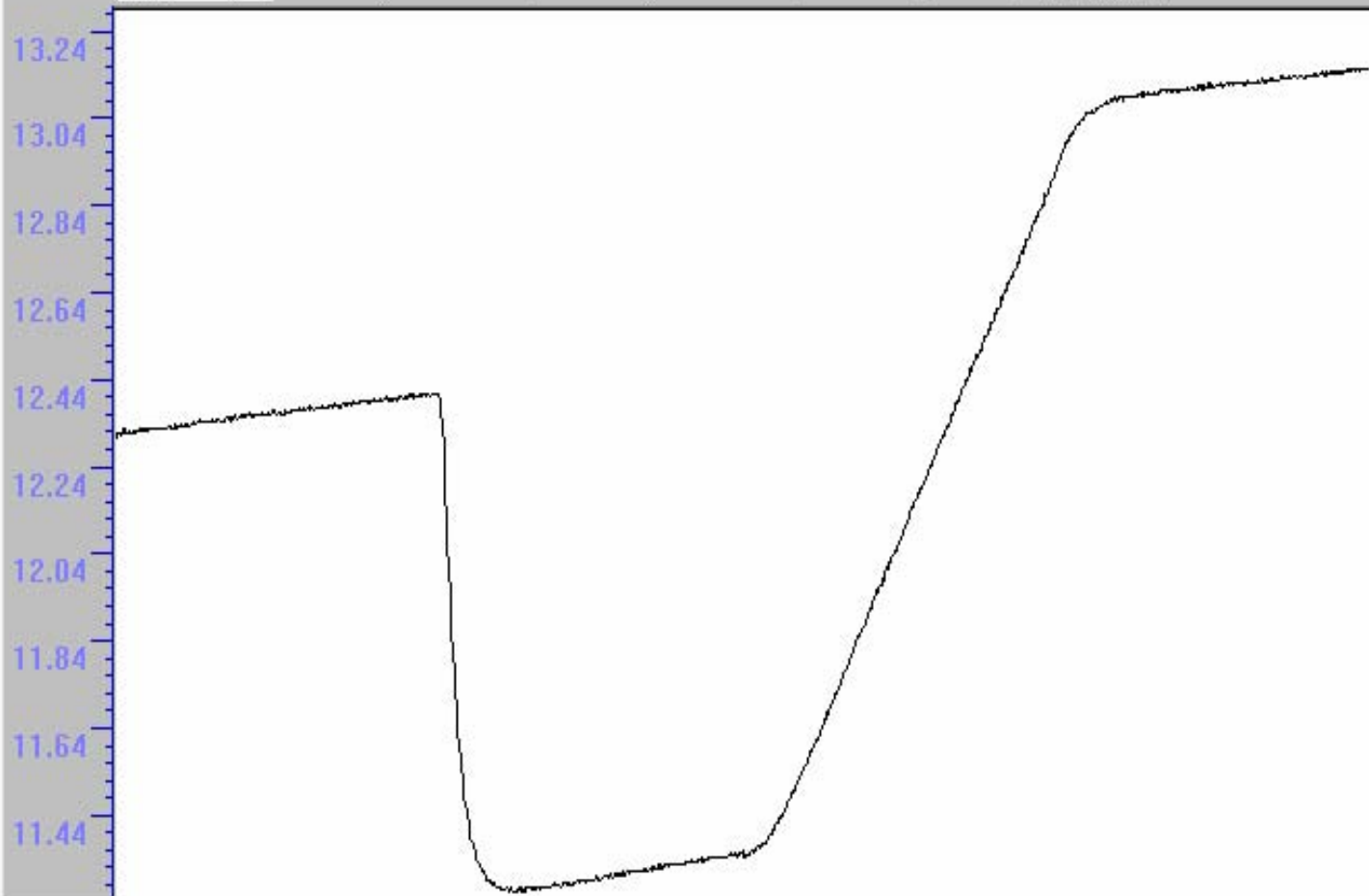
Y轴上限:

30.00

比例尺:

0.200

摄氏度/厘米



读入数据

绘制实验点

绘制曲线

直线拟合

打印曲线

打印预览

打印设置

比例尺:

75.00

秒/厘米

X轴参数

时间

X轴上限:

1199



## 五、数据处理

- 1. 作盐溶解过程和电加热过程温度-时间图，用外推法求得真实的  $\Delta t_{\text{溶解}}$  和  $\Delta t_{\text{加热}}$ 。
- 2. 计算系统总热容  $K$ 。

$$K = \frac{UI\tau}{\Delta t_{\text{加热}}}$$

- 3. 计算KCl的积分溶解热  $\Delta_{\text{sol}} H_{\text{m}}$ 。

$$\Delta_{\text{sol}} H_{\text{m}} = -\frac{KM}{m} \Delta t_{\text{溶解}}$$



谢谢!

