



南開大學
Nankai University

用混合量热法测定冰的溶解热 实验报告单

学 号：2012604

姓 名：苏可铮

年 级：2020 级

学 院：数学科学学院

完成日期：2021 年 4 月 25 日

目录

实验目的	1
实验器材	2
实验原理	3
实验内容	5
数据记录与处理	6
思考题	7

实验目的

- 正确用量热器，熟练使用温度计；
- 用混合量热法测定冰的溶解热；
- 进行实验安排和参数选取；
- 学会一种粗略修正散热的方法——抵偿法；

实验器材

- J-FY6 型量热器
- KT300 型数字式温度计
- C-138 型电子天平
- 保温桶
- 干拭布
- 冰
- 热水
- 玻璃烧杯

实验原理

- 概念

- i 熔解：物质从固相转变为液相的相变过程。
- ii 溶解热：在一定的压强下，单位质量物质从固相转变为同温度的液相的过程中所吸收的热量。
- iii 熔点：一定压强下晶体开始熔解时的温度。

- 混合量热法

- i 质量 M 、温度 θ'_0 的冰块与质量 m 、温度 θ_1 的水相混合，冰全部熔解为水后，测得平衡温度为 θ_2 。假定量热器内筒与搅拌器的质量分别为 m_1 、 m_2 ，其比热容分别为 c_1 、 c_2 ；温度计的自身热容可忽略不计；水及冰的比热容分别为 c 、 c_i ；冰的熔点为 θ_0 。则由热平衡方程可得：

$$c_i M(\theta_0 - \theta'_0) + ML + cM(\theta_2 - \theta_0) = (cm + c_1 m_1 + c_2 m_2)(\theta_1 - \theta_2)$$

- ii 本实验条件下，冰的熔点可认为是 0°C ，也可选取冰块的温度为 0°C 。于是冰的熔解热可由下式求出：

$$L = \frac{1}{M}(cm + c_1 m_1 + c_2 m_2)(\theta_1 - \theta_2) - c\theta_2$$

- 散热修正

- i 本实验采用抵偿法，其依据为牛顿冷却定律。
- ii 实验证明：当温差较小时，系统的散热制冷速率与温差成正比。即牛顿冷却定律为：

$$\frac{dq}{dt} = -k(\theta - \theta_e)$$

其中 dq 表示 dt 时间内系统与外界交换的热量。比例系数称为散热常数。负号的意义为当系统温度高于环境温度时散失热量。实验过程中如果恰当地将系统初温和末温分别选择在室温的两侧，即：，并且使实验过程中系统与外界热量传递前后彼此抵消，则可以达到散热修正目的。根据实验具体情况，刚投入冰块时，水温温度较高，冰的有效面积大，熔解快，系统温度下降快；随着冰的熔化，水温逐渐降低，冰的熔解变慢，水温降低也慢下来。则整个系统与外界交换的热量 q 为：

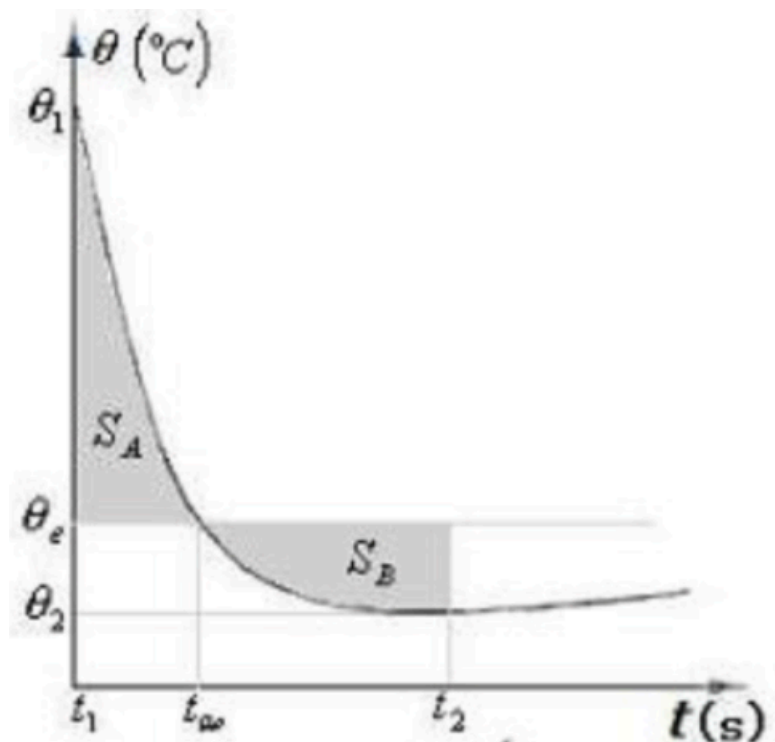


图 1: 系统温度随时间变化

$$q = -k \int_{t_1}^{t_2} [\theta(t) - \theta_e] dt = -k \int_{t_1}^{t_e} [\theta - \theta_e] dt + k \int_{t_e}^{t_2} [\theta_e - \theta] dt = -kS_A + kS_B$$

由上式可见，当 $S_A = S_B$ 时，实验过程中系统与外界交换的热量 $q = 0$ 。因此，只要适当地选择参数，使曲线与环境温度 $\theta = \theta_e$ 直线围成的两块面积近似相等，即： $S_A \approx S_B$ ，就可以使系统很好地近似为一个孤立系统。

实验内容

- I 打开数字温度计，电子天平，记录环境初温 θ_{e_1} ；
- II 测量内筒质量 m_1 ，搅拌器质量 m_2 ；
- III 配置温水，取 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 温水至内筒，测定内筒搅拌器以及水的质量 $m_1 + m_2 + m$ ；
- IV 把内筒放入量热器，插好温度计，每隔 1min 记录一次数据，第 6min (θ_1) 放入冰块，并不断低频大幅度搅拌至结束；
- V 放入冰块后每隔 10s 记录一次温度值，直到温度达到最小 (θ_2) 后略有上升；
- VI 取出内筒，称重 $m_1 + m_2 + m + M$
- VII 测量环境末温 θ_{e_2}

数据记录与处理

实测数据:

$$\theta_e = \frac{\theta_{e1} + \theta_{e2}}{2} = \frac{21.60^\circ + 21.70^\circ}{2} = 21.65^\circ$$

物理量/g	m_1 ($\times 10^{-3}$)	m_2 ($\times 10^{-3}$)	$m + m_1 +$ m_2 ($\times 10^{-3}$)	$m + m_1 +$ $m_2 + M$ ($\times 10^{-3}$)	M ($\times 10^{-3}$)
测得值 x	0.12051	0.01246	0.29573	0.35858	0.06285

则解得：冰的熔解热为 $L = 2.968 \times 10^5 J \cdot kg^{-1}$

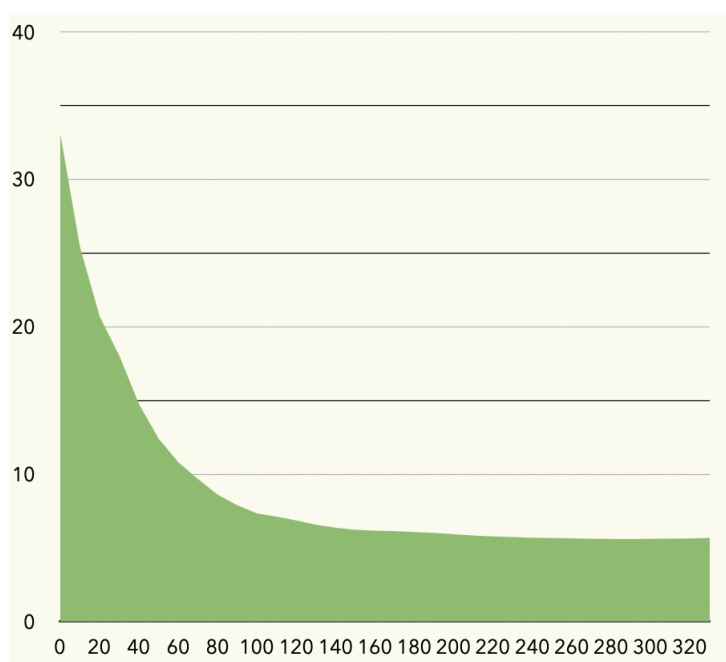


图 2: 系统温度随时间变化

思考题

1. 定性说明下述情况对测量结果 L 的影响:

- (1) 测 θ_1 之前没有搅拌;
- (2) 测 θ_1 后到投冰前相隔了一段时间;
- (3) 搅拌过程中有水溅出;
- (4) 冰未擦干便投入量热器;
- (5) 实验过程中打开量热器盖子;

解 1. 定性对实验结果分析:

- (1) 由于测温之前未进行搅拌, 则测得温度比实际偏高, 则测得结果偏大。
- (2) 由于有热量散失, 使得测得结果比实际偏高, 则测得结果偏大。
- (3) 有水溅出使得冰的实际质量 M 比测量值偏小, 则测得结果偏小。
- (4) 冰未擦干, 则表面含水, 致使其温度不可视为 0 , 则测得结果偏小。
- (5) 打开盖子, 使得系统不绝热, 与外界热量交换变大, 使得平衡温度变大, 则测得结果偏小。

2. 假如冰内有 (1) 气泡 (2) 小水泡 (3) 杂质, 他们对结果有无影响? 为什么?

解 2. 结果分析如下:

- (1) 因为冰中有气泡时, 溶解得到的水也正常冰的要少, 即冰的质量的测量值偏大, 测得结果偏小。
- (2) 冰中有水泡, 使得其温度不可视为 0 , 则测得结果偏小。
- (3) 冰中有杂质, 是得冰的质量的测量值偏大, 测得结果偏小。

3. 若给定 $L_0 = 3.341 \times 10^5 J \cdot kg^{-1}$, 试求 L 的定值误差。

解 3.
$$\Delta = \frac{L_0 - L}{L_0} = \frac{3.341 \times 10^5 - 2.968 \times 10^5}{3.341 \times 10^5} = 11.16\%$$