

测定冰的熔化热

张欣睿^{*}

北京大学化学与分子工程学院 学号：1600011783

摘 要：本实验通过使用混合量热法，将已知热容、温度的水和冰在近似为孤立系统的量热器中进行混合，可以测定未知热力学量——冰的熔化热。实验中可以采用补偿的方法对系统的吸（散）热进行适当修正，减小误差。

关键词：冰的熔化热；混合量热法；量热器；补偿法

^{*} e-mail: zhangxinrui16@pku.edu.cn; mobile number: 18801391162

1 引言

冰的熔化热是一个非常基础的热力学数据。它指的是一定质量的冰在熔点时从固态完全转化为液态水所需要吸收的热量。这一物理量可以通过混合量热法，在绝热效果较好的量热器中进行测定。

混合量热法的基本思路即为，将两个有一定温差的系统进行混合，使它们形成一个孤立系统，通过监测系统的初温和混合后的末温，带入各部分的比热进行计算，求出原来系统中的一个未知热力学量。这种量热方法的实质是孤立系统不与外界交换热量，体系内部局部放出能量的总和等于体系内部局部吸收热量的总和。因而，通过在量热器这一近似孤立的系统中实验，并监控体系的温度，就可以通过各组分的比热容，测定出冰的熔化热。

然而，在实际实验条件中，量热器内部的系统也不会是严格的孤立系统，会和量热器外筒，甚至外部空气有一定的能量交换，因而会带来测定误差。这部分误差可以通过牛顿冷却定律等方法进行适当的修正，使测定结果更加准确。

2 实验数据及处理

在测定冰的熔化热的实验中，得到的一系列直接或间接的测量数据及热容数据如表 1 所示。其中，温度计热容影响较小，在实验精确度下可以忽略。

室温 $T_{\text{室}}$	27.7 °C
冰的初始温度 T_1	- 17.3 °C
水的初始温度（外推） T_2	38.6 °C
系统末温 T_3	23.2 °C
量热器内筒的质量 m_1	109.28 g
搅拌器的质量 m_2	31.85 g
加入水后系统的质量 $m_0+m_1+m_2$	283.72 g
水的质量 m_0	142.59 g
系统的总质量 $m_0+m_1+m_2+m$	305.69 g
冰的质量 m	21.97 g
水的比热容 c_0	$4.18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
冰的比热容 c	$1.80 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
量热器的比热容 c_1	$3.89 \times 10^2 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
搅拌器的比热容 c_2	

表 1 测定冰的熔化热实验数据记录

在实验过程中，需要时刻监控系统内的温度，便于了解并估计系统吸、放热

情况。各个时间点的温度计读数如图所示，水的初温、系统的末温都由这些实验数据外推而来。

	计时/ s	系统温度/ °C
加冰前	15	38.6
	35	38.7
	55	38.6
	75	38.6
	95	38.6
	115	38.5
加冰后	5	37.1
	15	33.3
	25	30.6
	40	29.0
	50	27.6
	70	25.0
	110	23.2
	130	23.2
	150	23.2

表 2 系统各时刻的温度值

此外，可以根据表 2 数据做出系统温度随时间变化的近似曲线图，如图 1 所示。据图可确定水的初温、系统的末温和熔化时间等条件。

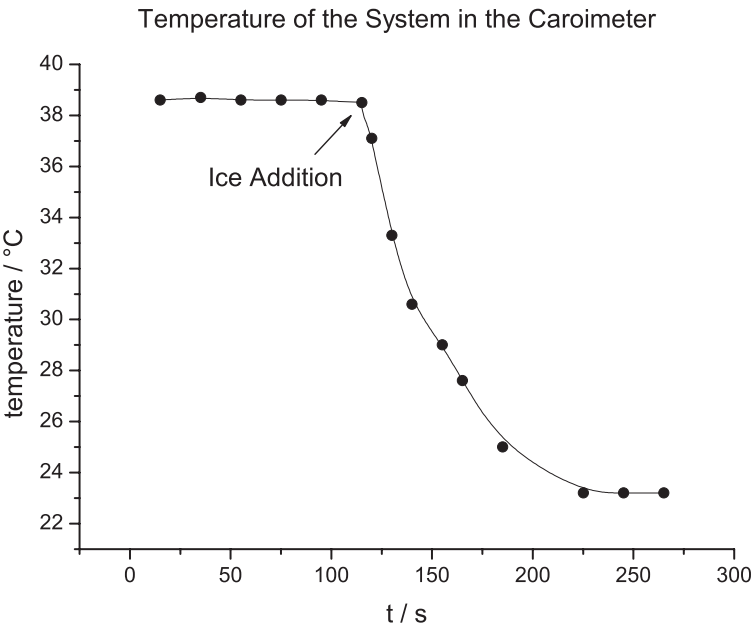


图 1 系统温度随时间变化曲线图

根据表 1 数据，依据教材中公式 (1.2) 可以计算出冰熔化热的测定值（温度计影响 δ_C 忽略不计）：

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{m} (m_0 c_0 + m_1 c_1 + m_2 c_2 + \delta_C) (T_2 - T_3) - c_0 (T_3 - T_0) - c (T_0 - T_1) \\ &\approx \frac{1}{21.97 \text{ g}} (142.59 \cdot 4.18 + (109.28 + 31.85) \cdot 0.389) \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (38.6 - 23.2) \text{ K} \\ &\quad - 4.18 \cdot (23.2 - 0) \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} - 1.80 \cdot (0 - (-17.3)) \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \\ &= 326 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \end{aligned}$$

3 实验数据的分析和讨论

冰的熔化热的文献值报道为 $3.34 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，即 $334 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ 。本实验的数据处理部分没有对系统和环境的热交换进行补偿，但是测定结果并没有偏离合理数据范围，说明系统的散热、吸热并非实验的主要误差来源。猜测本实验的主要误差来自于取冰的一段时间中冰的吸热以及熔化。取冰时，冰直接与高于自身 40 多度的环境接触，即使时间较短，也会产生一定的热交换，使得冰的温度升高，通过教材中计算熔化热 L 的公式可知，冰的温度 T_1 上升，熔化热数值将会偏低，这也就是实测熔化热的结果通常小于文献值的原因。

4 收获与感想

通过进行测定冰熔化热的实验，我更加深刻地了解到混合量热法的原理、操作和应用，对补偿法修正实验误差情况有了基本认识。在测定过程中，能将热学相关的理论知识运用到实际实验中来，完成这一实验，也为后续进行热学实验整理了经验。

5 致谢

感谢李峰老师在实验中的指导，感谢梁君岳同学在实验中的合作。