

淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级:24 物理 1 班

学号:2414050120 姓名 缪雨轩 日期：2025.11.22

一、实验名称：水的汽化热的测定

二、实验目的：

- 学习集成电路温度传感器 AD590 的测温原理及方法。
- 掌握用混合法测定水的比汽化热的原理和实验方法。
- 练习实验数据的处理及误差分析。

三、实验原理：

物质由液态转化为气态的过程称为汽化。单位质量的液体在温度保持不变的情况下转化为气体时所吸收的热量称为该液体的比汽化热 (L)。

本实验采用**混合法**。将质量为 M 的 $100^{\circ}C$ 水蒸气通入质量为 $m_{\text{水}}$ 的冷水中（初温 t_1 ）。水蒸气先凝结成水（放出潜热），再从 $100^{\circ}C$ 降温至混合温度 t_2 （放出显热）。冷水及量热器系统吸收热量温度升高。

根据热平衡方程： $Q_{\text{放}}=Q_{\text{吸}}$

$$M \cdot L + M \cdot C_{\text{水}}(t_3 - t_2) = (m_{\text{水}}C_{\text{水}} + m_1C_1 + m_2C_2)(t_2 - t_1)$$

由此可计算出水的比汽化热 L ：

$$L = \frac{(m_{\text{水}}C_{\text{水}} + m_1C_1 + m_2C_2)(t_2 - t_1)}{M} - C_{\text{水}}(t_3 - t_2)$$

四、主要仪器设备：

量热器（含内筒、搅拌器）、电子天平、万用表、AD590 温度传感器、电阻箱、电加热蒸汽发生器等。

五、实验步骤：

（一）系统准备与质量测量

- 使用电子天平准确称量量热器内筒的质量 m_1 和搅拌器的质量 m_2 。
- 向内筒中加入适量的冷水（约 2/3 容积，温度低于室温），放入搅拌器。
- 称量“内筒 + 搅拌器 + 冷水”的初始总质量 $m_{\text{初}}$ ，并记录数据。

（二）电路连接与初温测量

- 打开专用实验仪。
- 将温度传感器探头浸没在量热器内筒的冷水中，注意探头不要触碰筒壁或筒底。
- 轻轻搅拌水，待万用表电压示数稳定后，记录冷水的初温电压 U_1 。

（三）蒸汽制备与通入

- 开启电加热蒸汽发生器，待水沸腾并有稳定的蒸汽喷出。
- 关键操作：**在将蒸汽导管插入量热器前，务必擦干导管口的冷凝水滴，防止液态热水直接混入冷水中引入误差。
- 迅速将蒸汽导管口没入量热器内的冷水中（浸入深度约 1~2 cm），同时开始缓慢、均匀地上下拉动搅拌器。

（四）混合过程监控

- 在通蒸汽过程中，持续观察万用表电压读数的变化。
- 当电压读数上升至预定值（约 313 mV，对应约 $40^{\circ}C$ ，即高于室温一定幅度）时，迅速拔出蒸汽导管。
- 移走导管后，继续轻轻搅拌水，紧密注视电压读数。当读数达到最高点并开始趋于稳定（不再上升）时，记录此时的混合末温电压 U_2 。

（五）末态质量测量

- （1）实验结束后，立即将盛有冷水和凝结水的内筒（含搅拌器）放上电子天平。
- （2）称量“内筒 + 搅拌器 + 冷水 + 凝结水”的末态总质量 $m_{\text{末}}$ 。
- （3）通过 $M=m_{\text{末}}-m_{\text{初}}$ 计算通入的水蒸气质量。

六、原始数据记录：

（一）常数表

水的比热容 $C_{\text{水}}=4.18\text{ J/(g}\cdot\text{ K)}$

内筒(铝)比热容 $C_1=0.897\text{ J/(g}\cdot\text{ K)}$

搅拌器(金属)比热容 $C_2\approx0.39\text{ J/(g}\cdot\text{ K)}$

标准比汽化热 $L_{\text{标}}=2.25\times10^6\text{ J/kg}$

（二）测量数据

物理量	符号	数值	单位
量热器内筒质量	m_1	29.52	g
搅拌器质量	m_2	3.84	g
初态总质量(筒+水)	$m_{\text{初}}$	149.28	g
末态总质量(筒+水+汽)	$m_{\text{末}}$	157.08	g
初温电压	U_1	285.8	mV
末温电压(混合温度)	U_2	318.3	mV
水蒸气温度电压	U_3	373.2	mV

七、数据处理：

（一）质量计算

- （1）冷水质量 $m_{\text{水}}=m_{\text{初}}-m_1=149.28-29.52=119.76\text{ g}$
- （2）凝结水蒸气质量 $M=m_{\text{末}}-m_{\text{初}}=157.08-149.28=7.80\text{ g}$

（二）温度换算（依据 $t=U-273.15$ ）

- （1）初温 $t_1=285.8-273.15=12.65^{\circ}\text{ C}$
- （2）末温 $t_2=318.3-273.15=45.15^{\circ}\text{ C}$
- （3）蒸汽温度 $t_3=100.00^{\circ}\text{ C}$
- （4）冷水温升 $\Delta t_1=32.50\text{ K}$
- （5）凝结水温降 $\Delta t_2=54.85\text{ K}$

（三）热量计算

- （1）系统总热容 C_{sys} ：

$$C_{\text{sys}}=m_{\text{水}}C_{\text{水}}+m_1C_1+m_2C_2C_{\text{sys}}=119.76\times4.18+29.52\times0.897+3.84\times0.39\approx528.58\text{ J/K}$$

- （2）系统吸热 $Q_{\text{吸}}$ ：

$$Q_{\text{吸}}=C_{\text{sys}}\times\Delta t_1=528.58\times32.50=17178.9\text{ J}$$

- （3）凝结水放出的显热 $Q_{\text{显}}$ ：

$$Q_{\text{显}}=M\times C_{\text{水}}\times\Delta t_2=7.80\times4.18\times54.85=1788.3\text{ J}$$

- （4）汽化潜热 Q_L ：

$$Q_L=Q_{\text{吸}}-Q_{\text{显}}=17178.9-1788.3=15390.6\text{ J}$$

（四）结果计算

比汽化热 L :

$$L=\frac{Q_L}{M}=\frac{15390.6}{7.80}\approx1973\text{ J/g}L=1.973\times10^6\text{ J/kg}$$

八、实验结果与讨论:

（一）实验结果： 本实验测得水的比汽化热为 $1.97\times10^6\text{ J/kg}$ 。

（二）误差计算：

与标准值 $2.25\times10^6\text{ J/kg}$ 相比，相对误差为：

$$E=\frac{|1.973-2.25|}{2.25}\times100\%=12.3\%$$

（三）误差来源分析：

（1）系统散热（主要原因）： 实验中混合后的末温达到 45.15°C ，远高于室温（约 15°C ）。

这导致在实验后半程，量热器向环境散失了较多热量，使得测得的 U_2 （末温）偏低。根据公式，末温偏低会导致计算出的吸热量 $Q_{\text{吸}}$ 偏小，从而导致 L 的测量值偏小。

（2）蒸汽带水： 尽管使用了存水弯，但导入的蒸汽中可能仍含有微量未汽化的小液滴。这部分液滴直接进入量热器只放出显热而没有放出潜热，但被计入了质量 M 中，这会导致计算出的 L 值偏小。

（3）质量测量误差： M 值仅为 7.80 g ，相对较小，天平的测量误差对 M 的相对影响较大。

九、思考题

Q: 为什么要使混合后的末温高于室温，且最好初温低于室温、末温高于室温幅度相当？

A: 这是为了利用“抵偿法”消除散热误差。如果初温低于室温、末温高于室温，且温差大致相等，那么在实验前半程系统从环境吸热，后半程向环境放热，两者可以大致抵消，从而减小热交换带来的系统误差。本实验中初温接近室温，而末温远高于室温，未满足此条件，因此散热误差较大。