



实验步骤

- 通过长度的变化测量铜管、铁管和玻璃管的热膨胀系数
- 测量铜、铁、玻璃的线性膨胀系数，并将其与文献中的引用值进行对比

实验目的

测量黄铜、钢铁和玻璃的膨胀系数。

概述

如果加热固体，它们或多或少都会膨胀，本实验中，通过热水流经铜管、铁管和玻璃管，再用千分尺测量膨胀长度，那么这些材料的线性膨胀系数就可以通过变化的长度求得。

所需仪器

数量	描述	型号
1	线性膨胀器 D	U15400
1	浸没式/循环恒温器 (230 V, 50/60 Hz)	U144002-230 或
	浸没式/循环恒温器 (115 V, 50/60 Hz)	U144002-115
1	适配计量器	U8442250
2	塑料管 6 mm	U10146

1

备注：

如果只要测量室温和沸水间的管子的长度变化就足够了，那么就可以用蒸气发生器代替循环恒温器，其所需实验仪器可以参考订单号UE2010135，如图片3所示。

基本原理

固体中，每个原子都在其平衡位置振动，这个振动不是谐波振动，因为当两个原子偏离其平衡位置互相靠近时势能会增加，当互相远离时则相反，当温度升高，振荡能量也会变大，且此时两个相邻原子的平均间距比平衡位置时的间距大，当温度升高这种效应会越发显著，因此当温度升高固体会膨胀的更大。这种情况下可以通过观察长度的变化而计算出变化的体积，

线性膨胀系数被定义为：

$$(1) \quad \alpha = \frac{1}{L(\vartheta)} \cdot \frac{dL}{d\vartheta}$$

L: 长度
θ: 摄氏温度

可知，此系数主要取决于物体本身的性质，而与温度没有太大的关系，由此得出如下结论：

$$(2) \quad L(\vartheta) = L_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \vartheta)$$

$$L_0 = L(0^\circ\text{C})$$

如果温度不是很高：

$$(3) \quad L(\vartheta) = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \vartheta)$$

试验中，通过热水流经薄壁的铜管、铁管和玻璃管来升高他们的温度，并得出测量值，循环恒温器用来确保水温为一恒定值，由于管子的一端被安装在膨胀器上，那么就可以在管子的另一端用千分尺读出增加的长度，而室温则作为参考温度。

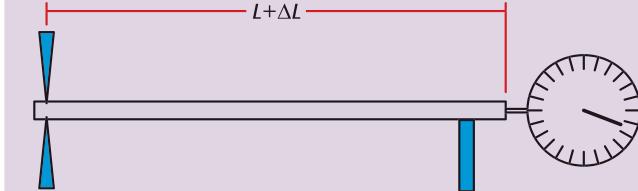


图 1: 测量装置示意图

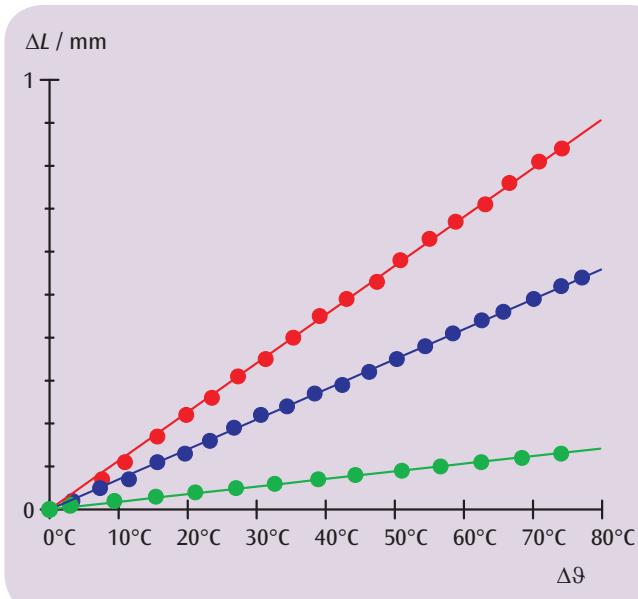


图2: 铜管 (红)、铁管 (蓝)、玻璃管 (绿) 的长度变化作为温差的函数曲线



图3: 蒸气发生器装置图

评价

在适当的温度范围内，通过研究发现，当 $\alpha \cdot \vartheta \ll 1$ 公式 (3) 变形为：

$$\Delta L = L(\vartheta_1) \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta$$

$$\text{其中 } \Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1, L(\vartheta_1) = 600 \text{ mm}$$

我们所寻求的线性膨胀系数可以从经过原点的直线的梯度求出，如图1所示。分解公式 (3)，当温度升高时，结果证明 α 不再是常数，所以它并不依赖于温度，严格来说，这种情况发生在我们观察的温度，由于线性膨胀的测量值精确到 0.01 mm，通过精密分析可知，测量值不是完全线性的，尤其是铜，且它的线性膨胀系数随着温度的变化略有增加。