

文章编号:1007-2985(2011)03-0042-02

基于 Origin 的金属线膨胀系数实验数据处理方法*

刘 杨

(运城学院机电公共实验中心,山西 运城 044000)

摘 要:用 Origin 软件对金属线膨胀系数实验数据进行了线性拟合与作图,拟合的结果与所作图形均与逐差法进行数据处理的结果相吻合.实验表明:利用 Origin 软件处理实验数据具有简洁、快捷与直观等特点,避免了人为因素所造成的误差.

关键词:Origin 软件; 数据处理; 金属线膨胀系数; 逐差法

中图分类号:O435

文献标志码:B

金属线膨胀系数测量是大学物理实验中的基础实验之一,通常实验采用热学实验综合仪进行,测量过程比较简单.但是,实验数据的处理相对复杂,而且人为因素较多.目前,主要采用等差法、二乘法等进行数据处理,但是这些方法主观性大,误差较大,处理比较费时.Origin 是当今世界上最著名的科技绘图和数据处理软件之一,与其他科技绘图及数据处理软件相比,Origin 在科技绘图及数据处理方面能满足大部分科技工作者的需要,并且容易掌握,兼容性好,因此成为科技工作者的首选科技绘图及数据处理软件^[1],笔者采用 Origin 软件处理实验数据,避免了人为因素所造成的误差.

1 实验原理

固体受热后其长度的增加称为线膨胀.经验表明,在一定的温度范围内,原长为 L 的物体,受热后其伸长量 ΔL 与其温度的增加量 Δt 近似成正比,与原长 L 亦成正比,即

$$\Delta L = \alpha L \Delta t, \quad (1)$$

其中的比例系数 α 称为固体的线膨胀系数(简称线胀系数).

实验还发现,同一材料在不同温度区域,其线胀系数不一定相同.但是,在温度变化不大的范围内,线胀系数仍可认为是一常量.为测量线胀系数,将材料做成杆状.由(1)式可知,测量出受热前温度 t_1 时杆长 L 、受热后温度达 t_2 时的伸长量 ΔL 和受热前后的温度 t_1 及 t_2 ,则该材料在 (t_1, t_2) 温区的线胀系数为

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L(t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

其物理意义是固体材料在 (t_1, t_2) 温区内,温度每升高 1°C 时材料的相对伸长量,其单位为 $(^\circ\text{C})^{-1}$.

测线胀系数的主要问题是如何测伸长量 ΔL .可采用千分表(分度值为 $1\ \mu\text{m}$)、读数显微镜^[4]、光杠杆放大法、光学干涉法等.考虑到测量方便和测量精度,我们采用千分表测量.

2 数据处理

2.1 原始数据记录

原始数据记录如表 1 所示.

表 1 金属杆在不同温度下千分尺的测量值

$t/^\circ\text{C}$	55	60	65	70	75	80	85	90
$L_i/\mu\text{m}$	13.0	22.0	34.0	44.8	54.8	65.5	76.0	87.5

* 收稿日期:2011-03-26

作者简介:刘 杨(1968-),女,山西运城人,运城学院机电公共实验中心高级实验师,主要从事大学物理教学与研究.

2.2 用逐差法处理实验数据

由于逐差法只需要用简单的代数运算就可进行计算,其处理方法的物理内涵明确,方法简单易懂.因此,作为基本的实验数据处理方法的训练内容,在基础物理实验中还是一种很好的处理方法.

将表 1 中的数据分为前后 2 组,用逐差法计算温度每增加 5 °C 时金属管的平均伸长量,即

$$\overline{\Delta L} = \frac{(54.8 - 13.0) + (65.5 - 22.0) + (76.0 - 34.0) + (87.5 - 44.8)}{4 \times 4} = 10.625 \mu\text{m}.$$

已知测得铜杆的原长度 $L = 117.15 \text{ mm}$,将这些已知量代入(2)式,即可求出 α 的值为

$$\alpha = \frac{\overline{\Delta L}}{L(t_2 - t_1)} = \frac{10.625}{117.15 \times 5} \times 10^{-3} = 1.81 \times 10^{-5} (\text{°C})^{-1}.$$

2.3 用 Origin 软件处理实验数据

用 Origin 软件处理实验数据主要是把实验测量的实验数据绘制成图形,同时生成参数,根据参数计算所需物理量的数值,处理金属线膨胀系数实验数据主要绘制 $L_i - t$ 曲线以及对 $L_i - t$ 曲线进行线性拟合.

启动 Origin,把测量数据 $t/\text{°C}$ 和 $L_i/\mu\text{m}$ 分别键入 Origin 工作表 Datal 中的 A[X]、B[Y] 列, t 作为 X 列数据, L_i 作为 Y 列数据.选中 A[X]、B[Y] 这 2 列,并选择菜单“Plot-Line Symbol”,Origin 将会在随之打开的绘图窗口 Graph1 中绘制好 $L_i - t$ 曲线图.

将绘制好的 $L_i - t$ 曲线图进行数据拟合,选中的曲线拟合为直线.Origin 软件对实验数据进行的线性拟合是一种特殊的曲线拟合,以 X 为自变量,Y 为因变量,回归拟合的函数形式为: $Y = A + BX$,其中 A,B 为参数,由最小二乘法确定.选择菜单“Analysis-Fit Linear”,那么 Origin 将曲线拟合为直线,如图 1 所示.同时,在右下角的“Result Log”窗口输出拟合结果,显示拟合出来的 A 和 B 的值及相关系数 R 等结果,见表 2.

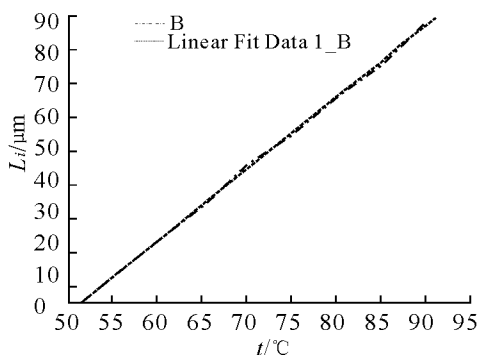


表 2 Origin 软件线性拟合结果表

Linear Regression for Datal_B:			
$Y = A + B * X$			
Parameter	Value	Error	
A	-103.9785 7	0.854 01	
B	2.121 43	0.011 64	
R	SD	N	P
0.999 91	0.377 02	8	< 0.000 1

图 1 拟合直线图

表 3 中各估计值分别是: A 为截距以及截距的标准差 S_A ; B 为斜率以及斜率的标准差 S_B ; R 为相关系数; P 为相关系数等于零的置信概率; N 为数据点数; S_D 为拟合变量 L_i 的标准差. $L_i - t$ 曲线斜率 B 值的物理意义温度每增加 1 °C 时铜杆的伸长量,将 B 值代入(2)式可求得铜杆的 α 为

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L(t_2 - t_1)} = \frac{2.1214 3}{117.15} \times 10^3 = 1.81 \times 10^{-5} (\text{°C})^{-1}.$$

3 结语

由上述分析可以看出,用逐差法计算结果与用 Origin 软件拟合的结果完全吻合,但用 Origin 处理实验数据具有不需编程、简便易行、数据处理重现性好、误差小等优点,可以实现对几乎所有的大学物理实验数据的快速处理.

参考文献:

[1] 胡素梅,陈海波.基于 Origin 的牛顿环实验数据处理方法 [J].吉首大学学报:自然科学版,2006,27(2):50-52.
 [2] 谢行恕,康士秀,霍剑青.大学物理实验(第 2 册) [M].北京:高等教育出版社,2001.
 [3] 杨述武.普通物理实验 [M].北京:高等教育出版社,2000.
 [4] 穆晓东.读数显微镜在测量金属线膨胀系数中的应用 [J].大学物理实验,2005,18(3):17-18. (下转第 47 页)

- 1997,79;1 758.
- [3] PHILLIPS C. Generation of First-Order Terahertz Optical Sidebands in Asymmetric Coupled Quantum Wells [J]. Appl. Phys. Lett.,1999,75;2 728.
- [4] LEE D S,MALLOY K J. Analysis of Reduced Interband Absorption Mechanism in Semiconductor Quantum Well [J]. IEEE J. Quantum Electron.,1994,30;85-92.
- [5] FROMHERTZ T. Floquet States and Intersubband Absorption in Strongly Driven Double Quantum Wells [J]. Phys. Rev. B,1997,56;4 772.
- [6] MASLOV A V,CITRIN D S. Numerical Calculation of the Terahertz Field-Induced Changes in the Optical Absorption in Quantum Wells [J]. IEEE Sel. Top. Quantum Electron.,2002(8):457.
- [7] HAUG H,JAUHO A-P. Quantum Kinetics in Transport and Optics of Semiconductors [M]. Berlin;Springer Series in Solid-State Sciences,1996.
- [8] KIRA M. Quantum Theory of Spontaneous Emission and Coherent Effects in Semiconductor Microstructures [J]. Pro. Quantum Electron.,1999,23;189.

Optical Absorption in Terahertz-Driven GaAs Quantum Well

SHI Chang-bo,PENG Jin-zhang,MI Xian-wu

(College of Physics Science and Information Engineering,Jishou University,Jishou 416000,China)

Abstract: The optical absorption spectra in quantum well driven by both an intense growth-direction-oriented terahertz (THz) and an optical pulse are calculated within the theory of density matrix. It is shown that the electric field produces multiple absorption peaks which come from the quantum confined Stark effect. Much rich optical absorption spectra and the excitonic peak spiting show up when changing the THz field intensity. The Autler-Towns splitting results from the THz nonlinear dynamics of confined excitons and result in the band side generation.

Key words: optical absorption spectrum; quantum well; terahertz

(责任编辑 陈炳权)

(上接第 43 页)

Method of Treating Data in Metallic Linear Expansion Coefficient Experiments Based on Origin

LIU Yang

(Experimental Center of Electrics and Mechanics, Yuncheng University, Yuncheng, 044000, China)

Abstract: The Origin software is applied to the linear fitting and mapping of the data in metallic linear expansion coefficient experiment. The experiment result shows an excellent accordance with the results of data treatment by the method of successive difference. The experiment is concise, rapid, and direct, and it can avoid producing error from the manual treatment.

Key words: Origin software; data treatment; metallic linear expansion coefficient; method of successive difference

(责任编辑 陈炳权)