

# 南昌大学物理实验报告

课程名称： 普通物理实验（2）

实验名称： 热电偶的定标与温度的测量

学院： 理学院 专业班级： 应用物理学 152 班

学生姓名： 马文青 学号： 5502215035

实验地点： 基础实验大楼 B515 座位号： 21

实验时间： 第 9 周 星期五 下午三点四十五分开始

## 一、实验目的：

- 1、学习使用电位差计测定温差电动势。
- 2、掌握热电偶定标曲线的绘制规则。
- 3、学习用直线拟合方法处理实验数据。

## 二、实验原理：

温度是表征热力学系统冷热程度的物理量，温度的数值表示法叫温标。常用的温标有摄氏温标、华氏温标、热力学温标等。

温度会使物质的某些物理性质发生改变。一般来讲，任一物质的任一物理性质只要它随温度的改变而发生单调的、显著的变化，都可用它来标志温度，也即制作温度计。常用的温度计有水银温度计、酒精温度计、热电偶温度计等。

将两种不同的金属焊接到一个回路中，如果使它们处于两个不同的温度环境下，则回路中就会出现一个通常不为零的电动势，这个电动势称为温差电动势，产生这个温差电动势的金属回路称为温差电偶或热电偶。

热电偶的温差电动势主要取决于所选用的材料和两个接触点的温度，但材料中所含的杂质和加工工艺过程也会对它产生一定的影响。因而，由同样的两种材料组成的热电偶，它们的温差电动势与温度的关系可能并不完全相同。所以对于每一支焊好的热电偶温度计，都应先进行分度定标，即测定出温差电动势与温度间的确定关系，然后才能用它来测量温度。

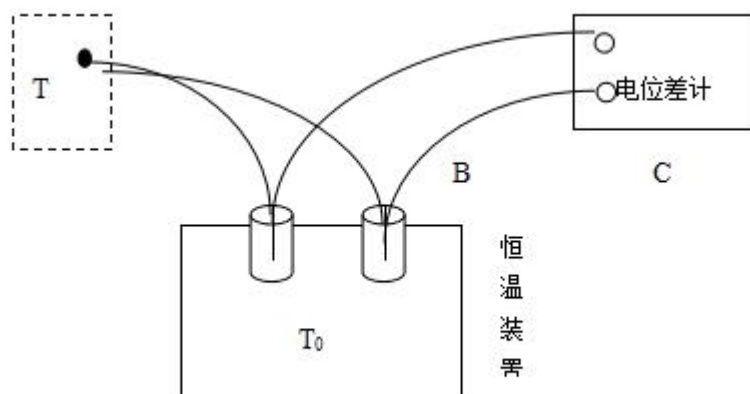
两种不同的金属互相接触时，在它们的接触面上产生一个接触电位差（珀耳贴电动势）；同一种金属两端处于不同的温度下也会产生一个电位差（汤姆逊电动势）。热电偶所产生的温差电动势是这两种电动势之和，与温度有关。可以把温差电动势与温度  $T$  的关系写成。此式不是严格的线性关系，可将其展开为无穷级数

$$\varepsilon = a + b(T - T_0) + c(T - T_0)^2 + \dots$$

式中  $T_0$  是恒温端（亦称冷端）的温度， $T$  是另一端（即工作端）的温度。若选取  $T = T_0$  时， $\varepsilon = 0$ ，可得  $a = 0$ 。上式应写成

$$\varepsilon = b(T - T_0) + c(T - T_0)^2 + \dots$$

式中  $b$ 、 $c$  等是与组成该热电偶的材料等因素有关的系数。对于一支做好的热电偶，当其冷端温度  $T_0$  固定时，温差电动势仅仅是工作端温度  $T$  的函数，可用实验方法确定出二者的函数关系（或定出  $b$ 、 $c$  等系数）。根据其温差电动势  $\varepsilon$  的值来测定温度  $T$ ，热电偶的结构示意图如下图所示。



三、实验仪器：

热电偶，杜瓦瓶，温度计，直流电势差计，EH-3 数字化热学实验仪，槽式加热器。

四、实验内容和步骤：

测定温差电动势，绘制定标曲线。

电势差计的使用方法：

- (1) 插上电源，打开箱后侧电源开关，把倍率开关从“断”旋到所需倍率，“测量—输出”开关置于“测量”位置，调节“调零”旋钮，使检流计指针指零。
- (2) 扳键开关扳向“标准”（注意：扳键要向前推到底不松手），调节“工作电流调节”旋钮，使检流计指零。
- (3) 将热电偶极性接入“未知”端钮，扳键开关扳向“未知”，调节三个测量盘，使检流计指零，被测电压（势）为测量盘读数与倍率乘积。
- (4) 使用完毕后，倍率开关置于“断”位置，并切断电源。

操作步骤：

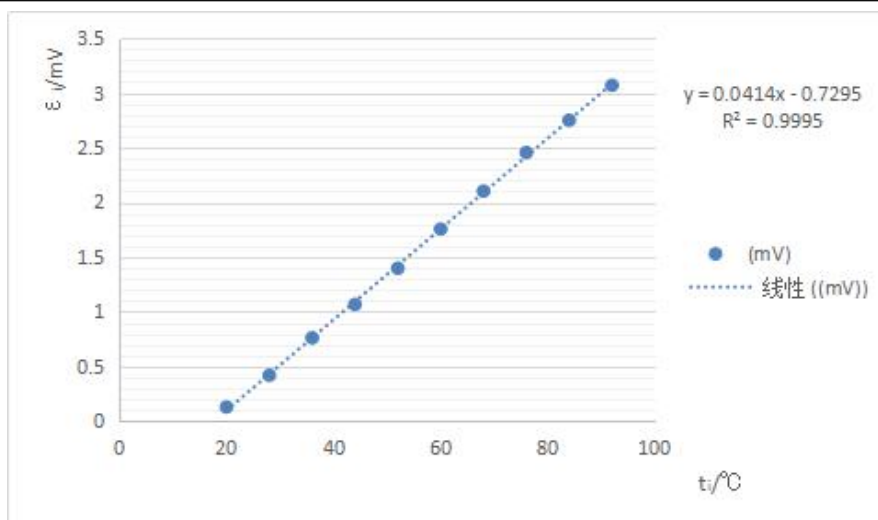
- 1、连接好电路，检查无误后通电预热。
- 2、将电势差计预热待用。
- 3、通过 EH-3 数字化热学实验仪调节好工作端的温度待其稳定后，从电势差计上读取相应的温差电动势（注意，在测量时先让工作端按选定温度点依次升高温度；然后再依次降低温度，并在选定温度点测量其温差电动势）。
- 4、在坐标纸上作出  $\varepsilon - \tau$  图线。用最小二乘法（直线拟合）求出热电动势  $\varepsilon$  与温差的关系  $\varepsilon = b\tau$ ，并以此关系为依据，对热电偶温度计进行标定。
- 5、根据  $\varepsilon = b\tau$  算出此热电偶温度计所测沸水的温度值（实验中先测出沸水的温差电动势），并与标准值比较。

五、实验数据与处理：

$t_0=16^{\circ}\text{C}$

$t_i / ^{\circ}\text{C}$	20	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100
$\varepsilon_i \uparrow (\text{mV})$	0.150	0.412	0.767	1.026	1.328	1.684	2.027	2.395	2.687	3.030	/
$\varepsilon_i \downarrow (\text{mV})$	0.110	0.428	0.757	1.105	1.467	1.827	2.179	2.514	2.813	3.110	/
$\bar{\varepsilon}_i (\text{mV})$	0.130	0.420	0.762	1.067	1.398	1.756	2.103	2.455	2.750	3.070	/

$\varepsilon - \tau$  曲线



当到达沸点时， $t=99^\circ\text{C}$ ，测得  $\epsilon = 3.373\text{mV}$ ，将  $\epsilon' = 3.373\text{mV}$  代入定标曲线中，得到  $t=99.1^\circ\text{C}$ ，相差较小。

## 六、误差分析：

- 1、温度和电势差读数时，会有偶然误差；
- 2、电势差计在不同的温度下数值不同，可能因为温度变化太快而引起测量失误；
- 3、实验仪器本身使用时间过长，可能存在系统误差。

## 七、实验心得与改进建议：

本次实验耗时较长，比较考验耐心和细心，实验过程中，若温度计触到容器底部则不能精准测量温度，造成较大误差，实验器材可以夹子和支架等，可以将温度计固定好，不易产生偏差，实验也可添加散热器这类的仪器，可以辅助散热，减少散热时间，也可采用电子温度计测量温度，这样会减少温度器的读数误差。

## 八、思考题：

1、在实验过程中，为了测量准确，应特别注意哪些方面？

答：测量温度应与测量电势差同时进行，否则会产生较大误差。温度计与热电偶不要触到加热器底部。

2、简述杜瓦瓶内水温为何要保持均匀。

答：使温度计与热电偶受热均匀，进而使结果更加准确，减少不必要的误差。

## 九、附上原始数据：

$t_i/^{\circ}\text{C}$	20	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100
$E_{i\uparrow}/\text{mV}$	0.150	0.412	0.767	1.026	1.328	1.684	2.027	2.395	2.687	3.030	—
$E_{i\downarrow}/\text{mV}$	0.110	0.428	0.757	1.105	1.467	1.827	2.179	2.514	2.813	3.110	—

沸点  $t = 99^{\circ}\text{C}$   $E = 3.37$

11.11