

高温超导材料特性测试和低温温度计实验报告

2200011477 李昊润 六组 7 号

2024 年 5 月 24 日

1 实验数据

1.1 室温检测实验数据

1. Pt 电阻电压: $U_{Pt} = 109.01 \text{ mV}$ 。
2. Pt 电阻测量电路电流: $I_{Pt} = 1 \text{ mA}$ 。
3. Si 二极管电压: $U_{SiD} = 0.5120 \text{ V}$ 。
4. Si 二极管电流: $I_{SiD} = 100 \text{ }\mu\text{A}$ 。
5. 超导体样品测量电路中标准电阻上的电压: $U_s = 100.099 \text{ mV}$ 。
6. 超导体样品电压: $U_{\text{样品}} = 0.077 \text{ mV}$ 。

1.2 超导转变曲线实验数据

表 1: 实验数据

U_{Pt} / mV	U_{SiD} / V	$U_{\text{样品}} / \text{mV}$	T / K	$R_{\text{样品}} / \text{m}\Omega$
103.98	0.5424	0.076	283.18	7.6
101.98	0.5548	0.074	278.07	7.4
99.98	0.5673	0.073	272.96	7.3
97.97	0.5798	0.072	267.86	7.2
96.00	0.5933	0.071	262.76	7.1
94.00	0.6059	0.070	257.67	7.0
92.90	0.6197	0.069	252.59	6.9
90.00	0.6328	0.067	247.52	6.7
88.01	0.6459	0.066	242.46	6.6
86.00	0.6591	0.065	237.41	6.5
84.01	0.6724	0.064	232.37	6.4
81.98	0.6858	0.063	227.33	6.3
80.00	0.6993	0.062	222.31	6.2
78.00	0.7128	0.061	217.29	6.1
76.00	0.7263	0.060	212.29	6.0

表 1 (续)

U_{Pt} / mV	U_{SiD} / V	$U_{\text{样品}} / \text{mV}$	T / K	$R_{\text{样品}} / \text{m}\Omega$
74.00	0.7399	0.059	207.32	5.9
72.00	0.7534	0.057	202.33	5.7
70.00	0.7659	0.056	197.35	5.6
68.00	0.7794	0.055	192.38	5.5
66.00	0.7933	0.054	187.42	5.4
63.98	0.8076	0.053	182.47	5.3
62.00	0.8198	0.052	177.52	5.2
60.01	0.8339	0.051	172.59	5.1
58.00	0.8476	0.050	167.67	5.0
56.00	0.8604	0.049	162.76	4.9
54.00	0.8736	0.048	157.86	4.8
52.00	0.8864	0.046	152.97	4.6
50.00	0.8990	0.045	148.10	4.5
48.00	0.9115	0.045	143.24	4.5
46.00	0.9239	0.044	138.39	4.4
44.00	0.9360	0.042	133.56	4.2
42.00	0.9481	0.041	128.74	4.1
40.01	0.9599	0.040	123.94	4.0
38.00	0.9716	0.039	119.16	3.9
36.00	0.9832	0.037	114.39	3.7
34.00	0.9946	0.036	109.64	3.6
31.99	1.0052	0.035	104.90	3.5
30.00	1.0168	0.033	100.18	3.3
27.99	1.0285	0.030	95.481	3.0
27.00	1.0338	0.027	93.133	2.7
26.76	1.0351	0.025	92.570	2.5
26.64	1.0357	0.023	92.289	2.3
26.59	1.0360	0.021	92.172	2.1
26.56	1.0362	0.019	92.102	1.9
26.54	1.0362	0.017	92.055	1.7
26.51	1.0364	0.013	91.984	1.3
26.49	1.0365	0.009	91.938	0.9
26.48	1.0366	0.007	91.914	0.7
26.45	1.0367	0.005	91.844	0.5
26.43	1.0368	0.003	91.797	0.3
26.37	1.0372	0.002	91.656	0.2
26.25	1.0378	0.000	91.375	0.0
26.00	1.0391	0.000	90.789	0.0
25.00	1.0443	0.000	88.447	0.0

表 1 (续)

U_{Pt} / mV	U_{SiD} / V	$U_{\text{样品}} / \text{mV}$	T / K	$R_{\text{样品}} / \text{m}\Omega$
24.00	1.0497	0.000	86.107	0.0
23.00	1.0547	0.000	83.767	0.0
21.96	1.0621	0.000	81.427	0.0
20.99	1.0660	0.000	79.084	0.0
20.38	1.0672	0.000	77.630	0.0

1.3 液氮沸点检测实验数据

Pt 电阻电压: $U_{Pt} = 20.38 \text{ mV}$ 。

温差电偶电压: $U_o = 0.000 \text{ mV}$ 。

2 实验数据的分析、处理和结论

2.1 处理室温检测实验数据

2.1.1 Pt 电阻测量电路

电流: $I_{Pt} = 1 \text{ mA}$ 。

室温 Pt 电阻: $R_{Pt} = \frac{U_{Pt}}{I_{Pt}} = 109.01 \Omega$ 。

查表得, 室温为 296.07 K 。

2.1.2 Si 二极管测量电路

电流: $I_{SiD} = 100 \mu\text{A}$ 。

室温 Si 二极管电阻: $R_{SiD} = \frac{U_{SiD}}{I_{SiD}} = 5120 \Omega$ 。

2.1.3 超导体样品测量电路

标准电阻: $R_s = 100 \Omega$ 。

电流: $I_{\text{样品}} = \frac{U_s}{R_s} = 10.0099 \text{ mA} \approx 10.01 \text{ mA}$ 。

室温下超导样品电阻: $R_{\text{样品}} = \frac{U_{\text{样品}}}{I_{\text{样品}}} = 7.692 \text{ m}\Omega$ 。

2.2 处理低温温度计比对实验数据

由图 1 读图可得, Si 二极管电压-温度关系在测量范围内线性良好。

2.3 处理超导样品测量数据

选取样品电阻-温度线性关系的前 37 组数据, 最小二乘法处理, 得:

$$R_{Pt} = 0.022T + 1.21 \text{ m}\Omega.$$

作图, 得图 2

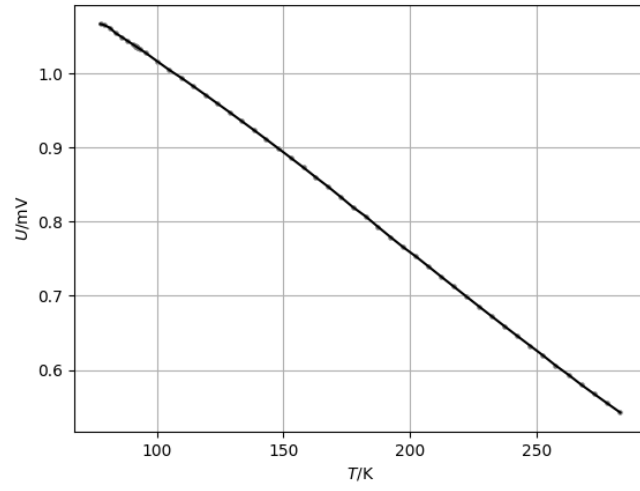


图 1: Si 二极管电压-温度关系

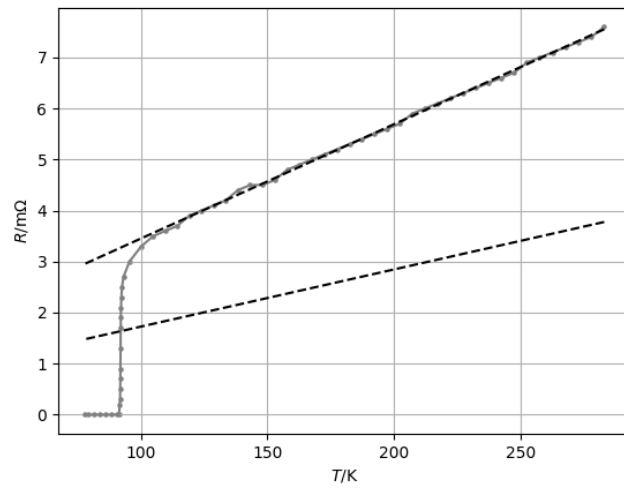


图 2: 样品电阻-温度关系

转变温度的测量结果：

$$T_{c,onset} = 105.00 \text{ K},$$

$$T_{cm} = 92.044 \text{ K},$$

$$T_{c0} = 91.375 \text{ K}.$$

2.4 处理液氮沸点检测数据

温差电偶电压 $U_o = 0.000 \text{ mV}$ 时温度为液氮沸点：

Pt 电阻电流： $I_{Pt} = 1.0013 \text{ mA}$ 。

液氮沸点 Pt 电阻： $R_{Pt} = \frac{U_{Pt}}{I_{Pt}} = 20.35 \Omega$ 。

查表得，液氮沸点为 77.56 K 。

液氮温度下超导样品的电阻： $R_{样品} = \frac{U_{样品}}{I_{样品}} = 0.0 \text{ m}\Omega$ 。

2.5 评价测量系统的精确度和稳定性

表 2: Pt 电阻测量电路电流-温度关系

T/K	I_{Pt}/mA
296.07	1.0000
247.52	1.0005
227.33	1.0006
177.52	1.0008
152.97	1.0009
123.94	1.0010
95.481	1.0013
83.767	1.0013
77.56	1.0013

由表 2 可知，Pt 电阻测量电路电流与 1 mA 最大误差小于 1% ，系统具有较高的精确度和稳定性。

3 收获与感想

本次实验因为害怕紫铜恒温块触及液氮，所以在前半段调拉杆的频率和幅度都不够，导致降温较慢，使得整个实验完成的也比较慢。但是后来在老师和同学们的指点下利用作为底线的“液面指示计”，增大了调节的频率和幅度，终于在规定的时间内完成了实验。

本次实验使我更加深刻地认识到了实验工作的大胆操作与细致严谨并重，希望我能够在今后的实验中，学习和体会前辈物理学家进行物理实验的精神与思想，能够真切益于我的物理学学习甚至生活之中。