

实验报告

评分:

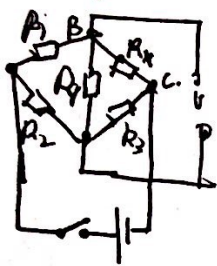
①

20 系 18 级 姓名 王子洋 日期 2019.04.24 No 17 / PB18030974

实验题目: 数字温度计.

实验目的: 用给定的实验器材制作一个 20-45°C 的数字温度计, 温度并用数字万用表 200mV 档来显示.

实验原理:



非平衡电桥的原理图(左). R_x 为待测电阻, 当调节 R_1, R_2 和 R_3 , 使电桥的 A、D 的两端电位相等, 这时电桥达到平衡, 如果将平衡电桥中的待测电阻换成电阻型传感器, 当温度改变时, 传感器的阻值会相应变化, B、D 两端电位不再相等, 电桥处于非平衡状态, 若 B、D 间接有一负载电阻 R_L , 其输出电压为 U . 如果 R_1, R_2, R_3 保持不变, 则 R_x 变化时, U 也会发生变化.

根据 R_x 与 U 的函数关系, 通过检测桥路的不平衡电压 U , 能反映出 R_x 的微小变化, 从而测量温度的变化.

根据桥压原理得:

$$U = U_{bc} - U_{dc} = \frac{R_x}{R_1 + R_x} E - \frac{R_3}{R_2 + R_3} E = \frac{R_2 R_x - R_3 R_1}{(R_1 + R_x)(R_2 + R_3)} E$$

当温度 $R_1 R_2 = R_3 R_x$, 电桥输出 $U = 0$, 即电桥处于平衡状态, 为了测量的准确性, 在测量的起始点, 电桥必须调到平衡. (预调平衡), 保证电桥的输出, 只与某一臂的电阻有关. 若 R_1, R_2, R_3 固定, 设 R_x 为温度的函数, 当 $t_0 \rightarrow t_0 + \Delta t$, $R_x \rightarrow R_0 + \Delta R_x$, 因电桥不平衡而产生的电压输出

$$U(t) = \frac{R_2 \Delta R_x}{(R_1 + R_0 + \Delta R_x)(R_2 + R_3)} E, \text{ 设 } R_1/R_3 = k, \quad \delta = \Delta R_x/R_0 \text{ 时}$$

$$U(t) = \frac{k \delta}{(1 + k)(1 + \delta)} E, \text{ 当待测桥臂的变化 } \delta \ll 1, \text{ 可以认为 } U \propto \Delta R_x \text{ 或 } \delta, \text{ 故 } U(t) = \frac{k \delta}{(1 + k)} E, \text{ 当 } k=1 \text{ 时}$$

$$U(t) = \frac{E}{4} \delta, \text{ 实验中 Pt1000 是铂热电阻, 其阻值随温度线性变化, 即 } R_t = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)] \propto \text{电阻温度系数}$$

实验器材: 直流电源一台, 加热石蕊装置一台, 电阻箱三个, 数字万用表一块, 水银温度计.

实验内容:

实验步骤

1. 画电桥原理图并写出实验步骤
2. 测出定标曲线
3. 测量 Pt1000 的电阻温度系数
4. 测量 Pt1000 在 0°C 时的阻值
5. 用制作好的温度计测水温.

1. 接好实验仪器, 调节 $R_0 = 0$
2. 测定标曲线, 调节水温, 并记录多组电压值.
3. 求 α , 并推出 δ , 温度每 1°C 测出 4mV.
4. 调水温至 0°C 求出

记得测电源电压
步骤写在下面

4.24

2019.12.24

实验题目:

实验目的:

实验步骤 ① 连接电路, 打开恒压电源, 调节电压至 $2.00V$

② 调节电阻箱, 使电压表示数为 0 , 记录初始水温,

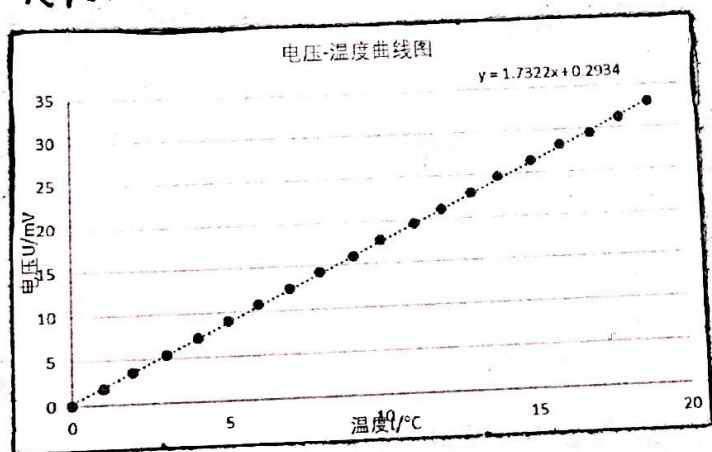
③ 调节功率, 打开磁力搅拌至 $200r/min$, 温度电 ~~阻~~ 目标温度高 $1^\circ C$, 并记录

液体 ~~在~~ 目标温度时, 电压表示数, 每隔 $1^\circ C$ 记录一次, 从室温至 $45^\circ C$.

④ 关闭加热装置, 冷却数分钟, 记录水银温度计 ~~示数~~ 示数, 记录电压表数.

⑤ 测量电源电压, 结束实验, 整理实验仪器.

总标曲线 $U-t$ 曲线: $E=2V$ 舍 $t_0=26.0$, 将数据用最小二乘法做图处理, 得.



$$k = \frac{R_2}{R_3} = \frac{1000.0\Omega}{1124.0\Omega}$$

$$U = 1.997V$$

$$U(t) = 1.732t + 0.2934 \text{ (mV)}$$

$$y = 1.732x + 0.2934, \text{ 由 } E = \frac{E}{R} \delta, \delta = \frac{\Delta R_x}{R_0}, R_x = R_0(1 + \alpha(t - t_0)) \quad k' = \frac{k}{(1+k)}$$

$$\therefore \alpha = \frac{(1+k)^2}{k \cdot E} \quad \bar{\alpha} \text{ 为斜率, 单位为 } mV/^\circ C \quad \therefore \alpha = \bar{\alpha} \times 10^3 \times \frac{(1+k)^2}{k \cdot E} = 1.732 \times 10^{-3} \times \left(\frac{1 + \frac{1000}{1124}}{\frac{1000}{1124}} \right)^2$$

$$= 3.50 \times 10^{-3} / ^\circ C$$

$$\therefore Pt1000 \text{ 铂电阻温度系数为 } 3.5 \times 10^{-3} (^\circ C)^{-1}$$

当 ~~26.0~~ $^\circ C$ 时, ~~1.997~~

当 ~~19.5~~ $^\circ C$ 时, ~~1.997~~

实验题目:

实验目的:

4: 当 $t = 26^\circ\text{C}$ 时 $\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_3}{R_2}$ $R_0 = 1099.0\Omega$ $R_x = R_0(1 + \alpha(t - t_0))$

\therefore 当 $t = 0^\circ\text{C}$ 时 $\Delta t = -26^\circ\text{C}$. $R_{00} = R_0 - \Delta t \cdot \alpha$
 $= (1099.0 - 26 \times 0.35 \times 10^{-3})\Omega = 999.0\Omega$

\therefore 在 0°C 时 $Pt1000$ 的计算值为 999.0Ω , 查表知实际值为 1000Ω

$E_r = \frac{|R_{\text{表}} - R_{\text{测}}|}{R_{\text{表}}} \times 100\% = 0.1\%$ 误差较小, 较为准确.

5: 测量值水温 44.5°C , $\Delta t = 18.5^\circ\text{C}$.

$U(t) = 18.5 \times 1.732 + 0.2934 = 32.34\text{mV}$

$U_{\text{测}} = 32.10\text{mV}$

$E_{\text{rel}} = \frac{|U_{\text{测}} - U_{\text{理}}|}{U_{\text{理}}} \times 100\% = 0.7\%$ 误差较小, 较为准确.

(4)

实验报告

评分:

22 系 18 级 姓名 王子洋 日期 2019.04.24 No 17 PB18030974

实验题目:

实验目的:

误差分析:

- ① 测量期间, 人的反应时间, 导致温度计与电压表示数无法完全同步
- ② 磁搅拌转速过大, 可能会使某些时刻 Pt1000 传感器无法完全浸没在水面中
- ③ Pt1000 在磁搅拌转动中, 与容器壁相接触
- ④ 水银温度计刻度线处不易读数, 有极大的误差
- ⑤ 某些时刻, 因接触不良导致电压表读数不稳

思考题: 将 $t=0^{\circ}\text{C}$ 时, $R_0 \approx 1000\Omega$. 此时 $\alpha = 3.85 \times 10^{-3}$, 每升高 1°C , R 增加 3.85Ω

$$U = \frac{E \cdot K}{(1+K)^2} \cdot \alpha(t-t_0) \quad \text{当 } U(0)=0 \text{ 时 } \alpha(t-t_0)+1=0 \quad t_0 = \frac{1}{\alpha} = 26.0^{\circ}\text{C}$$

$$U=0 \text{ 时} \quad \frac{R_x}{R_1} = \frac{R_3}{R_2} = \frac{1}{K} \quad \text{斜率 } \frac{E \cdot K \cdot \alpha}{CHK^2} = 1 \quad \text{即 } \frac{E \cdot K}{CHK^2} \approx 260 \text{ mV}$$

同时 $R_1 = KR_0$. 不妨 $K=1$. 则 $E = \frac{4 \times 10^{-3}}{\alpha} \text{ V}$

$$R_0 = 1000\Omega$$

⑤

实验报告

评分:

20 系 18 级 姓名 王子洋 日期 2019.04.24 No 17. PH1803097K

实验题目:

实验目的:

调至平衡时 $R_1 = 973.9 \Omega$

$R_2 = 1000.0 \Omega$

$R_3 = 1124.0 \Omega$

$R_1 = 977.8 \Omega$

$t/^\circ\text{C}$	$U_{\text{表}}/\text{mV}$	$t/^\circ\text{C}$	$U_{\text{表}}/\text{mV}$
26.0	0.00	38.0	20.75
27.0	1.83	39.0	22.50
27.9	3.40	39.9	24.10
29.0	5.43	41.0	26.01
30.0	7.24	42.0	27.92
31.0	9.06	43.0	29.50
32.0	10.84	44.0	31.20
33.0	12.58	45.0	32.98
34.0	14.11	*44.5	32.10
35.0	15.91		
36.0	17.56		
37.1	19.50		

10min后. 温度计显示 ~~44.5~~ $^\circ\text{C}$

$U = 3210 \text{ mV}$

$U = 1.997 \text{ V}$

2