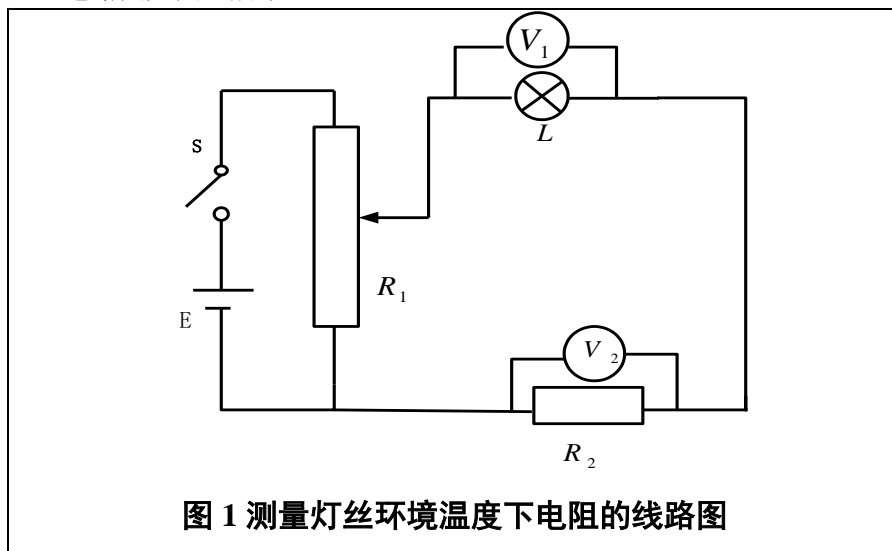


实验题目二 “研究小灯泡的发光问题”题解与评分标准

【问题 1】确定灯泡灯丝温度与其电阻的关系

1. 1 设计出确定环境温度下灯泡灯丝电阻 R_0 的线路图 (3 分) (若申请了提示卡 1, 扣除 6 分)
测量原理电路图如图 1 所示。



线路图评分标准:

- (1). 电路原理正确
- (2). 元件符号使用正确, 连线无断点。

1. 2 简述测量原理及步骤

测量原理:

通过测量在环境温度(室温)下灯泡的灯丝电阻,由公式 $T=aR^{0.83}$ 计算得出 a ,即可确定灯泡的灯丝温度与其电阻的关系。小灯泡由于其通电之后的热效应,其环境温度下的电阻不能直接测量。(在原理部分,可能出现以下三种答案)

答案 1:

利用小功率下的灯丝电阻与电功率关系外推到零功率的情况下获得,此部分测量线路如图 1 所示。图中 R_1 为电位器, R_2 为标准电阻, L 是小灯泡。记录灯丝电压及标阻电压,从而获得灯丝电阻与其电功率的关系,画出他们的关系曲线,外推到功率为零即可获得环境温度下的电阻。

为测出环境温度下的灯丝电阻,可不必进行大功率范围的测量,只测量小功率下的即可。

答案 2.

利用低电流下的灯丝电阻与电流关系外推到零电流的情况下获得,此部分测量线路如图 1 所示。图中 R_1 为电位器, R_2 为标准电阻, L 是小灯泡。记录灯丝电压及标阻电压,从而获得灯丝电阻与其电流的关系,画出他们的关系曲线,外推到电流为零即可获得环境温度下的电阻。

为测出环境温度下的灯丝电阻,可不必进行大电流范围的测量,只测量小电流下的即可。

答案 3.

利用低电压下的灯丝电阻与电压关系外推到零电压的情况下获得,此部分测量线路如图 1 所示。图中 R_1 为电位器, R_2 为标准电阻, L 是小灯泡。记录灯丝电压及标阻电压,从

而获得灯丝电阻与其电压的关系，画出他们的关系曲线，外推到电压为零即可获得环境温度下的电阻。

为测出环境温度下的灯丝电阻，可不必进行大电压范围的测量，只测量低电压下的即可。

原理部分评分标准：

- (1) 明确需要测量室温下的电阻，利用测量到的室内温度和电阻来确定 a ，
- (2) ①由于小灯泡的热效应直接与其电功率相对应，因此用功率为零来获得室温下的电阻较为合理。
②当功率为零时，电流或者电压也会为零，因此解法 2 和 3 也有道理。但鉴于灯丝电阻与电流、电压呈现明显的非线性；受测量仪器精度限制，小电流（或低电压）区域的数值误差大。因此利用电流（或电压）外推方法不可取。
- (3) 此部分只测量小功率范围（电压、电流）。

实验步骤：

- (1) 连接线路，将电位器 R_1 滑到图 1 中的下端，使与灯泡部分并联的电阻较小。
- (2) 检查无误后，按下开关。
- (3) 记录灯泡电压与标值电阻的电压。

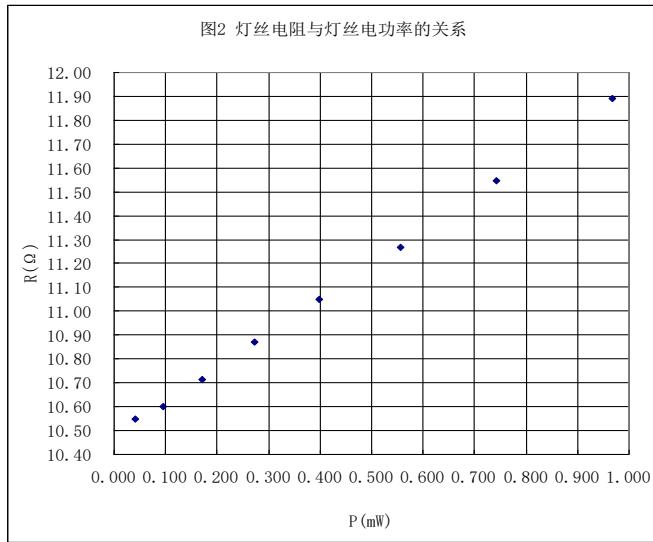
1. 3 自行设计表格，将所获得的数据列入表格，并用作图法给出 R_0

- 1) 直流稳压电源的输出电压=1.0V（可自行设定固定电压的数值，但应能够满足测量要求）。
- 2) 室温 $t_0=17.9^\circ\text{C}$
- 3) 标准电阻阻值=20.0 Ω (或 100 Ω ，此时标阻电压是下面列表的 5 倍)

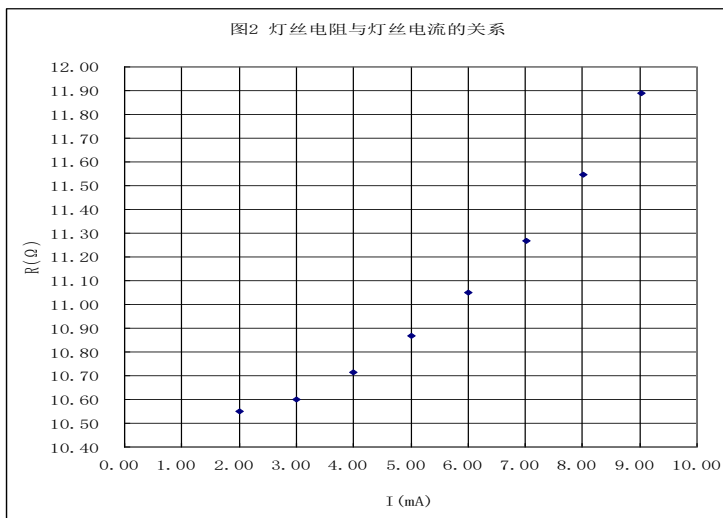
表 1 测量环境温度下电阻 R_0

序号	测量数据		计算所得数据		
	灯丝电压 (mV)	标阻电压 (mV)	灯丝电流 (mA)	灯丝电阻(Ω)	灯丝电功率 (mW)
1	21.1	40.0	2.00	10.55	0.042
2	31.8	60.0	3.00	10.60	0.095
3	42.8	79.9	4.00	10.71	0.171
4	54.4	100.1	5.01	10.87	0.272
5	66.3	120.0	6.00	11.05	0.398
6	79.1	140.4	7.02	11.27	0.555
7	92.6	160.4	8.02	11.55	0.743
8	107.3	180.5	9.03	11.89	0.968
9					
10					

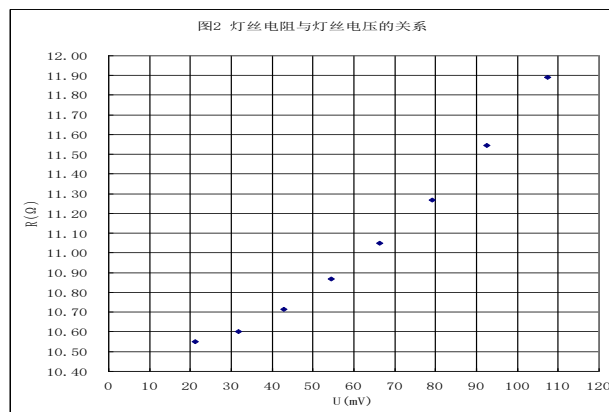
解答一： 测量电阻与功率的关系



解答二： 测量电阻与电流的关系



解答三： 测量电阻与电压的关系



$R_0=10.45\Omega$ （由灯丝电阻与电功率关系外推得出）。

室内温度为 17.9°C ，由 $290.9=a\cdot 10.45^{0.83}$ ，可计算得 $a=41.48$ ，故而有小灯泡温度与电阻的关系为 $T=41.48\cdot R^{0.83}$ ，当我们测得小灯泡的电阻即可获得其温度值。

【问题 2】研究灯泡发光强度与灯丝温度的关系

2.1 画出你实验用的线路图、简述其工作原理及实验步骤
线路图如下

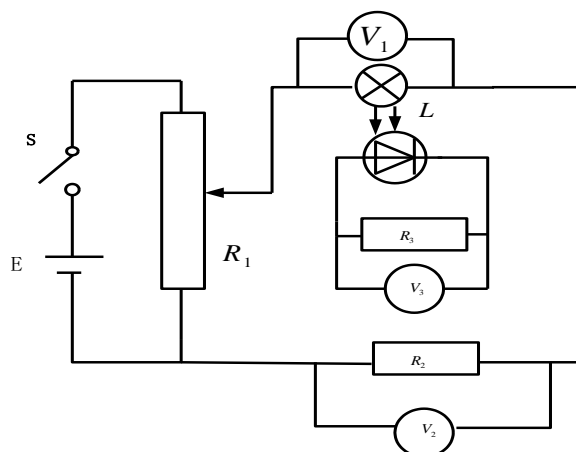


图 3 测量灯泡发光强度与灯丝温度关系的线路图

工作原理：(1) 由 V_3 和 R_3 可得出光电流，虽然光电池不能接收到灯泡发出的所有光线，但光电流仍可以线性地反映出灯泡发光强度；(2) 而由 V_2 和 R_2 可知通过小灯泡的电流，利用 V_1 的测量值可进而得出此时的灯泡电阻，由 $T = aR^{0.83}$ 可求出灯泡的温度，最终可获得灯泡的温度与其发光强度的关系。

步骤：

- (1) 用文具夹子将样品板与光电池板固定好，保持两者之间位置不变。
- (2) 在未闭合开关之前，记录下 V_3 ，并在计算中扣除本底电流。
- (3) 调节电位器增大标阻电压，从灯泡发光开始测量。
- (4) 调节电位器，记录灯泡灯丝的温度、标准电阻的电压、光电池的电压。

2.2 用作图法研究灯泡发光强度与灯丝温度的关系，给出你的结论。

相关参数：

直流电源电压值=15.0V

标阻阻值=20.0 Ω

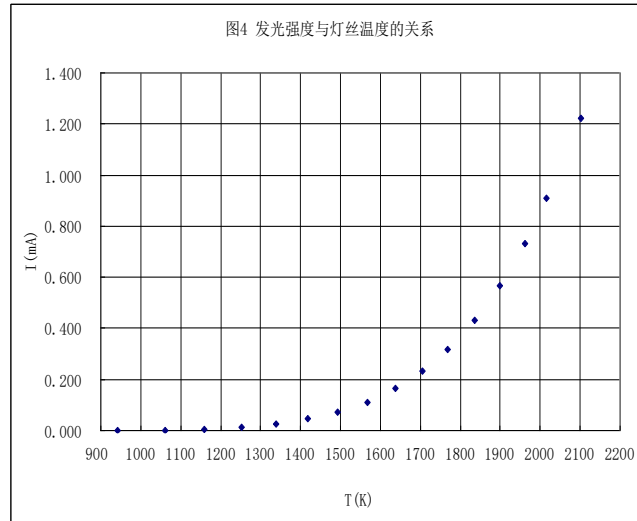
光电池并联定值电阻=100 Ω （注：此两只电阻不能换位）

灯泡的本底电流电压很小，近似为零，可以忽略

记录测量数据如下表

序号	灯丝电压(V)	标阻电压(V)	灯丝电阻(Ω)	灯丝温度(K)	光电池电压(mV)	光电流(mA)
1	1.290	0.600	43.00	941	0.1	0.001
2	1.740	0.701	49.64	1060	0.2	0.002
3	2.21	0.800	55.25	1159	0.6	0.006
4	2.73	0.900	60.67	1252	1.4	0.014
5	3.29	1.001	65.73	1338	2.6	0.026
6	3.88	1.101	70.48	1418	4.5	0.045

7	4.50	1.201	74.94	1492	7.2	0.072
8	5.17	1.301	79.48	1567	11.1	0.111
9	5.87	1.401	83.80	1637	16.4	0.164
10	6.60	1.501	87.94	1704	23.2	0.232
11	7.36	1.601	91.94	1768	31.9	0.319
12	8.19	1.703	96.18	1836	43.2	0.432
13	9.03	1.803	100.17	1899	56.8	0.568
14	9.91	1.903	104.15	1961	73.3	0.733
15	10.74	1.995	107.67	2016	91.0	0.910
16	12.00	2.12	113.21	2102	122.3	1.223



利用表 2 中灯丝温度与光电流的数据绘出图 4。

2.3 求出灯泡额定电压下的灯丝温度

当我们测得小灯泡的电阻即可获得其温度值。当小灯泡电压 $U=12.0V$ 时，小灯泡温度 $T=2102K$