

逸出功的测量实验 实验报告

姓名：王炜致 学号：2022010542 实验日期：2024.5.21 实验台号：5

目录

1 实验目的	1
2 实验仪器	1
3 数据处理与分析	2
3.1 实验电路图设计	2
3.2 确定温度值	2
3.3 直线拟合法绘制 $\lg I_e' - \sqrt{U_a}$ 曲线	2
3.4 直线拟合法绘制 $\lg(\frac{I_e}{T^2}) - \frac{1}{T}$ 曲线	3
4 实验总结	4
5 原始数据记录	5

1 实验目的

- (1) 了解热电子发射的规律；
- (2) 掌握逸出功的测量方法；
- (3) 学习通过作图处理数据计算有关参数。

2 实验仪器

双路直流可调电源：右路 $0 - 15V/0 - 0.75A/1A$ ，设置为恒流输出用于灯丝加热电源 E_f ；左路 $0 - 160V/0 - 50mA$ ，设置为恒压输出用于加速电场 E_a ；

指针式电流表（A）：交直流两用，量程 1A，测量灯丝电流 I_f ；

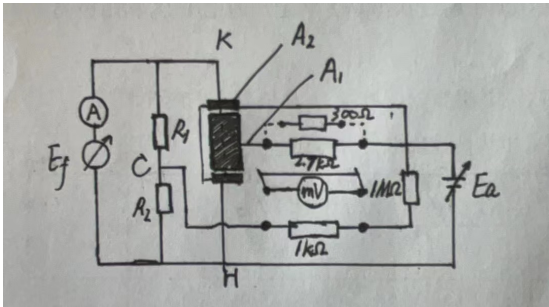
数字电压表（mV）：量程 $200mV$ $4\frac{1}{2}$ 位读数；

实验板：安装有标准二极管，灯丝 KH 两端已经并联由两个相同电阻 R（千欧量级）串联而成的电阻，两个电阻的连接点用 C 表示；

实验面包板及元件。

3 数据处理与分析

3.1 实验电路图设计与实验数据表格



采样电阻 (Ω)	$I_{f1}(A)/T(K)$	$U_a(V)/U'_e(mV)$	1	2	3	4	5	6	7
$R_e = 2.7k$	$I_{f1} = 0.500$	$U_a =$	36.08	49.00	64.02	80.98	100.03	121.04	144.09
	$T_1 = 1726$	$U'_e =$	4.18	4.27	4.37	4.47	4.56	4.67	4.77
$R_e = 2.7k$	$I_{f1} = 0.530$	$U_a =$	36.00	48.99	64.00	81.00	100.01	120.99	143.99
	$T_1 = 1778$	$U'_e =$	10.79	10.99	11.22	11.45	11.67	11.91	12.15
$R_e = 2.7k$	$I_{f1} = 0.560$	$U_a =$	36.00	49.03	64.02	80.99	99.97	121.03	144.00
	$T_1 = 1828$	$U'_e =$	26.71	27.25	27.80	28.35	28.89	29.46	30.03
$R_e = 2.7k$	$I_{f1} = 0.590$	$U_a =$	36.00	49.03	64.00	81.00	99.91	121.00	143.99
	$T_1 = 1877$	$U'_e =$	57.20	58.27	59.37	60.48	61.53	62.73	63.92
$R_e = 2.7k$	$I_{f1} = 0.620$	$U_a =$	36.00	48.96	63.99	80.98	99.98	120.98	144.00
	$T_1 = 1926$	$U'_e =$	126.45	128.90	131.31	133.73	136.09	138.63	141.11
$R_e = 270$	$I_{f1} = 0.650$	$U_a =$	36.04	48.99	64.01	81.02	100.06	121.00	143.97
	$T_1 = 1975$	$U'_e =$	26.08	26.53	26.99	27.44	27.90	28.39	28.87

3.2 确定温度值

利用讲义表 1：灯丝电流 I_f 与温度 T 的关系表得到 $I_f(A)$ 与温度 $T(K)$ 的线性拟合

$$T = 1642.29I_f + 907.90$$

进而通过线性插值法得到对应的 T_1 (0.500A,0.650A 直接用表值)。

3.3 直线拟合法绘制 $lgI'_e - \sqrt{U_a}$ 曲线

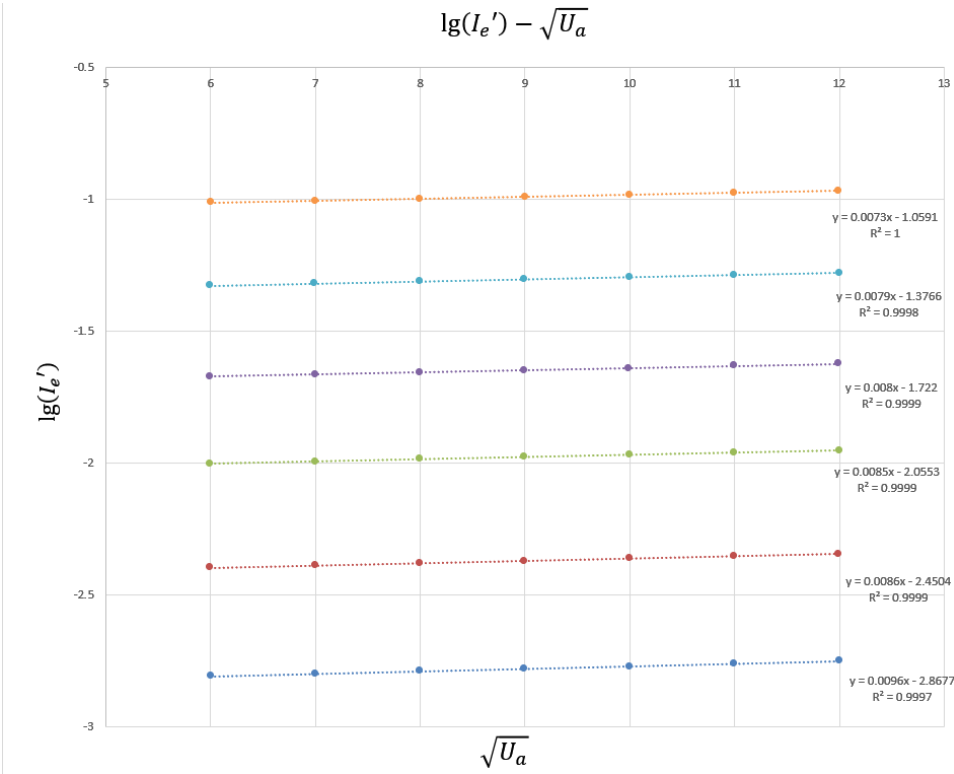
理论分析给出 (U_a 较大时) $lgI'_e - \sqrt{U_a}$ 的线性关系

$$lgI'_e = lgI_e + \frac{4.39}{2.303T} \frac{1}{\sqrt{r_1 \ln(\frac{r_2}{r_1})}} \sqrt{U_a}$$

式中 U_a 为阳极电压, r_1, r_2 分别为阴极和阳极的半径, I_e 为无外加电场时的发射电流, I'_e 为外加电场时的发射电流。直线截距即为 $\lg I_e$ 。利用欧姆定律简单变换

$$I'_e = \frac{U'_e}{R_e}$$

处理后进一步可绘制 $\lg I'_e - \sqrt{U_a}$ 关系曲线:



其中 U_a 单位为 **V**, I'_e 单位为 **mA**。 $R^2 \approx 1$, 说明有良好线性。由此得到系列 $\lg I_e$ 值, 列表如下:

$I_{f1}(A)$	0.500	0.530	0.560	0.590	0.620	0.650
$T(K)$	1726	1778	1828	1877	1926	1975
$\lg I_e$	-2.8677	-2.4504	-2.0553	-1.7220	-1.3766	-1.0591

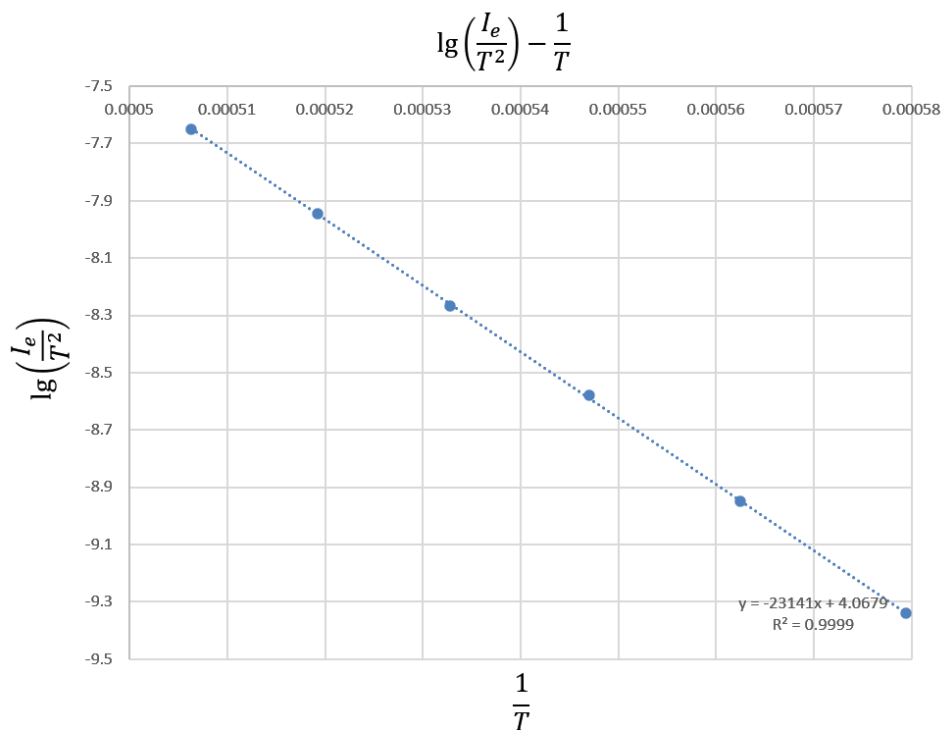
3.4 直线拟合法绘制 $\lg(\frac{I_e}{T^2}) - \frac{1}{T}$ 曲线

理论分析给出

$$\lg \frac{I_e}{T^2} = \lg AS - 5.039 \times 10^3 \frac{\phi}{T}$$

式中 I_e 为发射电流, 单位为 **A**; T 为绝对温度, 单位为 **K**; ϕ 为逸出电位, 单位为 **V**; S 为阴极金属的有效发射面积, 单位为 cm^2 ; $A = 2(1 - R_e)A_1$, R_e 为金属表面对电子的反射系数, A_1 为普适常数。

利用上述数据, 绘制 $\lg(\frac{I_e}{T^2}) - \frac{1}{T}$ 曲线:



$R^2 \approx 1$, 说明有良好线性。在数值上, 斜率 $k = -23141 = -5.039 \times 10^3 \phi$, 则逸出电位

$$\phi = \frac{23141}{5.039 \times 10^3} \approx 4.59V$$

即实测逸出功为

$$W_m = 4.59eV$$

而逸出功公认值为

$$W_0 = 4.54eV$$

故相对误差

$$\eta = \frac{|W_0 - W_m|}{W_0} \times 100\% = \frac{0.05}{4.54} \times 100\% \approx 1.10\%$$

4 实验总结

通过本次实验, 我了解了热电子发射的规律, 掌握了逸出功的测量方法, 巩固了通过作图处理数据计算有关参数的技能。

实验测得钨丝电子逸出功 $W_0 = 4.59eV$, 较公认值偏大, 相对误差为 $\eta = 1.10\%$, 误差来源包括但不限于: 插值法得到的温度 T 与实际温度存在偏差; 读数时样品加热不充分, 电压尚未达到稳定值; 电流表读数时有误差; 电阻的实际阻值不精确等。

5 原始数据记录

2024 春物理实验 B(2)课程资料

附录 实验测量数据记录参考表格

实验题目: 逸出功的测量姓名: 王炜致, 学号 2022010542, 实验组号: 单二晚L, 实验台号: 5, 实验日期 2024.5.21

(1) 灯丝电流 I_f 从 0.500A 开始, 每改变 0.02~0.04A (最大电流不超过 0.700A) 测定加速电压 U_a 和阳极电流 I_a' (采样电阻上的电压 U_a') 的关系;

(2) U_a 从 36V 开始逐步增加, 最大不超过 150V。每个温度测 7 组数据, 按照 U_a 从低到高的顺序测量。

(3) 灯丝电流 I_f 对应的灯丝温度 T 由表 1 中相邻两组数据采用线性插值法计算得出。

采样电阻(Ω)	I_f (A)/T(K)	U_a (V)/ U_a' (mV)	36.1	28.89	36.60	48.81	51.00	61.21	71.40
$R_e =$	$I_f = 0.500A$	$U_a = 36.08$	36.08V	49.00	64.02	80.98	100.03	121.04	144.09
	$T_i =$	$U_a' =$	4.18	4.27	4.37	4.47	4.56	4.67	4.77
$R_e =$	$I_f = 0.530$	$U_a =$	36.00	48.99	64.00	81.00	100.01	120.99	143.99
	$T_i =$	$U_a' =$	10.79	10.99	11.22	11.45	11.67	11.91	12.15
$R_e =$	$I_f = 0.560$	$U_a =$	36.00	49.03	64.02	80.99	99.97	121.03	144.00
	$T_i =$	$U_a' =$	26.71	27.25	27.80	28.35	28.89	29.46	30.03
$R_e =$	$I_f = 0.590$	$U_a =$	36.00	49.03	64.00	81.00	99.91	121.00	143.99
	$T_i =$	$U_a' =$	57.20	58.27	59.37	60.48	61.53	62.73	63.92
$R_e =$	$I_f = 0.620$	$U_a =$	36.00	48.96	63.99	80.98	99.98	120.98	144.00
	$T_i =$	$U_a' =$	126.45	128.90	131.31	133.73	136.09	138.63	141.11
$R_e = 270\Omega$	$I_f = 0.650$	$U_a =$	36.00	48.95	64.01	81.02	100.06	121.00	143.97
	$T_i =$	$U_a' =$	26.08	26.53	26.99	27.44	27.90	28.39	28.87

与电源示数无关

2024.5.21

2024.5.21