

逸出功的测量

简要报告

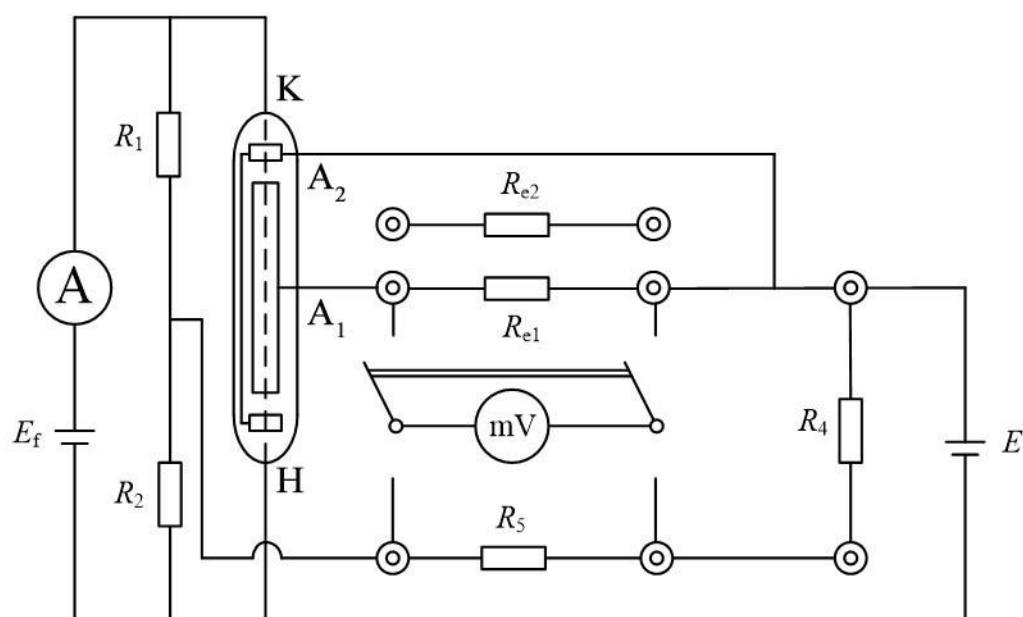
2017011620 计 73 李家昊

实验日期：2019/4/4

1. 实验目的

- (1) 用里查孙直线法测量阴极材料（钨）的电子逸出功。
- (2) 了解热电子发射的规律，掌握逸出功的测量方法。

2. 实验电路图



3. 数据处理

- (1) 电流 I_f 与温度 T 的对应关系

用线性内插值法，得下表

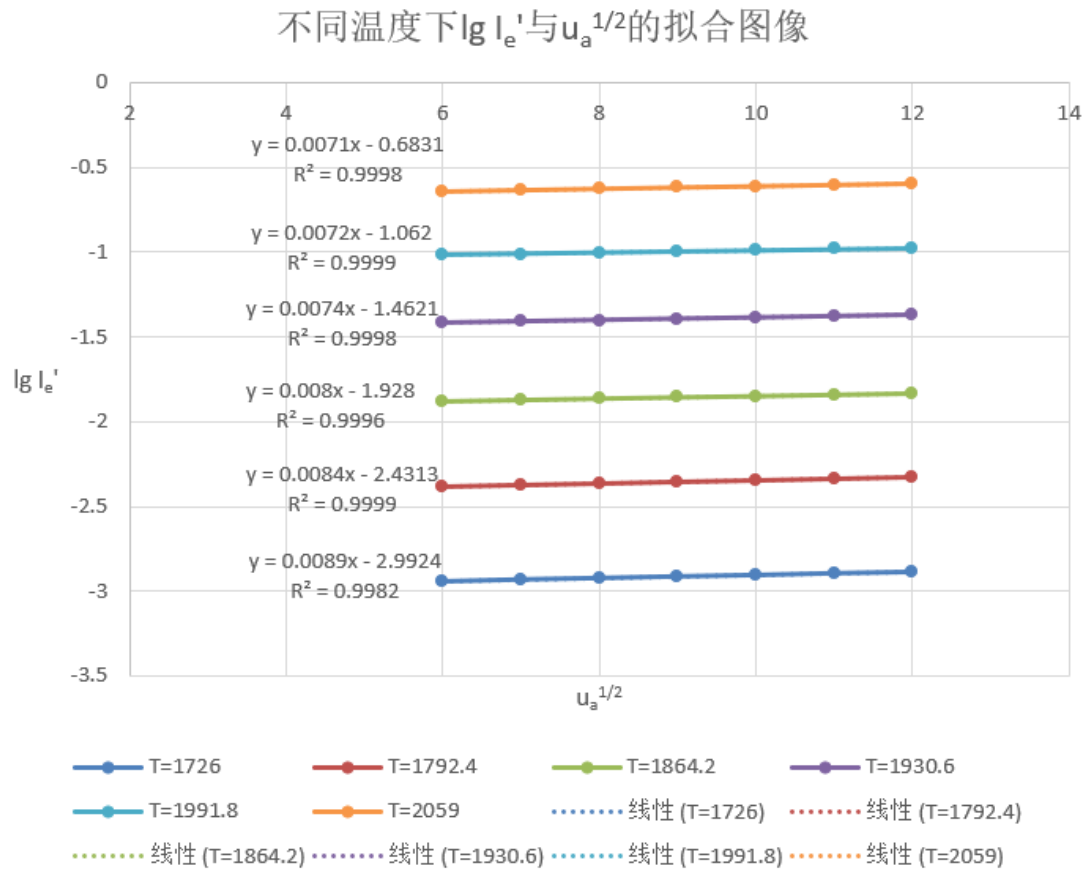
$I_f(\text{A})$	0.500	0.540	0.580	0.620	0.660	0.700
T/K	1726	1792.4	1864.2	1930.6	1991.8	2059

- (2) 拟合 $\lg I'_e \sim \sqrt{u_a}$ 曲线

$\sqrt{u_a}/V^{\frac{1}{2}}$			6	7	8	9	10	11	12
I_f/A	T/K								
0.50	1726	$u'_e(\text{mV})$	3.10	3.18	3.24	3.31	3.37	3.45	3.51
		$\lg I'_e$	-2.940	-2.929	-2.921	-2.912	-2.904	-2.894	-2.886
0.54	1792.4	$u'_e(\text{mV})$	11.23	11.45	11.66	11.90	12.12	12.36	12.61
		$\lg I'_e$	-2.381	-2.373	-2.365	-2.356	-2.348	-2.339	-2.331
0.58	1864.2	$u'_e(\text{mV})$	35.53	36.25	36.93	37.62	38.25	38.98	39.70

		$\lg I'_e$	-1.881	-1.872	-1.864	-1.856	-1.849	-1.841	-1.833
0.62	1930.6	$u'_e(\text{mV})$	103.18	105.06	106.88	108.74	110.46	112.44	114.42
		$\lg I'_e$	-1.418	-1.410	-1.402	-1.395	-1.388	-1.380	-1.373
0.66	1991.8	$u'_e(\text{mV})$	258.7	263.0	267.5	272.1	276.4	281.2	285.9
		$\lg I'_e$	-1.019	-1.011	-1.004	-0.997	-0.990	-0.982	-0.975
0.70	2059	$u'_e(\text{mV})$	617.1	627.7	638.2	648.8	658.8	669.7	680.6
		$\lg I'_e$	-0.641	-0.634	-0.626	-0.619	-0.613	-0.605	-0.598

用 Excel 拟合得下图



(3) 拟合 $\lg(I_e/T^2) \sim 1/T$ 曲线

由公式

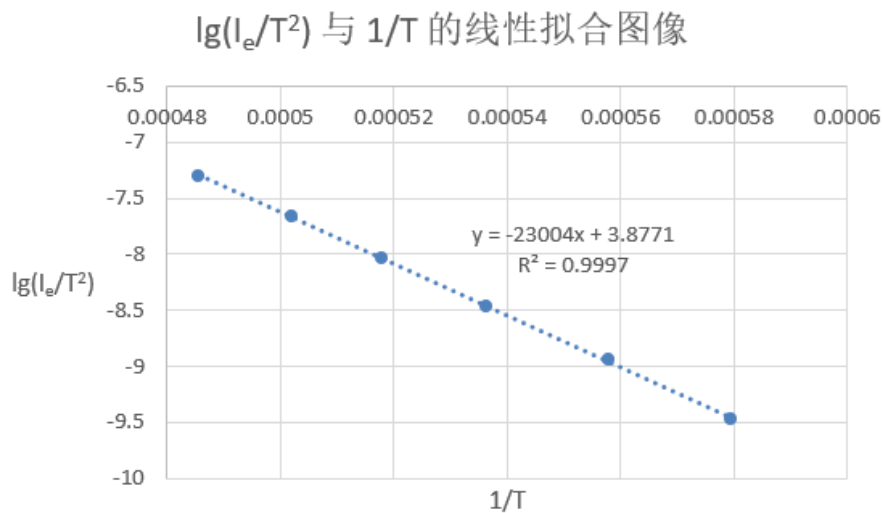
$$\lg I'_e = \lg I_e + \frac{4.39}{2.303T} \cdot \frac{1}{\sqrt{r_1 \ln \frac{r_2}{r_1}}} \sqrt{u_a}$$

我们知道，(2) 中线性回归方程的截距即为该温度下的 $\lg I_e$ ，即

$T(K)$	$\lg I_e$	$x = \frac{1}{T}$	$y = \lg \frac{I_e}{T^2}$
1726	-2.9924	0.000579	-9.466
1792.4	-2.4313	0.000558	-8.938
1864.2	-1.9280	0.000536	-8.469

1930.6	-1.4621	0.000518	-8.033
1991.8	-1.0620	0.000502	-7.660
2059	-0.6831	0.000486	-7.310

用 Excel 拟合得下图



得回归直线方程

$$\lg \frac{I_e}{T^2} = -23004 \cdot \frac{1}{T} + 3.8771 \quad (r = 0.9998)$$

拟合程度较好。

(4) 计算逸出功 $e_0\varphi$

由公式

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

及回归方程

$$\lg \frac{I_e}{T^2} = -23004 \cdot \frac{1}{T} + 3.8771$$

对比系数解得

$$\varphi = \frac{-23004}{-5.039 \times 10^3} = 4.565 \text{ V}$$

逸出功

$$e\varphi = 4.565 \text{ eV}$$

(5) 作图法求逸出功 (选做部分)

4. 思考题

(1) I_f 系统误差修正的必要性？

答：不必要。因为两个 $18\text{k}\Omega$ 的串联电阻远大于灯丝电阻，流经该支路的电流远小于电流表的仪器误差，因此无需修正 I_f 的系统误差。

(2) U_a 系统误差修正的必要性？

答：不必要。本实验中 $R_5/R_4 = 0.001$ ，因此 U_a 的系统误差仅为加速电压恒压源的 1‰，可忽略不计，因此无需修正 U_a 的系统误差。

(3) U'_e 是否必须化为 I'_e 再进行数据处理？

答： U'_e 无需化为 I'_e 。具体做法如下：

由公式

$$\lg I'_e = \lg I_e + \frac{4.39}{2.303T} \cdot \frac{1}{\sqrt{r_1 \ln \frac{r_2}{r_1}}} \sqrt{u_a}$$

以 u_e/R_e 代换 I_e 得

$$\lg u'_e = \lg u_e + \frac{4.39}{2.303T} \cdot \frac{1}{\sqrt{r_1 \ln \frac{r_2}{r_1}}} \sqrt{u_a}$$

由不同温度下的 u'_e 数据，作 $\lg u'_e \sim \sqrt{u_a}$ 图像，取截距，即得不同温度下的 u_e 值。再由公式

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

以 u_e/R_e 代换 I_e 得

$$\lg \frac{u_e}{T^2} = \lg AS + \lg R_e - 5.039 \times 10^3 \frac{\varphi}{T}$$

拟合 $\lg(u_e/T^2) \sim 1/T$ 图像，得斜率 k ，则逸出电位

$$\varphi = \frac{k}{-5.039 \times 10^3} \text{ (V)}$$

因此能根据 U_e 和 T 求出逸出电位，且数据处理步骤完全一致。

(4) C 点是否为灯丝中点电位等效点？

答：是。在灯丝两端并联两个等值电阻，构成桥式电路，设灯丝中点为 D，灯丝电阻均匀分布，则有

$$R_1 \cdot R_{HD} = R_2 \cdot R_{KD}$$

由电桥平衡原理，知电桥平衡，因此 C 和 D 电势相等。

(5) 倍率变为 $\times 10$ 挡时， 300Ω 采样电阻应该如何接入？

答：应该并联接入。原因如下：

在 x1 挡时

$$R_e = R_{e1} = 2.7 \text{ k}\Omega$$

在 x10 挡时

$$R'_e = \frac{R_{e1}R_{e2}}{R_{e1} + R_{e2}} = 270 \text{ }\Omega$$

电阻变为原来的 1/10 倍，因此毫伏表的量程变为原来的 10 倍。

5. 实验小结

通过本次实验，我掌握了里查孙直线法在逸出功测量中的应用，体会到它的巧妙之处，并提高了自己的数据处理能力。

同时，我也体会到科学研究的严谨性和精确性，认识到实验在科研中的重要性。

最后，感谢助教的详细讲解和耐心指导！

