

# 逸出功的测量

杨哲元

2023 年 4 月 4 日

目录	I
----	---

## 目录

1 实验目的	1
2 数据处理	1
2.1 A 与 S 的处理 . . . . .	1
2.2 发射电流 $I_e$ 的测量 . . . . .	1
2.3 温度 T 的测量 . . . . .	1
3 数据记录	3
3.1 拟合函数 . . . . .	4
4 思考题	5
5 实验小结	5
6 接线图	6
7 原始数据	6

## 1 实验目的

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

## 2 数据处理

### 2.1 A 与 S 的处理

里查孙直线法。处理后的公式如下:  $\lg\left(\frac{I_e}{T^2}\right) = \lg(AS) - 5.039 \times 10^3 \frac{\phi}{T}$

### 2.2 发射电流 $I_e$ 的测量

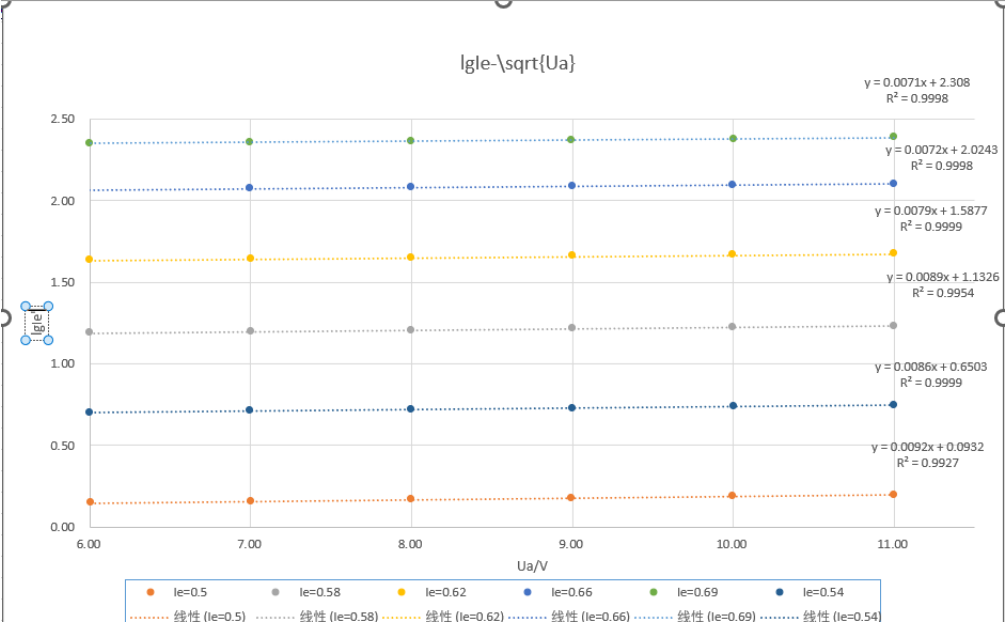
可以画出在不同阴极温度下的  $\lg I'_e$  与  $\sqrt{U_a}$  的关系曲线, 并将其外推至  $\sqrt{U_a} = 0$  处, 此时的  $\lg I'_e$  即为  $\lg I_e$ , 由此可以定出所需要的  $I_e$  值。

### 2.3 温度 T 的测量

可以由阴极电流  $I_f$  的大小得出比加热电流的大小, 从而用线性插值得出对应的温度  $T$

$I_f/A$	测量项						
0.540	$U_a/mV$	36.02	48.99	64.02	81.07	100.08	121.07
	$\sqrt{U_a}/mV$	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
	$U'_e/mV$	13.60	13.86	14.15	14.43	14.71	15.02
	$lgU'_e$	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75
0.50	$U_a/mV$	36.07	49.05	64.03	80.96	100.02	121.00
	$\sqrt{U_a}/mV$	6.01	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
	$U'_e/mV$	3.79	3.89	3.97	4.07	4.15	4.21
	$lgU'_e$	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19
0.580	$U_a/mV$	36.01	49.02	63.99	81.03	100.02	121.01
	$\sqrt{U_a}/mV$	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
	$U'_e/mV$	41.56	42.25	43.02	44.22	45.05	45.93
	$lgU'_e$	1.19	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23
0.620	$U_a/mV$	36.02	49.07	64.03	81.03	100.01	121.04
	$\sqrt{U_a}/mV$	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
	$U'_e/mV$	116.46	118.61	120.81	123.07	125.20	127.50
	$lgU'_e$	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.67
0.660	$U_a/mV$	35.96	48.99	64.03	81.03	100.01	121.03
	$\sqrt{U_a}/mV$	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
	$U'_e/mV$	31.54	32.08	32.63	33.18	33.70	34.29
	$lgU'_e$	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10
0.690	$U_a/mV$	36.03	48.99	64.04	80.98	100.06	121.05
	$\sqrt{U_a}/mV$	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
	$U'_e/mV$	60.54	61.58	62.62	63.67	64.66	65.75
	$lgU'_e$	2.35	2.36	2.37	2.37	2.38	2.39

图 1:  $\lg I_e \sim \sqrt{U_a}$



### 3 数据记录

获得的六条直线的表达式如下

$$y = 0.0071x + 2.308 \tag{1}$$

$$y = 0.0072x + 2.0243 \tag{2}$$

$$y = 0.0079x + 1.5877 \tag{3}$$

$$y = 0.0089x + 1.1326 \tag{4}$$

$$y = 0.0086x + 0.6503 \tag{5}$$

$$y = 0.0092x + 0.0932 \tag{6}$$

### 3.1 拟合函数

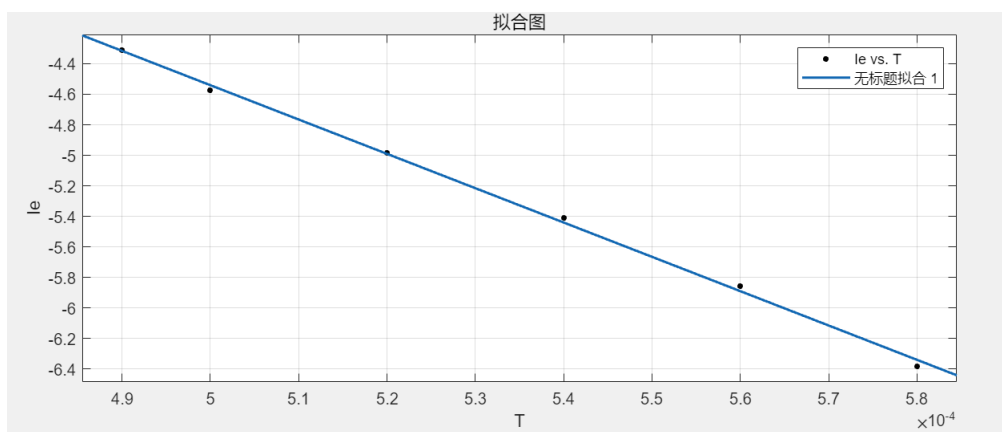
表 1: 原始数据

$I_e$	0.09	0.65	1.13	1.59	2.02	2.31
$T$	1726	1792	1864	1930	1991	2042
$lg \frac{I_e}{T^2}$	-6.38	-5.86	-5.41	-4.98	-4.57	-4.31
$\frac{1}{T}$	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052	0.00050	0.00049

利用 MATLAB 的拟合工具箱，我们拟合得到  $lg \frac{I_e}{T^2} \sim 1/T$  的关系为

$$lg \frac{I_e}{T^2} = -2.248 \times 10^4 / T + 6.699$$

置信边界为 95%,  $r^2 = 0.9984$  由此，求得逸出功为

图 2:  $lg \frac{I_e}{T^2} \sim 1/T$ 

$$W = \frac{2.248 \times 10^4}{5.039 \times 10^3} = 4.461 eV$$

相对误差为

$$\Delta_{W_0} = \left| \frac{W - W_0}{W_0} \right| = 1.7\%$$

## 4 思考题

1. 若本实验中  $R_e$  未给出具体数值, 能否根据  $U_e$  和  $T$  求出逸出电位  $\varphi$  ?

可以, 因为取对数之后  $\lg U'_e$  和  $U_a$  是线性关系, 我们只需求出直线的截距, 即  $\lg R_e + \lg I_e$ 。在最后的求解时, 我们需要  $\lg I_e/T^2$  和  $1/T$  的斜率,  $\lg(R_e)$  将不会对结果产生影响。

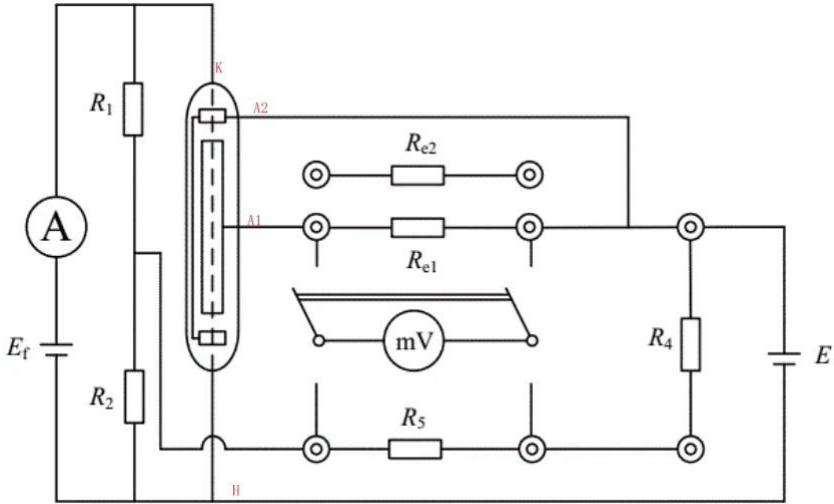
2. 倍率变为  $\times 10$  档时图中  $300\Omega$  采样电阻应如何接入  
并联在  $R_e = 2700\Omega$  的两端。

## 5 实验小结

本次实验的重点是测量不同电流  $I_f$  下钨丝两端电压和阴极电压的关系。在实验过程中,  $U'_e$  会随着钨丝温度的变化而变化, 读数时不能等稳定在读, 可以先使钨丝保持在那个温度, 过一会直接读数, 否则会带来较大的误差。

此外需要注意的是实验结束后需要等待钨丝冷却才能移动实验设备。

6 接线图



7 原始数据



