

物理实验

预习报告

(2020 - 2021 学年度 春季学期)

实验名称 逸出功的测量

姓名 刘祖炎

学号 2019010485

院系 自动化系

教师

时间 2021 年 4 月 15 日

目录

1	实验目的	1
2	实验原理	1
2.1	热电子发射的理论依据	1
2.2	A 与 S 的测量与处理	1
2.3	发射电流 I_e 的测量	2
2.4	温度 T 的测量	2
3	实验装置	2
4	实验电路图	3
5	数据记录表格	4

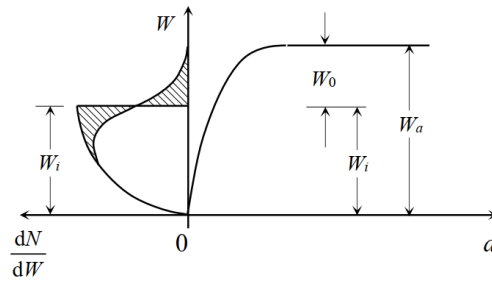
1. 实验目的

- 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. 实验原理

2.1 热电子发射的理论依据

图 1: 位能壁垒图



金属的位能壁垒图如图1所示。由于金属与真空之间有位能壁垒 W_a ，故电子若要从金属中逸出，至少需要 $W_0 = W_a - W_i$ 的动能。通过热电子发射的方法可以改变电子的能量分布，使得动能大于 W_i 的电子增多，从而使动能大于 W_a 的电子可能从金属中发射出来并观测到。

关于热电子发射，有里查孙-德西曼公式：

$$J_e = 2(1 - R_e)A_1 T^2 e^{-(W_a - W_i)/KT}$$

其中 J_e 为单位面积的发射电流， $A_1 = \frac{2\pi k^2 m e_0}{h^3} = 60.09 A/cm^2 K^2$ 为普适常数， R_e 为金属表面对发射电子的反射系数， T 为绝对温度。

令 $2(1 - R_e)A_1 = A$ ，有：

$$I_e = AST^2 e^{-e_0 \phi / KT} \quad (1)$$

其中 S 为阴极金属的有效发射面积。

2.2 A 与 S 的测量与处理

测量方法为里查孙直线法。

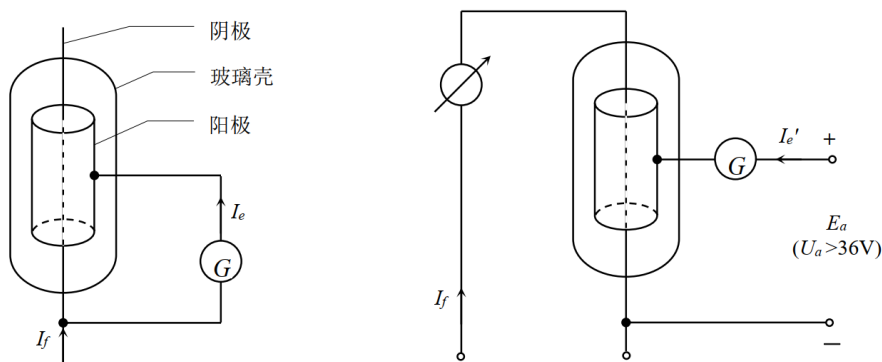
对式1进行整理，可得：

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

可得 $\lg \frac{I_e}{T^2}$ 与 $\frac{1}{T}$ 成线性关系，根据作图法所得的直线斜率即可得到 ϕ 。由于 A 与 S 对某一固定材料的阴极而言是常数，故 $\lg AS$ 一项只改变上述直线的截距而不影响直线的斜率，由此可避免因 A 与 S 不能准确测定的困难。

2.3 发射电流 I_e 的测量

图 2: I_e 测量原理图



发射电流的测量方式如图2所示。在加速场的作用下，阴极发射电流 I'_e 与 E_a 满足：

$$I'_e = I_e e^{4.39\sqrt{E_a}/T}$$

对上式取对数，并把阳极做成圆柱形，并与阴极共轴，上式可变换为：

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

一般情况下，阳极电压远大于接触电位差以及其他原因引起的电位差，上式为近似结果。其中 r_1 和 r_2 分别为阴极和阳极的半径， u_a 为阳极电压。

因而，在阴极温度一定的情况下， $\lg I'_e$ 与 $\sqrt{u_a}$ 成线性关系，画出其直线并将其延长至 $u_a = 0$ 处，则此时 $\lg I'_e$ 即为 $\lg I_e$ 。由此即可得所需要的 I_e 值。

2.4 温度 T 的测量

本实验通过测量阴极加热电流来确定阴极电流。对于纯钨丝而言，已知一定的比加热电流 I_1 与阴极温度的关系。实验测得 I_f 后可由该关系，利用直线插值求出温度 T 。

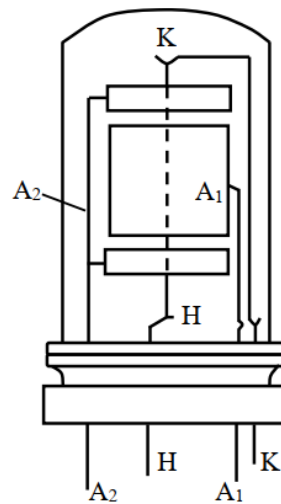
表 1: 钨丝电流与温度关系表

I_f/A	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750
T/K	1726	1809	1901	1975	2059	2136

3. 实验装置

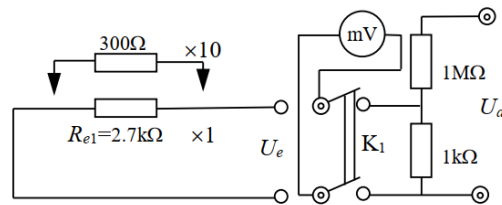
- 直热式二极管

图 3: 实验用直热式二极管结构



- 双路直流可调电源 (输出范围 $0 \sim 150V$)
- 指针式电流表 (交直流两用, 量程 $1A$, 测灯丝电流 I_f)
- 数字电压表
- 实验面包板、元件 (可以搭建如下图所示的电路)

图 4: 电压测量电路



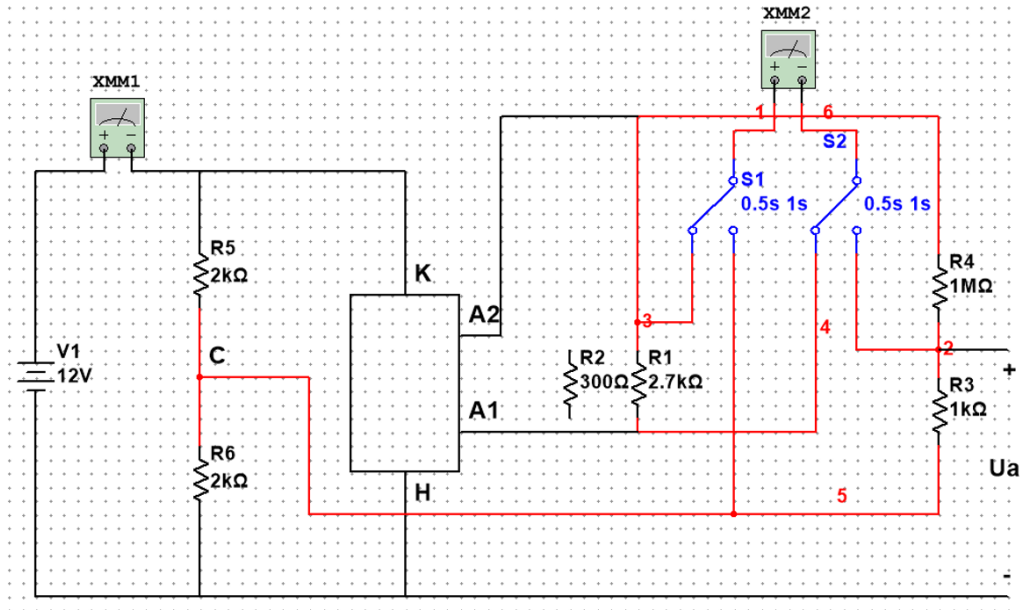
4. 实验电路图

实验电路图如图5所示。

搭建好电路后, 在一定的灯丝温度下, 测量加速电压 U_a 与阳极电流 I'_e 的关系。 U_a 从 $36V$ 开始逐步增加, 测量 $6 \sim 7$ 组 $U_e \sim U_a$ 的值。

从 $0.500A$ 开始逐步增加电源电流, 每隔 $0.04A$ 按照上步骤完成一次测量, 电流最大值不超过 $0.700A$ 。完成测量后, 用直线拟合法或作图法处理数据。

图 5: 设计的实验电路图



5. 数据记录表格

表 2: 实验数据记录表格

I_a/A	T/K	$U_a = 36V$	49V	64V	81V	100V	121V	144V	$1/T$	U_e	r
0.50	1726										
0.54	1795										
0.58	1862										
0.62	1929										
0.66	1995										
0.70	2059										