

逸出功的测量

院 系: 自动化系

班 级: 自 02 班

学生姓名: 彭程

学 号: 2020011075

组 号: 双四下 L

座 位 号: # 5

目录

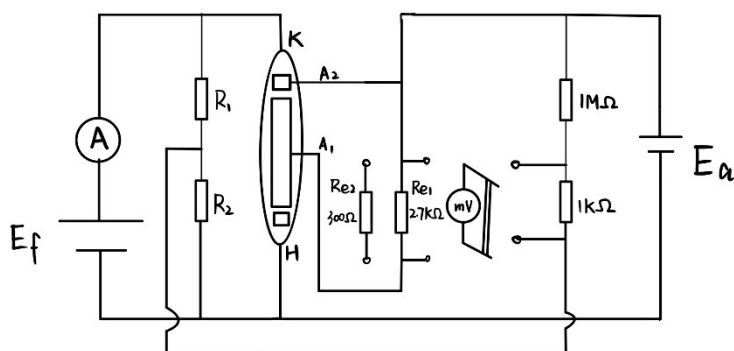
1 实验名称	2
2 数据处理	2
2.1 实验线路图	2
2.2 测量数据记录	2
2.3 温度 T 的测量	2
2.4 里查孙直线法确定逸出电位和逸出功	3
3 实验总结	5
4 原始数据及预习思考题	6

1 实验名称

逸出功的测量

2 数据处理

2.1 实验线路图



2.2 测量数据记录

倍率	$I_f(A)T(K)$	$U_a U'_e$	1	2	3	4	5	6	7
×1	0.500 A	$U_a(V)$	36.01	49.02	63.99	81.00	100.03	121.03	144.00
	1726.0 K	$U'_e(mV)$	3.20	3.28	3.37	3.44	3.51	3.60	3.68
×1	0.540 A	$U_a(V)$	36.02	48.98	64.00	80.99	100.03	120.99	144.00
	1792.4 K	$U'_e(mV)$	11.15	11.39	11.64	11.89	12.14	12.41	12.66
×1	0.580 A	$U_a(V)$	35.98	49.02	64.01	81.01	99.99	121.01	144.00
	1864.2 K	$U'_e(mV)$	34.84	35.63	36.39	37.13	37.86	38.66	39.44
×1	0.620 A	$U_a(V)$	36.04	48.98	63.99	80.98	100.02	121.04	144.01
	1930.6 K	$U'_e(mV)$	97.70	99.79	101.93	104.00	105.95	108.01	110.10
×10	0.660 A	$U_a(V)$	35.98	49.03	63.99	80.97	100.04	121.03	144.02
	1991.8 K	$U'_e(mV)$	26.69	27.23	27.75	28.27	28.78	29.31	29.85
×10	0.700 A	$U_a(V)$	36.01	49.02	64.02	80.99	99.99	121.02	144.02
	2059.0 K	$U'_e(mV)$	62.39	63.60	64.80	65.98	67.10	68.35	69.54

2.3 温度 T 的测量

温度 $T/(K)$ 的计算方法为对 $I_f \sim T$ 关系表进行线性插值所得: 以 $I_f = 0.540$ A 为例, 查表可知, $I_f = 0.500$ A 时, $T=1726$ K ; $I_f = 0.550$ A 时, $T = 1809$ K 。因而, $I_f = 0.541$ A 时, 灯丝温度的计算公式为:

$$T = \frac{(0.541 - 0.500) \times (1809 - 1726)}{0.550 - 0.500} + 1726 = 1792.4 \text{ K}$$

同理可计算出实验中加热电流对应的温度为：

加热电流 (A)	0.500	0.540	0.580	0.620	0.660	0.700
温度 (K)	1726.0	1792.4	1864.2	1930.6	1991.8	2059.0

2.4 里查孙直线法确定逸出电位和逸出功

首先就实验手册中的思考问题进行讨论，即若本实验中 R_e 未给出具体数值，能否根据 U'_e 和 T 求出逸出电位 φ ：

$$\lg \frac{I_e}{T^2} = \lg AS - 5.039 \times 10^3 \frac{\varphi}{T} \quad (1)$$

$$\lg I'_e = \lg I_e + \frac{4.39}{2.303T} \frac{1}{\sqrt{r_1 \ln(r_2/r_1)}} \sqrt{U_a} \quad (2)$$

由于 I'_e 与 U'_e 满足 $I'_e = \frac{U'_e}{R}$ ，其中 $R = 2.7k\Omega$ 或 $R = 270k\Omega$ 。将此关系式代入式 (2) 可得：

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

因此，数据处理时可以直接利用 U'_e 进行直线拟合，所得截距的物理含义为 $\lg I_e R$ ，不妨记为 $\lg U_e$ 。

同时由于式 (1) 可以变形成：

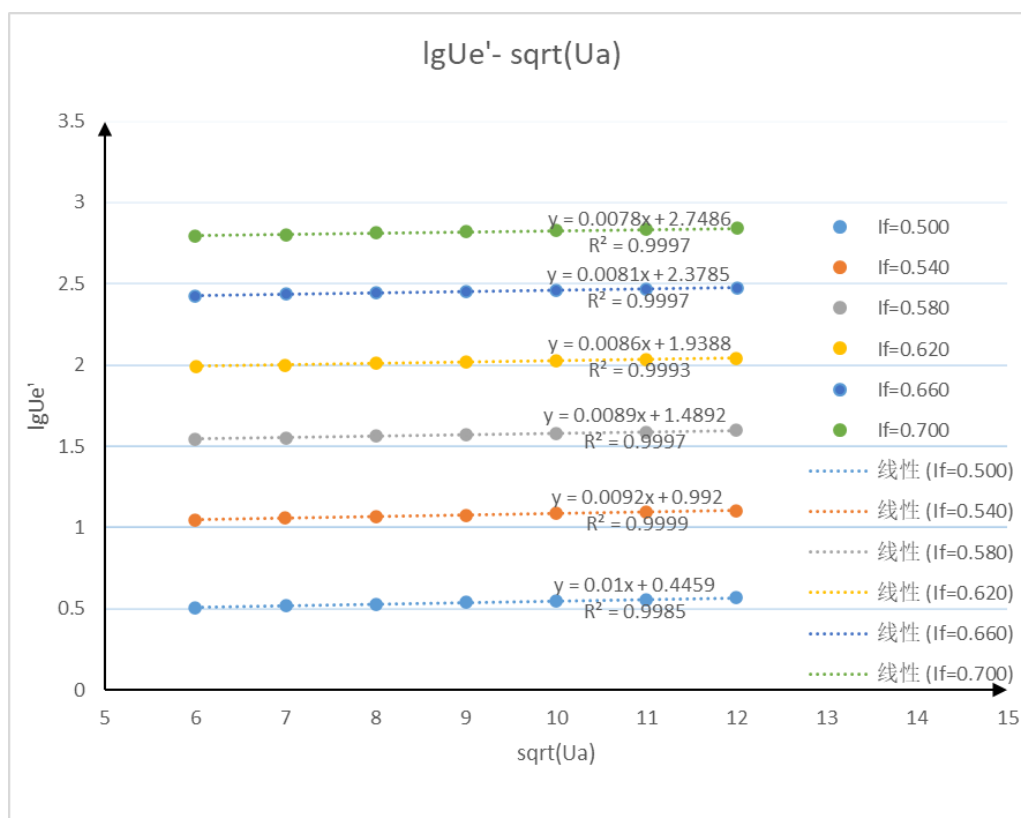
$$\lg \frac{I_e R}{T^2} = \lg ASR - 5.039 \times 10^3 \frac{\varphi}{T}$$

代入 $\lg U_e = \lg I_e R$ ，有：

$$\lg \frac{U_e}{T^2} = \lg ASR - 5.039 \times 10^3 \frac{\varphi}{T} \quad (3)$$

因此，可以利用所得直线截距 $\lg U_e$ 得到 $\lg \frac{U_e}{T^2}$ 并直接进行线性拟合，同样可求得 φ 的值。这样做可以避免对 I_e 的值进行计算。事实上，由于电阻 R 的值并非精确的 $2.7k\Omega$ 或 300Ω ，直接计算得到的 I_e 可能并非准确值，这样可以避免产生实验误差。

首先根据实验数据绘制不同温度（加热电流）下 $\lg U'_e - \sqrt{U_a}$ 的图像：

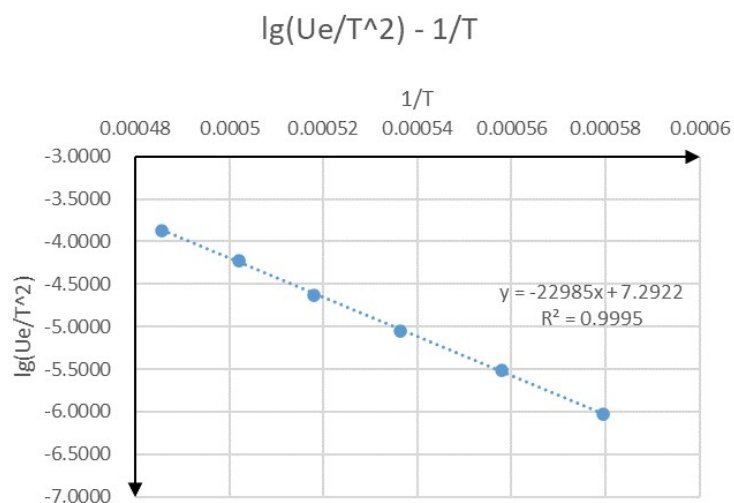


注意到图中相关系数均大于 0.99，表明具有良好的线性性。

从图中获得的截距，即 $\lg U_e = \lg I_e R$ 的值及相关数据如下表：

加热电流 (A)	0.500	0.540	0.580	0.620	0.660	0.700
温度 (K)	1726.0	1792.4	1864.2	1930.6	1991.8	2059.0
$\lg U_e$	0.4459	0.9920	1.4892	1.9388	2.3785	2.7486
$\lg \frac{U_e}{T^2}$	-6.0282	-5.5149	-5.0518	-4.6326	-4.2200	-3.8787

根据数据拟合 $\lg \frac{U_e}{T^2} - \frac{1}{T}$ 的图像：



注意到图中相关系数为 0.9995，表明线性相关。

由式 (3) 可知，该直线斜率应为 $-5.039 \times 10^3 \varphi$ ，故：

$$\varphi = \frac{-22985}{-5.039 \times 10^3} = 4.56V$$

溢出功为：

$$W_0 = e_0 \varphi = 4.56eV$$

测量值与理论值 4.54eV 的相对偏差为：

$$\delta = \frac{4.56 - 4.54}{4.56} \times 100\% = 0.44\%$$

3 实验总结

本实验在预习计算与设计上涉及到较多的电路原理相关知识，考验了我们对于之前的物理知识掌握的细致程度，为了很好的保证预习质量与实验正确性，在预习过程中我复习了电学相关知识，使我的电学基础知识得到了进一步的巩固。

在实际操作上有一定的复杂度，涉及到较多线路的接线以及两个电路的混合联接，且工作电压差距较大。在接线过程中，需要谨慎细致的操作，保证了一遍接线成功，避免对仪器造成损坏。

在数据处理部分考验使用现代计算工具的熟练使用，在使用 excel 绘制实验数据表格与处理数据的过程中，我深切的体会到了现代绘图工具的简便快捷。

本实验中让我最有收获的应当是公式变形从而减少不必要参数测量的思想，通过里查孙直线法避免了 A、S 的测量，通过 $\lg U'_e$ 和 $\sqrt{U_a}$ 的线性关系避免了 I_e 的计算。这些巧妙的数学变形对我以后的学习有了很大的触动。

最后，感谢老师对我们的悉心指导！

4 原始数据及预习思考题

实验数据记录

彭程 2020011075 双四下 L 座位号: 5 2022.3.31

倍率	$I_A(A)$	$T(K)$	U	1	2	3	4	5	6	7
X1	0.500	$U_a(V)$	36.01	49.02	63.99	81.00	100.03	121.03	144.00	
	1726	$U_e'(mV)$	3.20	3.28	3.37	3.44	3.51	3.60	3.68	
X1	0.540	$U_a(V)$	36.02	48.98	64.00	80.99	100.03	120.99	144.00	
	1792	$U_e'(mV)$	11.15	11.39	11.64	11.89	12.14	12.41	12.66	
X1	0.580	$U_a(V)$	35.98	49.02	64.01	81.01	99.99	121.01	144.01	
	1864	$U_e'(mV)$	34.84	35.63	36.39	37.13	37.86	38.66	39.44	
X1	0.620	$U_a(V)$	36.04	48.98	63.99	80.98	100.02	121.04	144.01	
	1931	$U_e'(mV)$	97.70	99.79	101.93	104.00	105.95	108.01	110.10	
X10	0.660	$U_a(V)$	35.98	49.03	63.99	80.97	100.04	121.03	144.02	
	1992	$U_e'(mV)$	26.69	27.23	27.75	28.27	28.78	29.31	29.85	
X10	0.700	$U_a(V)$	36.01	49.02	64.02	80.99	99.99	121.02	144.02	
	2059	$U_e'(mV)$	62.39	63.60	64.80	65.98	67.10	68.35	69.54	

经计算机处理数据得到逸出功计算值为: 4.56eV

与 4.54eV 的相对误差为 4.41‰

毕昌林 #5
2022.3.31

逸出功的测量——预习思考题

彭程 2020011075 双四下 L

1. 简述逸出功的定义。

电子在金属内部所具有的能量低于在外部所具有的能量,因而逸出金属表面时需要给电子提供的能量被称为电子的逸出功。

2. 光电效应实验可以测普朗克常数,也能得出阴极材料电子逸出功,请描述测量方法。

光子提供的能量除去金属的逸出功 A 外,剩余的便是逸出光电子的动能,仅仅损失了逸出功的光电子具有最大动能: $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - A$ 。而在光电管两极加反向电压便可以阻止光电子到达阳极形成光电流,当反向电压增大到光电流等于零时有: $\frac{1}{2}mv^2 = eU_a$, 故有: $U_a = \frac{h\nu}{e} - \frac{A}{e}$ 。

故在光电效应实验中,用检流计 G 检测单色光照射时阴极逸出的光电子由阴极 K 到达阳极 A 形成的回路电流 I ,通过电压表 V 来检测阴极和阳极的电压变化,可以得到 U 与光电流 I 之间的关系,多次测量作出入射光频率与截止电压关系图,其截距 U_0 即可得到逸出功 A 的值。

3. 阅读讲义并简述热电子发射法测钨电子逸出功的方法巧妙之处。

对于热电子发射的里查孙—德西曼公式,参量 A 、 S 难以直接测量,故采用里查孙直线法,选择了对公式取对数后测量斜率的方法来测量逸出功,避免了测量参数上的困难。

对于发射电流 I_e 的测量,通过绘制 $\lg I_e'$ 和 $\sqrt{U_a}$ 的关系曲线,消除肖特基效应的影响。

对于温度 T 的测量,采用测量钨丝加热电流采取线性插值法的手段,实现了精确测量。

4. 课前请根据讲义内容尝试设计实验线路图。

