

一、预习报告

1. 实验综述

实验原理：当用光照射光电管阴极时，阴极会释放出电子而形成阴极光电流，光电管两端会存在一定的电压，光电流越大，电压越大。而在光电管两端施加反向电压时，光电流大小逐渐减小，当电压负到一定数值时（ U_a 遏止电位差），阴极电流变为 0。 U_a 大小与光照强度无关，仅与照射光的频率相关，方程表示为： $U_a = \frac{h}{e}\nu - \frac{w_0}{e}$ 。因此，测量不同频率单色光照射阴极时的遏止电位差，作出 $U_a \sim \nu$ 图，计算斜率即为普朗克常数 h 的值。

实验方法：使用 FB807 型光电效应(普朗克常数)测定仪分别测定不同频率单色光照射阴极电流调为 0 时的电压值，分别记录数据，最后作图分析计算普朗克常数。

实验现象：调节不同频率的单色光时，观察到测定仪电流发生变化

2. 实验重点

- (1) 了解光电效应的实验原理，学会利用遏制电压和光电效应方程推导普朗克常数。
- (2) 熟悉光电效应测定仪的使用方法，了解其基本结构和测量原理
- (3) 正确调节单色光照射，准确地记录实验数据并拟合曲线求出普朗克常数

3. 实验难点

- (1) 使用光电效应测定仪时电流和电压的测量可能存在误差，从而导致数据不精准
- (2) 光电子的初始方向不确定，可能有部分光电子散射出去而未形成光电流
- (3) 照射过程中也可能受环境中其他频率的光的干扰，而无法保证单一频率的光

二、原始数据



浙江大学
ZHEJIANG UNIVERSITY

表1: $U_a \sim V$ 关系 $\phi 4 \quad L = 400 \text{ mm}$

波长 λ (nm)	365	405	436	546	577
频率 V ($\times 10^{12} \text{ Hz}$)	8.214	7.418	6.879	5.490	5.196
截止电压 U_{ai} (V)	-1.809	-1.459	-1.260	-0.715	-0.601

暗电流: $-1 \times 10^{-13} \text{ A}$

表2: $I - U_{AK}$ 关系 $\lambda = 546 \text{ nm} \quad \phi 4 \quad L = 400 \text{ mm}$

U_{AK} (V)	-0.40	-0.08	2.50	4.00	5.01	5.30	6.04	7.41	9.06	12.03	14.71
I ($\times 10^{-10} \text{ A}$)	0	1	14	21	23	24	25	28	30	34	37
U_{AK} (V)	15.65	16.29	17.24	18.39	19.35	19.86	21.16	22.32	24.49	26.02	27.58
I ($\times 10^{-10} \text{ A}$)	39	41	41	42	43	44	45	46	49	49	51
U_{AK} (V)	28.02	28.37	29.35	30.16	30.58						
I ($\times 10^{-10} \text{ A}$)	51	51	51	51	52.						

表3 $I_m \sim P$ 关系

$U_{AK} = 15.00 \text{ V} \quad \lambda = 546 \text{ nm} \quad L = 400 \text{ mm}$

光阑孔径 (mm)	2	4	8
I ($\times 10^{-10} \text{ A}$)	9	43	159

表4 $I_m - P$ 关系

$U_{AK} = 15.00 \text{ V} \quad \lambda = 546 \text{ nm} \quad \phi = 4 \text{ mm}$

距离 L (mm)	300	350	400
I ($\times 10^{-10} \text{ A}$)	88	58	41

89

三、结果与分析

1. 数据处理与结果

①根据截止电压与光频率关系的数据作出线性拟合曲线（如图 1）。由于 U_a 大小与光照强度无关，仅与照射光的频率相关，方程表示为： $U_a = \frac{h}{e}v - \frac{w_0}{e}$ 。已知元电荷的量 $e=1.602 \times 10^{-19} C$ ，拟合曲线斜率为 $k=0.39714$ ，截距为 $b=-1.46717$ 。因此由表达式得：

$$\text{普朗克常数 } h=ek \times 10^{-14}=6.362 \times 10^{-34}$$

②根据在 546nm 光照射下，光圈直径为 4mm，距离为 400mm 时所测得的饱和光电流与工作电压关系的数据，作出非线性拟合曲线（如图 2）。由图可知，在一定光频率下，随着光电管两端的电压上升，光电流逐渐上升，最终会逐渐趋于稳定达到饱和光电流。

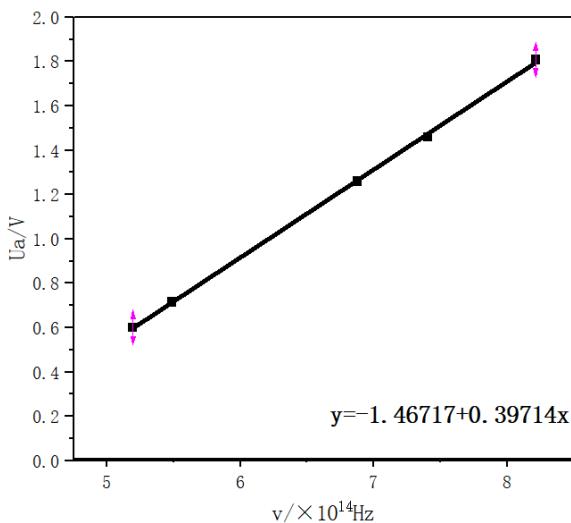


图 1

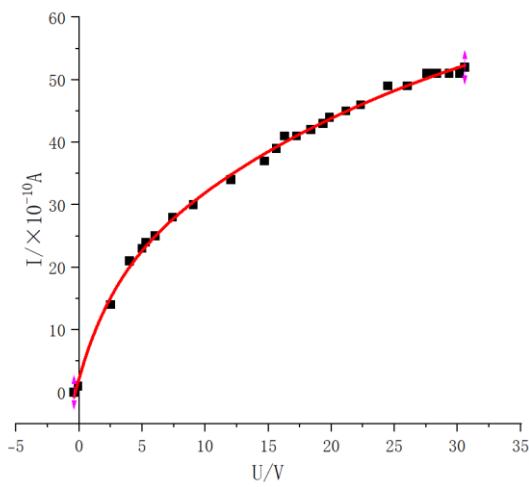


图 2

③根据光电流与光阑孔直径大小关系以及光电流与光电管间距离关系可知：在未达到饱和光电流时，随着光照强度增加，光电流逐渐增大，且为非线性变化。如图 3，图 4 分别是光电流与光阑孔直径大小关系和光电流与光电管间距离大小关系。

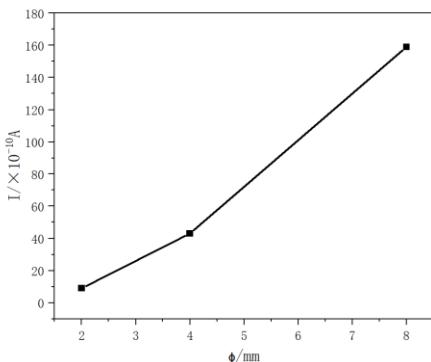


图 3

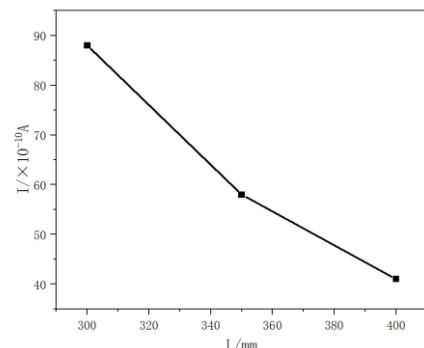


图 4

2. 误差分析

实际普朗克常数约为 $h=6.626 \times 10^{-34}$ ，而实验计算所得为 6.362×10^{-34} 。实验所得结果略微偏小，但在误差范围内也近似符合。现对测量误差原因分析如下：

- (1)、电流和电压的读数不稳定，常常在相邻数值间波动，读数存在误差。
- (2)、光电管照射的光存在散射和环境光的干扰，激发产生的光电子也不能完全打在阴极。
- (3)、光电效应测定仪使用时存在暗电流，测量时对电流有影响
- (4)、随着仪器的使用，电子元件由于发热升温而导致灵敏度下降，因此随着实验进行相同电压下的电流存在不同差异
- (5)、多次测量截止电压时，截止电压在一定范围内，因此拟合曲线存在一定的范围误差。

3. 实验探讨

实验过程中，注意首先将普朗克常数测试仪和汞灯电源接通，把汞灯预热 20 分钟，调整光电管的距离保持不变。开始实验后，首先要将测量仪电流读数调 0，同时每次改变电流量程时都需调 0，再将光电信号释放

四、思考题

1. 测定普朗克常数的关键是什么？怎样根据光电管的特性曲线选择适宜的测定遏止电压的方法。

答：关键：(1)、截止电压和对应的光频率，正确操作普朗克常数测量仪

- (2)、准确测量截止电压并使用爱因斯坦光电效应方程计算
- (3)、处理实验数据时准确选择函数拟合

方法：根据光电管特性曲线知光电流随电压增大而增大，最终趋于饱和。因此将电流调整至刚好为 0 时，此时的电压即为遏止电压。

2. 从遏止电压与入射光的频率的关系曲线中，你能确定阴极材料的逸出功吗？

答：能。作出截止电压与光频率关系的线性拟合曲线，曲线截距即为 $-\frac{W_0}{e}$ ，代入数据后即可求出逸出功 W_0 。

3. 本实验存在哪些误差来源？实验中如何解决这些问题？

答：误差来源：(1)、测量设备本身准确性 (2)、电流、电压读数波动 (3)、光电子存在散射

现象（4）、测量仪内部存在暗电流

解决：（1）、数据进行分析（2）、测出暗电流并在数据处理时减去（3）、读书时待示数稳定