

物理实验报告

实验名称： 光电效应与普朗克常数测定

实验桌号： _____

指导教师： 史明

班级： _____

姓名： _____

学号： _____

实验日期: 2025 年 3 月 13 日 星期四上午

浙江大学物理实验教学中心

一、预习报告

1. 实验综述

实验现象：金属在光照射下释放电子，光电效应发生，进而使电路中的电流发生变化。因为存在阳极反向电流，故当电流恰好为零时，此时的电压即为该频率光下的遏止电压差。

实验原理：基于爱因斯坦光电效应方程 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ 可知光电子的最大初动能只与入射光的频率成正比，故对于相同金属不同频率的光，其最大初动能各不相同，遏止电压差也不同，可画出图像求出普朗克常量。当正向电流存在、光强一定时，电流大小随着电压的增大先增大后不变，可测出其伏安特性。

实验方法：采用遏止电压差法。调节不同频率光照射光电管，测量遏止电压差 U_A 。绘制频率与电压关系图，通过斜率计算普朗克常量。再改变正向电压、孔径、发射端与接收端距离，绘制出其伏安特性曲线。

2. 实验重点

加深对光的量子性的理解；学习验证爱因斯坦光电效应方程的实验方法，并测定普朗克常量。

3. 实验难点

确保光路准直和滤光片波长精确，以避免误差；对读数时间的把握，应确保电表指针不动。

二、原始数据

(含有个人信息，删去)

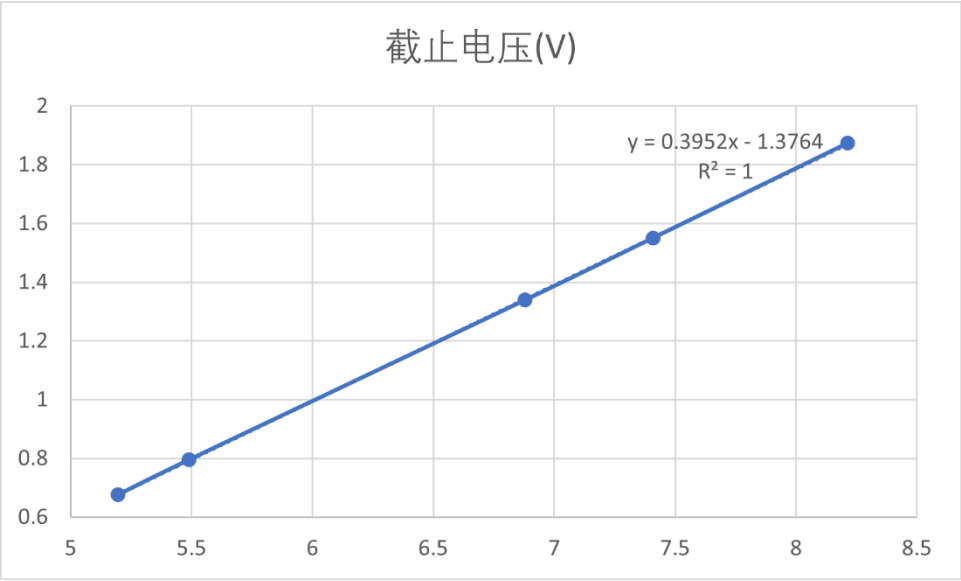
三、结果与分析

1. 数据处理与结果

在孔径大小为 4mm、发射端与接收端距离为 320mm 时，该材料截止电压与波长的关系如表 1 所示

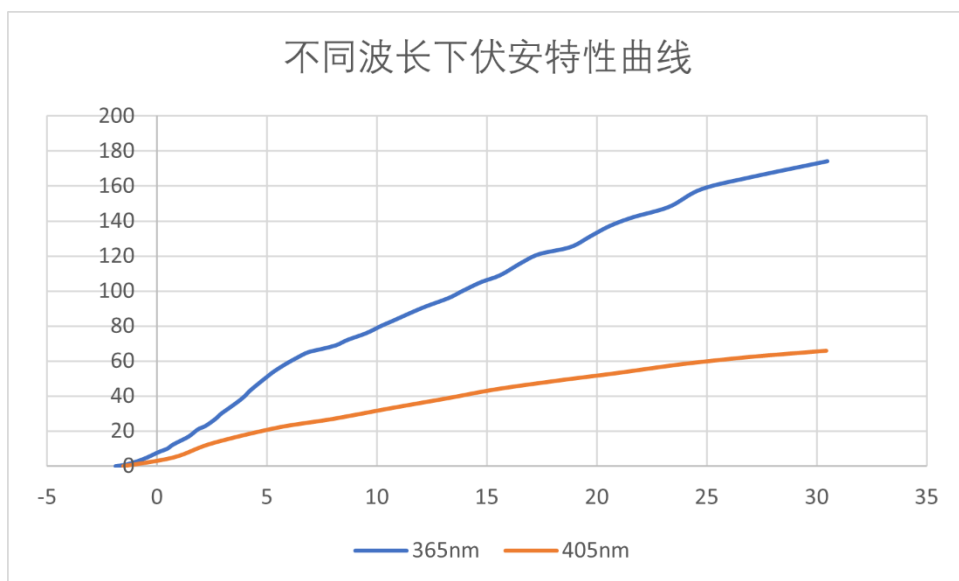
$U_a \sim \nu$ 关系					
波长 $\lambda_i(nm)$	365	405	436	546	577
频率 $\nu_i(\times 10^{14}Hz)$	8.214	7.408	6.879	5.490	5.196
截止电压 $U_{ai}(V)$	1.873	1.550	1.339	0.796	0.677
阳极电流 $(\times 10^{-13}A)$	31	21	45	51	32

根据这 5 组数据做出如下图表（最小二乘法）：



其中 x 轴单位为 $10^{14}Hz$ ，y 轴单位为 V
由图可知， $k = 0.3952 \times 10^{-14}$ ，则 $h = ke = 6.331 \times 10^{-34}J \cdot s$ 。

在孔径大小为 4mm、发射端与接收端距离为 320mm 时，该材料的伏安特性曲线如下表（原始数据量较大，可见拍照部分，下面直接以图表形式呈现）：



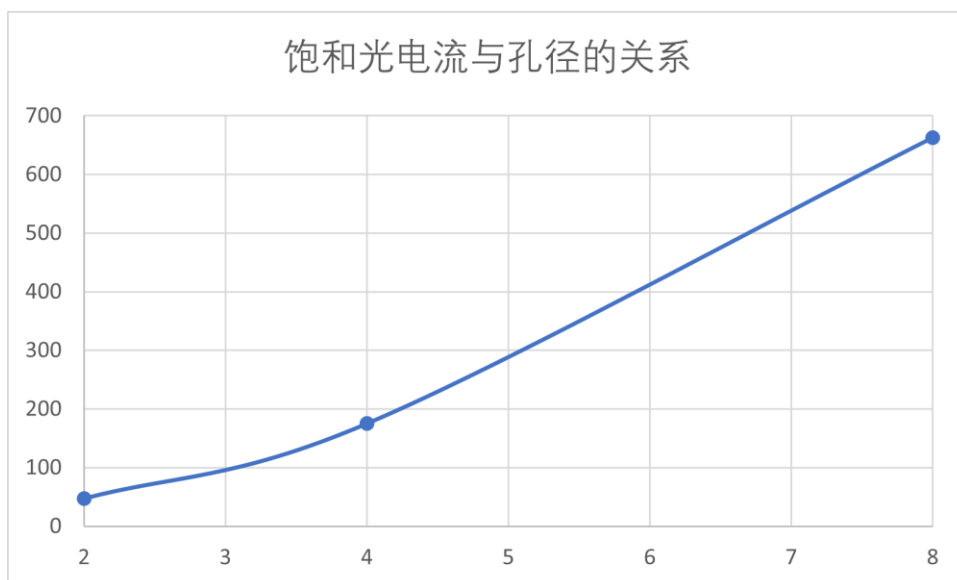
其中 x 轴单位为 V，y 轴单位为 $10^{-10}A$ 。

由该图表可知，随着电压增加，电流均增大，且增大趋势先快后慢，有一定达到饱和的趋势。

在波长为 365nm，发射端与接收端距离为 320mm 的情况下，饱和光电流与孔径的关系如图表所示：

$I_M \sim P$ 关系 $U_{AK} = 30.47V, \lambda = 365nm, L = 320mm$

光阑孔 $\phi(mm)$	2	4	8
$I (\times 10^{-10}A)$	47	175	663



其中 x 轴单位为 mm，y 轴单位为 $10^{-10}A$ 。

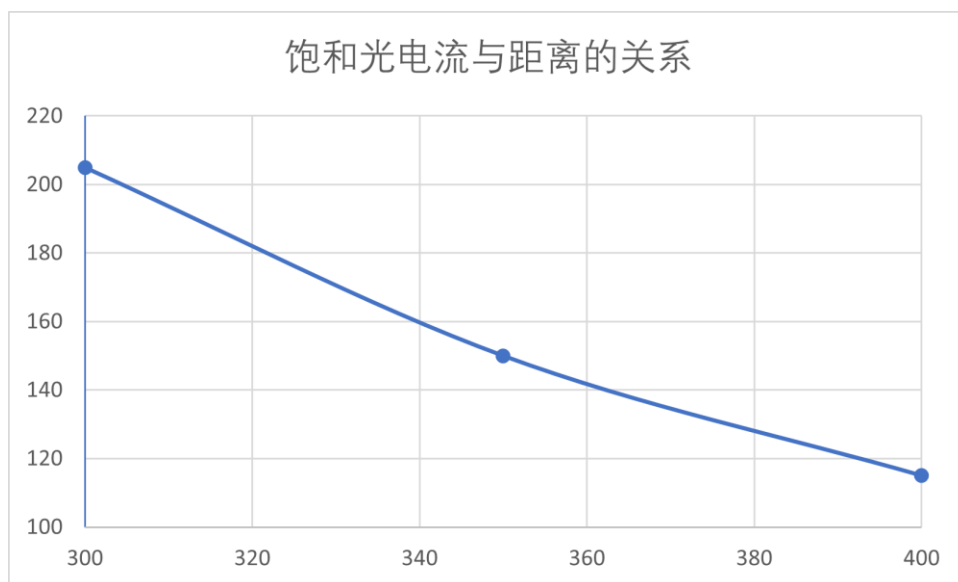
可以观察到，饱和光电流大小 I 与孔径 ϕ 的关系近似为 $I = k\phi^2$ ，原因是光电流与透光面积 S 成正比，而 S 与孔径 ϕ 的平方成正比。

在波长为 365nm，孔径为 4mm 的情况下，饱和光电流与发射端与接收端的距离的关系如图表

所示：

$U_{AK} = 30.48V, \lambda = 365nm, \varphi = 4mm$

距离 L (mm)	300	350	400
$I (\times 10^{-10}A)$	205	150	115



其中 x 轴单位为 mm ， y 轴单位为 $10^{-10}A$ 。

可以观察到，饱和光电流大小 I 与距离 L 的关系近似为 $I = k/L^2$ ，原因是光源往各个角度均匀辐射光

2．误差分析

对于测量普朗克常数这一实验而言，其相对误差

$$E = \frac{h - h_0}{h_0} = \frac{6.331 - 6.626}{6.626} \times 100\% = -4.452\%$$

该误差较大，可能原因是：

- (1) 在本实验中，光电管输出微电流表的读数并不稳定，而是在不断跳动，给测量带来一定误差（其他三个任务也受到其影响）。
- (2) 该光电管的阳极实际上存在反向电流，且在本实验中反向电流与光的波长相关性不强，会对遏止电压的测量造成影响。
- (3) 实际透过滤波片的光波长与标称值存在一定偏差，对普朗克常数计算带来误差。

此外，在探究光电流大小 I 与距离 L 的实验中， L 的精度较低，最小刻度为 $5mm$ ，对 L 的测量带来误差。

3．实验探讨

通过本次实验，我对光电效应有了更加深刻的理解，同时，我也学会了利用光电效应测量普朗克常数的方法，并能够比较准确地测量出普朗克常数的值。

四、思考题

(1) 测定普朗克常数的关键是获得单一频率的光以及对遏止电压的正确测量。然后通过多种频率单色光的遏止电压的测量绘制 $U_a \sim \nu$ 关系图，计算其斜率，进而得到普朗克常数。

准备一个可调节的负压电源并连接光电管，随着负压电源电压绝对值的增大，光电流逐渐减小，记录光电流恰好减小到 0 时的 U_{AK} 即为遏止电压 U_a 。实际测量中，光电管并非理想光电管，其阳极被少量阴极表面的低逸出功材料污染，被阴极反射过来的散射光照射后产生阳极反向电流干扰遏止电压的测量。假如光电流特性的正向电流上升得很快，反向电流很小，则可以用光电流特性曲线与暗电流特性曲线交点的电位差 U_a' 近似地当作遏止电位差 U_a （交点法）。若反向特

性曲线的反向电流虽然较大，但其饱和速度很快，则可用反向电流开始饱和时的拐点电位差 U_a'' 当作遏止电位差 U_a （拐点法）。

(2) 由光电效应公式的 $eU_a = h\nu - W$ ，即 $U_a = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$ 可知， $W = be = 1.3764 \times 1.602 \times 10^{-19} J = 2.205 \times 10^{-19} J$ 。

(3) 误差来源如【误差分析】所述。对于读数不稳定这一误差，可以通过多次测量求平均值并采用精度更高的测量工具来解决；对于反向电流产生的误差，可采用交点法或拐点法来解决；对于滤光片波长偏差产生的误差，可以通过精密仪器测量滤光片的实际波长对测量结果进行修正；对于测量 L 精度低产生的误差，可以将刻度进行进一步细化来解决。