

光电效应测普朗克常数实验报告

1 实验目的

测量普朗克常数 h

2 实验原理

单色光照射在光电管的阴极上有电子发射出来的现象叫光电效应，出射的电子称之为光电子，形成的电流称之为光电流。光电流很弱。加载在光电管中阳极与阴极之间电压为正值时，随着电压的增大光电流迅速增大，电压增大到一定值后，光电流趋于饱和。加载在阳极与阴极之间电压为负值时，随着电压数值逐渐变大，光电流变弱，负电压数值增大到 U_0 值时，光电流变为零。把电压 U_0 称之为遏止电压。本实验要求测量 5 种不同单色光分别照射下，光电流的遏止电压值。本实验还需测量和验证饱和光电流与光强之间的关系，是否满足线性正比关系。

3 实验仪器

使用 ZKY-GD-4 智能光电效应（普朗克常数）实验仪。如图 1。

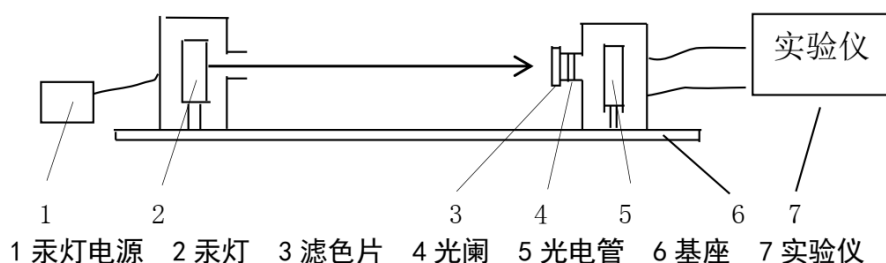


图 1: 仪器结构示意图

4 实验步骤及数据处理

4.1 零电流法、补偿法分别测遏止电压

固定一种直径大小光阑的情况下，分别测量 5 种不同单色光照射下，光电流的遏止电压。

a) 测量数据记录如表 1。

b) 用最小二乘法计算普朗克常数 h 大小，以及与公认值 h_0 之间的相对误差

c) 计算此光电管阴极材料，产生光电效应的单色照射光的波长红限，以及光电子从材料表面逸出的功大小。

数据处理和分析：对表 1 中的单色光频率与遏止电压（正值）之间，在直角坐标纸上进行画图、描点，再进行（最小二乘）线性回归拟合分析，做出拟合直线。写出拟合直线方程。（见图 2和 3）

表 1: 不同单色光照射下的光电流的遏止电压

光阑孔 $\Phi = 4\text{mm}$

波长 $\lambda_i(\text{nm})$	365	404.7	435.8	546.1	577
频率 $\nu_i(\times 10^{14}\text{Hz})$	8.214	7.408	6.879	5.49	5.196
零电流法 $U_0(\text{V})$	1.788	1.508	1.176	0.590	0.476
补偿法 $U_0(\text{V})$	1.798	1.508	1.178	0.588	0.474

主机箱编号: 1823 光电管外壳编号: 1823

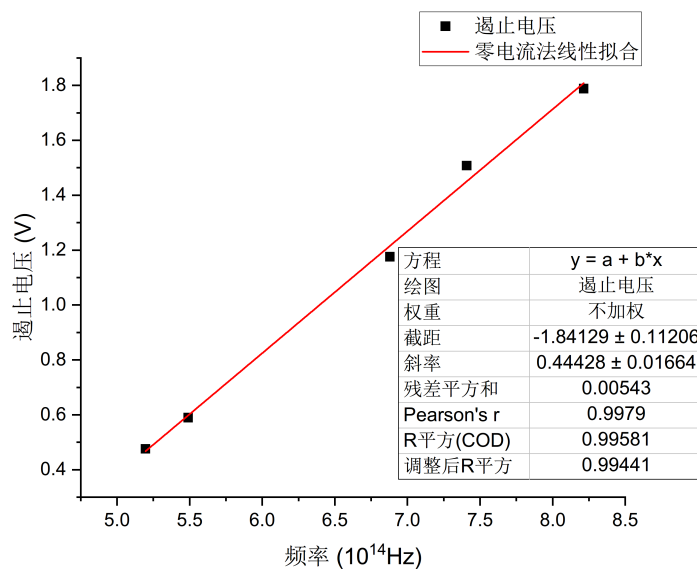


图 2: 零电流法线性拟合

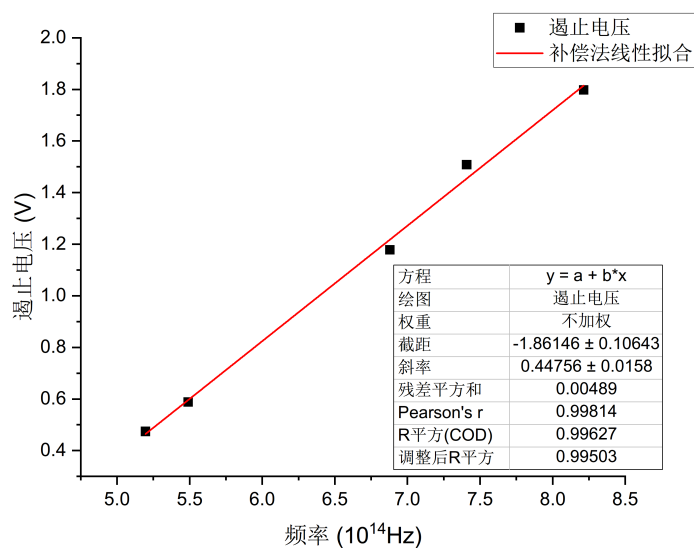


图 3: 补偿法线性拟合

零电流法：线性拟合得拟合直线方程为 $y = (0.44428 \pm 0.01664)x - (1.81429 \pm 0.11206)$. 根据上述拟合直线方程，计算：

1. 普朗克常数值为 $h = ek = (7.112 \pm 0.267) \times 10^{-34} J \cdot S$.
2. 与公认值比较计算相对误差 $E = \frac{|h - h_0|}{h} = 0.07416 \pm 0.04023$ ，得相对误差在 3.39% ~ 11.44%.
3. 计算单色入射光逸出功为 $W_0 = -be = (1.814 \pm 0.112)eV$.
4. 计算单色入射光红限为 $\nu = (4.080 \pm 0.099) \times 10^{14} Hz$.

补偿法：线性拟合得拟合直线方程为 $y = (0.44756 \pm 0.0158)x - (1.86146 \pm 0.10643)$. 根据上述拟合直线方程，计算：

1. 普朗克常数值为 $h = ek = (7.169 \pm 0.253) \times 10^{-34} J \cdot S$.
2. 与公认值比较计算相对误差 $E = \frac{|h - h_0|}{h} = 0.08209 \pm 0.03820$ ，得对误差在 4.38% ~ 12.01%.
3. 计算单色入射光逸出功为 $W_0 = -be = (1.861 \pm 0.106)eV$.
4. 计算单色入射光红限为 $\nu = (4.156 \pm 0.091) \times 10^{14} Hz$.

4.2 饱和光电流与光强之间的变化关系

测量饱和光电流与光强的关系。步骤如下：

- a) 其一种情况是，选择一种单色光，固定光电管阴阳极电压（在饱和区），改变不同的光阑（直径）大小，来改变光强.
- b) 另一种情况是，选择一种单色光，固定光电管阴阳极电压（在饱和区），改变光电管与汞灯光源的距离，来改变光强.
- c) 二种测量内容，分别列表，画图。验证饱和光电流与光强，成正比关系。

得到数据如表 2 和 3。由表格数据画图如图 4 和 5。其中光照强度 P 与光阑直径的关系为 $P \propto \Phi^2$ ，距离 L 关系为 $P \propto \frac{1}{L^2}$ ，故图 4 的横坐标为 Φ^2 ，图 5 的横坐标为 $\frac{1}{L^2}$ 。可以看出，在实验允许的误差范围内，饱和电流与光照强度成正比。

表 2: $I_M - P$ 关系 (改变光阑)

$U=20V, L=400mm$				
435.8nm	$\Phi(nm)$	2	4	8
	$I(10^{-10}A)$	8.2	31.0	124.3
546.1nm	$\Phi(nm)$	2	4	8
	$I(10^{-10}A)$	1.0	3.7	13.9

表 3: $I_M - P$ 关系 (改变距离)

$U=20V, \Phi=4mm$						
435.8nm	$L(mm)$	300	320	340	360	380
	$I(10^{-10}A)$	66.1	55.0	46.9	39.6	33.8
546.1nm	$L(mm)$	300	320	340	360	380
	$I(10^{-10}A)$	7.6	6.3	5.4	4.7	4.1

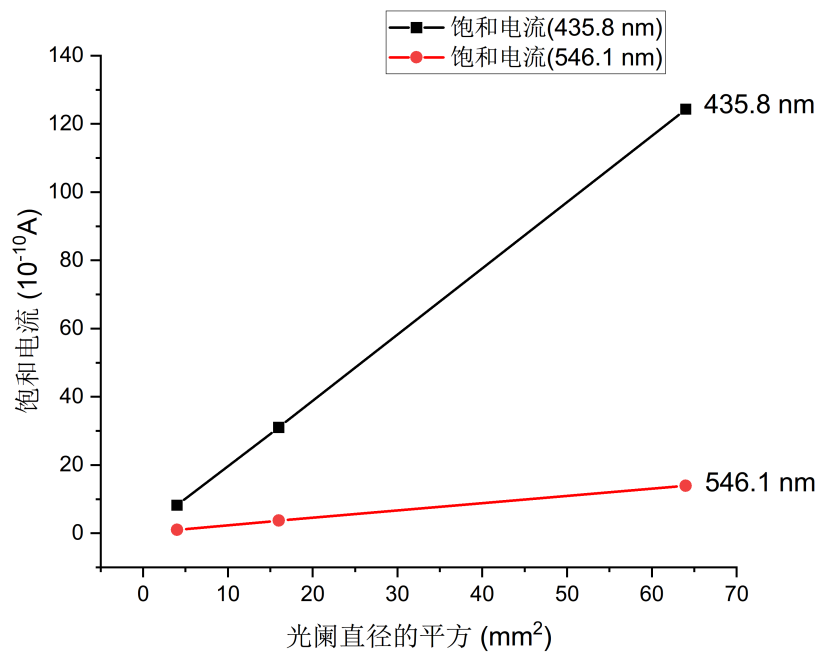


图 4: $I_M - P$ 关系图 (改变光阑)

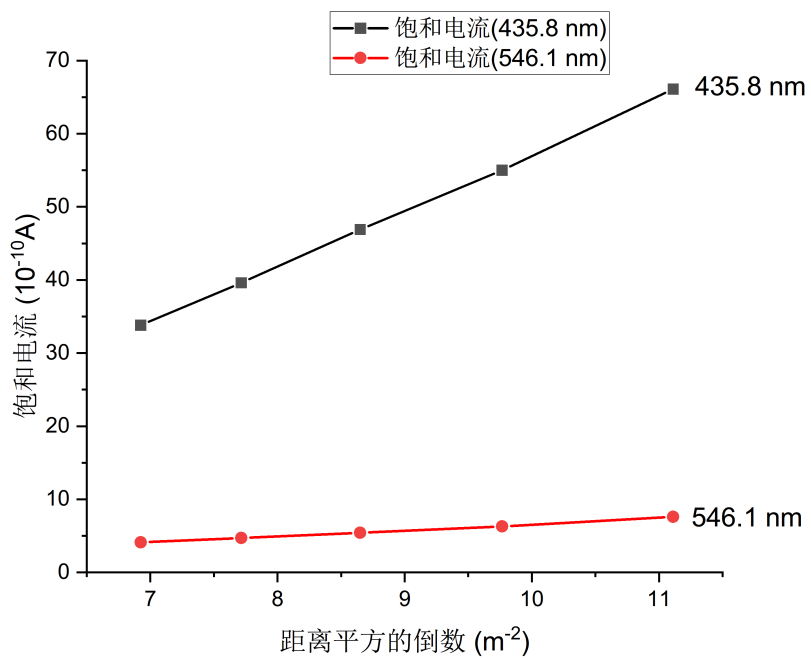


图 5: $I_M - P$ 关系图 (改变距离)