

大学物理实验预习报告

班级计科24-4学号202421085姓名傅家琪成绩
实验项目光电效应测普朗克常数

18+

一、实验目的

1. 理解光电效应的物理本质
2. 零电流法测定不同光频率下的截止电压.
3. 会用光电效应法测量普朗克常数.

二、实验原理

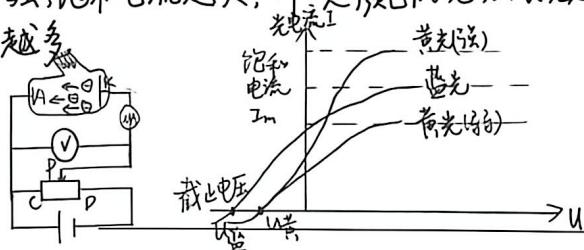
1. 每一种金属在产生光电效应时都存在一极限频率(或称截止频率). 即照射光的频率不能低于某一临界值. 相应的波长被称做极限波长(或称红限波长).

当入射光的频率低于极限频率时, 无论多强的光都无法使电子逸出.

2. 光电效应中产生的光电子与光的频率有关, 而与光强无关.

3. 光电效应中的瞬时性: 只要光的频率高于金属的极限频率, 光的亮度无论强弱, 光子的产生几乎是瞬时的. 响应时间不超过 10^{-9} 秒.

4. 入射光的强度只影响光电流的强弱. 在光颜色不变的情况下, 入射光越强, 饱和电流越大, 即一定颜色的光, 入射光越强, 一定时间内发射的电子数目越多.



零电流法测截止电压: 当阳极A与阴极D间加反向电压 U_{AK} 时, 光电子作减速运动. 若电压为 U_0 时, 电子刚好能达到阳极, 则有

$$\left. \begin{aligned} h\nu &= E_k + W \\ eU_0 &= E_k \end{aligned} \right\} \Rightarrow eU_0 = h\nu - W$$

$$\text{即 } U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$$

三、实验仪器

2KY-GD-4智能光电效应(普朗克常量)实验仪

仪器由示灯及电源, 滤色片, 光阑, 光电管, 智能实验仪构成

四、实验内容及步骤

1. 测截止电压 (1) 将示灯及光电管暗盒用遮光盖盖上, 示灯预热20分钟
 (2) 调整光电管与示灯距离 L 为 40 cm 并保持不变.
 (3) 断开实验仪后面的微电流输入端, 将电流量程置于 10^{-11} A .
 (4) 旋转“调零”使电流表读数为 0 , 调好后, 接通输入端, 按“调零确认”.
 (5) “手动” \rightarrow 截止电压测试.
 (6) 选择 365 nm 的滤色片和直径 $\varnothing = 4\text{ mm}$ 的光阑装在光电管输入口, 再打开示灯遮光盖.
 (7) 寻找截止电压 U_s , 依次更换 405 nm , 436 nm , 546 nm , 577 nm 的滤色片重复实验.
2. 测量光电管的伏安特性曲线 (1) 断开实验仪后面的微电流输入端, 置电流量程于 10^{-10} A . 调节
 (2) “手动” \rightarrow 伏安特性测试. (3) 选择 365 nm 的滤色片和 $\varnothing = 4\text{ mm}$ 的光阑, 打开示灯盖.
 (4) 电压调节范围为 $-1 \sim 50\text{ V}$. 调节电压记录对应的电流值, 填入表2.
 (5) 将 $\varnothing = 4\text{ mm}$ 换成 $\varnothing = 2\text{ mm}$ 的光阑, 重复以上步骤.
 (6) 在 $U_{AK} = 50\text{ V}$ 时, 测量并记录对同一谱线, 同一入射距离, 光阑分别为 2 mm , 4 mm , 8 mm 时对应的电流值.

大学物理实验预习报告

表格2所作图如下：

大学物理实验结果报告

实验地点 实验楼43 日期 11.28 指导教师 李玉华

五、数据表格

表1 $U_s - V$ 关系 ($\lambda=4\text{mm}$, $L=40\text{cm}$)									
波长 $\lambda (\text{nm})$	365	405	436	546	577	610	645	670	700
截止电压 $U_s (\text{V})$	8.22	7.41	6.81	5.41	5.20				
饱和电压 $U_s (\text{V})$	-1.89	-1.96	-1.29	-0.73	-0.71				

表2 $I - U_{AK}$ 关系 ($\lambda=365\text{nm}$, $L=40\text{cm}$)									
光强 I	$U_{AK} (\text{V})$	-1	0	1	3	5	7	9	10
$\Phi = 4\text{mm}^2$	$I (\times 10^{-14} \text{A})$	0	1	3	9	20	35	50	55
$\Phi = 2\text{mm}^2$	$I (\times 10^{-14} \text{A})$	0	1	3	5	7	9	10	20
	$I (\times 10^{-14} \text{A})$	0	1	2	4	8	13	16	18

表3 $I - m - P$ 关系 ($U_{AK}=50\text{V}$, $L=40\text{cm}$)					
光强 m	2	4	8	16	
436nm	$I (\times 10^{-14} \text{A})$	74	279	1085	
546nm	$I (\times 10^{-14} \text{A})$	2	4	8	
	$I (\times 10^{-14} \text{A})$	13	45	167	

表1：最小二乘法求斜率：

$$k = \frac{\bar{U}_s \cdot \bar{V} - \bar{U}_s \bar{V}}{\bar{V}^2 - \bar{V}^2} \times 10^{-14} \quad \therefore k = \frac{-1.2284 \times 6.64 - (-8.63769)}{(6.64)^2 - 45.3982} \times 10^{-14}$$

$$\bar{V} = 6.64 \text{ Hz} \quad = 0.3677 \times 10^{-14} \text{ V/Hz}$$

$$\bar{U}_s = -1.2284 \text{ V} \quad \therefore h = k e = 5.89 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\frac{\bar{U}_s \cdot \bar{V}}{V} = -8.637692 \quad \text{相对不确定度 } A = \frac{|6.63 \times 10^{-14} - 5.89 \times 10^{-14}|}{6.63 \times 10^{-14}} \times 100\% \\ V = 45.3982 \quad = 11.16\% \quad > 10\%$$

大学物理实验报告册

七、实验结果讨论

根据表格一，可知截止电压 U_s 和入射光频率 V 之间存在良好的线性关系，通过最小二乘法拟合得到的斜率为 $k = 0.3677 \times 10^{-14} \text{ V/Hz}$ ，计算所得普朗克常数为 $h = 5.89 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ 。相对误差为 11.16%，误差主要来源于①仪器读数干扰②环境光干扰③数据处理中的近似。

根据表格二，可知当加速电压超过一定值后，光电流基本保持不变，达到饱和状态，饱和电流的大小与入射光强度成正比，这与光电效应的理论完全一致。

根据表格三，可知光电流 I 与孔径面径基本成正比关系，验证了：光功率与入射光孔径成正比；光电流与光功率成正比；光电效应的线性响应特性。

