

教师签字

总成绩

95

## 实验(四十三) 光电效应法测定普朗克常数

## 一. 实验目的

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

## 二. 实验原理

1. 光电效应与爱因斯坦方程: 以合适频率的光照射在金属表面上, 有电子从表面逸出的现象称为光电效应。光电效应有如下规律: ①光强一定时, 随着光电管两端电压增大, 光电流趋于一个饱和值 $I_s$ , 对于不同的光强, 饱和电流 $I_s$ 与光强 $I$ 成正比。②光电管两端加反向电压时, 光电流迅速减小, 反向电压到 $U_c$ 时, 光电流降为0,  $U_c$ 即截止电压。光电子最大动能仅与光频率有关。③ $U_c$ 与光频率 $\nu$ 成线性关系。④无论光再怎么弱, 几乎光一照射就有光电子产生, 延迟时间不超过 $10^{-9}$ s。爱因斯坦光子假说假设光子能量为 $h\nu$ , 电子脱离原子需吸收逸出功那么多能量有 $h\nu = \frac{1}{2}m\nu_m^2 + W$
2. 截止电压的实验测量: 光电管伏安特性复杂①存在暗电流和漏电流。②存在反向电流。③属系统误差, 必须测出并作图消去其影响。④应用交点来确定截止电压 $U_c$ 。
3. 实验仪器: 主要有①光源②干涉滤光片③光阑④实验仪⑤实验仪面板介绍。
4. 操作要点及注意事项: (1)仪器电压源与光电管连接, 预热20分钟, 选择模式、量程。(2)测截止电压时, 电流表量程选择合适的档位。(3)电流表超量程, 按系统清零解除。(4)实验过程中, 不要频繁开闭汞灯, 光阑及滤光片用后不要触及光学表面。

## 三. 实验主要步骤或操作要点

1. 调整光电管与汞灯之间距离为400mm, 并将实验仪及汞灯电源接通(汞灯及光电管暗箱遮光盖盖上), 预热20分钟。
2. 测量前仪器的电流显示器要进行调零, 改换量程时也要调零, 调零的方法是: 将“电流量程”选择开关置于所选档位, 将光电管暗箱电流输出端断开, 旋转“调零”旋钮, 使电流指示为000.0。调好后, 用高频匹配电缆

将电流输入连接起来,按"调整确认/系统清零"键,系统进入测试状态。

### \* 注意事项

1. 滤光片及光阑应轻拿轻放,从仪器上卸下后,立即放入盒中特定位置,小心不要触及镜面。
2. 该实验仪器具有极高的灵敏性,所以易受干扰,因此在实验过程中动作要轻,不要碰测试电缆线等,不要使实验台受到振动。

#### 四. 实验数据

##### 1. 测量普朗克常数记录表 ( $I = 10^{-12} \text{ A}$ $\phi = 2 \text{ mm}$ ).

波长 (nm)	577	546	436	405	365
$\times 10^4$ 频率 (Hz)	5.199	5.495	6.881	7.407	8.219
截止电压 (V)	-0.566	-0.698	-1.254	-1.418	-1.796

##### 2. 测量光电管伏安特性曲线 (577nm)

	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$(10^{-13}) I_{CA} \phi 2$	-0.2	1.5	10.3	24.3	34.3	40.5	44.6	47.8	50.2	51.3	54.6	58.5	60.7	62.5
$(10^{-12}) \phi 4$	-0.4	0.2	2.6	7.5	11.8	14.6	16.7	17.8	18.2	18.5	18.7	19.2	19.9	20.8
$(10^{-12}) \phi 8$	-0.5	0.6	9.2	21.8	34.8	44.2	50.7	56.9	60.6	64.5	67.7	71.2	74.8	78.3
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$I_{CA} \phi 2$	64.9	66.6	68.5	69.9	71.3	73.7	75.6	78.3	80.8	82.9	84.3	85.7	87.2	88.9
$\phi 4$	21.5	22.2	23.0	23.7	24.6	25.1	25.5	26.0	26.4	26.7	26.9	27.0	27.1	27.2
$\phi 8$	81.4	85.1	88.6	91.7	93.9	96.9	100.2	103.1	106.4	109.7	113.2	117.1	120.1	123.4
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$I_{CA} \phi 2$	90.1	91.5	92.1	93.4	93.8	94.4	94.8	95.3	95.7	95.9	96.0	96.2	96.0	96.2
$\phi 4$	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1	28.0	28.1	28.0
$\phi 8$	126.0	128.1	130.0	132.9	134.8	136.2	137.4	138.5	139.3	140.1	140.7	141.1	141.0	141.0
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50				
$I_{CA} \phi 2$	96.3	96.1	96.2	96.0	96.1	96.2	96.6	96.1	96.3	96.4				
$\phi 4$	28.2	28.3	28.1	28.2	28.3	28.1	28.4	28.3	28.2	28.3				
$\phi 8$	141.0	141.3	141.1	141.0	141.4	141.2	141.1	140.9	141.2	140.7				

#### 五. 数据处理

##### 1. 普朗克常数的测量

$$U_{截止} = \frac{h}{e} \cdot \nu - \frac{h}{e} \nu_c$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (\nu_i) = \frac{1}{5} (5.199 + 5.495 + 6.881 + 7.407 + 8.219) = 6.640 \times 10^{14}$$

$$\overline{\nu^2} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (\nu_i^2) = \frac{1}{5} (5.199^2 + 5.495^2 + 6.881^2 + 7.407^2 + 8.219^2) = 45.398 \times 10^{28}$$

$$\overline{U_{截止}} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (U_{截止}) = \frac{1}{5} (0.566 + 0.698 + 1.254 + 1.418 + 1.796) = 1.146$$

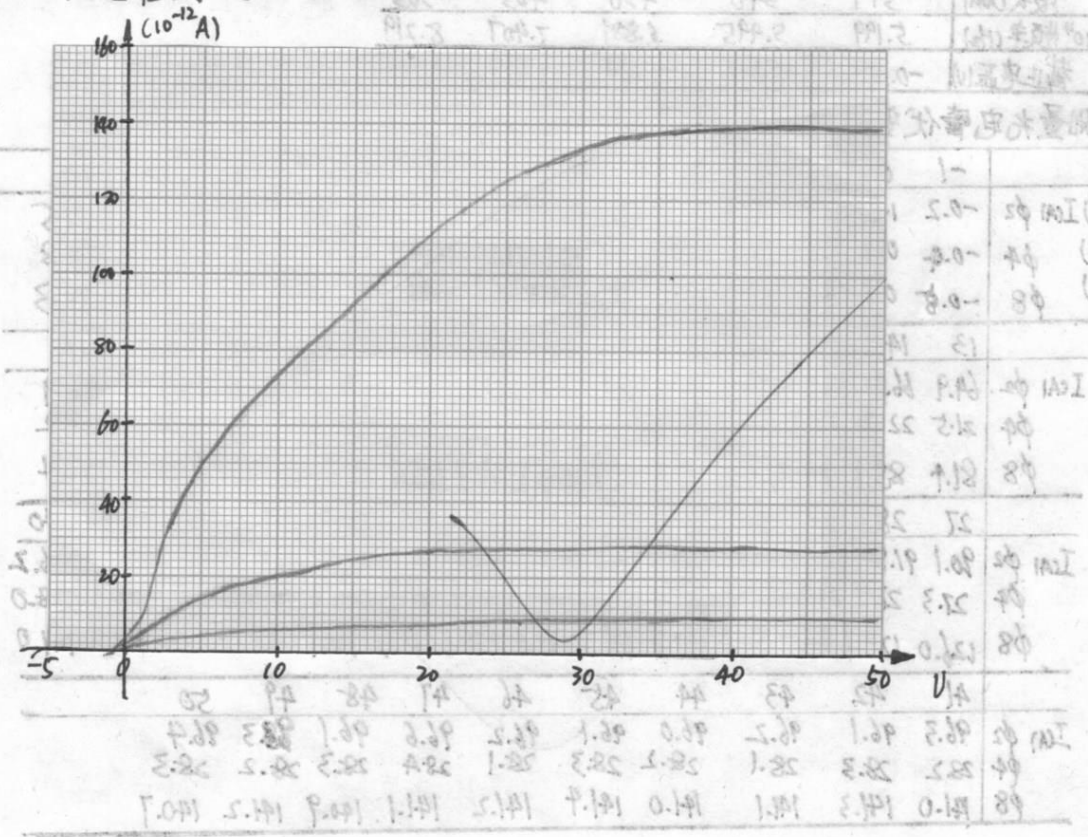
$$\overline{U_{截止} \nu} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (U_{截止} \cdot \nu_i) = \frac{1}{5} (5.199 \times 0.566 + 5.495 \times 0.698 + 6.881 \times 1.254 + 7.407 \times 1.418 + 8.219 \times 1.796) = 8.134 \times 10^{14}$$

$$k = \frac{\bar{\nu} \cdot \overline{U_{截止}} - \overline{\nu \cdot U_{截止}}}{(\bar{\nu})^2 - \overline{\nu^2}} = \frac{6.640 \times 1.146 - 8.134}{6.640^2 - 45.398} = 0.401 \times 10^{-14}$$

$$h = k \cdot e = 0.401 \times 10^{-14} \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.416 \times 10^{-34}$$

$$W\% = \frac{|h - h_{真}|}{h_{真}} = \frac{|6.416 - 6.626|}{6.626} \times 100\% = 3.2\%$$

## 2. 光电管的伏安特性曲线



## 量限度接光路普

$$U \cdot \frac{1}{\lambda} - U \cdot \frac{1}{\lambda_0} = \frac{hc}{e\lambda_0}$$

$$^{101} \times 0.48 = (95.3 \times 10^3 + 188.3) \times \frac{1}{2} = (1.1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$^{80} \times 895.24 = (95.3 \times 10^3 + 188.3) \times \frac{1}{2} = (1.1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$^{101} \times 1 = (95.3 \times 10^3 + 188.3) \times \frac{1}{2} = (1.1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$^{101} \times 451.8 = (95.3 \times 10^3 + 188.3) \times \frac{1}{2} = (1.1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$^{101} \times 104.0 = \frac{95.3 - 451.8}{895.24 - 0.48} = \frac{356.5}{894.76} = 0.398$$

$$^{101} \times 0.48 = 1.01 \times 0.1 \times 10^{-10} \times 10^3 = 0.101 \times 10^{-7}$$

$$^{101} \times 8 = 10\% = \frac{115.6 - 0.48}{115.6} = \frac{115.12}{115.6} = 0.995$$



## 六. 实验结论及现象分析

经由实验测得,由光电效应测得普朗克常数约为  $6.416 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ , 与精确值  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  误差为 3.2%。同时,由实验得到了光电管的伏安特性曲线,曲线前段上升速度较快,逐渐趋于平缓,直至饱和不再增大。

本实验测定光电管的伏安特性曲线时,在  $571 \text{ nm}$  下,  $\phi 2$  孔径时,  $I$  值较小;采用  $10^{-13} \text{ A}$  测量数值较大但系统随机误差波动也会较大;采用  $10^{-2} \text{ A}$  测量,数值只有一位小数,略有波动也会造成很大误差。另外,本实验可重复性很差(伏安特性部分),几乎每次调至一个相同电压时,电流值都会有较大差异,曲线走势也有很大不同,因此我作的曲线可能会有较大偏差。

## 七. 讨论问题

1. 不需再测量任何参数。得到 5 个点  $(U, U_c)$  后,利用最小二乘法有

$$k = \frac{\overline{U \cdot U_c} - \overline{U} \cdot \overline{U_c}}{(\overline{U})^2 - \overline{U^2}} \quad \text{其中 } U_c = U \text{ 即逸出功}$$

$$b = \overline{U_c} - k \overline{U} \quad (U_c = \frac{h}{e} U - \frac{h \nu_c}{e} \quad W = h \cdot \nu_c)$$

2. 由于金属不同仅造成逸出功不同,所以仍有

$$U_c = \frac{h}{e} U - \frac{W_0}{e}$$

斜率均为  $\frac{h}{e}$ , 均为相同定值。