

班级\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 教师签字\_\_\_\_\_

实验日期 2025.11.13 预习成绩 2 总成绩 \_\_\_\_\_

## 实验名称 光电效应法测定普朗克常量

## 一. 实验预习

1. 请简单推导一下本实验中光频率  $\nu$  与对应截止电压  $U_0$  的关系。
2. 实验中光电流的实测值与理论值有所区别，产生原因是什么？在测量截止电压时如何消除此影响。

$$1. h\nu = \frac{1}{2}mv_0^2 + W$$

$$U_C = \frac{h}{e}(\nu - V_0)$$

$$eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\therefore U_0 = \frac{h}{e}\nu = \frac{W}{e}$$

$\because U_0$  与  $\nu$  呈线性关系，斜率为  $\frac{h}{e}$ ，截距为  $-\frac{W}{e}$

2. 原因：①无光照时，光电管阴极因热电子发射产生的微弱电流  
②环境杂散光照射阴极产生的电流  
③阳极反向电流

消除方法：补偿法

①开灯状态下调节电压使实测电流为0

②遮光状态下记录对应实测电流

③开灯状态下调节工作电压使实测电流等于响应暗/本底电流，记录工作电压

## 二. 实验现象及原始数据记录

表 2-1 截止电压测量 (光阑孔直径 = 2 mm)

光波长 $\lambda$ (nm)	365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
光频率 $v$ ( $\times 10^{14}$ Hz)	8.216	7.410	6.882	5.492	5.196
截止电压 $U_c$ (V)	1.875	1.340	1.078	0.629	0.551

表 2-2 截止电压测量 (光阑孔直径 = 4 mm)

光波长 $\lambda$ (nm)	365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
光频率 $v$ ( $\times 10^{14}$ Hz)	8.216	7.410	6.882	5.492	5.196
截止电压 $U_c$ (V)	1.880	1.320	1.075	0.612	0.545

表 2-3 截止电压测量 (光阑孔直径 = 8 mm)

光波长 $\lambda$ (nm)	365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
光频率 $v$ ( $\times 10^{14}$ Hz)	8.216	7.410	6.882	5.492	5.196
截止电压 $U_c$ (V)	1.749	1.054	0.970	0.608	0.551

教师	姓名
签字	

### 三. 数据处理

(在三个不同直径的光阑孔下分别测量对应各个光频率  $\nu$  的截止电压  $U_0$ , 找出两者的线性关系。用最小二乘法与作图法求出普朗克常数  $h$  的实验值, 以及与普朗克常数标准值

$h_0 = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  的相对误差。) (3) 光阑直径 8mm 时:

$$k = \frac{n \sum r U_0 - \sum r \sum U_0}{n \sum r^2 - (\sum r)^2} \quad (n=5)$$

$$\sum r = 33.196 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\sum U_0 = 4.932 \text{ V}$$

$$\sum r U_0 = 35.058 \times 10^{14} \text{ V}\cdot\text{Hz}$$

$$\sum r^2 = 226.933 \times 10^{28} \text{ Hz}^2$$

$$k_3 = 0.13537 \times 10^{-14} \text{ V}\cdot\text{s}$$

$$h_3 = k_3 \cdot e = 5.666 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$E_3 = 14.49\%$$

(1) 光阑直径 2mm 时:

$$\sum r = 33.196 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\sum U_0 = 6.473 \text{ V}$$

$$\sum r U_0 = 38.996 \times 10^{14} \text{ V}\cdot\text{Hz}$$

$$\sum r^2 = 226.933 \times 10^{28} \text{ Hz}^2$$

$$k_1 = 0.14067 \times 10^{-14} \text{ V}\cdot\text{s}$$

$$h_1 = k_1 \cdot e = 6.515 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$E_1 = 1.68\%$$

(2) 光阑直径 4mm 时:

$$\sum r = 33.196 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\sum U_0 = 6.432 \text{ V}$$

$$\sum r U_0 = 38.828 \times 10^{14} \text{ V}\cdot\text{Hz}$$

$$\sum r^2 = 226.933 \times 10^{28} \text{ Hz}^2$$

$$k_2 = 0.14228 \times 10^{-14} \text{ V}\cdot\text{s}$$

$$h_2 = k_2 \cdot e = 6.773 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$E_2 = 2.22\%$$

(分析实验误差的来源, 以及比较以上每种数据处理方法的优缺点)

误差来源: (1) 系统误差: 暗电流, 本底电流未完全补偿, 仪器电压精度限制

(2) 随机误差: 滤光片存在杂散光, 环境光线干扰本底电流

(3) 操作误差: 记录, 选点误差

优缺点: (1) 最小二乘法  $\left\{ \begin{array}{l} \text{优: 利用全部实验数据, 精度高} \\ \text{缺: 计算量大} \end{array} \right.$

(2) 作图法:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{优: 直观的线性关系, 操作简便} \\ \text{缺: 绘图精度, 选点主观性影响大, 误差大} \end{array} \right.$

## 五. 讨论题

1. 请解释什么是逸出功 A, 以及怎样可以从截止电压  $U_0$  与光频率  $\nu$  两者的线性关系中求出逸出功 W。
2. 请讨论一下, 不同金属材料的逸出功 A 会否相同, 并加以解释。
3. 请讨论一下, 不同金属材料的  $U_0-\nu$  线性关系会否相同, 并加以解释。
4. 请解释什么是暗电流、本底电流、和阳极反向电流, 以及它们各自出现的原因, 并讨论它们各自会怎样影响“零电流法”对截止电压  $U_0$  的测量结果。

1. 逸出功 A 是指金属表面电子脱离金属原子束缚, 成为自由光子所需的最小能量。其大小由金属材料本身性质决定。

$U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$  :  $U_0-\nu$  线性关系的截距为  $-\frac{W}{e}$ , 通过测不同的  $\nu$  对应的  $U_0$ , 拟合得直线方程, 读取截距  $b = -\frac{W}{e}$ , 则  $A = eb$

2. 不相同, 逸出功取决于金属原子的核外电子排布和原子核对最外层电子的束缚能力。不同金属原子序数, 电子层数, 原子半径不同, 原子核对电子束缚能力不同, 电子脱离金属表面所需最小能量不同。

3. 斜率相同, 截距不同。 $U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$ , 斜率为  $\frac{h}{e}$ ,  $h, e$  均为定值, 与金属材料无关。截距为  $-\frac{W}{e}$ , 不同金属逸出功不同,  $W$  不同, 因此截距不同。

4. 暗电流: 无光照时光电管阴极因热激发发射电子形成的微弱电流

原因: 阴极金属的热电子发射

影响: 使截止电压测量值偏小

本底电流: 环境杂散光照射阴极产生的光电流

原因: 杂散光频率若大于阴极金属的截止频率, 会激发光电子

影响: 使实测光电流偏大, 截止电压测量值偏大

阳极反向电流: 阳极材料受光后发射光电子形成的反向电流

原因: 阳极通常为金属材料, 若杂散光频率大于阳极材料的截止频率, 会激发阳极电子逸出

影响: 干扰光电流的零判断, 使  $U_0$  可能偏大可能偏小