

24

实验报告

序号:	衡成林		
时间:	年	月	日
	上午	下午	晚上

课程名称: 物理实验B / 实验名称: 光电效应普朗克常数测定 / 实验日期: 2024 年 11 月 1 日 下午
 班级: 0712304 / 教学班级: / 学号: 1100233379 / 姓名: 陈墨菲

光电效应和普朗克常数的测定

一、实验目的

- (1) 通过光电效应了解光的量子性。
- (2) 验证爱因斯坦方程, 测定普朗克常数。
- (3) 测定光电管的伏安特性曲线

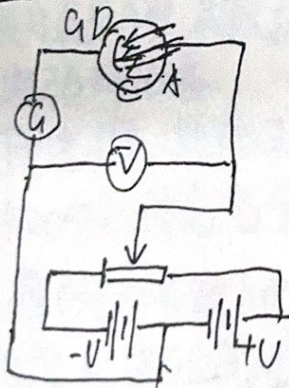
二、实验仪器

汞灯及汞灯电源, 各种滤色片, 光阑, 光电管, 导轨, 普朗克常数测量仪, 电缆。

三、实验仪器原理

一定频率的光, 照射到某一金属表面时, 会有电子从金属表面逸出, 这种现象叫做光电效应。逸出的电子动能与光的强度无关, 只和入射光的频率有关。把它写成公式即为: $h\nu = E_{\text{work}} + W$, 这就是著名的爱因斯坦光电效应方程式。

爱因斯坦公式中的“ h ”是非常重要的物理量。历史上人们使用了各种方法来测量“ h ”值的大小。这里我们通过光电效应实验来间接地求出“ h ”值。



联系方式: 图 1

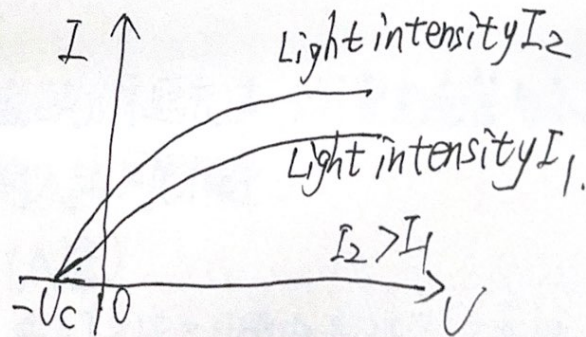


图 2 指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

图1中A为光电管阴极, C为光电管阳极, G为微电流计, V为数字电压表, R为滑线电阻器。调节R可使光电管A、C之间的电压U从负电压到正电压连续变化。测得各电压下对应的光电流I的大小, 就可得到光电管的伏安特性曲线(图2)

根据能量守恒公式

$$h\nu = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 + h\nu_c \quad (1)$$

式(1)描述了光电效应的基本物理过程, 爱因斯坦光电效应公式中 $h\nu$ 为入射光子的能量, m 为光电子的质量, v_{\max} 为光电子的最大速度, ν_c 为光电效应的红限, $h\nu_c$ 为逸出功。不同金属有不同的红限。当金属C(阴极)对面的电极A(阳极)上的反向电压加大到具有最大动能的逸出电子也不能到达阳极A时, 这个电压 U_c 就称为截止电压 U_c , 即:

$$eU_c = E_{\text{动能}} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2, \text{ 则有}$$

$$U_c = h(\nu - \nu_c) / e \quad (2)$$

1. 用实验方法测出不同情况下的 U_c 值, 即可确定 h 。

四、实验步骤及数据处理

1. 实验前准备

打开电源, 预热20min, 盖上光源遮光盖, 调整光电管与汞灯距离约为40cm, 将光电管电压输入端同色相连。

2. 普朗克常数 h 的测定(A管)

考虑到实验的稳定性我们采用了“零电流法”, 可直接将某一步骤下的光照射测得的电流为“0”时对应的电压绝对值 U

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

作为该频率的截止电压 U_0 。

将测定仪上的电压选择 $-2 \sim +2V$ 挡, 电流选择 $10^{-12}A$ 挡, 测定仪电流输入电缆断开, 调零后重新接上。

用直径 $4mm$ 的光阑及滤色片装在光电管入光孔上, 光电管与汞灯距离 $L=400mm$, 然后逆时针方向调节“电压调节”旋钮, 使 $A-C$ 间的电压由 $+2V$ 逐渐减小到 $-2V$, 同时观察光电流的变化, 并记录光电流减小到零时对应的截止电压值 (记为 U_0)。

用直线法拟合, 并画出 $U-V$ 关系曲线, 然后与公认值 h_0 比较, 计算出实验的相对误差 $E = (h - h_0)/h_0$ 。式中 $e = 1.602 \times 10^{-19}C$; $h_0 = 6.626 \times 10^{-34}Js$ 。
即可得出普朗克常数 h 。

3. 测量光电管的伏安特性曲线 (B 管)

接通光电管电源, 将电压选择 $-2 \sim +30V$ 挡, 电流量程选择 $10^{-9}A$ 挡。用直径 $4mm$ 的光阑, 调节光电管与光源的中心距离 L 为 $400mm$, 实验开始前调零步骤跟同步步骤 2。

4. 验证光电管的饱和电流与入射光强的关系

取 $U=30V$, 按以上步骤观测不同光阑孔径饱和电流与光强间的关系和观测不同距离下饱和电流与光强间的关系和观测不同距离下饱和电流与光强间的 $I \sim P$ 关系。

注意:

每次更换滤色片时, 必须先源的出光孔遮盖住。做完全部实验后, 再用遮光罩将光电管入光孔盖住, 避免强光直接照射阴极而缩短寿命。

联系方式: 电话寿命。

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

数据处理

1. 普朗克常数 h 的测定

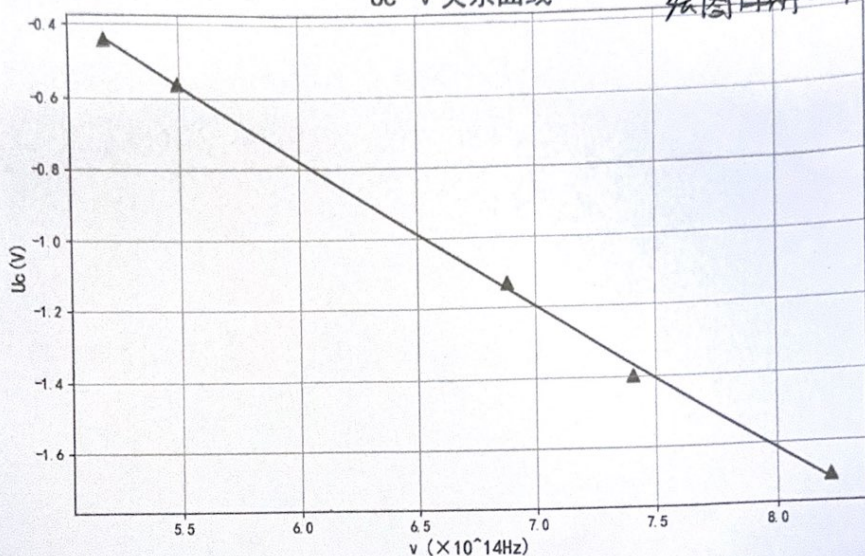
$l = 400 \text{ m}$

$\phi = 4 \text{ m}$

量值 检流计 10^{-13} A

绘图人 陈昱彤
绘图日期 2024-11-2

$U_c - \nu$ 关系曲线



设 $U_c = k\nu + b$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \nu_i = 6.635 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\bar{U}_c = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 U_{ci} = -1.045 \text{ V}$$

$$k = \frac{\sum_{i=1}^5 \nu_i U_{ci} - 5 \bar{\nu} \bar{U}_c}{\sum_{i=1}^5 \nu_i^2 - 5 \bar{\nu}^2} = -0.418 \times 10^{-14}$$

$$b = \bar{U}_c - k \bar{\nu} = 1.731$$

得 $U_c = -0.418 \times 10^{-14} \nu + 1.731$

得 $h = ek = 6.703 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ $h_0 = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

得 $\delta = \frac{h - h_0}{h_0} = 1.16\%$

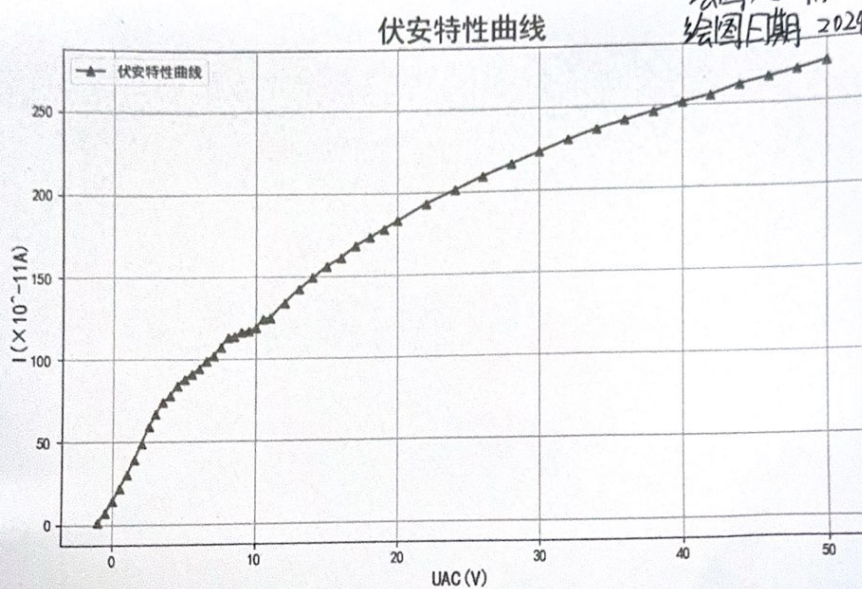
实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

2. 测量光电管的伏安特性曲线
检流计量程 $10^{-11} A$

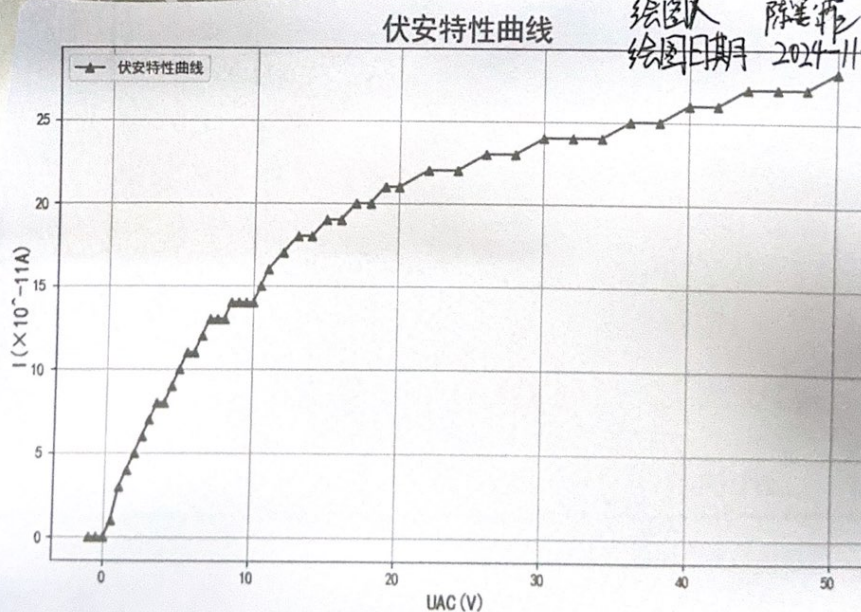
(1) $\lambda = 435.8 nm$ $L = 400 mm$ $\phi = 4 mm$

绘图人 陈圣辉
绘图日期 2024-11-2



(2) $\lambda = 546.1 nm$ $L = 400 mm$ $\phi = 4 mm$

绘图人 陈圣辉
绘图日期 2024-11-2



联系方式

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

3. 验证光电管的饱和电流与入射光强的关系

(a) 不同光阑孔径下饱和电流与入射光强的关系

电压 50V $L=400\text{mm}$

435.8nm	光阑孔径 $\phi(\text{mm})$	2	4	8
	$I(\times 10^{-11}\text{A})$	74	281	1034
546.1nm	光阑孔径 $\phi(\text{mm})$	2	4	8
	$I(\times 10^{-11}\text{A})$	7	28	105

据表格数据: 其余条件相同

(1) 入射光强相同, 光阑孔径 ϕ 越大, I 越大, 且近似有 $I \propto \phi^2$.

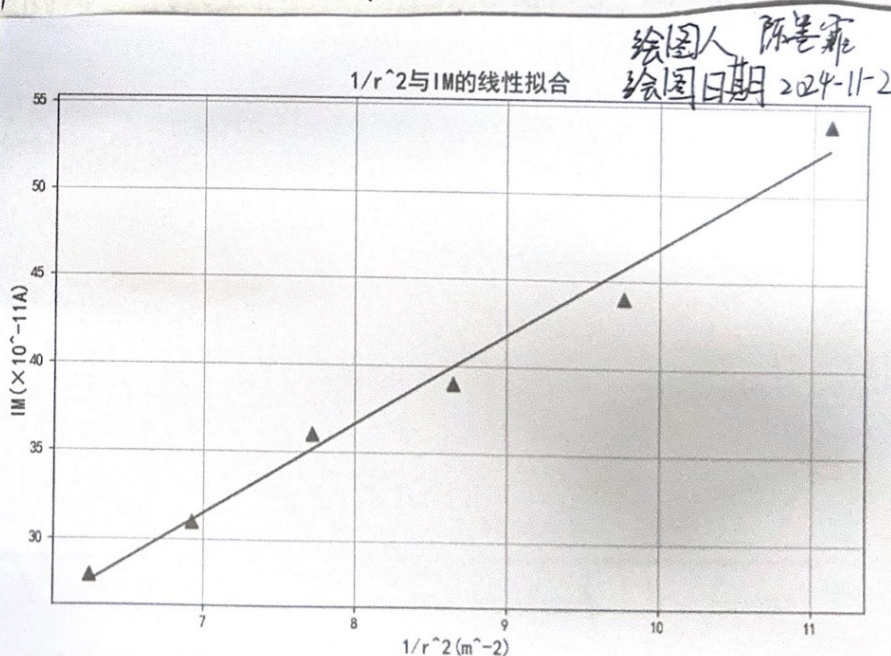
(2) 相同光阑孔径下, 入射光强越大, I 越大, 且近似有 $I \propto I_0$.

(b) 不同照度下, 饱和电流 I_m 与入射光强的关系.

滤波片: 546.1nm. 光阑孔径 $\phi=4\text{mm}$.

$r(\text{mm})$	$\frac{1}{r^2}(\text{m}^{-2})$	$I_m(\times 10^{-11}\text{A})$
300	11.1	54
320	9.77	44
340	8.65	39
360	7.71	36
380	6.93	31
400	6.25	28

联系方式: _____



实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

观察图象,可得饱和电流 I_m 与距离 r 的平方成线性关系.

设 $I_m = k \cdot \frac{1}{r^2} + b$.

$$k = \frac{\sum \frac{1}{r_i^2} \cdot \bar{I}_m}{\sum (\frac{1}{r_i^2})^2 - n(\frac{1}{r})^2} = 5.138 \quad b = -4.510$$

$$\therefore I_m = 5.138 \cdot \frac{1}{r^2} - 4.510.$$

相关系数 $\rho_{I_m, \frac{1}{r^2}} = \frac{\sum (\frac{1}{r_i^2} - \bar{\frac{1}{r^2}})(I_{m_i} - \bar{I}_m)}{\sqrt{\sum (\frac{1}{r_i^2} - \bar{\frac{1}{r^2}})^2 \cdot \sum (I_{m_i} - \bar{I}_m)^2}} = 0.993.$

由此可见 I_m 与 $\frac{1}{r^2}$ 有很强的正线性相关性.

思考题

实验时能否将滤光片插到光源的光阑口?为什么?

不能。原因如下

1. 高温损坏滤光片: 由于光源在光作时产生较高温度, 将滤光片靠近光源会使其受到过多的热量辐射, 可能导致滤光片受热损坏或性能改变影响滤光效果。
2. 滤光效果受影响: 滤光片靠近光源会导致光束未充分扩散, 影响滤光的正常工作, 导致进入探测器的光束包含不需要的波长。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

1. $L = 400\text{mm}$ $\phi = 4\text{mm}$ 检流计 10^{-13}A

λ/nm	$\nu/\times 10^{14}\text{Hz}$	U_c/V	\bar{U}_c/\bar{V}
365.0	8.214	-1.6894	
404.7	7.408	-1.398	-1.400
435.8	6.879	-1.128	
546.1	5.490	-0.564	-0.562 5.60
578.2	5.185	-0.442	-0.440

2.

U_{AC}/V	-1.0	0.5	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$I/\times 10^{-11}\text{A}$	1	7	14	22	30	39	49	59	67
U_{AC}									7.5
I	74	78	84	88	91	94	99	102	1057
U_{AC}							11.0	12.0	
I	108 113	114 116	120	117	119	124	125	134	142
U_{AC}							20.0	22.0	
I	149	156	161	168	173	178	183	193	201
U_{AC}									
I	209	216	223	230	236	241	246	251	255
U_{AC}					50.0				
I	261	265	269	273					

联系方式: 261 265 269 273

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

U_{AC}/V -1.0 -0.5 0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0

$I/\times 10^{-11}A$ 0 0 0 1 3 4 5 6 7

U_{AC}/V 3.5

$I/\times 10^{-11}A$ 8 8 9 10 11 11 12 13 13

U_{AC} 8.0

11.0 12.0

I 13 14 14 14 14 15 16 17 18

U_{AC} 14.0

120.0 22.0

I 18 19 19 20 20 21 21 22 22

U_{AC} 26.0

I 23 23 24 24 24 25 25 26 26

U_{AC} 44.0

I 27 27 27 28.

3. $10^{-11}A$. 50V $L=400mm$.

(a) 435.8nm ϕ/mm 2 4 8.
 $I/\times 10^{-11}A$ 74 28 1034

546.1nm ϕ 2 4 8.
 I 7 28 105

(b). 546.1nm $\phi=4mm$ 50V.

r/mm 300 320 340 360 380 400

联系方式: _____

指导教师签字: _____

$I_m/\times 10^{-11}A$ 54 44 39 31 31 28