



南昌大学

2023~2024 学年秋季学期 《大学物理实验》

实验报告

得 分	评阅人

题 目： 实验三 光电效应

学 院： 先进制造学院

专业班级： 智能制造工程 221 班

学生姓名： 朱紫华

学 号： 5908122030

指导老师： 全祖赐老师

二 O 二三年十月制

光电效应测普朗克常量实验预习报告

一、实验目的

- 1、研究光电管的伏安特性及光电特性；
- 2、比较不同频率光强的伏安特性曲线与遏制电压；
- 3、了解光电效应的规律，加深对光的量子性的理解；
- 4、验证爱因斯坦方程并测定普朗克常量。

二、实验仪器

FB807 型光电效应（普朗克常数）测定仪。



三、实验原理

1、光电效应现象：金属表面受到适当频率的光照射而释放出电子；

2、实验规律：

①每一种金属都存在一个临界频率（红限频率） ν_0

当入射光的频率 ν 低于截止频率 ν_0 时，无论光强多大都没有光电子产生；

当入射光的频率 ν 高于截止频率 ν_0 时，产生光电效应；不同金属截止频率不同。

2、光电效应中产生光电子初速度（初动能）与光强无关，而与入射光的频率成正比；

3、发生光电效应时，光电流大小（单位时间内从金属表面放出的光电子数目）与照射光强度成正比；

4、瞬时效应：只要 $\nu > \nu_0$ ，无论光强如何，都会立即引起光电子发射(弛豫时间 $\Delta t < 10^{-9} \text{s}$ ，约为零)。

3、经典理论存在困难

①**物理认为**：光是一种电磁波，电磁波的能量决定了它的强度即只与电磁波的振幅有关，而与电磁波的频率无关；

②**红限问题**：按经典理论，无论何种频率的入射光，只要强度足够大，就能使电子具有足够的能量逸出金属，与实验结果不符；

③**瞬时性问题**：按经典理论，电子逸出金属所需的能量，需要有一定的时间来积累，一直积累到足以使电子逸出金属表面为止，与实验结果不符。

4、爱因斯坦光子理论

①**光子假设**：光是由能量为 $h\nu$ 的光子组成的粒子流，光强决定于单位时间通过单位面积的光子数；

②**爱因斯坦方程**：当光子照射金属时，金属中的电子全部吸收光子的能量 $h\nu$ ，电子把光子能量的一部分变成它逸出金属表面所需的功 A ，另一部分转化为光电子的动能 $\frac{1}{2}mv_m^2$ ，即： $h\nu = \frac{1}{2}mv_m^2 + A$ (1)

逸出功 $A = h\nu_0$ 与金属的种类有关，每种金属都存在一个极限频率。

在 A, K 两端加上反向电压，回路中光电流随电压增大而减小，存在遏制电压 U_a

满足： $eU_a = \frac{1}{2}mv_m^2$ (2)

结合式 (1) (2) 可求出遏止电压 $U_a = \frac{h}{e}V - \frac{A}{e}$

实验时用不同频率的单色光照射阴极，测出相应的遏制电压作出 U_a-V 图，由图中直线斜率可求出普朗克常数 h 。

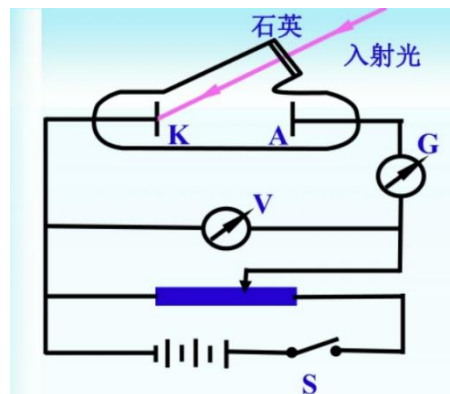
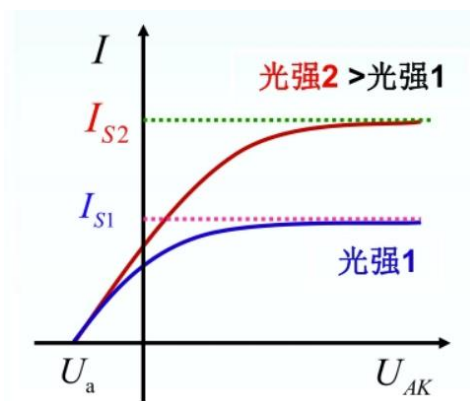
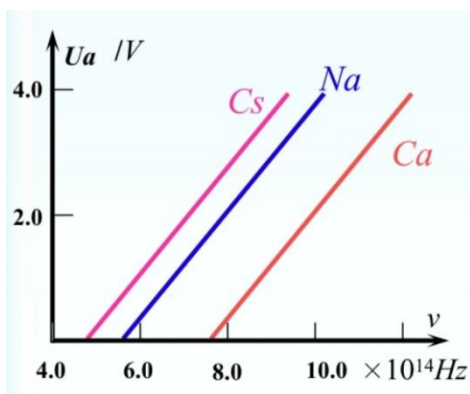


图 1：实验电路图



图二：I- U_{AK} 曲线图



图三： U_a - V 曲线图

四、实验内容及步骤

1、连接仪器

调节光电管暗箱到遮光位置，接通测试仪及汞灯电源，预热 20 分钟；调节光电管与汞灯距离 40cm 并保持，连接光电管暗箱电压输入端与测试仪电压输出端；将“电流量程”选择开关置于合适档位；对测定仪进行调零。

2、测量截止电压

- ①工作电压转换按钮于释放状态，在不接输入信号的状态下对微电流测量装置调零，再把装滤色片的转盘放在挡光位，即指示“0”对准上面的白点，在此状态下测量光电管的暗电流；
- ②把 365nm 的滤色片转到窗口（通光口），将电压表显示值调节为-1.999V，用电压粗调和细调旋钮，逐步升高工作电压（即减小负电压绝对值）。当光电管输出电流 I 为零时，记录对应的工作电压 U_{AK} ，即为 365nm 单色光的遏止电位。
- ③按顺序依次换上 405nm, 436nm, 546nm, 577nm 的滤色片，重复以上测量步骤并记录各单色光的遏止电位 U_{AK} 。

3、测光电管伏安特性曲线

将“电流量程”转换至 $\times 10^{-10}$ A 档,其余操作步骤与“测量截止电压”类同,不过此时要把每一个工作电压和对应的电流值加以记录,以便画出饱和伏安特性曲线,并对该特性进行研究分析.

①观察在同一光阑、同一距离条件下 5 条伏安特性曲线 (365nm, 405nm, 436nm, 546nm, 577nm 的滤波片), 记录所测 U_{AK} 及 I 的数据, 在坐标纸上作对应波长及光强的伏安特性曲线。

②观察同一距离、不同光阑 (不同光通量)、某条谱线在的饱和伏安特性曲线。

测量并记录对同一谱线、同一入射距离, 而光阑分别为 $\phi 2mm, 4mm, 8mm$ 时对应的电流值, 验证光电管的饱和光电流与入射光成正比。

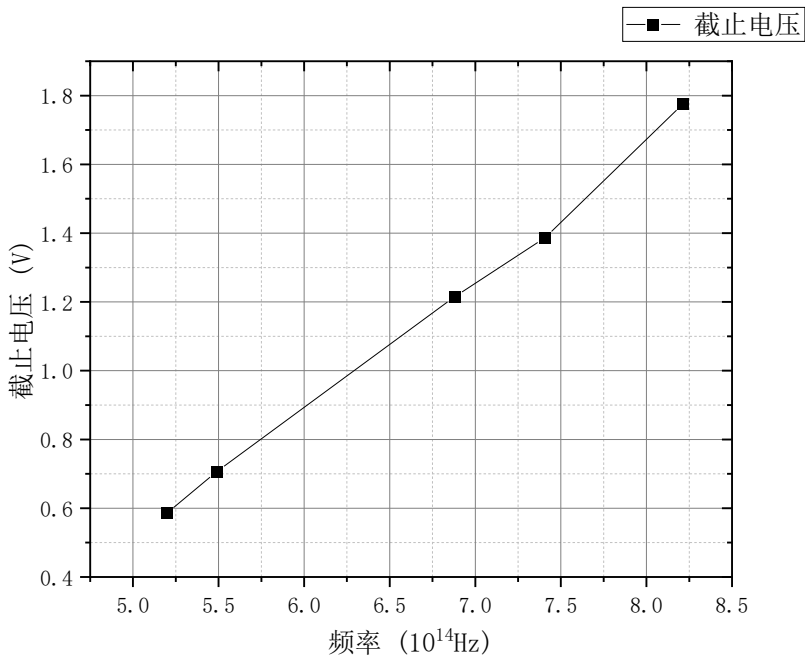
③观察同一光阑下、不同距离 (不同光强)、某条谱线在的饱和伏安特性曲线。

在 U_{AK} 为 30V 时, 测量并记录对同一谱线、同一光阑时, 光电管与入射光在 300mm, 350mm, 400mm 的不同距离对应的电流值, 同样可以验证光电管的饱和电流与入射光强成正比。

五、数据记录

1、测量截止电压

波长 λ /nm	365	405	436	546	577
频率 $\nu/(\times 10^{14}Hz)$	8. 214	7. 408	6. 879	5. 490	5. 196
截止电压 U_0 /V	-1. 776	-1. 387	-1. 215	-0. 707	-0. 585



		值	标准误差	t 值	概率> t
截止电压	截距	-1.41444	0.09031	-15.66128	5.65785E-4
	斜率	0.38395	0.01341	28.63276	9.35357E-5

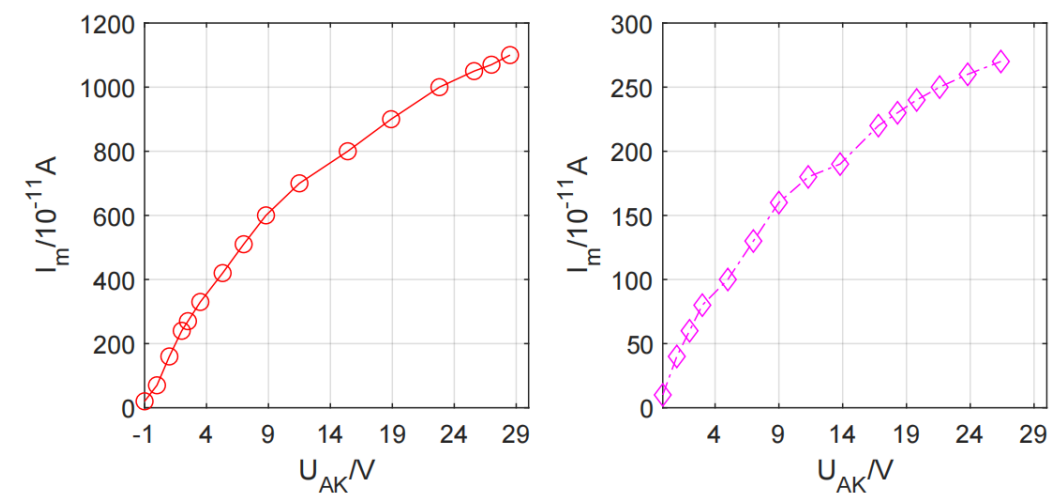
$$k = \frac{h}{\nu} = 0.38395 \times 10^{-14}, \quad h = 6.15 \times 10^{-34}$$

相对误差 0.03

2、测光电管伏安特性曲线

$\lambda = 365\text{nm}$	U_{AK}/V	-1	0	1	2	2.5	3.5	5.3	7
	$I/(\times 10^{-11}\text{A})$	20	70	160	240	270	330	420	510
$\lambda = 436\text{nm}$	U_{AK}/V	-0.1	1	2	3	5	7	9	11.3
	$I/(\times 10^{-11}\text{A})$	10	40	60	80	100	130	160	180

$\lambda = 365\text{nm}$	U_{AK}/V	8.8	11.5	15.4	18.9	22.8	25.6	27.0	28.5
	$I/(\times 10^{-11}\text{A})$	600	700	800	900	1000	1050	1070	1100
$\lambda = 436\text{nm}$	U_{AK}/V	13.8	16.8	18.3	19.8	21.6	23.8	26.4	
	$I/(\times 10^{-11}\text{A})$	190	220	230	240	250	260	270	



3、饱和光电流与入射光强

①同一距离、不同光阑

$U_{AK} = 28.6 \text{ V}$, $\lambda = 577 \text{ nm}$, $L = 400 \text{ mm}$

光阑口径 Φ (mm)	2	4	8
饱和电流 $I/(\times 10^{-10} \text{ A})$	4.8	16.3	61.9

②同一光阑、不同距离

$U_{AK} = 28.6 \text{ V}$, $\lambda = 577 \text{ nm}$, $\Phi = 4 \text{ mm}$

距离 (mm)	300	350	400
饱和电流 $I/(\times 10^{-10} \text{ A})$	35.8	23.3	16.2

可知入射光强越强，饱和光电流越高

六、误差分析

- 1、人为读数产生的误差。
- 2、仪器的老化。
- 3、仪器并没有完全紧贴导轨，可以左右晃动，这导致会有一定的偏角，而不是垂直射入。

七、实验小结与思考

本次实验在求截止电压与伏安特性曲线时，我们组并没有出现什么问题，且误差不大，且这次我特地没有使用 origin，首次使用 MATLAB 作图，就当是锻炼自己。但是在求饱和电流时，哪怕光阑口径换到最大，也没达到饱和，这是比较可惜的，事后去了解了一下其他组，也都有差不多的情况，实验中我通过换更小波长的光来进行尝试，可惜电流是更大了，但依旧没有饱和。

八、原始数据



南昌大学物理实验报告

学生姓名: _____ 学号: _____ 专业班级: _____ 班级编号: _____

实验时间: _____ 时 _____ 分 第 _____ 周 星期 _____ 座位号: _____ 教师编号: _____ 成绩: _____

1. 测量截止电压

波长 λ / nm	365	405	436	546	577
频率 $\nu / (\times 10^{14} \text{ Hz})$	8.214	7.408	6.879	5.490	5.196
截止电压 U_0 / V	-1.776	-1.387	-1.215	-1.215	-0.585

$$K = 0.38395 \times 10^{-14}$$

相对误差为 0.03

2. 测量光电管伏安特性曲线

$\lambda = 365 \text{ nm}$	U_{AK} / V	-1	0	1	2	2.5	3.5	5.3	7
—	$I / (\times 10^{-9} \text{ A})$	20	70	160	240	270	330	420	510
$\lambda = 436 \text{ nm}$	U_{AK} / V	-0.1	1	2	3	5	7	9	11.3
—	$I / (\times 10^{-9} \text{ A})$	10	40	60	80	100	130	160	180

$\lambda = 365 \text{ nm}$	U_{AK} / V	8.8	11.5	15.4	18.9	22.8	25.6	27.0	28.5
	$I / (\times 10^{-9} \text{ A})$	600	700	800	900	1000	1050	1070	1100
$\lambda = 436 \text{ nm}$	U_{AK} / V	13.8	16.8	18.3	19.8	21.6	23.8	26.4	
	$I / (\times 10^{-9} \text{ A})$	190	220	230	240	250	260	270	

仝祖赐

2023-10-16

朱紫华 5908122030
刘小正 5908122029
彭锋 5908122015
吴锦瑞 5908122011



南昌大学物理实验报告

学生姓名: _____ 学号: _____ 专业班级: _____ 班级编号: _____

实验时间: _____ 时 _____ 分 第 _____ 周 星期 _____ 座位号: _____ 教师编号: _____ 成绩: _____

3. 饱和光电流和入射光强

① 同一距离 不同光阑

$U_{AK} = 28.6V$ $\lambda = 577nm$ $L = 400mm$

光阑口径 ϕ	2	4	8
饱和 光电流 I	4.8	16.3	61.9

② 同一光阑, 不同距离

$U_{AK} = 28.6V$ $\lambda = 577nm$ $\phi = 4mm$

距离	300	350	400
饱和光 电流 I	35.8	23.3	16.2

金祖明
2023-10-16

朱紫华 5908122030
刘小天 5908122029
彭锋 5908122013
吴锦瑞 5908122011