

浙 江 大 学

98 物 理 实 验 报 告

实验名称: 普朗克常数

指导教师: 单哲旭

信 箱 号: 04柜06号箱

专 业: 自动化(控制)

班 级: 控制1901

姓 名: 孟世元

学 号: 3190104700

实验日期: 9 月 24 日 星期 四 上 午



【实验目的】

1. 加深对光的量子性的理解
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

【实验原理】(电学、光学画出原理图)

具有能量为 $h\nu$ 的光量子打在金属表面时, 电子需要做功克服金属内正电荷吸引力才能逸出金属表面, 这部分能量称为逸出功 W

由能量守恒原理有 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$

当 $h\nu > W$ 电子不仅可以逸出金属而且还可以具有一定的动能

当 $h\nu < W$ 无论光强有多大, 电子均不能逸出金属, 因此不能产生光电效应

此时临界频率用 ν_0 表示, 则 $\nu_0 = \frac{W}{h}$ 称为极限频率

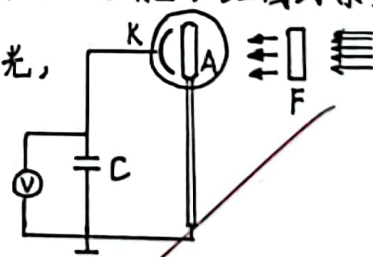
本实验采用“减速电位法”测量光电子的最大初动能, 如图为系统示意图

光经过滤光片 F 后产生某种频率的单色光,

并照射到光电管的阴极 K 上, 则阴极

发射大量的电子到阳极 A 形成电子流 I ,

它的大小随着阴极与阳极电压 U_{AK} 的变化而跟着变化



当阳极上积累起大量的负电荷时对电容 C 反向充电, 使加在 U_{AK} 间负电位逐渐增加, 当电势能完全阻拦电子流动时, 有 $eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2$

此时光电子管的电子流为零, 将 U_{AK} 定为截止电压用 U_0 表示

$$\text{得 } eU_0 = h\nu - W \quad \text{即 } U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$$

$$\text{斜率 } \alpha = \frac{\Delta U}{\Delta \nu} = \frac{h}{e} \quad \text{已知电荷大小 } e \text{ 即可求得普朗克常数 } h$$



【实验内容】（重点说明）

1. 仪器的调试

首先将所有器件放在光具座上，并调好光轴的同心轴，将汞灯发出的光线聚焦到光电管正中心，完成放大电路板的连接，在其输出端接上测量用的电压表

2. 本实验不需在暗室里操作，具体步骤如下：

(1) 打开测量电压表的电压量程，设置于“1V”档

(2) 旋转光孔转盘，使黄光 ($\lambda = 578\text{nm}$) 的干涉滤光片置于光路上

(3) 按下电容旁的放电开关，直到电表上的读数为0

(4) 释放放电开关的按钮，等待1分钟左右时间，直到电表指针不动为止，记下电表读数

(5) 按上述同样的步骤完成绿光 ($\lambda = 546\text{nm}$) 的测量

(6) 设置电表量程到“3V”档，接着完成蓝光 ($\lambda = 436\text{nm}$)，紫光 ($\lambda = 405\text{nm}$) 测量

(7) 用公式 $\nu = c/\lambda$ 求出每个波长的光所对应的频率，用标准坐标纸将频率与电压线性拟合，斜率 h/e ，根据 e 值即可求得普朗克常数 h

3. 完成表格

【实验器材及注意事项】

实验器材：汞灯电源，汞灯，光阑，透镜，旋转光孔转盘，光电管，放大器，电压表

注意事项：1. 汞灯只有在冷却的状态下才能启辉，在高温状态下启辉十分困难，因此在使用 的过程中尽量不要关闭电源

2. 避免用手接触滤光片的表面，保持四种颜色的滤光片的表面清洁

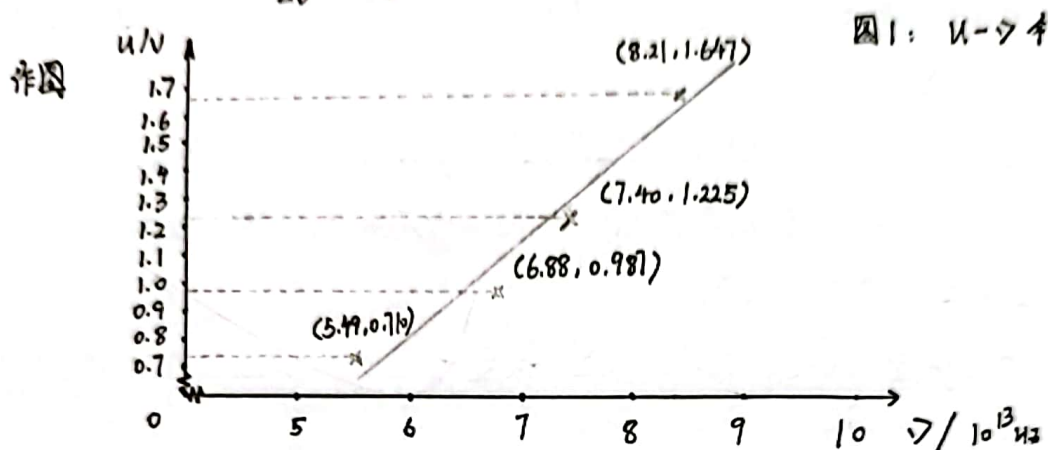
3. 在不工作的时候，应尽量减少对光电管的光照，以免影响其使用寿命



【数据处理与结果】

1. 由后部分记录表

$$\text{线性拟合斜率 } \alpha = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{h}{e}$$



$$\alpha = 4.036 \times 10^{-15}$$

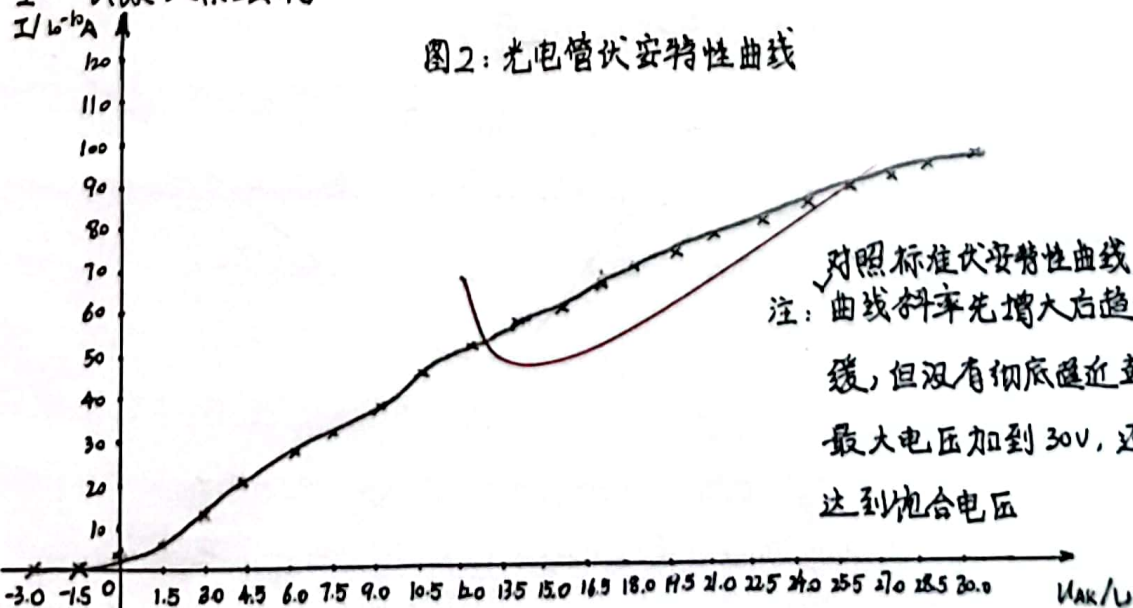
 $\gamma = 0.97$ 较接近1, 拟合有效

$$h = \alpha \cdot e = 6.466 \times 10^{-15}$$

本实验无B类不确定度, 仅A类, 对 U 有A类不确定度

但最后结果由拟合得到, 因此暂不计算不确定度

$$h = 6.466 \times 10^{-15} \text{ J}\cdot\text{s}$$

2. 由表2 $I \sim U_{AK}$ 关系绘制

【误差分析】

查阅网络上精确普朗克常数 $6.62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 发现我们测得数值偏小

对误差分析如下

- (1) 对截止电压测量整体偏小。因为电子表数字浮动，可能没有完全到达截止电压就进行了数据测量
- (2) r 并没有达到 0.99，可见线性拟合过程还是有一些粗糙的。这样得出的斜率会有误差
- (3) 不可避免会有杂光进入，因此激发光电流的 λ 并不完全为测量时值，这可能导致了截止电压测量的不准确
- (4) 仪器本身存在误差，以及我操作的误差，仪器暗电流不为 0 且数值浮动也放大了仪器^{和操作误差}

【实验心得及思考题】

思考题：(1) 爱因斯坦方程表达那些主要内容，其物理意义是什么？

答： $E = h\nu - W$ ，电子获得光的能量 $h\nu$ ，还须克服金属板的逸出功 W ，才能有大于 0 的动能 E ，如果 $\nu < \frac{W}{h}$ ，则光电子无法飞出，光电流无法检测到。物理意义是构建了光电效应电子最终能量与光频率、金属逸出功^{的关系}

(2) 除采用本实验的测试方法外，你还能提出何种实验方案来测试普朗克常量？

答：由德布罗意物质波 $p = \frac{h}{\lambda}$ 对有 p 动量的电子，只须测得其物质波波长 λ ，即可由 $h = p\lambda$ 计算普朗克常数。对于波长 λ 的测算，可用类似杨氏双缝干涉方式进行

(3) 什么是逸出功？从作图中能否得到此金属的逸出功？

答：逸出功是电子从金属表面脱离必须做的功。图中可以得到金属材料逸出功，延长拟合直线与 x 轴的交点为最小 ν 值，与 h 相乘即为金属材料逸出功

实验心得：本实验是正式接触大学物理实验的第一个实验。最大的感受是对不确定度的严谨计算，无疑对“萌新”是新鲜的，不友好的却也是必要的。对实验仪器的操作也须很认真，测得多组数据这些，中间在调试仪器时也遇到一定麻烦，但也正是这些困难才能促使收获、进步吧



【数据记录及草表】

有暗电流 $-0.06\mu A$

表1 $U \sim \lambda$ 关系

数据记录草表 (已把显示的负电压去掉负号便于记录)

	λ / nm	U_1 / V	U_2 / V	U_3 / V	U_4 / V	U_5 / V	\bar{U} / V
$\lambda = 578 \text{ nm}$	5.19×10^{13}	\	\	\	\	\	\
$\lambda = 546 \text{ nm}$	5.49×10^{13}	0.714	0.708	0.710	0.707	0.709	0.710
$\lambda = 436 \text{ nm}$	6.88×10^{13}	0.987	0.985	0.989	0.987	0.987	0.987
$\lambda = 405 \text{ nm}$	7.40×10^{13}	+1.225	+1.226	+1.225	+1.225	+1.226	1.225
$\lambda = 365 \text{ nm}$	8.24×10^{13}	1.647	1.650	1.648	1.647	1.645	1.647

注: 在 $\lambda = 578 \text{ nm}$ 组数据测量时, 发现 U 值很大变化才引起 I 变化, 这种情况下测得截止电压误差较大,

表2 $I \sim U_{AK}$ 关系

故未测这组数据
向老师说明后

实验次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_{AK}/V	-3.0	-1.5	0.0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5
$I/(\times 10^{-10}A)$	0	0	1	5	12	20	28	31	37	45

实验次数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U_{AK}/V	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	19.5	21	22.5	24.0	25.5
$I/(\times 10^{-10}A)$	51	55	59	64	67	70	72	74	78	81

实验次数	21	22	23
U_{AK}/V	27.0	28.5	30.0
$I/(\times 10^{-10}A)$	83	85	87

教师签字: 李哲元

