



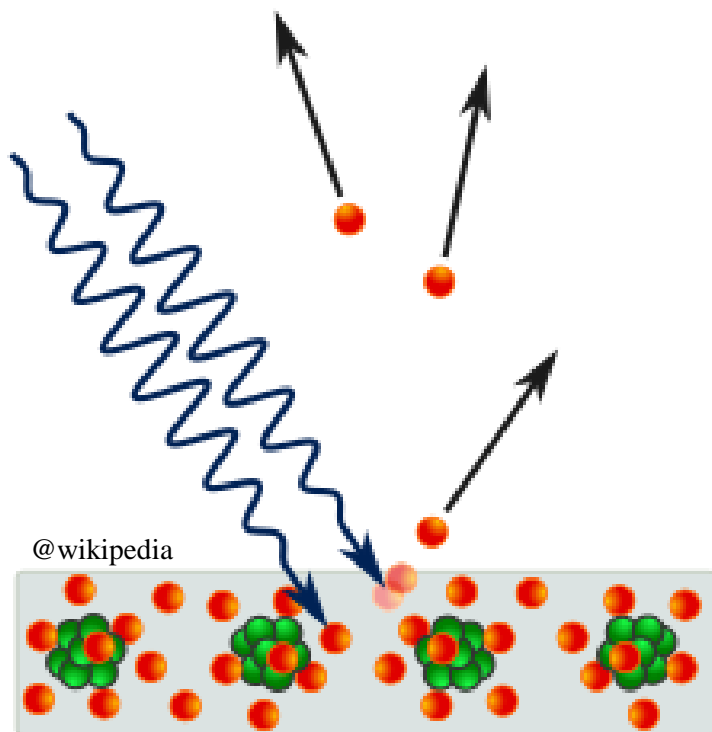
光电效应法测定普朗克常量

哈尔滨工业大学(深圳)

光电效应

Photoelectric effect

一定频率的光照射在金属表面上，有电子从表面逸出的现象。



1887年，赫兹发现光电效应

1900年，勒纳德发现光电流的反向截止电压与光源及阴极材料有关，与光强无关（1905年诺贝尔物理学奖）

光电效应研究历史

1900年，普朗克假定黑体能量子的能量为 $h\nu$

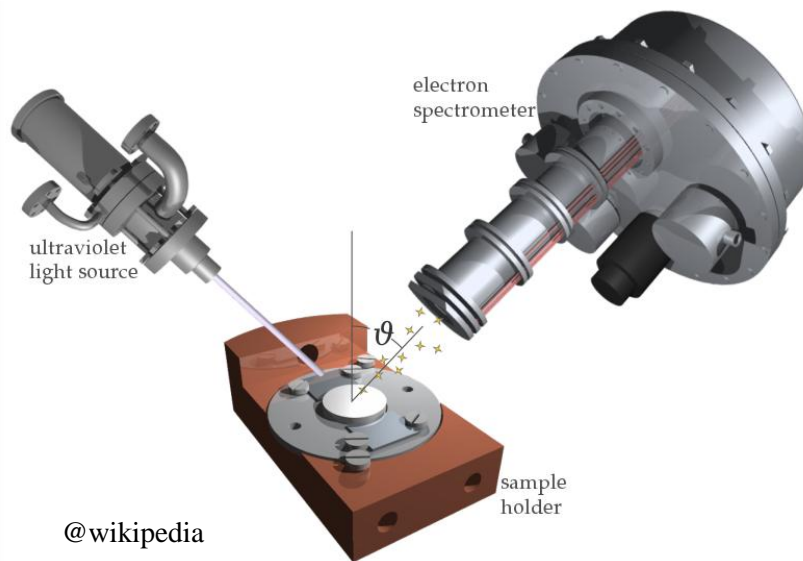
1905年，爱因斯坦提出光量子假说

(1921年诺贝尔物理学奖)

1915年，密里根验证了爱因斯坦光电效应方程并首次用光电效应法测得了普朗克常数

(1923年诺贝尔物理学奖)

光电效应的应用



Angle-resolved photoemission
spectroscopy (ARPES)
角分辨光电子能谱



Photomultiplier tube
光电倍增管

一、实验目的及任务

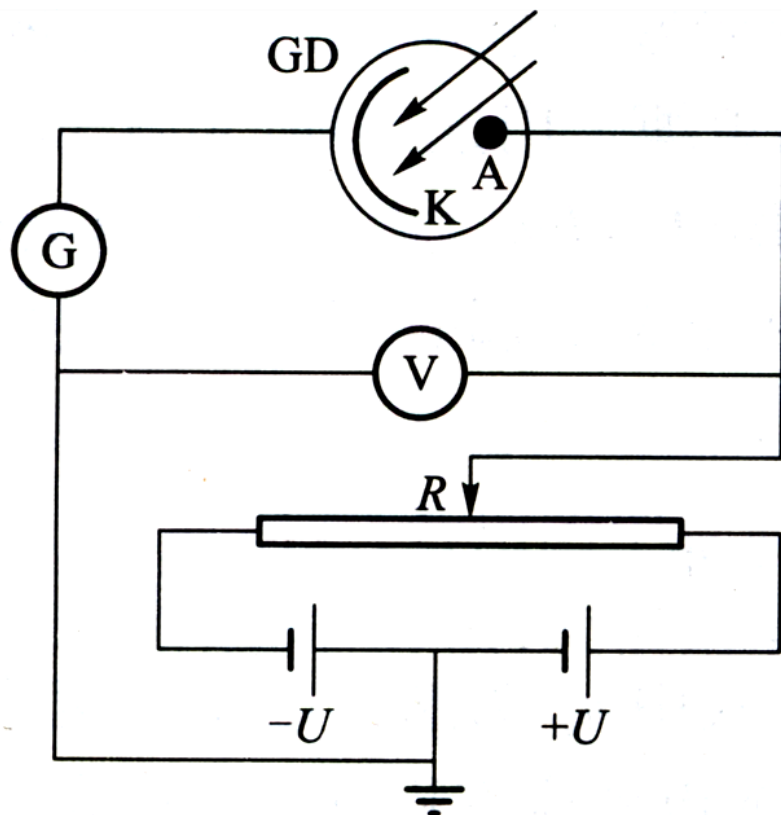
1. 加深对光电效应及光的量子性的理解。
2. 学习验证爱因斯坦光电效应方程的实验方法，并测定普朗克常数。
3. 利用最小二乘法与作图法处理实验数据，并比较这两种方法的优缺点。

预操作

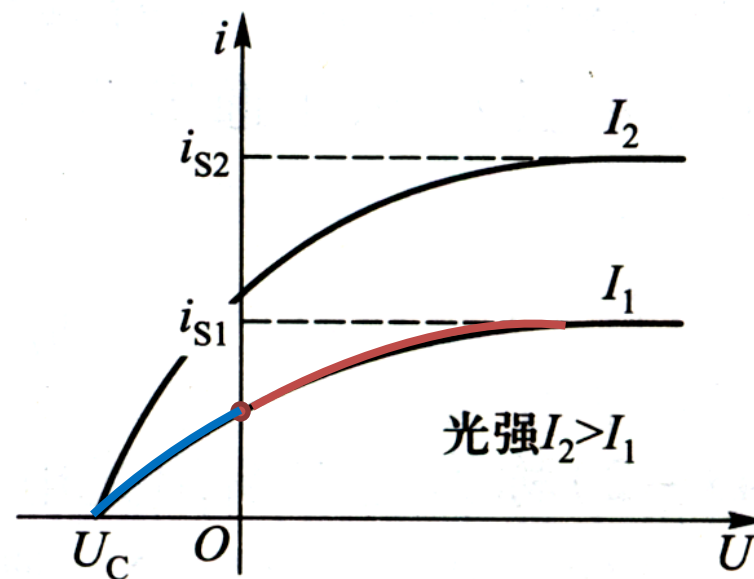
用专用连接线将光电管暗箱电压输入端与实验仪电压输出端（后面板上）**连接**起来（红接红，黑接黑），然后**打开实验仪的电源**，**预热**20分钟。



二、实验原理：光电效应



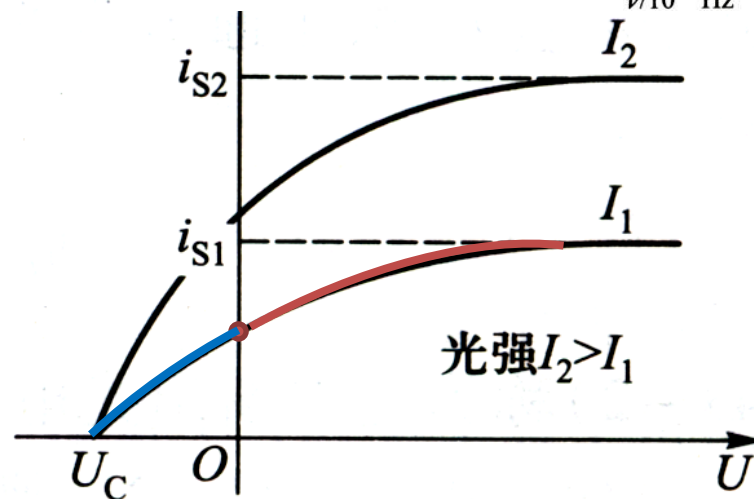
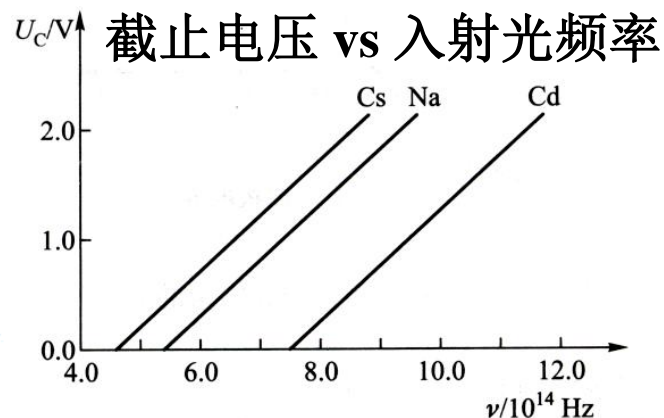
光电效应实验线路图



光电管的伏安特性曲线

二、实验原理：光电效应

1. 存在截止电压 U_c
2. 光电流存在饱和值，饱和电流与光强成正比
3. 大于红限频率 ν_c 时，无论光多么弱，几乎在开始照射的同时就有光电子产生，延时最多不超过 10^{-9} s
4. 截止电压 U_c 随入射光频率 ν 线性变化



光电管的伏安特性曲线

爱因斯坦光电效应方程

- 根据爱因斯坦关于光的本性的假设，光束由**能量为 $h\nu$** 的光粒子（光子）组成。
- 电子吸收了光子的能量之后，一部分克服**逸出功 W** ，另一部分转换为**电子动能**。由能量守恒定律可得

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

爱因斯坦光电效应方程

- 只有光子能量大于逸出功，才有光电子： $W = h\nu_c$
红限频率
- 截止电压下，最大动能的光电子被阻挡： $eU_c = \frac{1}{2}mv_m^2$

综上，

$$U_c = \frac{h}{e}(\nu - \nu_c)$$

截止电压的测量误差

(1)暗电流：热电子发射

(2)本底电流：漫反射光引起

(3)反向电流：阳极光电效应

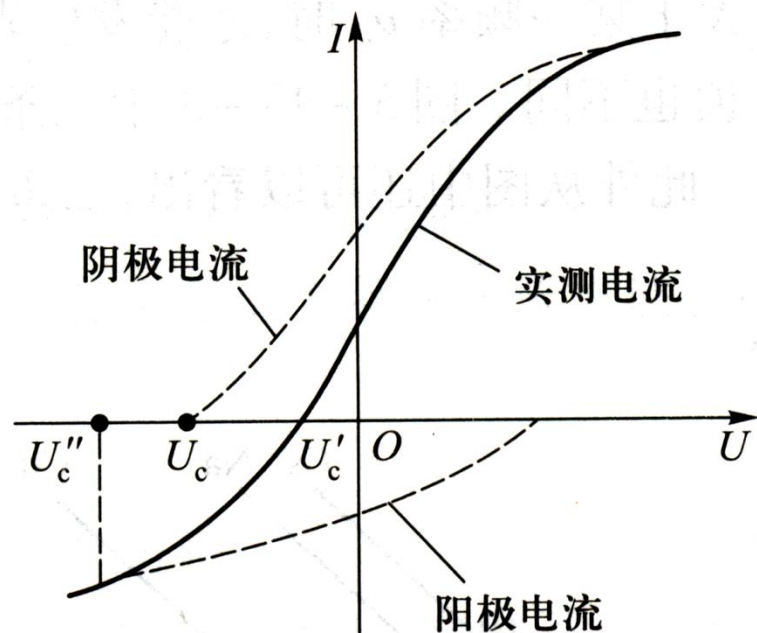
系统误差，必须消除

零电流法：

实测电流为0的电压

补偿法：

1. 开灯，调节工作电压使实测电流为0。
2. 遮灯，记录对应实测电流 I
(零电流法电压下的暗电流+本底电流)。
3. 开灯，调节工作电压使实测电流等于 I ，
记录工作电压。



实际测量的光电管的 $I - U$ 曲线

三、操作要点

1. 用专用连接线将光电管暗箱电压输入端与实验仪电压输出端（后面板上）连接起来（红接红，黑接黑），然后打开实验仪的电源，预热20分钟。
2. 设置：方式→手动。内容→普朗克常数。电流量程： 10^{-12}A
3. 电流调零：将实验仪微电流输入高频电缆连接线断开，调零好后再重新接上。

三、操作要点

4. 选择直径为2 mm 的光阑孔，将光波长 λ 为365.0 nm 的滤色片转到光电管暗箱光输入口上。从低到高调节电压（-2 V 至+2 V），用“**补偿法**”测量该波长对应的截止电压 U_c （只需记录绝对值）。

（光阑孔直径

光波长 λ (nm)	365.0	404.7
光频率 $\nu (\times 10^{14} \text{Hz})$	8.216	7.41
截止电压 U_c (V)		

补偿法：

1. 开灯，调节工作电压使实测电流为0。
2. 遮灯，记录对应实测电流 I
(零电流法电压下的暗电流+本底电流)。
3. 开灯，调节工作电压使实测电流等于 I ，记录工作电压。

改用**404.7、435.8、546.1、577.0 nm**滤色片，重复以上步骤

三、操作要点

5. 选择直径为4 mm和8 mm的光阑孔，重复以上测量步骤。

光波长 λ (nm)	365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
光频率 $\nu(\times 10^{14}\text{Hz})$	8.216	7.410	6.882	5.492	5.196
截止电压 U_c (V)					

(光阑孔直径 = 8 mm)

光波长 λ (nm)	365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
光频率 $\nu(\times 10^{14}\text{Hz})$	8.216	7.410	6.882	5.492	5.196
截止电压 U_c (V)					

四、注意事项

1. 汞灯关闭后，不要立即开启电源。必须待灯丝冷却后再开启，否则会影响汞灯寿命。
2. 光电管应保持清洁，避免用手摸，而且应放置在遮光罩内，不用时禁止用光照射。
3. 滤光片要保持清洁，禁止用手摸光学面。
4. 光电管不使用时，要断掉施加在光电管阳极与阴极间的电压，保护光电管，防止意外的光线照射。

五、报告要求

1. 在三个不同直径的光阑孔分别测量对应各个光频率 ν 的截止电压 U_0 ，找出这两个参数的线性关系。
2. 用最小二乘法与作图法求出普朗克常数 h 的实验值，及其跟普朗克常数标准值 $h_0=6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 的相对误差。
3. 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。

五、讨论题

1. 请解释什么是逸出功，以及怎样可以从截止电压 U_0 与光频率 ν 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会否相同，并加以解释。
3. 请讨论一下，不同金属材料的 U_0 - ν 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。

请仔细阅读《物理实验指导书》中的
实验内容和要求