上课请带U盘

光电效应及普朗克常数的测定

1887年，赫兹在研究两个电极之间的放电现象时发现，当用紫外线照射电极时，放电强度增大。这说明金属中的电子可以接收照射光的能量逸出金属表面，然而经典的电磁理论无法对这个现象进行解释。直到1905年爱因斯坦应用并发展了普朗克的量子理论，提出光量子概念，成功从理论上解释了光电效应现象。对于爱因斯坦假设，许多学者都企图验证其正确性，在经过十年左右艰苦卓绝的工作后，R. A密立根于1916年发表了详细的实验论文，证实了爱因斯坦方程的正确性，并测出普朗克常数。爱因斯坦和密立根都因对光电效应研究的杰出贡献，分别于1921年和1923年获得了诺贝尔奖。

在物理学进展中，光电效应现象的发现，对认识光的波粒二象性，具有极为重要的意义，它为量子理论提供了一种直观、明确的论证。同时，利用光电效应现象制成的光电管等许多光电器件，由于实现了光和电的转换，广泛的应用于光电自动控制、传真电报、电视录像等设备中。

【实验目的】

1). 了解光电效应的基本规律，认识光的量子性；

2). 验证爱因斯坦光电效应方程；

3). 测定普朗克常数。

【实验仪器】

**GD- 4微机型**光电效应实验仪一套"

【实验原理】

在一定频率的光照射下, 电子从金属表面逸出的现象称为光电效应，从金属表面逸出的电子称为光电子。



图 3同一频率，不同光强时

光电管的伏安特性

光电效应的基本实验规律如下：

1). 对给定的金属，光电效应存在一个截止频率（红限频率）。只有当入射光频率大于时, 才能产生光电效应。

2).饱和光电流与入射光强度成正比，如图3

3).光电子的初动能与入射光的频率ν有关，与入射光强无关。

4). 光电效应为瞬时效应。

以上这些实验规律，难以用光的波动学说作出圆满的解释。

1905年, 爱因斯坦提出光量子理论，成功的解释了光电效应，他认为一束频率为ν的光是一束以光速运动的光子流, 每个光子具有能量*h*ν，当光子入射到金属表面时, 其能量被金属中的自由电子吸收，电子获得的能量一部分用来克服金属对它的约束，另一部分则成为逸出表面时的最大初动能。由能量转换与守衡定律有：

  （1）

这就是著名的爱因斯坦光电方程，式中m和为光电子质量和最大速度，*Ws*为逸出功, 为入射光的频率，是光电子逸出表面后的最大动能。

 考虑到光电子初动能的测量困难，我们在实验中采用"减速电位法"，验证爱因斯坦光电方程并测定。实验原理如图2示在光电管两端加上反向电压, *A、K* 间电场对光电子起减速作用。因此，随着反向电压的增大, 光电流逐渐减小, 当反向电压增大到某值(截止电压)时, 光电流降为零. 此时，静电场对光电子做的功等于光电子逸出的初动能。

  (2)

 （3）

 

图4 减速电位法原理图 图5 光电管理想伏安特性曲线

由于金属材料的逸出功是金属的固有属性，对于给定的金属材料是一个定值，它与入射光的频率ν无关。因此上式表明，截止电压与入射光频率间存在线性关系，其斜率为，如图6。只要用实验方法测出不同频率的单色光入射时的截止电压，并且证明二者成线性关系，就能验证爱因斯坦光电效应方程的正确，而由该直线的斜率则可求出普朗克系数*h*。

 *h* = *e k* (4)

 其中：



图6截止电压与入射光频率的关系图

然而在实验中，由于：1).光电管中总存在某种程度的漏电。2).不管是阴极还是阳极在任何温度下都有一定数量的热电子发出。3). 受光照射，阴极也会发射少量光电子等原因，将使光电管极间出现反向电流称为暗电流。由于暗电流的存在，使光电管的I～U 特性曲线并不象图1所示与横轴相交而终止, 而是如图6所示那样，在负方向出现一个饱和值并有着明显的拐点，此时，截止电压Us就是曲线ab段拐点(符号标出)对立的电压值，即拐点法。

另外，我们在制作光电管过程中尽量防止阴极材料蒸发，实验前对光电管阳极通电，减少其上溅射的阴极材料，实验中避免入射光直接照射到阳极上，这样可使它的反向电流大大减少，伏安特性曲线与图5十分接近，因此曲线与U轴交点的电位差近似等于截止电压（电流为零所对应的电压），此即交点法。

【实验内容与步骤】

1. 仪器准备：

 （1）将汞灯电源线和光电效应实验仪电源线分别接在220V交流电源上，将汞灯置于0刻线，开启汞灯电源和光电效应实验仪电源，预热20min。

1. 正确按实验原理正确连接电压线；电流连接线接好光电管暗盒K端，断开微电流输入端；用数据线连接光电效应实验仪RS232端和计算机数据输出端。
2. 检查开机状态。

 （4）设定所需电流量程，并且**遮光**进行测试调零，然后按下确认键。（注：测试仪在开机或改变电流量程后，都会自动进入调零状态，因此**改变电流量程后必须重新调零**；**一定在遮光条件下调零**）

2.测量截止电压：

测量前，确认“电流量程”开关应处于10-13A档，连接微电流输入端，光阑选择φ4，两边遮光罩已拿下。波长已选定。

计算机辅助测量截止电压

1）光电效应实验仪调零后打开计算机显示屏上“光电效应（普朗克常数）实验软件。

2）用户：student 密码：student；或 用户：sa 密码：sa

3）点击“登录”

4）点击“开始”

5）输入个人信息，不用密码，系统自动选择仪器，选择实验：普朗克常数

6）点击“开始”，确认参数后选择“是”

7）检查以下内容

工作方式：联机测试；

曲线编号：曲线1；

波长：365.0nm；

频率：8.213

起步电压：-1.970；

终止电压：-1.550；

测量步距：0.020；

选择光阑直径：4mm

测量距离：300至400mm间，请对照实物距离修改；

8）点击“设置”；

9）是否启动实验？，点击“是”。检查倒计时

10）观察自己的实验窗口，当“采集完毕”时，将鼠标移至实验窗口中曲线上电流为0的点上，当右下角电流值显示0时，记录截止电压于表1中。转动转盘选择波长405nm，点击“启动”， 确认参数后选择“是”，然后

修改工作方式：联机测试；

曲线编号：曲线2；检查转盘上波长为405nm

波长：404.7nm；

频率：7.408

起步电压：-1.670；

终止电压：-1.200；

测量步距：0.020；

选择光阑直径：4mm

测量距离：300至400mm间，请对照实物距离修改；

点击“设置”；是否启动实验？，点击“是”。检查倒计时

11）观察自己的实验窗口，当“采集完毕”时，将鼠标移至实验窗口中曲线上电流为0的点上，当右下角电流值显示0 时，记录截止电压于表1中。转动转盘选择波长436nm，点击“启动”， 确认参数后选择“是”，然后

修改工作方式：联机测试；

曲线编号：曲线3；检查转盘上波长为436nm

波长：435.8nm；

频率：6.879

起步电压：-1.400；

终止电压：-0.950；

测量步距：0.020；

选择光阑直径：4mm

测量距离：300至400mm间，请对照实物距离修改；

点击“设置”；是否启动实验？，点击“是”。检查倒计时

12）观察自己的实验窗口，当“采集完毕”时，将鼠标移至实验窗口中曲线上电流为0的点上，当右下角电流值显示0时，记录截止电压于表1中。转动转盘选择波长546nm，点击“启动”， 确认参数后选择“是”，然后

修改工作方式：联机测试；

曲线编号：曲线4；检查转盘上波长为546nm

波长：546.1nm；

频率：5.490

起步电压：-1.000；

终止电压：-0.4；

测量步距：0.020；

选择光阑直径：4mm

测量距离：300至400mm间，请对照实物距离修改；

点击“设置”；是否启动实验？，点击“是”。检查倒计时

13）观察自己的实验窗口，当“采集完毕”时，将鼠标移至实验窗口中曲线上电流为0的点上，当右下角电流值显示0时，记录截止电压于表1中。转动转盘选择波长577nm，点击“启动”， 确认参数后选择“是”，然后

修改工作方式：联机测试；

曲线编号：曲线5；检查转盘上波长为577nm

波长：577.0nm；

频率：5.196

起步电压：-0.85；

终止电压：-0.100；

测量步距：0.020；

选择光阑直径：4mm

测量距离：300至400mm间，请对照实物距离修改；

点击“设置”；是否启动实验？，点击“是”。检查倒计时

14）观察自己的实验窗口，当“采集完毕”时，将鼠标移至实验窗口中曲线上电流为0的点上，当右下角电流值显示0时，记录截止电压于表1中，点击“结束”。

15）点击“数据通讯”，点击“手工实验数据计算”。

16）将表1截止电压正值数据录入，点击计算，观察百分差小于5% ，点击“关闭”。

17）点击“数据通讯”，点击“打印实验数据”；

18）校验数据？是，将表1截止电压正值数据录入，计算，打印；

18）确认你的电脑主机品牌，若电脑主机是“DELL”,点击打印（切忌点击保存，即不能点击保存），文件名为你的“姓名+截止电压”，位置为“U盘”;

 若电脑主机是“Lenovo”，点击打印（切忌点击保存，即不能点击保存），在对话框中修改“PDF档案”行中的文件名，点击下一行的尾部方框，选择存储位置为“U盘”，点击保存，点击创建。

1. 计算机辅助测量光电管伏安特性

自拟实验步骤

提示：请先完全退出测量软件重新登录

1）起步电压全部为-1v ，终止电压全部为35v.测量步距全部为1v，光阑孔径全部为4mm。

2）365、405、436nm光波，“电流量程”选择，调零确认；三个波长只需调节一次；

3）577、546nm光波，“电流量程”选择，调零确认，两个波长只需调节一次；

4）做365时，点击“开始”，其他波长的测量，点击“启动”。

5）曲线1至曲线5分别对应波长365、405、436、546、577nm。

6）完成测试后，点击结束。

7）点击“数据通讯”，选择打印实验数据。

8）若电脑主机是“DELL”,点击打印，文件名为你的“姓名+伏安特性”，位置为“U盘”;

 若电脑主机是“Lenovo”，点击打印（切忌点击保存，即不能点击保存），在对话框中修改“PDF档案”行中的文件名，点击下一行的尾部方框，选择存储位置为“U盘”，点击保存，点击创建。

【数据记录及处理】：

表1.计算机辅助测量截止电压数据表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长(nm) | 365.0 | 404.7 | 435.8 | 546.1 | 577.0 |
|  频率(×1014Hz) |  |  |  |  |  |
| Us(V) |  |  |  |  |  |

利用表1数据，参考群文件“最小二乘法例题”，替换截止电压，修改“斜率”、“截距”的值，最后结果请参看教材第20页两条数据处理规则，将结果写成教材第14页不确定度的标准表达式；并与的公认值0比较求出百分差，式中e＝1.602×10-19C，0=6.626×10-34J.S；提供打印件。

提供“姓名+截止电压”文件的打印件，做出实验结论。

2.计算机辅助测量光电管的伏安特性曲线。

提交“姓名+伏安特性”文件的打印件，做出实验结论