**4.5 光电效应与普朗克常数**

级 生物科学类 x **号**

**一、实验目的**

了解光电效应及其规律；了解验证爱因斯坦光电效应方程的基本方法；

掌握测量普朗克常数的实验技术。

**二、实验仪器**

智能光电效应实验仪、汞灯及电源、滤光片、光阑、光电管智能测试仪。

**三、实验原理**

（一）测量电路原理

实验仪器采用了新型结构的光电管。由于其特殊结构，光不能直接照射到阳极，由阴极反射照到阳极的光也很少，加上采用新型的阴、阳极材料及制造工艺，使得阳极反向电流大大降低，暗电流水平也很低。

本实验采用**零电流法或补偿法**测量截止电压。**零电流法**是直接将各谱线照射下测得的电流为零时对应的电压的绝对值作为截止电压。**此法的前提是阳极反向电流、暗电流和本底电流都很小。**用零电流法测得的截止电压与真实值相差很小，且各谱线的截止电压都相差，对曲线的斜率无大的影响，因此对的测量也不会产生大的影响。是**调节电压使电流为零**后，**保持不变**，遮挡汞灯光源，**此时测得的电流为电压接近截止电压时的暗电流和本底电流**。重新让汞灯照射光电管，调节电压使电流值为，将此时对应的电压的绝对值作为截止电压。此法可补偿暗电流和本底电流对测量结果的影响。

（二）光电效应

一定频率的光照射到金属表面可以使电子从金属表面逸出。年爱因斯坦根据普朗克的量子假设，提出了光子的概念。他认为光是一群微粒流；频率为的光子具有能量， 为普朗克常数。根据这一理论，当金属中的电子吸收一个频率为的光子时，便获得这光子的全部能量。如果这一能量大于电子摆脱金属表面的约束所需要的逸出功，电子就会从金属中逸出。按照能量守恒定理有

上式称为**爱因斯坦方程**，其中和是光电子的质量和最大速度，是光电子逸出表面后所具有的**最大动能**。它说明光子能量小于时，电子不能逸出金属表面，因而没有光电效应产生。产生光电效应的**入射光最低频率**,称为光电效应的**极限频率**(又称红限)。不同的金属材料有不同的逸出功，因而也是不同的。

在实验中将采用“截止电压”进行测量并求出普朗克常数。当单色光入射到光电管的阴极上时，如有光电子逸出，则当阳极接正极、阴极接负极时，光电子就被加速；而当加正电势，加负电势时，光电子就被减速。**当、之间所加电压足够大时，光电流达到饱和值**；当，并满足方程

时，光电流将为零，此时的称为**截止电压**。将上式代入首式可得

**它表示与间存在线性关系**，其斜率等于，因而可以从对与的数据分析中求出普朗克常数。

实验时测得的是**与导线和阴极间的正向接触电势之差**，即=-。将此式代入上式，有

由于是不随变化的常量，所以**与间也是线性关系**。测量不同频率光的值，可求得此线性关系的斜率。由于，所以

即从测得的数据求出斜率，乘以电子电荷可求出普朗克常数。

由光电效应测定普朗克常数需要排除一些干扰才能获得一定精度的可以重复的结果。主要干扰因素有：

1. **暗电流和本底电流**：光电管在在没有受到光照时也会产生电流，称为**暗电流**。它由热电流、漏电流两部分组成。**本底电流**是周围杂散光射入光电管所致，它们都随外加电压的变化而变化，故排除暗电流和本底电流的影响是十分必要的；
2. **反向电流**：由于制作光电管时**阳极上往往溅有阴极材料**，所以当光射到上或杂散光漫射到上时，阳极也往往有光电子发射。此外，阴极发射的光电子也可能被的表面所反射。当**加负电势，加正电势时**，对阴极上发射的光电子而言起了**减速作用**，而对阳极发射或反射的光电子而言起了**加速作用**，使阳极发出的光电子也到达阴极，形成反向电流。这样**实测的光电流应为阴极电流、暗电流和本底电流以及反向电流之和**。

**四、实验步骤**

（一）预操作

1. 调节仪器

1)将测试仪及汞灯电源接通，预热；

2)把汞灯及光电管暗盒用遮光盖罩上，将**汞灯暗盒光输出口**对准**光电管暗盒光输入口**，调整光电管与汞灯距离**约为**并保持不变；

3) 用专用连接线将**光电管暗盒电压输入端**与**测试仪电压输出端**连接起来（红→红，蓝→蓝）；

2. 调零：将“电流量程”选择开关置于所选档位，仪器在充分预热后进行测试前调零。调零时，将**“调零/测量”切换开关**切换到**“调零”档位**，**旋转“电流调零”旋钮**使电流指示为“”。调节好后，将“调零/测量”切换开关切换到**“测量”档位**即可进行实验。**在进行每一组实验前，必须按照上述的调零方法进行调零**，否则会影响实验准确度。

（二）测量

1. **测量截止电压**

1)撤去光电管入口遮光罩，将的光阑和波长为的滤波片放入光电管入口处，撤去汞灯灯罩，此时仪表所显示的就是**对应波长的光电管电压**（单位为）**与电流值**（单位为所选择的“电流量程”) ；

2)用**电压调节键**可调电压的值，调节电压的同时，观察电流的变化，寻找**电流为零时对应电压**，**以其绝对值作为该波长对应的截至电压**，并将数据记于表中；

3)依次换上、、、的滤色片, 重复以上测量步骤；

2. **测量同频率不同光强下的光电管的伏安特性曲线**

1)此时**“伏安特性测试/截止电压测试”状态键**应为**“伏安特性测试”状态**。**“电流量程”开关应拨至档**，并重新调零。将直径的光阑及所选谱线的滤色片装在光电管暗盒光输入口上；

2)按“手动/自动”模式键切换到**“自动”模式**。测量的最大范围为，自动测量时步长为；此时电流表左边的指示灯闪烁，表示系统处于自动测量扫描范围设置状态；

3)用**电压调节键**可设置扫描**起始（）**和**终止电压()**；

4)设置好扫描起始和终止电压后，**按动任意存储区按键**，仪器将先清除存储区原有数据，等待约秒，然后按的步长自动扫描，并显示、存储相应的电压、电流值；

5)扫描完成后，仪器自动进入数据查询状态，此时查询指示灯亮，显示区显示扫描起始电压和相应的电流值。**用电压调节键改变电压值，查询对应的电流值**，并将数据记于表中。**按“查询”键**，查询指示灯灭，**系统回复到扫描范围设置状态，可进行下一次测量**。

**五、数据处理**

在电流量程，的条件下，测量结果如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **波长** |  |  |  |  |  |
| **频率** |  |  |  |  |  |
| **截止电压** |  |  |  |  |  |

表 关系

由实验数据作得曲线如下图所示：

图 曲线

得到拟合公式如图所示，其中，显示出较好的线性关系。

由拟合公式得曲线的斜率。根据，求出普朗克常数，其中；并与公认值比较，求出相对误差，误差偏高。

在，，的条件下，测量该光电效应元件的伏安特性数据如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

表 伏安特性

由实验数据，作该光电效应元件的伏安特性曲线如下图所示：

图 伏安特性曲线

得到拟合公式如上图所示，其中，相关系数，显示出较好的拟合关系，反映出实验条件下该光电效应元件的伏安特性。

**六、实验结果及分析**

本次实验在保持电流量程，的条件下，作得曲线如图所示，测得普朗克常数，相对误差；在保持，，的条件下，作该光电效应元件的伏安特性曲线如图所示，得到了较理想的拟合关系。

**七、实验总结**