

“突破”光电效应实验教学的新方法*

邹建中 胡博 李霖

(新余市第四中学 江西 新余 338031)

张辉平

(杭州学军中学 浙江 杭州 310013)

(收稿日期:2022-02-24)

摘要:光电效应现象及其规律是原子物理部分非常重要的内容,但是由于没有现成的实验器材,课堂上教师更多采用纯理论讲解的教学方式,学生没有感官认识,普遍感到难学,不易理解,而本实验通过采用场效应管制作验电器、自制实验器材观测光电流规律,现象明显,数据准确,有效攻克教学中的重难点。

关键词:光电效应 验电器 光电管 遏止电压 饱和电流

1 自制验电器观测光电效应现象

人教教材高中物理选修3-5第十七章第2节的观测光电效应现象实验装置如图1所示^[1],但在实际教学过程中,笔者发现很难实验成功。若紫外线光强过大,则容易灼伤皮肤,而且无法直接判断验电器带何种电荷。传统验电器很难突破这个教学难点,课堂上教师更多采用纯理论讲解的教学方式,学生没有感官认识,教学效果不佳^[2]。

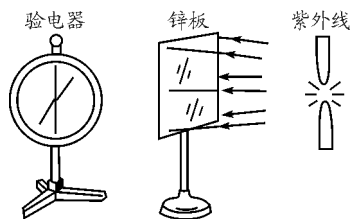


图1 光电效应演示实验示意图

(1) 检测原理及实验设计

为了解决上述教学难点,笔者利用场效应管自制验电器进行检测,核心部件场效应管为金属-氧化物半导体场效应管(metal-oxide semiconductor FET,简称MOS-FET),其输入阻抗很高,又称绝缘栅场效应管,根据结构的差异分为P沟道和N沟道两种,如图2所示,电源电动势4.5V, Q_1 为N沟道场效应管,主要用于检测正电荷, Q_2 为P沟道场效应管,主要用来检测负电荷。以N沟道场效应管为例,其工作原理为:当栅极G带上正电荷时,漏极

D和源极S间导通,红色二极管 D_1 发光,完成对正电荷的检测。P沟道场效应管与N沟道场效应管原理相似,当栅极G有负电荷时,漏极D和源极S间导通,绿色二极管 D_2 发光,完成对负电荷的检测。

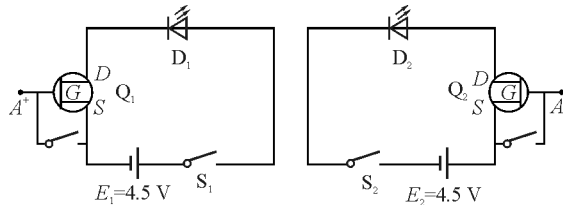


图2 电子验电器电路图

(2) 实验步骤

第一步:按下静电释放开关释放场效应管栅极的静电。

第二步:闭合电路开关,用紫外线光源照射锌板。

第三步:将锌板与 Q_1 场效应管的栅极G连接,发现电路中的红色二极管发光。

小结:现象表明锌板在紫外线的照射下发生了光电效应且锌板带正电,如图3所示。

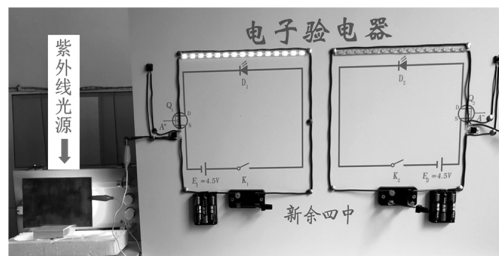


图3 电子验电器检测光电效应

* 江西省教育科学“十三五”规划2020年度学科带头人专项一般课题“基于Arduino开源电子平台对高中物理实验再开发的研究”,项目编号:20ZXBY015

再将锌板与 Q_2 场效应管的栅极 G 连接,重复前面的操作步骤,发现绿色二极管不发光,表明 Q_2 没有检测到负电荷.

2 自制光电效应实验仪探究光电效应的规律

教材中出现的 $I-U$ 图像很多学生无法理解,部分学生只能死记硬背,教师纯理论讲解的教学方式,不能体现本学科以实验为基础的特点,也不符合学生的认知规律.笔者参考已有研究成果^[3]制作了一套光电效应定量探究实验装置.通过自制的光电效应实验装置演示该实验,能增强学生对光电效应实验现象的认识,大大降低了学生对光电效应规律理解的难度,回归了物理教学本源.

(1) 实验原理

实验装置原理如图4所示,阴极 K 和阳极 A 被封闭在真空管内,在两极之间加一直流可变电压,可以对逸出的光电子加减速,可以用数字电压表和数字电流表测出光电管两端电压及其中电流.

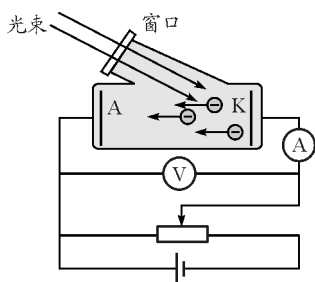


图4 光电效应实验电路图

(2) 实验器材

实验装置如图5所示,亚克力板背景板一块,用于固定器材①~⑧.①LED光源盒(红光、蓝光、紫光);②滑槽移动光具一个;③GD-28光电管盒;④数字电压表;⑤数字电流表;⑥调压旋钮;⑦电源换向开关;⑧调光旋钮.

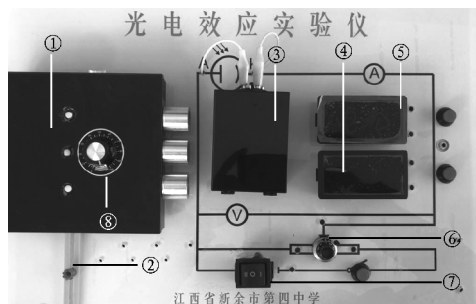


图5 光电效应实验仪装置

(3) 实验步骤

第一步:断开开关 S ,打开蓝色光源,移动光具,

使蓝光透过光电管盒小孔正对光电管,读取电压表和电流表读数,如图6所示.

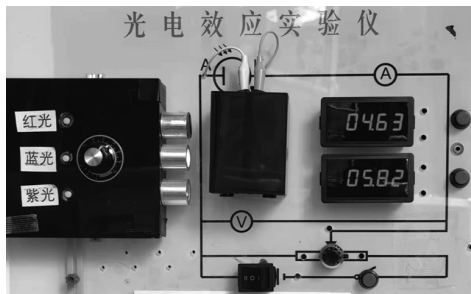


图6 光电效应实验(蓝光)

第二步:闭合开关,加上正向电压,旋转调压旋钮增大光电管两端电压,记录对应电压和电流数值,直至达到饱和电流.

第三步:断开开关,调整电源方向,在光电管两端加载反向电压,记录对应的电压、电流数值,直至电流为零时,记录此刻电压 U_c ,即遏止电压.

第四步:调节调光旋钮,增大蓝光光强,重复第一步至第三步,记录对应的电压、电流数值.

第五步:更换红光和紫光,记录对应的电压、电流数值.

第六步:以电流 I 为纵坐标,光电管两端加载的电压 U 为横坐标,绘出 $I-U$ 图像.

(4) 数据记录

部分实验测量数据如表1所示.

表1 光电效应实验数据

第一组		第二组		第三组		第四组	
蓝光(弱)		蓝光(强)		紫光(弱)		红光(弱)	
U/V	$I/\mu A$	U/V	$I/\mu A$	U/V	$I/\mu A$	U/V	$I/\mu A$
-0.9	0.0	-0.9	0.0	-1.2	0.0	-0.2	0.0
0.0	1.9	0.0	2.4	0.0	0.8	0.0	0.1
1.0	4.9	1.0	6.5	1.0	1.6	1.0	0.2
2.0	7.5	2.0	10.0	2.0	2.1	2.0	0.2
3.0	9.1	3.0	13.3	3.0	2.4	3.0	0.2
4.0	9.9	4.0	15.6	4.0	2.5	4.0	0.2
5.0	10.1	5.0	17.1	5.0	2.6		
6.0	10.3	6.0	17.9	6.0	2.6		
7.0	10.4	7.0	18.3	7.0	2.7		
8.0	10.5	8.0	18.5	8.0	2.7		
9.0	10.6	9.0	18.7	9.0	2.7		
10.0	10.7	10.0	19.0				

(下转第132页)

Measuring Young's Modulus Using Beam Bending Method Based on Single Slit Diffraction Principle

Teng Jihui Cui Jinyu Sun Bingquan

(Basic Department, Yingkou Institute of Technology, Yingkou, Liaoning 115014)

Zhang Dawei

(College of Electrical Engineering, Yingkou Institute of Technology, Yingkou, Liaoning 115014)

Abstract: The Young's modulus of brass plate measured by the beam bending method is one of the methods commonly used in university physics experiments. The key technique of the experiment is to measure the tiny deflection (vertical displacement) of the center of the template. In this experiment, the small deflection of the center of a brass plate is transformed into the change in the width of a slit by self-made single-slit diffraction experimental equipment, and the Young's modulus of brass plate is calculated by gradual deduction method. This method has the stability of sample position, less parts need to be adjusted, simple operation, and the experimental phenomena is obviously. Experimental results show that the method has high precision and relative error of 1.4%.

Key words: Young's modulus; single slit diffraction; deflection; gradual deduction method

(上接第 127 页)

根据表 1 数据绘出 $I-U$ 图像,如图 7 所示.

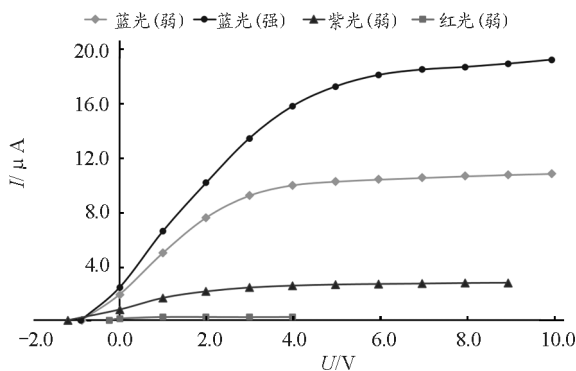


图 7 光电流与阳极电压关系图像

(5) 实验结论

1) 通过图 7 可以清楚看出同种颜色但强弱不同的遏止电压相同,不同颜色光的遏止电压不同,紫光的遏止电压最高,说明光的频率越大遏止电压越高.

2) 饱和电流大小与光的强弱有关,同一种颜色光照越强饱和电流越大.

3 结束语

用锌板和紫外线灯演示光电效应现象操作方

便、成本低.但是用传统的验电器难以检测到是否有光电子射出,用自制的电子验电器可以很好地检测光电效应现象是否发生.上述实验无法对光电效应现象进行定量探究,根据教材给出的实验原理图自行寻找原材料制作的光电效应定量探究实验装置可以完成对光电流规律的探究,可以清晰明确地得出教材所列出的实验结果.教学中让学生在完成此实验基础上根据实验结果自行归纳出光电流的规律,是新版课程标准中“科学思维”“科学探究”等核心素养教学的直接体现^[4],既掌握了光电效应规律又学会了科学探究的思想和方法.

参考文献

- 1 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中课程标准实验教科书物理选修 3-5 [M].北京:人民教育出版社,2010.30~36
- 2 邵荣考.光电效应实验的改进[J].实验教学与仪器,2016,33(5):26~28
- 3 江山,于路军.光电效应演示实验改进[J].中学物理教学参考,2017,46(Z1):58~61
- 4 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[M].北京:人民教育出版社,2018.4~5