

项目编号：  
01-201601-52

哈尔滨工业大学（威海）

孙正和, 张延超, 刘文军, 潘玉寨, 王英英, 焦威严, 郭冠军

## 基于光电效应法测普朗克常数实验的思想、方法、技术研究

### 项目背景

- 1、在普朗克常数测量实验中, 普遍使用汞灯滤光片做光源, 有的滤光片出射不是单色光, 因而实验误差较大. 从这看出问题, 爱因斯坦光电效应方程容易被误解, 行业中以物理思想研究推动实验方法改进不足.
- 2、实验方法和技术陈旧、单一, 与现代科学技术发展脱节, 实验效果优化受限制.
- 3、商家实验仪器多是黑匣子结构, 不直观.

### 项目目标

以物理思想推动实验方法更新, 用高新技术优化实验效果. 为单项实验建设起到示范作用, 引领实验室建设改革.

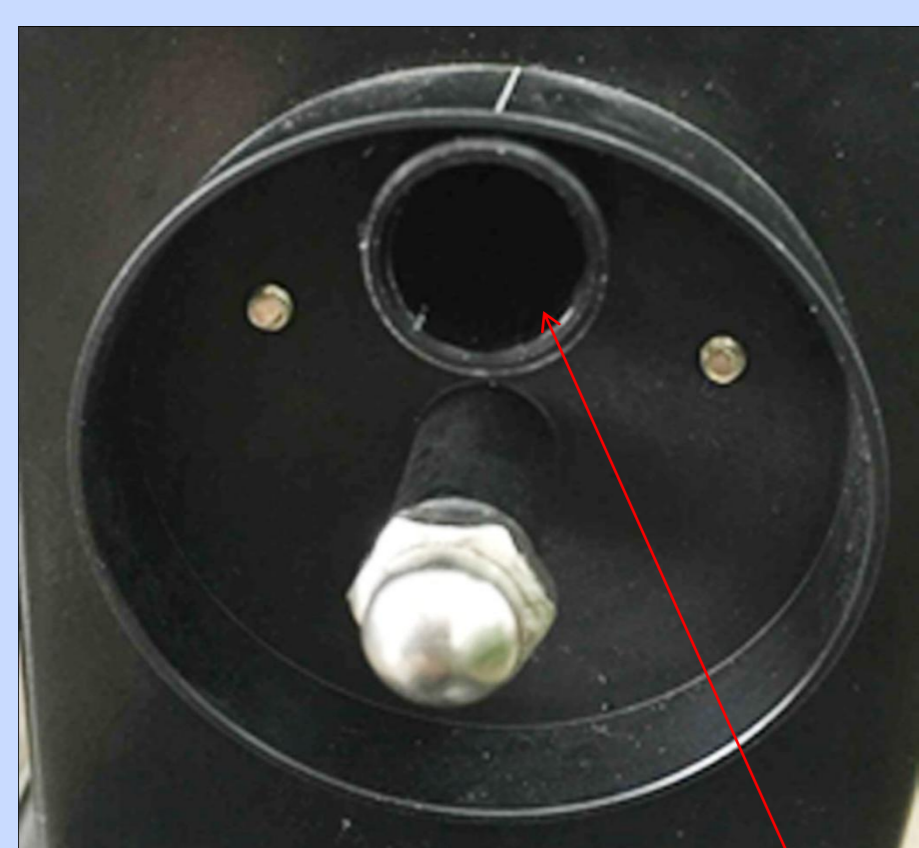
### 研究内容及效果

以光电效应法测普朗克常数实验为案例说明解决现有不足问题的研究

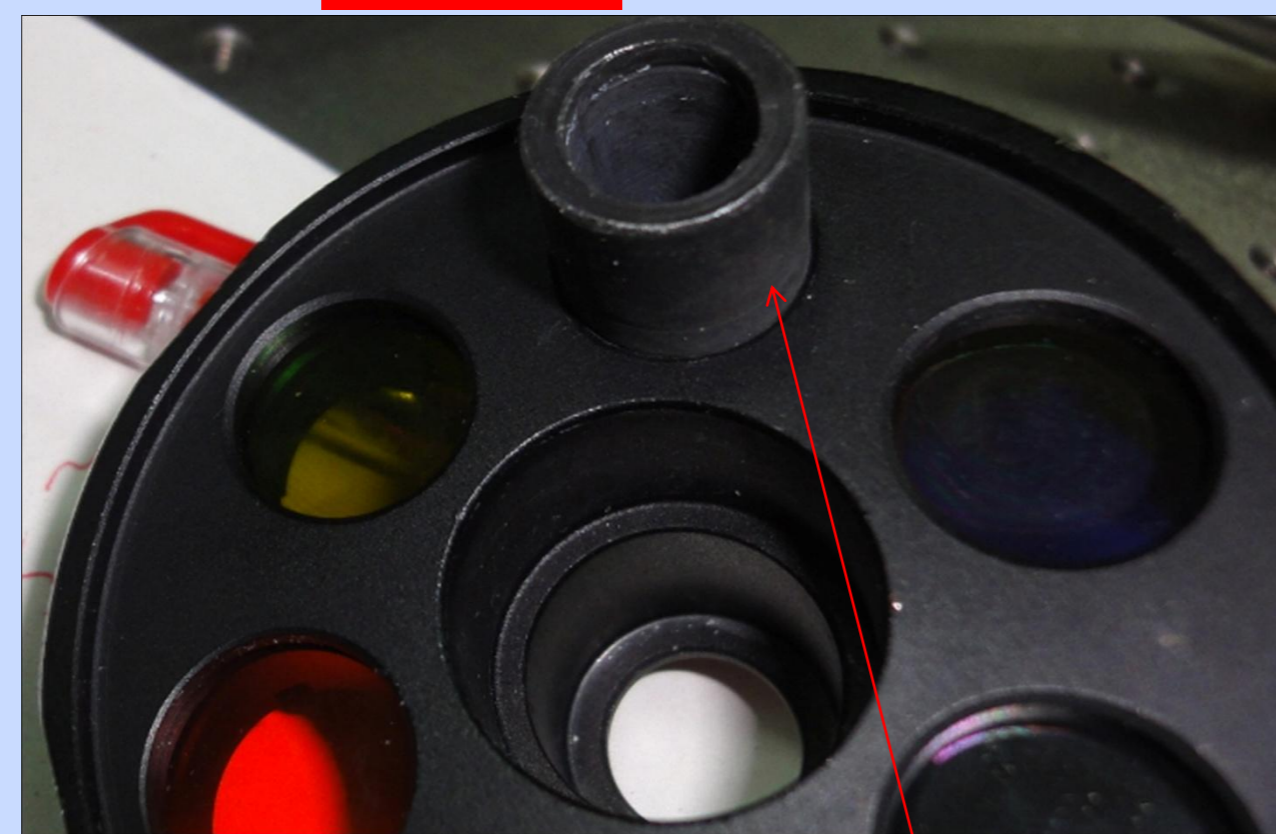
#### 一、深入研究实验思想

光电效应法测普朗克常数实验的物理思想是依据爱因斯坦光电效应方程原理构建的, 本项目发现由多个单色光混合入射时实验结果不满足该原理<sup>[1]</sup>. 入射单色光有频率宽度或掺杂其它杂光, 这是引起实验误差的深层原因. 这一概念的发现对于仪器设计、制作、减小测量误差的研究、修改教课书都有重要意义. 由此推理得到结论, 光源单色性越好, 测量普朗克常数精度越高<sup>[1]</sup>, 这已被实验证实.

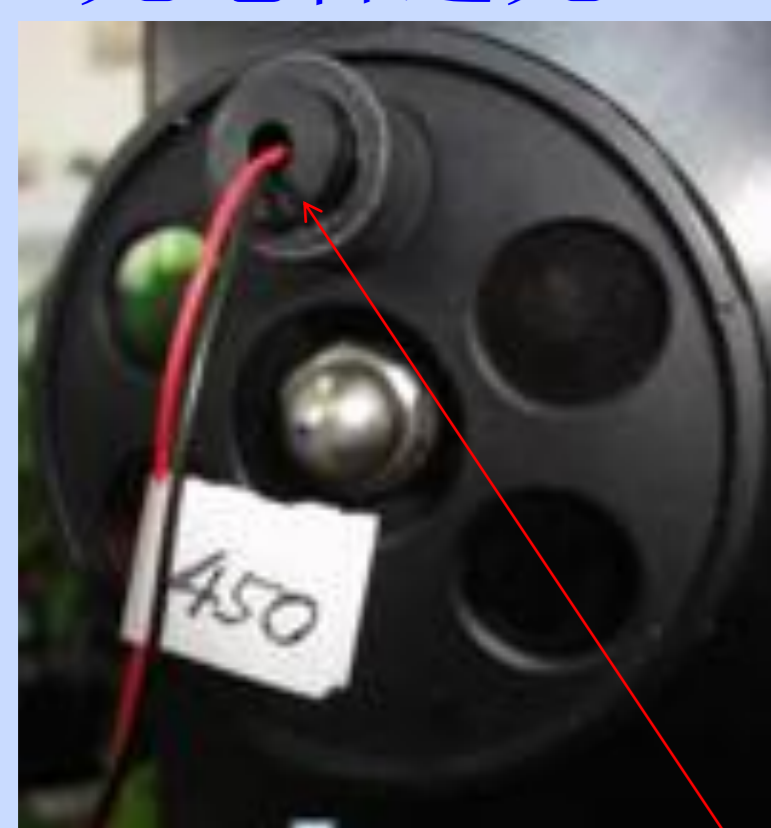
#### 二、以实验思想研究推动实验方法更新



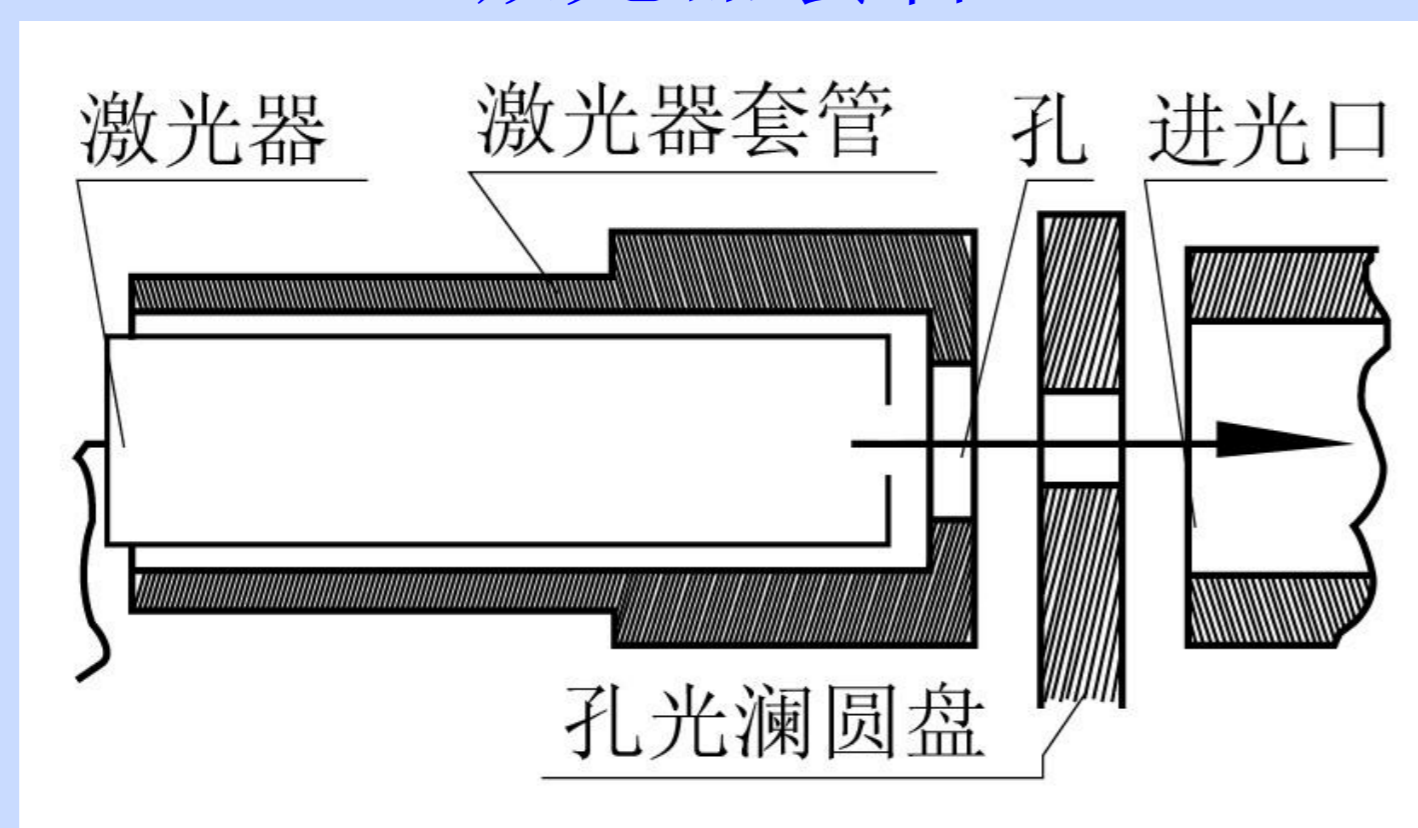
光电管进光口



激光器套管



激光器在套管内



光源局部结构

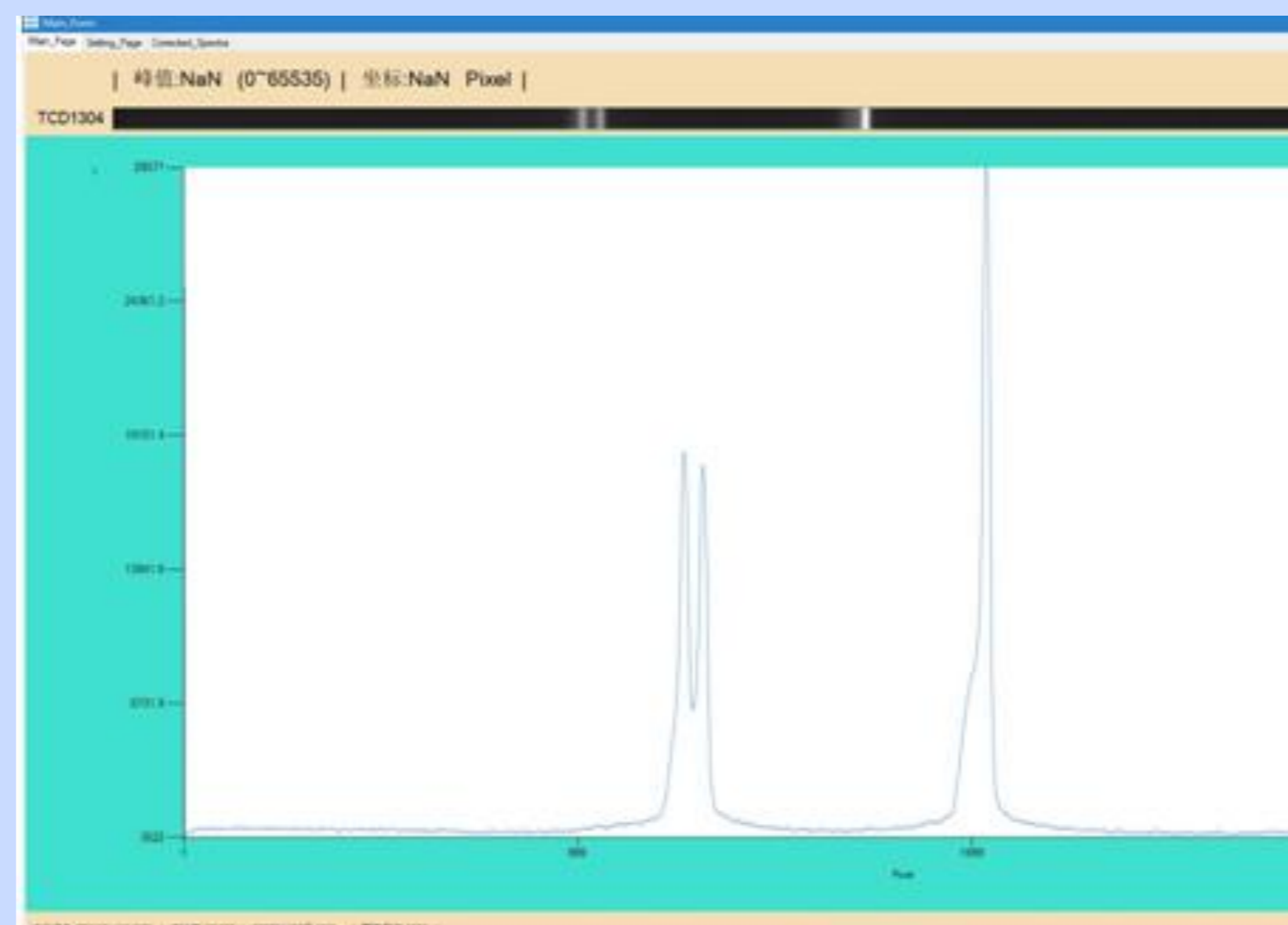
对汞灯、半导体激光器等单色光用光谱分析比较, 激光的单色性更好, 激光是现有光源中较理想的实验光源. 用半导体激光器光源自制测量普朗克常量实验仪, 提高了精度, 相对误差为0.02%<sup>[1]</sup>. 自制仪器的关键技术是光源位置的结构, 激光器接近光电管, 使激光近距离、无障碍直射、蔽光且保持稳定、金属零件涂黑, 以保持入射光的单色性. 精确测量方法是适当选取光强使波长标称值之外的弱谱线被忽略掉<sup>[1]</sup>.

#### 三、利用高新技术更新实验方法, 提高实验教学效果

##### 1、研制光电效应实验系统

用高新技术产品小型半导体激光器做光源, 使仪器高性能、

小型化、轻便、低成本、低耗、高效率, 弥补了原测普朗克常数方法的不足. 学生更换激光器、接线, 各光源与测量结果之间对应关系直观形象, 更加深理解概念, 培养动手能力<sup>[1]</sup>.



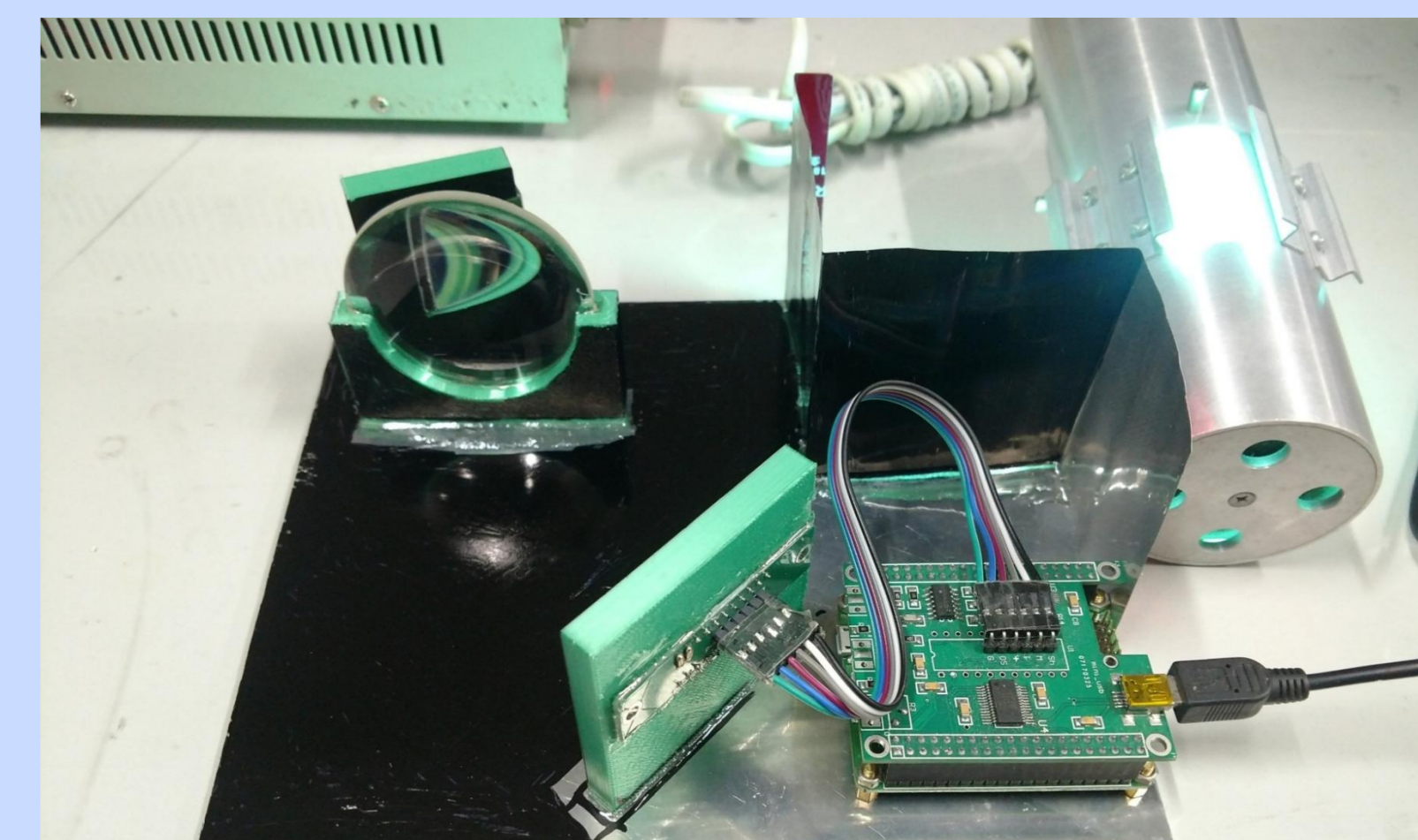
用汞灯光源给光谱仪定标的谱线



全息光栅的小型光谱仪

##### 2、自制简易教学用光谱仪

自制光谱仪测量置信区间半宽小于0.1nm<sup>[2]</sup>. 光谱仪与光电效应系统组合, 构成普朗克常数实验系统. 光谱仪采用高新技术平面CCD摄像记录谱线, 电脑



反射光栅开放结构光谱仪

采集数据且显示光谱曲线. 用全息或反射光栅做分光器件, 使原来较昂贵且黑匣子结构的光谱仪更新为简易、直观开放型结构. 结合学习编程, 用汞灯波长为光谱仪定标, 丰富实验内容, 提高实验档次.

##### 四、添加比较方法实验教学内容

本项目自制仪器对测量普朗克常数又增添了新的实验方法. 可以对普朗克常数测量实验开设综合性研究实验, 把用不同光源、不同测量光频率手段方法的多种实验组合在一起, 有利于培养发散思维、培养创新能力. 实验课注重学习多种思想方法、多种仪器原理. 增添一种用比较法研究的实验内容, 分析差别原因, 追逐到思想根源去理解实验机理.

发表本项目内容的论文: <sup>[1]</sup> 孙正和等. 用半导体激光器测量普朗克常量[J]. 大学物理, 2017, 36(1): 28-32

<sup>[2]</sup> 龙勇机(本科生)、孙正和(通讯作者). 实验教学用简易光谱仪研制[J]. 物理实验, 2018, 38(2): 52-56

第36卷第1期  
2017年1月

大学物理  
COLLEGE PHYSICS

Vol.36 No.1  
Jan.2017

### 用半导体激光器测普朗克常量

孙正和, 卢特安, 刘天宇, 龙勇机  
(哈尔滨工业大学(威海) 理学院, 山东 威海 264209)

摘要: 本文用小型半导体激光器做单色弱光源, 用光电效应法测量普朗克常量, 具有精度高、体积小、重量轻、成本低、节约电、使用方便等优点. 用光谱分析论证了与相关其他光源比较, 半导体激光器光源具有较好的单色性, 理论分析了单色光谱线宽度影响测量精度的原因.

第38卷 第2期  
2018年2月

物理实验  
PHYSICS EXPERIMENTATION

Vol.38 No.2  
Feb., 2018

文章编号: 1005-4642(2018)02-0052-05

### 实验教学用简易光谱仪的研制

龙勇机<sup>a</sup>, 田毓琛<sup>b</sup>, 刘文军<sup>a</sup>, 孙正和<sup>a</sup>  
(哈尔滨工业大学(威海) a. 理学院; b. 材料学院, 山东 威海 264209)

摘要: 研制了实验教学用简易光谱仪, 分光器件用全息光栅和棱镜构成, 使各波长衍射光成像在 CCD 平面上不同位置, 显示器显示出光谱线和光强曲线. 整机体积小, 精度较高. 利用已知单色光波长进行光谱仪定标, 建立(横坐标)像素坐标与被测光波长(纵坐标)之间的函数关系, 采用假设性检验法求出测量单色光波长的置信区间.