

附件 2:

编号	
----	--

# 高等学校物理实验课程教学研究项目 立项申请书

项目名称 基于光电效应法测普朗克常数  
实验的思想、方法、技术研究

项目负责人 孙正和

项目承担学校 哈尔滨工业大学（威海）

联系地址 山东省威海市文化西路 2 号

申报日期 2016 年 6 月 16 日

预计验收日期 2018 年 9 月 16 日

教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会

二〇一六 年制

## 填写要求

- 一、本表用 A4 纸张双面打印填报，一式两份，本表封面之上不得另加其他封面。
- 二、本表填写内容必须属实，所在学校应严格审核，对所填内容的真实性负责。
- 三、封面中编号栏请勿填写。
- 四、有关证明材料请附在申请表后，无需另作附件。

## 项目情况

项目名称	基于光电效应法测普朗克常数实验的思想、方法、技术研究			项目申请人	孙正和		
项目承担单位	哈尔滨工业大学（威海）			申报时间	2016年06月		
联合申报单位	无			申报金额	1000元		
项目 第 一 承 担 者 情 况	姓名	孙正和	性别	男	出生年月	1960年11月	
	职称	副教授	职务	教师	所在院系	理学院光电科学系	
	最终学历	硕士研究生	学位	硕士	联系电话	15263183203	
	通信地址及邮编	山东省威海市环翠区文化西路2号，邮编264209			电子信箱	Szh641@163.com	
	经费下达单位名称	哈尔滨工业大学（威海）			开户行	工行威海高开支行 哈尔滨工业大学（威海）分理处	
	银行账号	1614028309024901364			备注		
主要教学、科研经历							
<p>1983年东北林业大学物理教师，1998任副教授。2004年8月哈尔滨工业大学（威海）光电科学系。1997年3月哈尔滨工业大学物理电子学与光电子硕士毕业。2004-2010年大学物理教研室主任，2010-2015年大学物理实验教研室主任，现主讲大学物理公共课。</p> <p>排名第叁，参加国家自然科学基金两项目，(1)光泵高重频 THz 激光器，200801-201012；(2)、新型高功率小孔耦合内腔光泵 THZ 激光技术研究，201601-201812。</p> <p>第一作者发表科研论文2篇EI收录，通讯作者1篇EI收录。获授权发明专利(排名2)贰项。取得两项科研成果：</p> <p>1、研制了“双通道共电极双波长高同步射频波导 CO2 激光器”用光栅选频输出，压电陶瓷(PZT)控制腔长调节激光频率以及脉冲激光建立时间。两通道同时获得不同波长的脉冲激光输出，通过调节 PZT 上的电压使双通道输出脉冲激光达到同步。激光器不仅结构紧凑、体积小，而且具有很高的脉冲同步几率。</p> <p>2、研制了双层密封结构的新型“Z”折叠双通道射频波导 CO2 激光器，激光器包括 Z 折叠和单直两个通道。内外双层真空结构，内、外真空室内分别都充有气压和配比相同的气体，延缓内真空室与外界之间漏气。实验验证了双层壳密封激光器的寿命衰减过程中的衰减速度明显低于该激光器仅有内层壳密封条件下工作的衰减速度，双层壳激光器输出功率比单壳层激光器工作寿命更长。该激光器还具有外层壳可以分别局部拆卸、安装，方便调整光路和电路，结构紧凑体积小的优点。</p>							

曾获教学、科研主要奖励情况						
项目 第一 承担 者 情 况	成果名称		获教学研究奖		排名	年
	研制物理教具提高教学质量，培养学生创新能力		黑龙江省高等教育学会授予的优 秀高等教育科学研究成果壹等奖		1	2004
	利用物理演示实验培养学生的 创新能力		黑龙江省高等教育学会 05 年学 术年会优秀教育科研论文二等奖		1	2005
	教学优秀奖		哈尔滨工业大学（威海）		1	2006
	刚体定点转动瞬心，极迹，瞬 轴，极面动态关系演示教具		教育部高校物理教学指导委员会 授予的“全国高校第八届物理演 示教学仪器评奖”二等奖		1	2007
	大学物理课中加强学生素质 和创新意识教育的研究与实践		山东省省级教学成果奖叁等奖		1	2014
	弱激光光电效应法测普朗克 常数		山东省大学生科技创新大赛壹等 奖		指 导 1	2015
	液体阴极辉光放电系统的制 备及光谱特性研究属		山东省大学生科技创新大赛壹等 奖		指 导 2	2015
	优秀指导教师		山东省大学生科技创新大赛奖		1	2015
	海水激光衰变及其散射光偏 振态测量实验研究 等叁项		山东省大学生科技创新大赛贰等 奖叁项		指 导 1	2013- 2015
			<b>获科学研究奖</b>			
	脉冲激光偏频锁定技术		山东省教育厅颁发， 山东高等学校优秀科研成果奖		2	
	参 与 人 员 情 况	姓名	年龄	职称	工作单位	职务
张延超		33	讲师	哈尔滨工业大学 （威海）信息学院	信息光电子研 究所副所长	方案设计，实验研 究，软件编程
潘玉寨		39	副教授	哈尔滨工业大学 （威海）理学院	光电专业 实验室主任	方案设计，实验研究
王英英		35	副教授	哈尔滨工业大学 （威海）理学院	教师	理论分析，实验研究
焦威严		39	讲师	哈尔滨工业大学 （威海）理学院	教师	数据处理，实验研究
郭冠军		50	教授	哈尔滨工业大学 （威海）理学院	光电科学系 主任	方案设计，实验研究

**项目申报基础**（申报人教学经历、现授课程及所使用的教材、研究简历、研究基础）

申报人教龄 33 年，教学经验丰富、曾经主讲过，物理专业理论力学、工科大学物理、大学物理实验。实验课使用的教材为未出版自编。

做为项目负责人主持完成 4 项校级教学研究项目：大学物理优秀课程建设、大学物理实验教学与创新能力培养、（在研项目）大学物理系列课中学生素质和创新意识教育的研究与探索项目。申报人长期以来以教学研究为主要研究内容，发表教学研究论文 6 篇，实验教学仪器类发明专利授权 1 项。

论文名称	刊名	年	排名
刚体转动瞬心极迹动态关系的演示教具	物理实验(核心期刊)	2001	1
刚体定点转动的瞬轴、极面动态演示教具	物理实验	2015	1
基于 MSP430F149 的激光光斑自动测量实验设计与实现	物理实验	2014	通讯作者
二维锌枝晶分形结构的生长及数值模拟	山东师范大学学报	2015	通讯作者
Research on laser wavelength measurement with rotating Fabry-Perot mirror”	Optical Engineering SCI 收录	2014	2
旋转 F-P 镜测量激光波长新方法	获发明专利授权 ZL201310140099.0	授权 2016	2
小型半导体激光器弱光源测普朗克常数	大学物理(核心期刊) 编号: 150515	已录 用	1

本项目已经研制了普朗克常数测量实验装置，实验测量普朗克常数精确度达到误差 0.00002%，达到了实验教学领域先进水平。成果已经投稿发表论文，第一作者论文“小型半导体激光器弱光源测普朗克常数”已经由《大学物理》刊物录用。申请人对现有测普朗克常数实验的思想、方法、技术的研究状况有较深入全面的调研了解，并对多个问题已经进行过深入思考。申请人经历科学和教学两方面的研究工作，具备创新能力，已经多次做出实质性、突破性的原始创新成果，具有较好的研究能力和基础。

## 项目内容（解决的问题、实施方案、达到的目标）

### 一、金属电子逸出类实验归类研究

#### 1、归类研究的意义

金属电子逸出类实验典型的有金属电子逸出功、光电效应、普朗克常数测量，这些实验有相互联系的基本内容，可以从中归纳实验思想、实验方法、实验技术。把实验归类进行研究，可以更深入全面的理解实验的精髓，更充分的利用实验资源，更有利于学习思想方法、培养创新能力。

#### 2、实施方案、达到的目标

可以把同类实验的仪器组合到一起开展研究性实验，而实验内容不是原来各个实验的重复，而是有创新的研究性实验。这样的实验符合渐进式的学习进步规律，学生分别做完了各个单独实验之后，再做组合在一起的实验，深入到更高的层次去综合理解问题。这时学生的精力和注意力放到实验思想上，而不是放到学习仪器的使用方法上的初级思维。

论文“用金属电子逸出功测定仪做设计性扩展实验的实践”利用金属电子逸出功测定仪研究轴向磁场对自由电子的磁控条件及测定电子比荷、研究真空二极管的伏安特性、研究金属中自由电子的费米-狄拉克能量分布状况等设计性扩展实验的内容和方法. 这个实验设计思想就是把相互关联的同类实验组合在一起的案例，这种组合不是仅仅局限在原有实验内容，多数是新增加的相关内容。本项目借鉴这个思想，把更多的相关内容联系起来、组合在一起研究或开出设计性研究性实验。

### 二、研究普朗克常数实验光电子碰撞新思想

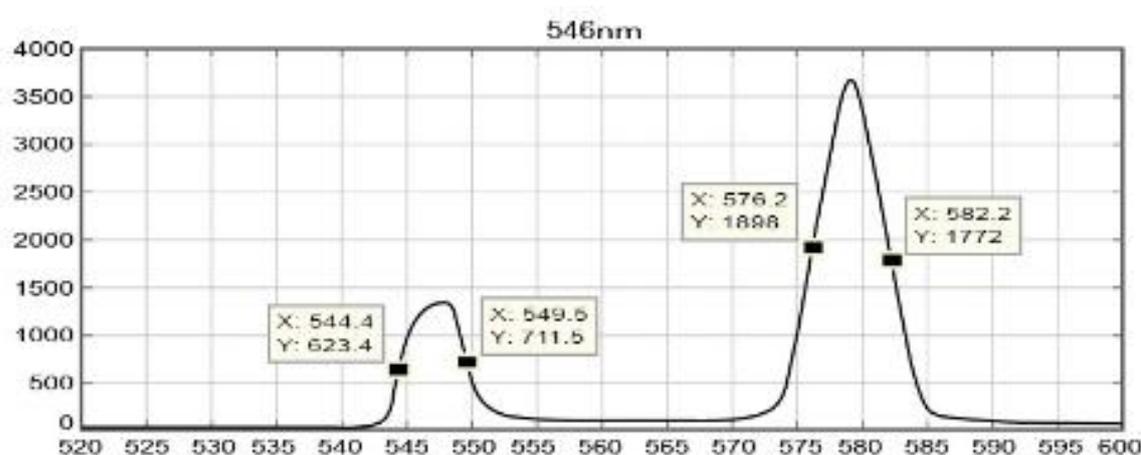
现有教材或文献表述对光电效应法普朗克常数实验的理论解释都没有考虑光电子之间以及光电子与光电管电极靶原子之间的相互作用，而这种解释就导致了人们误解“低于最大频率的低频光对测量最大动能光电子的遏止电压  $U_0$  没有影响”。爱因斯坦方程仅仅是对理想的单色光适用，在实验中当两种或两种以上的单色光混合入射光电管时，爱因斯坦方程已不再适用或不严格适用。这是因为实际上各个光电子

之间以及光电子与电极靶原子之间存在着相互作用，若忽略了这些相互作用，就会导致对实验思想的不全面、不准确理解，导致实验方法的错误，自然就会导致实验结果有较大误差或不是科学的实验。这与量子力学中的概率波分析类似，运动电子同时经过双缝后的衍射图样与分别单独经过单缝后再叠加的图样是截然不同的。

本项目将用实验验证和理论分析阐明普朗克常数实验光电子碰撞新思想，排除谬误，这将对改写和完善教课书、改变和完善实验思想起到重要作用。

## 1、对使用爱因斯坦方程误解的问题

一些仪器厂家的虑光片的标称频率与实际透过光频率不符，例如下图是汞灯光通



过标称值 546.0nm 滤光片的光谱线图，实际透过是  $\lambda_1=547.5$  和  $\lambda_2 =579.1$ nm 两条谱线的单色光，仪器厂家不顾及低于最大频率的低频光  $\lambda_2$  进入光电管。其原因就是误解  $U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$  (1) 式，方程中  $U_0$  是对应最大频率光电子的遏止电压，容易误解为低于最大频率的低频光对测量最大频率光电子的遏止电压  $U_0$  没有影响。有的虑光片可能是实际频率与遏止电压并不满足 (1) 式，而只要标称频率和遏止电压满足 (1) 式就能得到精确结果。不仅是虑光片的应用中有误解，有些人在实验思想上也有这种误解。

## 2、用实验证实对不同波长混合光测量结果不满足爱因斯坦方程

实际透过虑光片的是  $\lambda_1=547.5$  和  $\lambda_2 =579.1$ nm 两条谱线的单色光，由

$U_0 = \frac{h}{e} \nu - \frac{W}{e}$  (1) 式, 由所用光电管逸出功得到直线截距, 由普朗克常数公认值得

到斜率并得到理想方程

$$U_0 = 0.414\nu - 1.479 \quad (2)$$

由(2)式分别求出两单色光单独入射时对应的理论遏止电压值分别为  $U_1$ 、 $U_2$ 。用汞灯光通过该虑光片实验测得这两单色光混合时的遏止电压值证明可知, 其混合光遏止电压值不是较高频率光子单独入射时对应的遏止电压值, 不满足爱因斯坦方程。

### 3、用理论分析说明反向电场中光电子碰撞新思想

本项目将从各个光电子之间相互作用的机理分析以及光电子与光电管电极靶原子之间相互作用的机理分析两个方面论述对混合光测量结果不满足爱因斯坦方程的原因。

#### (3.1) 光电子互相碰撞改变快光电子动能的机理分析

建立新型光电子理想模型, 各个光电子之间存在着相互作用。同一光电管阴极逸出功一定, 各个光电子的动能不同。在反向电场力作用下, 当光电流逐渐减小到零时, 反向电压值对应最大动能光电子。其它慢光电子被电场遏止并转向与快光电子迎面相撞, 在阴到阳极方向快光电子尾追慢光电子碰撞都会使快光电子的动能减小。单色光谱线宽度越大, 电离出光电子的快、慢动能差范围越大, 因而被碰撞快光电子的动能改变量越大, 测量误差越大。

#### (3.2) 光电子与电极靶原子碰撞使光电子能量范围加宽的机理分析

建立新型光电子理想模型, 光电子与靶原子之间可能存在着相互作用。慢光电子受到反向电场作用转向阴极与靶原子碰撞, 可以致使靶原子发生束缚能级之间的虚跃迁, 即初态  $E_1$  跃迁到一个不稳定的更高能级  $E_1'$  上 ( $E_1' < E_2$ ), 该原子中电子在这“暂短瞬间”内若再次受到其它光子 ( $h\nu = (E_2 - E_1')$ ) 的激发就能被电离出。这样被电离出的光电子可以有快有慢 (也是量子化的), 可以不受单色光频宽范围限制, 等效于单色光频宽范围被加宽。

入射单色光谱线宽度越大, 动能低于最大动能的那些光电子的数量越多、能量分布范围越大, 光子的能量能够满足其量子条件的概率越大, 使原子中电子在“暂短瞬间”受电离的概率越大, 使最大动能改变量越大, 测量误差越大。以上理论分析结论与实验相符。

#### 4、对光电子互相碰撞、光电子与靶原子碰撞的机理分析的初步数学描述

建立新型光电子相互作用及其与靶原子碰撞的物理模型，再根据物理模型建立数学模型。

##### (4.1)、描述分析光电子相互作用的机理

利用热电子发射数学模型，修改成对应入射光源谱线宽度的光电子发射数学模型，给出某单色光谱线的光电子发射速率分布或动能分布的数学模型。描述各个速率光电子受到反向电场作用后的运动状态及动能量值，碰撞后原最大动能产生的运动状态变化及动能变化。

##### (4.2)、描述分析光电子能量范围加宽的机理

利用实验找到在多个相近频率单色光混合入射情况下，单色光频率与相应测量遏止电压之间的关系。从中寻找谱线全宽频率差对应的高低频率两单色光 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ 电离出的光电子碰撞结果，其碰撞结果是光电子之间碰撞后的高频率单色光

( $\nu_1$ /碰后高频)对应光电子的动能量。数学模型与实验结果反复比较，以实验修正数学模型，完成符合实验规律的仿真数学模型，帮助理解光电子相互作用的机理。

#### 5、论证不能用爱因斯坦方程线性关系修正实验结果减小误差

以上理论分析及实验验证说明当两或两个以上单色光同时入射光电管时遏止电压值与频率之间关系，不能把谱线宽度与遏止电压差值按(1)式的线性关系对测量误差修正。爱因斯坦方程是仅仅对理想的单色光才成立的，而两种或两种以上单色光混合进入光电管时，不能再利用爱因斯坦方程的线性关系修正。

#### 6、比较相关的几种单色光，论证选用半导体激光器做光源更有优势。

用光谱仪做出相关的几种单色光的光谱线，用实验和理论分析说明测量普朗克常数所用光源的单色性越好，测量精度越高，激光的谱线宽度较窄，是现有光源中较理想的实验光源，选用半导体激光器做光源更有优势。

### 三、研制完善光电效应法测量普朗克常数实验仪

#### 1、研制一体结构光电效应法测量普朗克常数实验仪

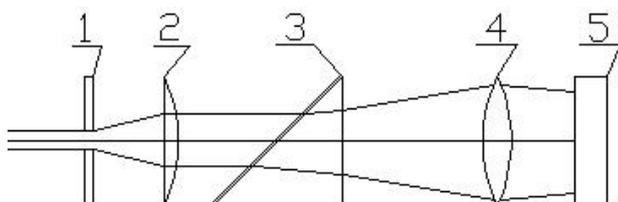
本项目已经和杭州大华教学仪器公司合作研制成了光电效应法测量普朗克常数实验仪，将进一步优化结构研制成一体的机型。经过试验，光电管放置在光电流测量实验仪附近位置与远离位置比较对光电流测量无关。所以可以把电源、光电管和

光电流测量实验仪三者合并做成一体结构,做成一体结构可以减短光电管连接线的长度。

## 2、研制适合学生实验的测量光波长的实验仪

测量普朗克常数实验中,实验方法要改变,每一个过程都要有让学生信服的证据或视觉感知,实验所用光源的复合光都包含那些谱线,各个单色光波长都是多少,要经过学生亲自测量,有一个感性认识。半导体激光器的标称波长的误差范围在5nm,有必要检测。现有的通用光谱仪的光路复杂、光学器件多,光学器件产生像差,不易操作,价格较高。本项目要研制适合学生实验的测量光波长的实验仪,展示结构、价格成本不高、学生易于动手操作,除在测量普朗克常数实验中用,还可以用在其它需要的实验中使用,或专门开设一个光谱仪实验。

### 实施方案



研制光谱仪光路结构示意图

如图所示,被测光经过狭缝1、准直透镜2、分光器件3、会聚透镜4使衍射条纹成像在焦平面位置的平面CCD光电器件4上,衍射条纹在CCD平面上的位置不同对应谱线波长不同,显示器上显示出相应分布的光谱曲线。分光器件是本项目的特色,用全息光栅和棱镜构成,使衍射光相对主光轴方向对称分散分布出射,分散范围不大,结构简单、体积小、精度较高,而且避免了由多个光学器件构成的复杂光路。

## 3、在激光测普朗克常数实验仪上加装LED可替换光源

制做LED灯固定套管,该固定套管插入半导体激光器套管内,可替换光源。为比较光源研究实验提供仪器。



#### 四、总结精确测量普朗克常数的方法

本项目在用半导体激光器做光源测量普朗克常数实验的探索过程中,发现了几种造成测量误差的原因,都逐次一一排除,本项目将用实验证据分析说明产生测量误差的诸多原因,总结出获得精确测量的方法。

#### 五、设计普朗克常数测量研究性实验

激光测量普朗克常数实验的精确性很高,原因是激光单色光谱宽度较窄,为了使学生对单色光谱宽度对测量影响的关系更深入的理解,专门设计一个研究性实验。

设计方案:

1、比较用不同光谱宽度的光源测量普朗克常数得到的测量结果,例如分别选用半导体激光器、LED灯作光源测量,用实验证实光电子碰撞新理论分析结果的正确性。

用两种不同波长的单色光  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  混合入射光电管,测量其对应的遏止电压  $U_{12}$ 。

2、由  $U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$  (1) 式,由普朗克常数公认值得到斜率并得到理想方程

$U_0 = 0.414\nu - 1.479$  (2) 由 (2) 式分别求出两单色光单独入射时对应的理论遏止电压值分别为  $U_1$ 、 $U_2$ 。

$U_1$ 、 $U_2$  与混合光  $U_{12}$  对应的遏止电压比较,说明实验测得的遏止电压  $U_{12}$  并不是最大频率光对应的值。

3、选取多组两两不同波长的单色光 ( $\lambda_i$ ,  $\lambda_j$ ) 分别混合入射光电管测量其对应的遏止电压  $U_{ij}$ , 设  $\lambda_i$  小于  $\lambda_j$ , 比较高频理论遏止电压  $U_i$  与相应测量混合遏止电压  $U_{ij}$  的差距,寻找变化规律,进而从实验探索研究光电子碰撞新理论的内在机理和数学描述关系。

4、改变激光器的光强度,分别在不同光强度条件下测量普朗克常数,经过比较研究光强度与测量的关系,寻找最佳实验条件。

5、在激光器相同光强度条件下,改变温度条件,测量遏止电压,探索逸出功随温度的变化关系。在相同激光器光强度条件下,记录连续测量时间,测量遏止电压随光照累积时间的变化关系,探索逸出功随时间变化的关系。通过比较测量的遏止电压,探索累积时间与温度的关系。

6、对于同一种材料，比较光电效应法测量遏止电压求得的逸出功与热电子发射实验求得的逸出功比较讨论。

#### **六、设计或构思测量普朗克常数的其它实验方法**

在光电效应测量普朗克常数实验中，设计或构思其它的实验方法、设计或构思新型机理的光电管，仿真实验，开阔思路、培养发散思维。获得更好的实验思想和方法。或者由多种方法衬托现有思想方法的优秀，更加深理解了现有思想方法。

#### **七、归纳现有国内外测量普朗克常数实验的思想、方法、技术**

对现有国内外测量普朗克常数实验的思想、方法、技术做全面系统的研究分析，归类综述，从中提炼出实验的思想、方法、技术的精髓，做为培养创新能力的资料。

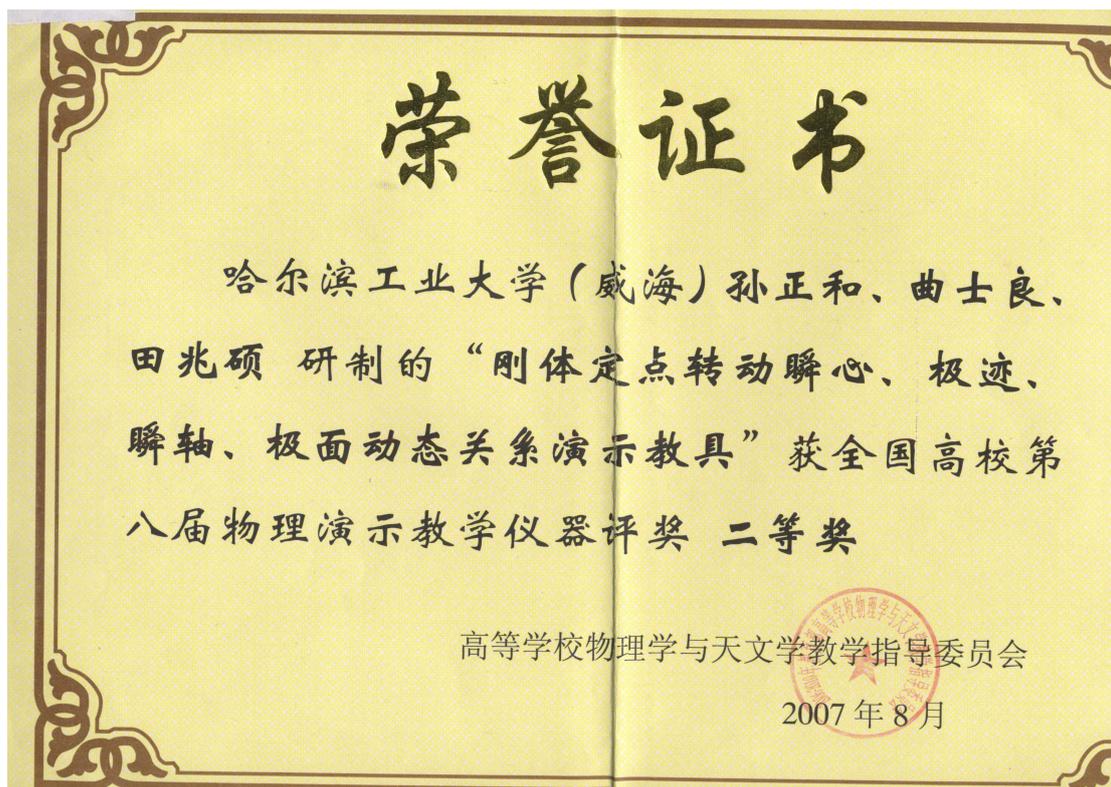
## 预期成果（教材、教案、论文、课件等）

- 1、 金属电子逸出类实验归类研究报告、设计性、研究性实验教案。
- 2、“普朗克常数实验光电子碰撞新思想”发表核心期刊论文,应用到实验课教案中。
- 3、“普朗克常数实验光电子碰撞新思想的初步数学描述”发表核心期刊论文
- 4、“总结精确测量测量普朗克常数的方法”发表核心期刊论文
- 5、“研制适合学生实验的测量光波长的实验仪”发表论文、省大学生科技创新比赛获奖,配套组合到实验中。
- 6、“设计测量普朗克常数实验的研究性实验”发表核心期刊论文、省大学生科技创新比赛获奖、实验课教案。
- 7、“设计或构思其它测量普朗克常数的实验方法、设计或构思新型机理的光电管,仿真实验”获发明专利授权、发表教学研究论文。
- 8、 实验仪器作为产品生产推广。
- 9、 其它内容教学研究论文。
- 10、 项目研究报告
- 11、 对本项目及相关内容综述发表教学研究论文
- 12、“归纳现有国内外测量普朗克常数实验的思想、方法、技术”综述发表教学研究论文

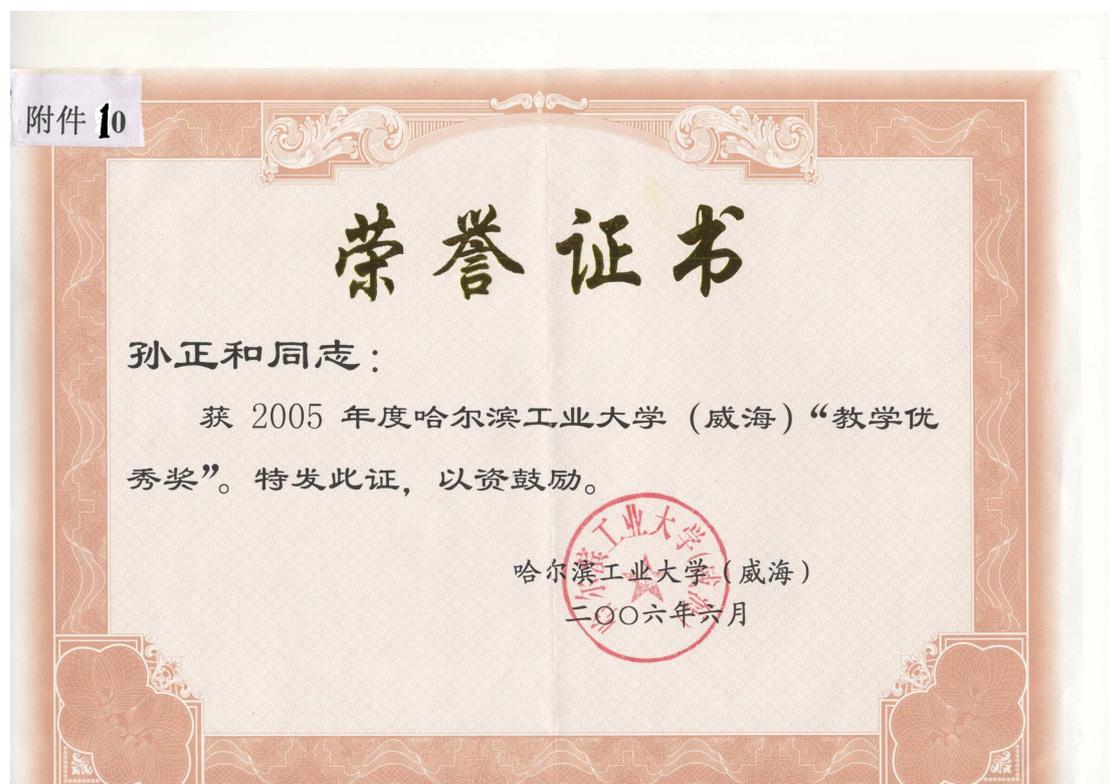
<p>学 校 推 荐 意 见</p>	<p>学校拟配套金额</p>	<p style="text-align: center;">同意申报</p> <div style="text-align: right;">  <p>学校或教学主管部门（公章） 2016年06月12日</p> </div>
<p>中 国 高 等 学 校 实 物 教 研 会 意 见</p>	<p style="text-align: right;">理事长签字 年 月 日</p>	
<p>物 理 学 专 教 指 委 会 意 见</p>	<p style="text-align: right;">教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会 北京大学（代章） 年 月 日</p>	



孙正和等指导学生获得山东省大学生科技创新大赛壹等奖两项，贰等奖叁项。



孙正和研制的一项新型物理演示教具，2006 获得国家发明专利，并且 2007 获教育部高校物理教学指导委员会授予的“全国高校第八届物理演示教学仪器评奖 二等奖”



孙正和 2006 年获得哈尔滨工业大学（威海）教学优秀奖”



2014年7月“大学物理课中加强学生素质”获得山东省省级教学成果奖叁等奖



Research on laser wavelength measurement with rotating Fabry-Perot mirror”, Optical Engineering  
获得发明专利授权

# 荣誉证书

哈尔滨工业大学（威海）郭彪 同学：

你们的作品《旋转F-P镜测量激光波长新方法》  
在2013年山东省第五届大学生物理科技创新大赛中  
获二等奖。

指导教师：孙正和、王强

山东省科学技术协会 山东物理学会

二〇一三年九月

# 荣誉证书

哈尔滨工业大学（威海）孙正和 教师：

你指导的作品《重力矩平衡自动开闭大口径防臭  
地漏》在2014年“赛凡光电杯”山东省第六届大学生  
物理科技创新大赛中荣获**二等奖**，授予“优秀指导教  
师”荣誉称号。

山东省科学技术协会 山东物理学会

二零一四年八月

附件 18

# 山东高等学校优秀科研成果奖

## 证 书

为表彰高等学校取得的科研成果，  
经山东高等学校优秀科研成果奖奖励委  
员会评审，特颁发此证书，以资鼓励。

成果名称： 脉冲激光偏频锁定技术

奖励等级： 自然科学类      贰等奖

获奖者： 孙正和      (第叁位)



证书编号： 2006320183

科研奖

## 《大学物理》稿件录用通知

您好, 您的文章经审查合格, 被本刊录用, 特此通知.

请按照审稿意见和《大学物理》文章格式进行修改. 若文中有插图, 须将插图单独发一份图形文件(JPG或TIF格式), 以便制图.

请在汇出发表费后, 尽快将回执返回至编辑部.

编辑部联系方式: 电话 010-58808024 E-mail: cop@bnu.edu.cn

稿件编号: 150515

题目: 小型半导体激光器弱光源测普朗克常数

作者: 孙正和

收稿日期: 2015-11-10

所需发表费: 1700 元

注: 如果要求提前刊登, 请另外支付加快费100元, 此款可与发表费一并开具发票.

大学物理编辑部

2016年3月8日

---

### 付款方式:

1、邮局汇款: 北京师范大学 大学物理编辑部 收, 邮编: 100875

(请在汇款单留言处注明稿件编号)

2、银行信汇: 开户行: 中国工商银行北京新街口支行

账号: 0200002909014477021

收款单位: 北京师范大学结算中心(大学物理编辑部)

(为保证汇款的顺利接收, 请务必在信汇附言中注明: 02 及 稿件编号)

---

### 稿件录用通知回执

编辑: L

作者姓名: 孙正和

稿件编号: 150515

汇款金额: 元, (其中 发表费 元, 加快费 元)

汇款方式:  邮局汇款  银行信汇

汇款时间: 年 月 日

请选择开票项目:  发表费  资料费  课题费

发票抬头(报销单位全称):

邮寄发票、赠刊及稿酬的地址:

邮编:

E-mail:

联系电话:



北京市地方税务局通用机打发票  
BEIJING LOCAL TAXATION BUREAU GENERAL ADMINISTRATION PRINTED INVOICE

开票日期: 2016年03月14日  
Date

行业分类: 服务业  
Industry classification

发票代码: 211001560010  
Invoice code  
发票号码: 26976984  
Invoice No.  
密码: [Redacted]  
Password

税务登记号: 110108YA3502499  
收单单位: 大学物理编辑部

付款单位(个人): 哈尔滨工业大学(威海)

发票项目	单位	数量	单价	金额
发表费		1	1800.00	1800.00

小写合计: ¥1800.00  
大写合计: 壹仟捌佰元整  
机打代码: 211001560010  
机器编号: 007530017397  
开票人: 张

机打代码: 211001560010  
机打号码: 1809 3975 821511950 6883  
收单单位(盖章): 大学物理编辑部

第一联 发票联  
Handwritten invalid (手开无效)



本项目研制的 普朗克常数测量实验中，半导体激光器安装在光电管进光口



本项目研制的 普朗克常数测量实验装置