



# 践行核心素养 启发物理思维

——以“光的干涉”为例

高小燕

(北京师范大学附属中学 北京 100052)

(收稿日期:2018-09-12)

**摘要:**核心素养是学生成长与发展必须具备的品格和关键能力.物理实验教学是提升物理教学质量的重要渠道,在培养学生的核心素养方面扮演重要角色.在高中物理教学中,教师越来越重视通过实验教学来培养学生的核心素养和提高学生的物理思维能力.本文以“光的干涉”为例,笔者通过两个创新实验,就如何通过物理实验培养学生的核心素养及启发物理思维方面进行了初步探讨.

**关键词:**核心素养 实验探究 物理教学 光的干涉

随着我国课程改革的深化,课程目标在不断变化,从最初的“双基”到后来的“三维目标”再到现在的“核心素养”.核心素养是学生成长与发展必须具备的品格和关键能力.培养学生的核心素养,要求教师能够立足于学生的长远发展需求,并充分考虑到社会发展对学生的要求.在实际物理教学尤其是实验教学中,教师需要以物理基础知识和学生思维模式为基础,培养学生的科学探究能力、物理思维能力等,促进学生关键能力的提升,为学生今后的生活、职业发展等都打下坚实的基础.如今,广大教育工作

者已经意识到物理实验教学在培养学生的核心素养方面扮演着重要角色,因此越来越重视通过实验教学来培养学生的核心素养和提高学生的物理思维能力.如何将核心素养的培养贯穿其中,这是值得我们不断实践和探索的.本文以“光的干涉”实验为例就该问题进行了讨论.

## 1 物理核心素养的内涵及物理实验教学的重要性

核心素养,主要是指学生应具备的,能够适应个人终身发展和社会发展需要的必备品格和关键,是

学物理,改正死记硬背、乱套公式的毛病,养成不仅要认真听课,还要记笔记和独立思考的习惯,深刻理解公式中各物理量的意义和它们之间的关系,灵活运用物理概念和物理规律去解决具体问题,这对提高学习效率和教学质量是十分有益的.第三,在结课考试的试卷中加大对民族生的照顾力度,可在同一份试卷中分别设置汉族生和民族生的选做题,并且民族生的选做题尽量地降低难度,以达到检测学生对大学物理课程知识体系情况的目的.

## 3 总结

目前,高等院校关于少数民族学生的物理教学尚处于制度不完善、基础不均匀的状态,所以,提高少数民族地区高等院校大学物理的教学质量是提高整个高校教学质量的关键,也是培养新时代少数民

族人才的基础.作为一线的教师,要多鼓励少数民族学生克服语言障碍,大胆表达疑问和困惑,积极和老师以及汉族学生交流,更要引导物理基础好的汉族学生主动帮助基础差的学生,最终师生共同完成“低起点,高目标”的教学任务.在教学实践过程中更要不断地学习、思考,不断探索适合大学物理民汉合班授课的教学方法和理论.

## 参考文献

- 1 马帅.《大学物理》势能教学内容与课程设计的探索.青岛科技大学学报(自然科学版),2018(S1):141~143
- 2 杨坤,侯娟.非民族院校“民考民”学生的大学物理教学.物理通报,2015(10):10~13
- 3 买买提热夏提·买买提,阿合买提江·买买提,亚森江·吾甫尔,等.如何提高少数民族地区高等院校大学物理教学质量.西部素质教育,2017(4):57,59

为提升学生解决问题、创新意识等关键能力而提出的教育理念,强调现代教育应当由“知识”传授向“能力”培养转变<sup>[1]</sup>.就高中物理学科而言,核心素养则细化为认识与理解、分析与综合、实验操作、数理应用等十二个维度.在实际教学中,物理核心素养内容则主要体现在以下4个方面<sup>[2]</sup>:第一,物理观念,包括物质观念、运动与相互作用观念、能量观念;第二,科学思维,包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新;第三,科学探究,包括问题、证据、解释、交流;第四,科学态度和责任,包括科学本质、科学态度、社会责任.

物理是一门以实验为主的学科.物理实验是物理教学的重要组成部分,在高中物理教学中对实验进行改进和创新,不仅能显著提高物理教学的高效性和应用性,还能有效培养学生的物理思维能力及实验探究能力,最终使学生的物理核心素养得到不断提升.但在实际的物理教学过程中,实验教学并没有达到理想的教学效果,视频代替演示实验或者演示实验代替操作实验的现象比比皆是,并没有发挥出实验教学在培养学生核心素养方面应有的作用.

## 2 物理实验教学实例——“光的干涉”

“光的干涉”是人教版《物理·选修3-4》(第十三章第3节)的内容,是光学的重点内容之一,它跟几何光学完全不同,学生在认知上存在困难.另外,传统的演示实验不易使学生理解光的干涉现象及原理.笔者将“光的干涉”实验分成定性探究和定量验证两个环节,从实验器材选取到实验过程设计、实施方面都进行了优化与改进,在使学生掌握光的干涉这一物理现象和规律的同时,将物理核心素养和物理思维的培养融入到各个环节之中,达到了润物细无声的效果.

### 2.1 定性探究

分组实验:认识光的干涉现象,定性探究光的干涉图样的影响因素.

本环节,我们的实验目的是认识光的干涉现象,定性探究光的干涉图样的影响因素.对此,我们采取分组实验的方式.分组实验可以让学生近距离体验感知光的干涉现象的发生过程和条件,加深对光的

干涉现象的认识,同时还可以锻炼学生的实验操作能力,加强学生的合作与交流意识.

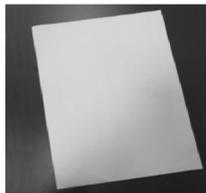
课堂上使用的光的干涉实验仪器通常是“激光干涉演示仪”,该仪器不足之处是学生不能很好地观察实验现象.学生常会因为对实验设备陌生而产生畏难心理,相反地,常见实验器材则会无形中拉近待研究物理现象与学生的心理认知距离,还能激发学生的好奇心.所以,我们尽可能地选取一些生活中的常见器材,比如我们选择激光笔作为实验光源.实验仪器具体如下:红、绿激光笔各1支,白纸1张,不同缝间距的狭窄双缝3个(双缝间距分别为0.2 mm, 0.3 mm, 0.45 mm),如图1所示.



(a) 狭缝



(b) 激光笔



(c) 白纸

图1 实验器材示例

实验过程的设计原则是逐步引导学生利用上述这些常见器材观察与探索光的干涉现象,运用分析与综合的方法定性认识干涉图样的规律,在培养学生科学探究精神的同时锻炼学生的实际操作能力,从而提炼和升华学生的物理思维方法.一般而言,一个物理现象通常受多个因素影响,比如光的干涉条纹特征就受波长、双缝间距、双缝到屏的距离等诸多因素的影响.对此,我们采用分而治之的策略,使学生体验多参数探究物理现象的过程,学会研究物理现象和规律的科学方法,提高实验观察能力、科学思维能力,最终提高利用已有知识经过科学推理与论

证逐步解决未知问题的能力. 具体过程如下.

(1) 先提供一种颜色的激光笔, 引导学生研究双缝间距以及双缝到屏的距离这两个因素对干涉条纹的影响. 在这一环节, 利用诸如拆分式提问方法引导学生学会分而治之的实验策略(即单因子实验法或控制变量法). 同时, 培养学生基于现有器材来改变实验条件的创新意识, 比如白纸和天花板分别充当屏以改变双缝到屏的距离等等.

(2) 保持双缝到屏的距离和双缝间距不变, 引导学生猜想波长对干涉条纹的影响以及如何加以验证. 这个过程注重引导学生如何进行科学假设和推理, 以及如何通过改变实验条件——波长(即可以通过改变激光笔的颜色来改变)来进行实验验证.

(3) 学生通过观察实验, 比较各个实验条件下干涉现象的异同, 总结并归纳得到干涉条纹的影响因素, 然后各个实验小组之间交流实验结果并分享心得体会等. 图 2 ~ 4 各展示了一组实验结果.

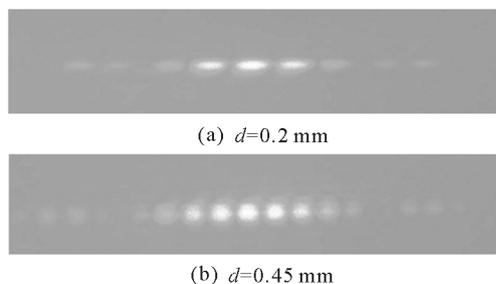


图 2 波长相同和双缝到屏的距离不变, 双缝间距不同

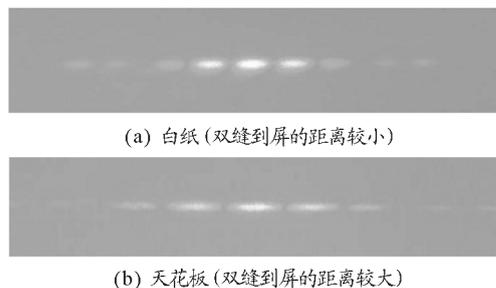


图 3 波长相同和双缝间距不变, 双缝到屏的距离不同

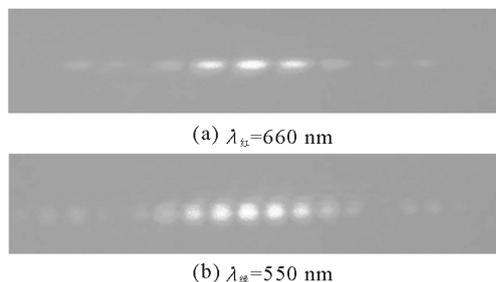


图 4 双缝间距和双缝到屏的距离不变, 波长不同

需要说明的是, 在本环节中各个小组之间的实验顺序不必要求一样, 重在引导学生如何基于现有实验器材通过控制变量法对各个影响因素依次展开探究实验, 以及如何对其总结与归纳以加深对光的干涉这一物理现象的认识.

## 2.2 定量验证

演示实验: 定量研究干涉条纹的影响因素, 验证条纹间距公式.

通过前面的分组实验, 学生只能定性地总结出光的干涉图样特征及其影响因素, 尚不能直接从实验中探究出各因素之间的定量关系. 物理教学中传统的做法是利用几何近似的方法定量推导出条纹间距公式, 但这种方法生涩、难懂, 也不符合核心素养的教育理念. 我们应该回归到物理的学科特点上. 那么如何基于实验定量认识干涉条纹的影响因素, 如何验证干涉条纹间距公式? 我们仍然采用分而治之的策略, 即控制变量法来定量验证各个物理参数对干涉条纹的影响(由于有了前面实验的铺垫, 学生对这种实验策略易于接受且对相应的实验过程也不再陌生).

关于实验仪器, 我们仍然尽量选择那些常见且易于开展定量研究的器材: 激光发射器 1 个(红色), 绿色、紫色激光笔各 1 支, 凸透镜 3 个, 光强分布传感器 1 个, 带鳄鱼夹的铁架台 1 个, 不同双缝间距的狭缝 3 个(缝间距分别为 0.2 mm, 0.3 mm, 0.45 mm). 仪器及实验装置如图 5 所示.



(a) 激光发射器



(b) 光强分布传感器



(c) 双缝



(d) 实验装置(整体)

图5 实验仪器及安装好的装置

光强分布传感器上有一个狭长的矩形区域,沿矩形长边分布着许多光敏感元件,各个光敏感单元得到的光照信息经过计算机处理后会在光屏上显示出来.在光屏上显示的干涉图像上移动鼠标,可以得到条纹间距,从而计算波长.这种方法除了测量条纹间距之外还能直观地看出亮暗条纹各处的光照强度.具体实验过程与定性探究环节类似,即通过控制变量法定量验证条纹间距公式:

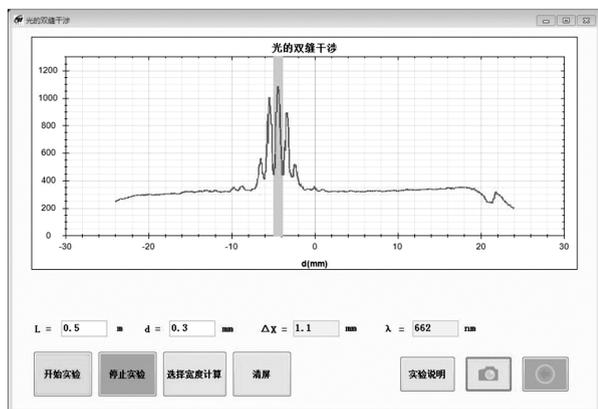
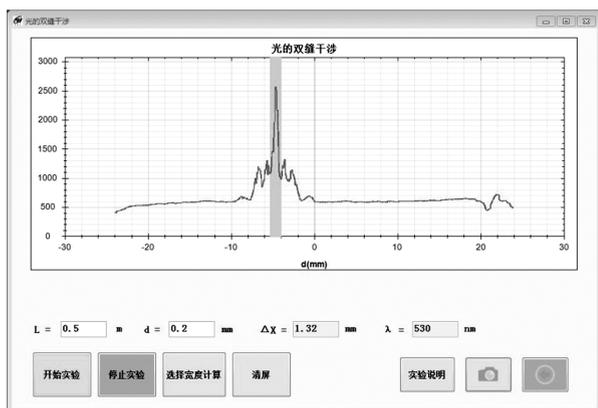
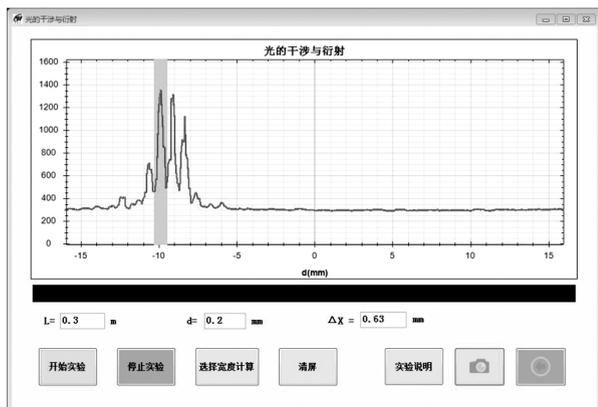
(1) 保持双缝到屏的距离、双缝间距不变,选取某一波长的激光(红色),通过光强分布传感器软件读出相邻条纹间距大小,并能计算出光的波长.

(2) 保持激光波长(激光笔颜色)、双缝间距不变,改变双缝到屏的距离,得到不同的条纹间距数值,并能计算出光的波长.

(3) 保持双缝到屏的距离和双缝间距不变,改变激光波长,得出条纹间距.实验中笔者对传感器组件做了改进,分别使用绿色和紫色激光笔来替换原装红色激光发射器.但由于这两种颜色的激光笔能量密度较高,超出光强分布传感器的响应阈.此时,引导学生基于现有条件利用已有物理知识解决目前的困境,即如何调整激光强度以适应目前的传感器.在此,我们采取了“透镜组扩束”的方法降低激光的能量密度,使得传感器能够正确显示干涉条纹图样,从而准确地对条纹间距公式进行定量验证.

(4) 处理、分析实验数据,归纳光的干涉条纹间距公式.引导学生学会分析与归纳多组实验观测数据并最终揭示物理规律的科学研究方法.传感器终端软件界面如图6所示,其中横坐标表示光强分布

传感器沿矩形窗口长边的位置分布(单位是 mm),纵坐标表示传感器接收的光强大小(单位是勒克斯),其中的波峰、波谷分别对应干涉图样中的亮、暗条纹.图6~8分别展示了一组实验结果.

图6 红光,双缝间距  $d = 0.3$  mm,双缝到屏的距离  $l = 0.5$  m,相邻条纹间距  $\Delta x = 1.1$  mm图7 绿光,双缝间距  $d = 0.2$  mm,双缝到屏的距离  $l = 0.5$  m,相邻条纹间距  $x = 1.32$  mm图8 紫光,双缝间距  $d = 0.2$  mm,双缝到屏的距离  $l = 0.3$  m,相邻条纹间距  $x = 0.63$  mm

这一环节,除了着重引导学生学会利用控制变量法进行一一验证外,还要重视引导学生完成从实验数据到物理规律的数学形式的过渡,加深对光的干涉条纹间距公式的认识,同时体验以数学作为物理学语言的魅力所在. 还需要说明的是,若条件允许,该环节亦可以设计成分组实验,以便学生能够体验实验的具体操作过程,了解先进的仪器设备的具体使用方法,同时还可培养实验数据处理能力<sup>[3]</sup>. 另外,通过以上实验,学生了解了传感器的使用方法以及软件强大的数据处理能力. 由此学生会逐步建立起利用现代信息技术进行物理实验的理念,并将其迁移到其他物理实验(甚至其他学科)中,这也是利用物理实验培养核心素养的一种行之有效的方式.

### 3 结束语

总结起来,在进行物理实验设计时,我们重点关注了以下两个方面:

(1) 实验器材选取与搭建. 我们没有选择高度集成自动化的实验仪器(尽管具有操作简便等优势,但劣势同样存在:学生一般对其比较陌生,学生不宜亲历物理现象的发生发展过程,缺少参与感),而是立足现有常见器材;根据实验需求对一些简单的器材进行重组利用,重组的过程其实就是启发物理思维,对物理现象和规律的认识加深的过程;灵活选用

现代实验设备以发挥现代技术接收信号、处理数据的优势.

(2) 实验过程与方法. 灵活选取实验方式,如分组实验可以培养动手能力,加强学生的合作与交流意识等;实验过程中灵活设问引导学生多角度探究,培养学生的科学推理与论证能力,学习科学的实验方法和分析方法(如控制变量法、归纳与总结等方法);实验过程中积极创设教学情境,利用实验过程中遇到的问题适时引导学生通过物理知识灵活解决未知问题的能力;引导学生学会实验数据的处理与分析方法.

一言以蔽之,从器材的选取到实验过程的设计与实施,都应将核心素养和物理思维的培养纳入其中. 只有这样,才能真正发挥出物理实验在培养学生核心素养方面的应有作用. 笔者结合自己的教学体会,对高中物理实验教学创新策略及具体实施过程进行了梳理,供广大教育同行参考,借此抛砖引玉.

### 参考文献

- 1 李可达. 核心素养理念下高中物理实验教学探究. 考试周刊,2018(41):157
- 2 谢毓平. 高中物理核心素养的内涵与培养途径. 理化生教学与研究,2018(42):171
- 3 邱仁和. 重视高中物理教学过程 渗透培养物理实验能力. 中学理科园地,2018,14(79):41~45

## Practicing Core Accomplishment, Inspiring Physics Thought

—Taking *Interference of Light* as an Example

Gao Xiaoyan

(The High School Affiliated to Beijing Normal University, Beijing 100052)

**Abstract:** The cultivation of high school students' core accomplishment and values is the character and key ability that students must have in their growth and development. Physics experiment teaching plays an important role in improving the quality of physics teaching and cultivating students' core accomplishment and values. In high school physics teaching, teachers increase focus on building up students' physics thinking capability through experiment teaching, as well as on improving students' core accomplishment and values. Taking "interference of light" as an example, this paper makes a preliminary discussion on how to cultivate students' core accomplishment and to inspire physics thinking mode by physics experiment teaching, based on two innovative experiments.

**Key words:** core accomplishment and values; experiment exploring; physics teaching; interference of light