

光的干涉高端备课

周栩君 邢红军

(首都师范大学物理系 北京 100048)

(收稿日期:2016-11-03)

光的干涉作为高中物理“光”一章的重要内容,一直都是高中物理教学的重难点之一.文献检索表明,这节课的教学设计一直没有得到真正意义上的有效解决.有鉴于此,本文立足于高端备课的视角,对光的干涉教学进行重新设计,希望对本节课的教学有所启迪.

1 现行教材编写的分析

教材首先提出猜想,“如果光真的是一种波,两束光在一定条件下应该发生干涉”^[1],随后直接引出托马斯·杨的双缝干涉实验.让一束单色光投射到一个有两条相距很近狭缝的挡板上,如果光是一种波,狭缝形成两个波源,它们的频率、相位和振动方向总是相同,两波源的光在挡板后的空间互相叠加,发生干涉现象.杨氏双缝干涉实验观察到干涉现象,证明光的确是一种波.最后,讨论得出明条纹和暗条纹出现的条件.

光的干涉很好地说明了光具有波动性,使学生对于光本性的认识有了进一步的深化.虽然任何经典的概念都不能完全概括光的本性^[2],但光的干涉却也是认识光本性的一个重要台阶.它既是光波波动性的重要体现,也是分析理解光的衍射现象的重要基础,对光的干涉的重视以及深化,在光学教学中具有举足轻重的地位^[3].

研究发现,教材编写存在以下问题.其一,教材中所展示的光的双缝干涉实验虽然没有科学性错误,但是不够直观、深刻和有趣,没有突出“空间”干涉的思想;其二,教材中双缝干涉实验的示意图没有采用形象化的展示,从而影响学生对光的干涉机理

的理解;最后,在阐述杨氏实验明暗条纹产生的条件时,如何由明暗条纹的位置过渡到光程差,教材并未给出合乎逻辑的解释.有鉴于此,本文针对以上几个问题展开新的教学设计.

2 光的干涉高端备课

2.1 创新演示实验 展示空间干涉

教材一开始就引入了光的双缝干涉实验,在暗室中用氦氖激光器发出的红色激光照射金属挡板上的两条平行狭缝,学生可以在屏上观察到明暗相间的干涉条纹,由于该实验仅在固定的光屏上进行观察,会让学生误以为干涉只发生在光屏处,如同凸透镜只在光屏处成一个清晰的像一样.因此,为了让学生在空间观察到杨氏双缝干涉的图样,可以引入如下实验:以激光为光源,将单缝和双缝放在讲台上,把实验室后面的墙壁当作光屏,将房间的窗帘以及门关好,营造一个暗室条件,干涉条纹就清楚地显示在墙壁上.由于讲台和墙壁之间有一段距离,双缝距离墙壁较远,学生观察到的干涉条纹间距较大.此时,教师举着一块贴有半透明纸的玻璃板,沿着两束光的叠加区,从实验室的后面慢慢走到前面,在这一过程中,学生可以通过玻璃板清楚地看到干涉条纹始终存在且间距由大逐渐变小,说明两束光在空间的整个叠加区域内都发生干涉,明暗条纹的空间分布是稳定的.进一步,教师再用喷雾器在光束的叠加区域洒雾,空气中的小水珠会对光形成散射,这时可以观察到在整个叠加区域明暗条纹干涉图样的空间分布.这样就使学生信服地认识到两束相干光的叠加和两列波长相同的水波的叠加是类似的,从而承

作者简介:周栩君(1993-),女,在读研究生,研究方向为物理教学论.

指导教师:邢红军(1960-),男,教授,博士生导师,主要研究物理教学论.

认光的波动性^[4].

这样的实验不仅激发了学生的学习兴趣,而且直观、深刻地突出了“空间”干涉.只有通过这样的实验,才能让学生认识到光的干涉不仅只发生在光屏处,而是在光的整个叠加区域都会发生.如此就将光的干涉由二维上升到三维,也就是由“位置”上升到了“空间”.因此,就使学生对“两波源的光在挡板后的空间互相叠加,发生干涉现象”的“空间”二字有了全新的认识.

2.2 借助形象图示 理解干涉机理

对于光的干涉,教材借助图1并结合波动理论解释了明暗条纹形成的原因.

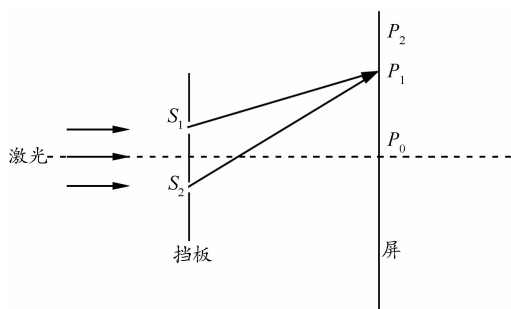


图1 光的干涉图示

然而图1无法直观展现光波叠加的实际过程,利用该图进行讲解,学生难以在大脑中构建光波叠加的具体图像,理解起来较为抽象.为此,可以借助直观形式将光的传播过程及叠加方式展现出来,以便学生更好地理解明暗条纹产生的原因.

(1) 波峰和波峰叠加(或波谷和波谷叠加)

图2是两列波在 P 点叠加的具体图示,与图1不同的是,图2更加直观地显示了两列波在 P 点恰好是波峰和波峰叠加.由于波峰的振幅最大,且此时两列波的振动方向相同,所以在 P 点叠加时振幅更大,因此在 P 点出现明条纹.

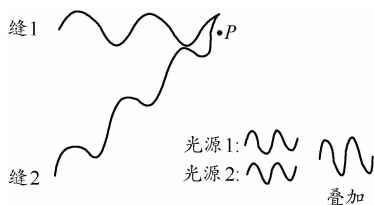


图2 波峰和波峰叠加

同理,如果两列波在 P 点恰好是波谷和波谷叠加(图3),因为波谷的振幅也最大,且此时两列波的振动方向相同,所以在 P 点叠加时振幅也更大,因此

在 P 点也会出现明条纹.

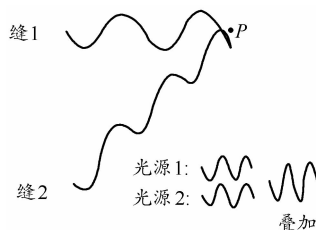


图3 波谷和波谷叠加

(2) 波峰和波谷叠加

图4是两列波在 P 点叠加的具体图示,可以发现,两列波在 P 点是波峰和波谷叠加,因为波峰和波谷的振幅都是最大,但此时两列波的振动方向相反,所以在 P 点叠加时,振幅为零,此时在 P 点会出现暗条纹.

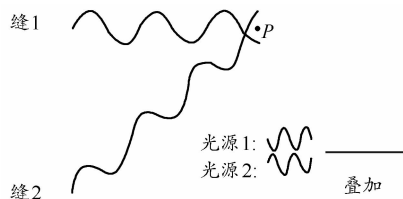


图4 波峰和波谷叠加

借助上面3幅图,可以帮助学生更好地理解波的叠加机理,并对明暗条纹的产生原因有了初步了解.相对于教材的示意图,新的示意图更直观,更形象,更便于学生理解.在学生充分理解之后,教师可以进一步引导学生分析产生明暗条纹的物理本质到底是什么.

2.3 强化教学逻辑 彰显物理本质

当学生理解了波峰和波峰叠加以及波峰和波谷叠加的干涉机理后,教师应带领学生分析产生明暗条纹的物理本质.因为波峰和波峰叠加、波峰和波谷叠加,只是一种形象的说法,还有必要进一步研究产生明暗条纹的物理本质.教材在阐述产生明暗条纹的条件时,直接引入了路程差的概念.由于路程差是一个空间量,如何讲清由“位置”转换到“空间”的逻辑关系?教材对此问题的阐述并不清晰,需要重新梳理.

教师应当告诉学生,研究通常遵循“从特殊到一般”的思路.具体来说,在保证两列波频率、相位和振动方向都相同的情况下,可以首先研究 P_0 点,因为这个点很特殊,两列波到达该点的路程是一样的.

通过观察,发现该点出现亮条纹.由于只研究该点无法得出产生明暗条纹的条件,因此需要由 P_0 点开始,沿两边选取任意一点 P_1 ,希望通过研究 P_1 点出现明纹还是暗纹,从而归纳出产生明纹与暗纹的条件.由于波源性质不变,唯一发生变化的就是两列波到达 P_1 点的路程不再相等,出现了差值,因此,出现明暗条纹的根本原因就在于路程差.显然,对于光的干涉教学设计,不能只将关注的焦点集中于光屏上产生明暗条纹的位置,还应该凸显产生明暗条纹的根本原因——“路程差”.这种由“位置”转换到“空间”的教学思路正是逻辑过渡的重要突破点.

进一步,教师可以引导学生讨论路程差与明暗条纹之间的关系.对于明条纹来说,两列波处于波峰和波峰(波谷和波谷)叠加的状态,假设一列波保持不动,将另一列波向前移或向后移,直到波峰和波峰(波谷和波谷)再次重叠,此时移动的那列波刚好走了1个波长的距离.同理,继续向前移或向后移,波峰和波峰(波谷和波谷)再次重合时,运动的那列波走了2个波长……显然,出现明条纹时,两列波的路程差应该为零或相差1个波长、2个波长……也就是波长的整数倍,也可以说是半波长的偶数倍.

出现暗条纹时,两列波处于波峰和波谷的叠加状态,假设一列波保持不动,另一列波向前移或向后移,直到波峰和波谷再次重叠,此时运动的波走了半个波长.同理,继续向前移或向后移,当波峰和波谷再次重合时,运动的那列波走了3个半波长……显然,出现暗条纹时,两列波的路程差应该相差半个波长、3个半波长……也就是半波长的奇数倍.

通过这样的分析,就可以水到渠成地得到杨氏双缝干涉实验明暗条纹产生的条件,并总结出如下结论:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{产生明纹的条件: } \Delta r = \text{偶数倍} \frac{\lambda}{2} \\ \text{产生暗纹的条件: } \Delta r = \text{奇数倍} \frac{\lambda}{2} \end{array} \right.$$

其中 $\Delta r = 0$ 是屏的中心点 P_0 .产生明条纹的条件.

教材对明暗条纹产生条件的具体阐释是将明暗条纹来回穿插进行分析的,这样有可能导致学生思维混乱,不利于学生理解,所以先讲明纹还是先讲暗纹也是教师需要考虑的问题.由于明纹产生的条件涉及到的路程差是一个波长的整数倍,一个波长比半个波长更易于学生理解和掌握,所以教师应该先讲解明条纹的产生条件,再讲解暗条纹的产生条件.

3 高端备课的启示

3.1 高端备课应注重物理思想的渗透

高端备课的核心思想是体现从物理知识教育到物理方法教育,再到物理思想教育的过程,同时达成教学逻辑与学生心理逻辑的统一.在光的干涉教学中,最重要的物理思想就是“相干”思想.从机械波的干涉、水波的干涉、声波的干涉,上升至现在的光波的干涉,都是体现相干思想的实例.从理论上讲,各种波动都有可能产生相干,“相干”的实质是波动与波动的相互作用,“相干”的结果是波动能量在叠加空间里重新分配,产生新的能量分布,两列波离开叠加区域以后,它们的能量又会恢复为原来的分布^[5].

目前在中学物理课堂教学中,教师更注重知识的讲解,并利用大量习题达到巩固知识的目的.但是当新的问题出现时,学生往往“无计可施”.很多人认为是由于学生迁移知识的能力比较弱,其实不然,最根本的原因还是由于学生在学习时没有从物理本质上理解知识.以本节为例,干涉的重点就是“相干”的物理思想,只有深刻理解了干涉的思想,才能使學生更好地掌握“干涉”内容,并实现知识的迁移.

3.2 高端备课应注重直观图像的展现

在备课过程中,不论语言、图像、逻辑都应该围绕彰显物理本质而展开,以最直观、最易理解的方式将知识呈现在学生的面前.在构建干涉示意图时,首先应该保证示意图的正确性,不能出现科学性错误.在此基础上,还应该让示意图更直观,更形象,更便于学生理解.

波不是以直线方式传播的,而是以正弦波的形式在空间传播.波峰和波峰叠加(或波谷和波谷叠加),波峰和波谷叠加是波的两种叠加形式.从教学角度来思考,以正弦波的图示对两种叠加形式进行分析,能更好地在学生的大脑中构建光波叠加的具体过程,从而使学生对振动加强、振动减弱有更直观的理解.相反,教材中的图像有可能让学生误以为光波是以直线的形式在空间传播,导致对叠加过程的理解不够深入.

改进后的图像对于得出产生明暗条纹的条件有很大帮助.由于图像展示出的波峰和波峰叠加(或波谷和波谷叠加)是振动加强部分,因此路程差一定是半波长的偶数倍,而波峰和波谷叠加则是振动减

“先行组织者”策略在物理新课导入环节中的应用

童小平

(浙江省衢州高级中学 浙江 衢州 324006)

(收稿日期:2016-12-29)

摘要:“先行组织者”是课堂教学中的一种重要策略,其作用是通过激活学习者原有的经验或知识,在新旧知识的迁移之间架设沟通的桥梁,从而促进学习者有意义地接受学习.研究表明,“先行组织者”是一个行之有效的教学策略.

关键词:先行组织者 物理新课 应用

新课导入是上课的启动环节,它不仅仅只是上课开场白的使用,更重要的是可以拉近师生情感、激发学习动机、建立新旧知识的联系、创设学习情境.而“先行组织者”策略对于教师有针对性地考虑新课的导入方式和导入效果问题有着很大的启发作用.

“先行组织者”教学策略的理论基础是美国著名心理学家奥苏伯尔(D. P. Ausubel)的认知心理学理论体系和美国著名教育心理学家梅耶(R. E. Mayert)的学习模型.“先行组织者”策略就是在让学生接受新知识时,先呈现引导性材料,通过先行引导性材料的呈现,促使学生意识到相关的知识和经验,增强认知组织,促进学生积极地接受新知识学习的一种教学策略.“先行组织者”可以是一个概念、

弱的部分,路程差一定是半波长的奇数倍,由此可以顺理成章地得出产生明暗条纹的条件.

3.3 高端备课应注重教学逻辑的诠释

教材对于“路程差”有阐述,但是逻辑并不清晰,这也是很多中学课堂中的问题.根据光屏上某一位置的明暗条纹追溯到两光源在空间中的传播距离,不仅让学生认识到明暗条纹的产生是由于光的传播距离不同,而且让学生对于光波干涉的空间性有了更深一层的认识.

教学的逻辑顺序是至关重要的.先讲什么,后讲什么,都应该有一定的依据,而这个依据就是学生的学习心理,遵从由简单到复杂,由直观到抽象的教学原则.

之所以依据“由特殊到一般”的方法引出“路程差”,以及“先讲明纹后讲暗纹”的教学顺序,都是基于以上两个原则的考量.根据形象的图示进行分析,先描述叠加时振幅的变化,再分析出产生明暗条纹的

一条定律或者一段说明文字,可以用通俗易懂的语言或直观形象的具体模型.它有两个方面的作用:第一,帮助学生注意自己的认知结构中已有的那些可以起加固新知识作用的概念,以便使新知识与之发生联系,像是为新知识的学习提供了脚手架.第二,有了这种稳定的清晰的引导组织的作用,学生可以避免机械学习.笔者结合教学实践经验,发现在高中物理的新课导入教学环节中经常采用以下几种先行组织者.

1 以“生活体验”为先行组织者导入

美国教育家杜威认为,“教育即生活”.《普通高中物理课程标准(实验)》中强调物理更加贴近生活、

原因,并进一步得出路程差与明暗条纹之间的关系.

教学逻辑可以帮助学生更好地将直观的物理现象与抽象的物理本质更好地联系起来,使学生不仅知其然,而且知其所以然,这正是物理教学逻辑的重要价值.

参考文献

- 1 人民教育出版社课程教材研究所,物理课程教材研究中心.物理(选修3-4).北京:人民教育出版社,2010.54~55
- 2 赵凯华.新概念物理教程·光学.北京:高等教育出版社,2004
- 3 顾铮,卜胜利,童元伟.浅析“光的干涉”中的光源性质及作用.大学物理,2013,32(4):53~56
- 4 柳斌,马立,赵所生,等.中国著名特级教师教学思想录 中学物理卷.南京:江苏教育出版社,1993.432
- 5 朱铨雄.物理学思想概论.北京:清华大学出版社,2009.140