

“光的全反射与光纤技术” 教学的创新设计

李琪琪 王笑君 刘腾键

【摘要】通过设计三种不同介质的实验,来强化学生全反射现象产生条件的普适性观念;通过演示实验和分组实验的结合,来培养学生实验设计、合作交流的能力;通过教具演示和递进式讲解,来加强应用实例的直观性及其之间的关联性。

【关键词】教学设计;全反射;光纤技术;普适性;分组实验

一、引言

一般教材在“光的全反射与光纤技术”这节课都遵循导入新课—提出问题—实验探究—学以致用—课后思考的教学流程。例如,新版粤教版教材首先根据光的折射定律提出探究问题,然后通过长方体玻璃缸(“空气—水”两种介质)演示实验,引出光疏介质、光密介质的概念和全反射现象的定义,接着分析实验总结出全反射现象的产生条件,最后介绍光导纤维和光纤技术等应用。

本文则从实际教学出发,从以下四个方面进行设计和拓展:(1)通过创设生活情境“会消失的鱼”引发学生认知冲突,引起学生兴趣,从而导入新课。(2)通过引导学生设计三种不同介质的实验,从单一介质过渡到多种介质得出全反射现象产生条件的普遍规律,来强化学生的普适性观念。(3)普适性观念的教学,如果全部采用演示实验则不能培养学生实验设计、动手操作和合作交流的能力;若采用单纯的分组实验则需要花费较多的课堂时间,因此本文结合演示实验和分组实验,不仅可以提高课堂效率、落实普适性观念的教学,还可以培养学生相关能力。(4)制作“全反射管道”和“光纤通信演示仪”教具,直观展示光纤通信技术,便于学生理解;同时先利用“全反射管道”讲解多次全反射的光路特点,接着过渡到光导纤维的应用展示,之后再讲解光纤通信的工作过程,层层递进,加强应用实例之间的关联性。

根据教材的教学流程和本文的改进拓展设计本

节课的教学流程,如下页图1所示。

二、教学的创新设计

(一)利用“会消失的鱼”创设悬念,引发认知冲突

用自制的“会消失的鱼”教具展示生活中的全反射现象:教师依次将两条纸质鱼放入装有摄像头的玻璃缸中,结果发现摄像头同样的位置,第一条纸质鱼清晰可见,但第二条纸质鱼却神奇地消失了,如下页图2所示。该情境的现象与学生已有的认知产生冲突:为什么摄像头同样的位置却看不到第二条纸质鱼呢?第二条纸质鱼消失的原因是什么?该现象背后涉及什么物理知识?通过情境创设悬念,引发认知冲突,激发学生的好奇心。

物理知识源于生活,在教学中应当引导学生从生活中的物理现象出发,感受全反射现象的真实性,为抽象的物理概念注入鲜活的生活气息。两条纸质鱼,其中一条纸质鱼套上硬胶套,硬胶套和纸质鱼中间形成的空气层会增大光线入射水中的角度,从而满足入射角 \geq 临界角的条件,产生全反射现象,导致第二条纸质鱼消失。设计的目的是通过展示生活中的情境创设悬念、引发学生的认知冲突、激发学生的好奇心,让学生带着问题和兴趣走进课堂。

(二)设计三种介质实验,强化普适性观念

教师先利用“空气—水”介质进行演示实验,让光分别从空气入射到水中 and 从水中入射到空气,实验结果如下页图3所示。接着引导学生观察实验现象,对比分析两种情况的不同,由此引出全反射现象

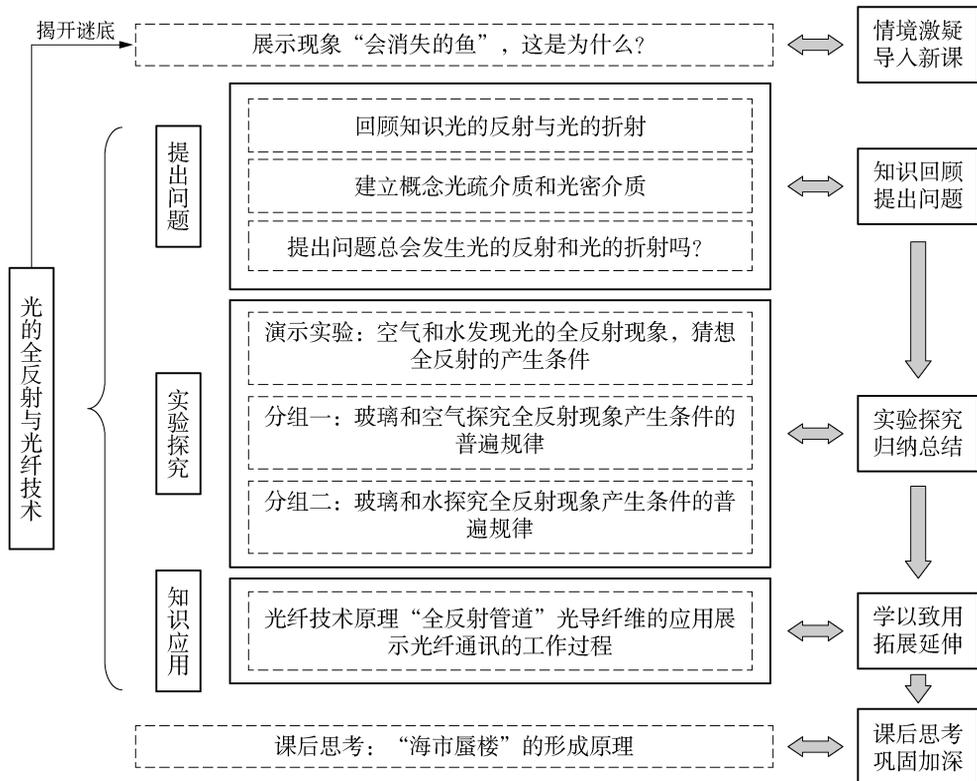


图1 教学流程设计

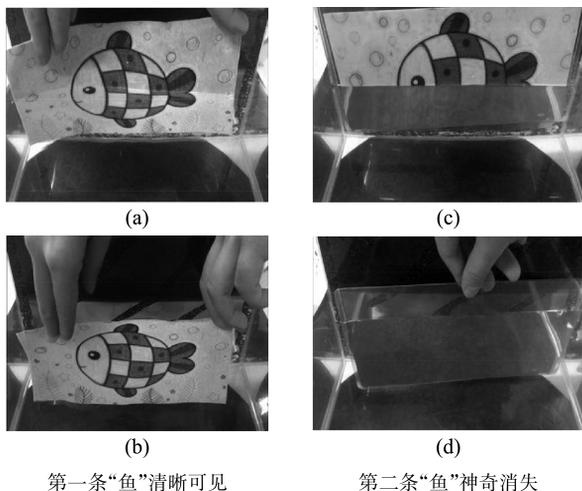


图2 纸质鱼放入水中的现象

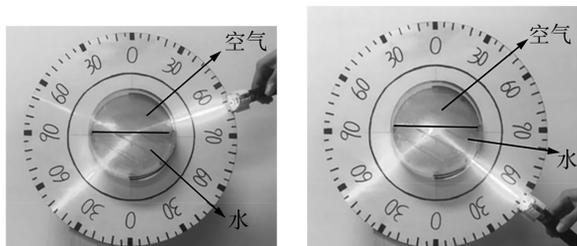


图3 “空气—水”介质实验结果

的定义。然后引导学生进一步分析现象,总结出全反射现象产生的条件之一:入射角 $i \geq$ 临界角 i_c 。接着追问:只需要满足条件一就可以了?光从空气入射到水中时一直没有产生全反射现象,这是为什么?由此引发学生的思考:全反射现象的发生只能从水入射到空气中吗?其他介质之间是否存在全反射现象?全反射现象的产生是否具有更为普遍的规律?

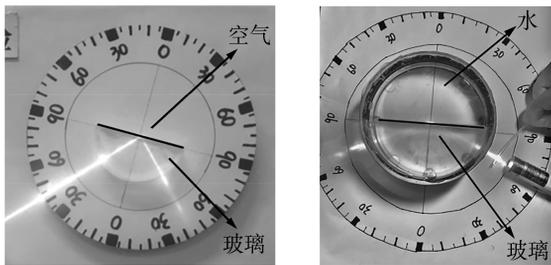
教师引导学生观察折射率表,基于光疏介质、光密介质的概念基础,提出猜想:全反射现象产生的条件之二是光要从光密介质入射到光疏介质。教师提问:全反射现象产生的条件二是否具有普遍规律?应该如何进一步探究?通过问题引导让学生意识到从两种介质实验得出的猜想不具有普适性,想要得出全反射现象产生条件的普遍规律则需要多种介质的探究。在这里,教师需要特别向学生指出物理规律的普适性,强调物理规律的得出需要多种介质实验的验证,从而确保全反射现象的产生条件在不同介质中都能普遍适用。

教师借助教具演示全反射现象,将教材中静态的图,变为直观、动态的变化过程,能够有效地展示

全反射现象;通过教师的“问题支架”分析实验过程,得出全反射现象的概念和猜想出全反射现象的产生条件,充分体现“学生为主,教师为辅”的教学理念;同时教材只给出了“空气和水”两种介质的探究,但是空气和水的许多性质不一,单一的实验现象不足以说明光需要从光密介质进入光疏介质才能产生全反射,因此需要进一步探究条件的普适性。在教学中应注重强化学生普适性观念的教学,让学生意识到物理规律十分注重是否普遍适用,因此引导学生设计多种介质进一步实验探究。

(三)演示与分组实验相结合,兼顾课堂效率和学生能力培养

前面教师通过演示“空气—水”介质的实验,引导学生猜想出全反射现象产生的条件二是光要从光密介质入射到光疏介质,为了探究全反射现象产生条件二的普遍规律,强化学生物理规律的普适性观念,教师需要引导学生设计多种介质进一步探究。首先引导学生观察几种介质的折射率表,让学生根据折射率表自主选择探究的介质种类;在分组实验过程中,将全班同学分为两个大组,两人为一个小组,同一大组内的小组使用相同的介质进行实验;经过学生设计,最终确定使用“玻璃—空气”和“玻璃—水”两种介质进一步探究;然后学生分组实验、动手操作并记录实验现象,教师巡堂指导;实验结束后,小组之间分享实验现象(如图4所示),并通过合作互补、交流讨论,共同总结光从光密介质进入光疏介质这一产生条件具有普适性。



(a)“玻璃—空气”介质

(b)“玻璃—水”介质

图4 其他介质实验的全反射现象展示

在普适性观念的教学中,如果全部采用演示实验,则学生无法经历知识的形成,无法主动建构出全反射现象的产生条件;若采用纯分组实验,则需要较多的课堂时间,课堂效率不高。因此本文在教学设计中结合演示实验和分组实验,在演示实验中主要

总结出全反射现象的定义和猜想出全反射现象的产生条件;在分组实验中,让不同组别的学生设计不同的介质进行探究,主要是通过小组合作交流,共同总结全反射产生条件的普遍规律。结合演示实验和分组实验,不仅可以提高课堂效率、落实普适性观念的教学,同时还能让学生经历实验过程、感受科学探索的乐趣,有助于培养学生的实验设计能力、动手操作能力、团队协作能力、交流表达能力。

(四)通过教具演示和递进式讲解,加强应用实例的直观性及关联性

1. “全反射管道”展示多次连续的全反射现象

教师演示激光笔入射到装有肥皂水的玻璃管道中,调整入射角的大小,结果产生了多次连续的全反射现象(如图5所示)。学生分析原因:激光从水入射到空气中,满足从光密介质入射到光疏介质的条件,当调整入射角的大小使之大于等于临界角时,就会产生全反射现象。教师指出连续多次全反射可以将光线牢牢地困在管道中,实现光的传输。



图5 全反射管道的实验现象

制作“全反射管道”教具,让学生直观地观察到光在管道中多次连续全反射现象的特点,建立感性认知,为下面讲解光导纤维的应用打下基础。

2. 光导纤维的应用展示

在全反射管道的基础上讲解光导纤维的工作原理,光导纤维中间的纤芯是光密介质,外面的包层是光疏介质,当调整入射角的大小时,就可以发生类似“全反射管道”的多次连续的全反射现象,从而实现光的弯曲传播。教师展示光纤灯让学生直观感受光在光纤中的弯曲传播,并利用动画展示光纤内部的光路传播,便于理解,如下页图6所示。

生活中的光导纤维都比较细,学生只能看到光源灯和发射端的光亮,很难用肉眼观察到光在光导纤维内部的传播过程,因此需要“全反射管道”现象

的铺垫,来帮助学生理解光能在光导纤维中实现弯曲传播,是因为光在光导纤维内部发生了多次连续的全反射。

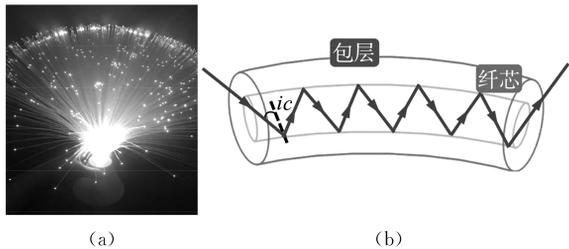


图6 光导纤维实物展示与原理图

三、结束语

新修订的高中物理课程标准十分强调观念的教学,本文通过设计三种介质的实验,来探究全反射现象产生条件的普遍规律,从而强化学生的普适性观念;同时,教师演示多种介质的实验不利于学生能力的发展与培养,而纯分组实验需要花费较多时间,因此本文结合演示实验和分组实验,不仅可以提高课堂效率,使得普适性观念的教学具有可实践性,还可以培养学生的实验设计能力、动手操作能力和合作交流能力。

3. 光纤通信的工作过程

在前两步的基础上,指出光导纤维在生活中的具体应用——光纤通信,并演示“光纤通信演示仪”(如图7所示):将手机与发射端相连对准接收端,手机播放歌曲,声音从接收端的音响发出,当遇到“房子”等阻碍物时,歌声消失,教师利用光导纤维绕过障碍物连接两端,歌声再次出现。发射端将声信号转为光信号,接收端将光信号转为声信号,而光信号的传播就依靠光导纤维,由于前面学生已经理解了光导纤维弯曲导光的原理,因此理解光纤通信的工作过程就变得容易了。

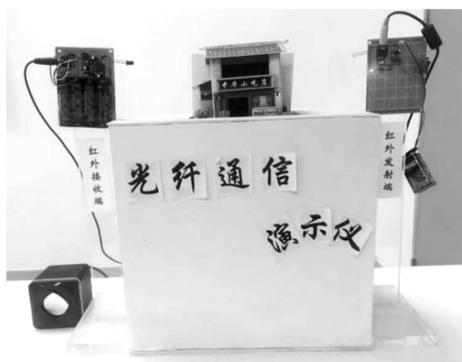


图7 光纤通信演示仪

在知识应用环节,本文通过“全反射管道”和“光纤通信演示仪”的教具展示,直观地向学生呈现光纤通信技术的过程,使得应用部分更加直观形象、生动有趣;同时先利用“全反射管道”讲解多次全反射的光路特点,建立感性认识;再以此类比到光导纤维内部光路的传播特点;之后再讲解光纤通信的工作过程,层层递进,加强应用实例之间的关联性,便于学生对光纤通信过程的深入理解。

参考文献:

- [1] 广东教育出版社. 普通高中课程标准实验教科书·物理(选择性必修一)[M]. 广州:广东教育出版社,2020:101-105.
- [2] 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(选择性必修一)[M]. 北京:人民教育出版社,2020:85-89.
- [3] 曹红梅,任虎虎. 促进科学思维发展的思维型课堂教学实践与反思[J]. 物理教师,2021,42(2):26-29.
- [4] 田望璇,邢红军.“全反射”教学设计的新探索[J]. 物理教师,2019,40(12):11-13.
- [5] 徐慧. 以问激疑,由疑启思——“全反射”的教学设计[J]. 物理教学,2017,39(2):18-22.
- [6] 高嵩,邢宏光. 设计进阶实验,引发认知冲突——“全反射”教学设计[J]. 物理教学探讨,2018,36(10):32-34.
- [7] 田望璇,邢红军.“全反射”教学设计的新探索[J]. 物理教师,2019,40(12):11-13.
- [8] 王漫,代伟,杜倩,蒋金华.“光的全反射”探究式教学设计[J]. 中国校外教育,2018(18):112-113.
- [9] 陈旭燕,程敏熙. STEM 教育模式下的自组装“光纤通信”实验研究[J]. 物理教学探讨,2021(9):47-52.
- [10] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018.

【作者简介】李琪琪、王笑君(通讯作者),华南师范大学物理与电信工程学院(广东 广州 510006);刘腾键,广州市白云区广州云雅实验学校(广东 广州 510430)。

【原文出处】《物理教学》(沪),2022.5.16~19