

如何上好初中物理“光的折射”一课*

唐建华

(苏州阳山实验中学 江苏 苏州 215151)

(收稿日期:2018-12-26)

摘要:运用自制教具,除探究了传统的光在空气和水、空气和玻璃两种介质中的传播情况外,还创造性地探究了光在水和玻璃、水和食用油间的传播情况,引导学生总结光的折射与光速的关系,为高中的折射定律及折射率的学习打好基础,让学生得出本质规律,而不是经验性的规律。

关键词:光的折射 高端备课 水和玻璃间的光的折射 水和食用油间的光的折射

初中物理“光的折射”在整个光学中的地位非常重要,是以后学习透镜、凸透镜成像规律的基础,也是高中光学的基础.但目前初中几个版本的光的折射教学限于实验的原因,只能探究光在空气和水(或玻璃)间的折射,教学停留于对光的折射现象的呈现和描述^[1],只能得出仅限于这些介质间的经验型的规律,这与高中光的折射教学是相脱节的.本文具体探讨产生该现象的原因与解决方法.

1 分析当前几种教材中的“光的折射”

苏科版八年级物理教材中,先通过引入光从空气斜射入水中,让学生初步认识光的折射现象,然后运用玻璃砖探究光的折射特点,具体是将玻璃砖压在光屏上,让光从空气斜射入玻璃砖,学生将最初的人射光和最后从玻璃射出的折射光描出.然后就总结光的折射规律:“当光从一种介质斜射入另一种介质时,折射光线、入射光线和法线在同一平面内;折射光线和入射光线分别位于法线的两侧;入射角增大(或减小)时,折射角也随之增大(或减小).光垂直于介质表面入射时,折射角等于零.当光从空气斜射入水(或玻璃)中时,折射光线偏向于法线方向,即折射角小于入射角;当光从水(或玻璃)斜射入空气时,折射光线偏离法线,即折射角大于入射角.”这么长的结论,只是对光在空气和水、光在空气和玻璃间的折射现象的表述,增加学生记忆的负担,不利于物理核心素养的提升.

人教版教材中,处理方式和苏科版大同小异,只是结论表达略有不同:“光从空气斜射入水或者其他介质时,折射光线向法线方向偏向.”其他部分基本相同.这样的表述是基于空气的折射率很小,接近1,其余介质的光的折射率都是大于空气的.结论虽更深入,但教材只探究了光在空气和水以及光在空气和玻璃中的折射,就下此结论,还是缺少说服力,不利于学生批判思维的培养.同时,若光从空气到真空,该结论就不适用.

2 造成该现象的原因——实验限制

造成该现象的原因是历史条件下的实验器材限制,缺少利于实验的激光源,缺少方便探究的实验介质.显示光路一般有两种方法:一是背景法,即是让光沿着光屏照射,可以从光屏上明显看到光路,如探究光从空气射向水时,向水中插入一个光屏,从光屏上可以看到光路;二是散射呈现法,即在光的传播路径上撒些微粒,当光照在上面时会有漫反射,这样从各个方向都能看到光路^[2].现行初中教材中“光的折射”只探究光在空气和水、空气和玻璃中的折射,不探究水和玻璃以及其他介质之间的折射.笔者认为有以下原因:

(1)水和玻璃间的折射实验难做.水和玻璃间的折射现象难以呈现,光路难以显示.水中可以加入牛奶等物质来显示光路,但玻璃中的光路难以显示,玻璃是固体,很难在其中加入其他颗粒,所以散射法

* 江苏省教育科学“十三五”规划2018年度立项课题“基于‘问题导向’的中学物理课堂教学模式的研究”阶段性研究成果,课题编号:E-c/2018-13

不容易呈现,若在玻璃后面贴一个光屏,虽然能得到光路,但很难给学生讲清楚,这个光路是不是玻璃中的光路。

(2) 水和玻璃间的折射实验现象不明显. 光在普通玻璃中的折射率约为 1.5, 水的折射率是 1.33, 两者相差不大, 光从水射向玻璃时, 偏折角度不大, 特别是入射角较小时, 学生不易看到折射现象。

(3) 其他透明介质如水和食用油间的折射理论上是可以做的. 水和食用油混合后, 两者不能相互融合, 油的密度较小, 所以在水的上方. 食用油的折射率约是 1.5, 水的折射率 1.33, 两者的折射率不同, 会出现折射现象. 但通常不会做, 因为食用油比较贵, 我们不可能将很多食用油倒进水槽中做实验, 太浪费了。

3 解决过程 —— 实验创新改进

解决问题 1: 如何在玻璃中显示光路. 玻璃是透明的介质, 如何让光从里面透射时把光路显示出来. 笔者经过多次的实验发现, 一般的激光笔射入玻璃时, 很难看到光路. 联想到晚上城市写字楼上的激光射灯, 会看到一个很明显的的光路, 而到了白天, 则没有了, 因为白天即使发出激光, 人们也看不到, 白天外界环境太亮了. 所以笔者网购了功率更大的激光笔, 使之发出更亮的激光射入玻璃中, 同时发现在暗室中可以看到明显的光路. 分析原因是玻璃中也有些杂质, 正是这些杂质对光的漫反射, 使我们看到了光路. 为了增加可视度, 笔者请专门的师傅制作了长 25 cm, 宽 10 cm, 厚 1 cm 的玻璃, 同时玻璃的边缘是不能打毛的, 因为若打毛了, 则光透过去后由于分界面不平, 出现很多折射光, 影响实验效果。

解决问题 2: 水和玻璃中的折射现象不明显, 两者的折射率相差不大. 笔者先用软件模拟了水和玻璃中光的折射现象, 发现入射角较小时, 折射角也较小, 入射角和折射角相差不大, 若不断增加入射角, 折射角也增大, 同时入射角和折射角之间的差值就越大, 此时实验效果就很明显. 具体如图 1 所示。

但实验时, 教师一般是在容器中装水, 将激光笔从容器上方空气中斜射向水的, 要使光从水射向玻璃时的入射角很大, 实际很难, 软件模拟发现即使从空气射向水时的入射角接近于 90° , 折射角最多也只接近 49° , 然后再以 49° 的入射角从水斜射入玻璃,

软件模拟发现折射角也只有 42° , 这样玻璃和水间的折射现象很不明显, 水和玻璃的折射就不易被学生发现. 解决方法是将激光从容器的侧面照进水中, 由于侧面照射时, 容器侧壁是厚度相同的介质, 对光的方向改变几乎可以忽略不计, 所以只要考虑光从空气到水的折射就可以了. 由于入射角较小, 折射角也很小, 且两者的差值也很小, 几乎不容易看出折射现象. 此时光再从水射向玻璃时, 入射角度就很大, 折射现象就非常明显了. 具体如图 2 所示。

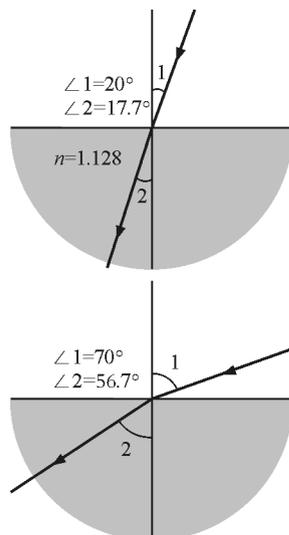


图 1 软件模拟水和玻璃中光的折射实验效果

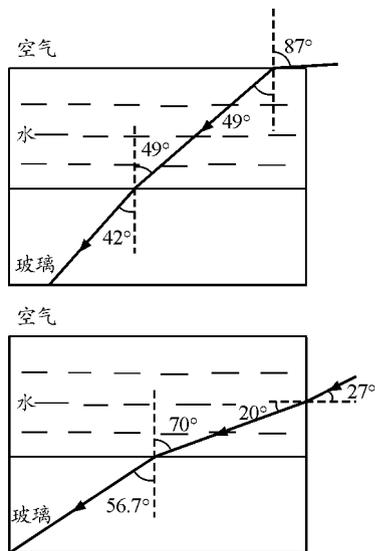


图 2 软件模拟光从水射向玻璃时的折射现象

解决问题 3: 探究水和食用油之间光的折射现象. 生活中由于食用油比较贵, 教师不可能用水槽来先装水再装食用油来实验. 但由于光折射时, 折射光线、入射光线和法线在同一平面, 所以, 可以减小容器的厚度, 来减小装油的质量, 同时减小实验器材的

重量.

综合以上几点,笔者网购了透明亚克力板等材料自制了宽27 cm,高23 cm,厚2.5 cm的容器,其中容器正面的两个大板的厚度是0.5 cm的亚克力板,其他侧板都是用1.5 cm的亚克力板材,既是容器的侧面,又能起支持作用,使整个容器结构更牢固.同时侧面的透明板材还能透光,这样容器中装厚玻璃和水时,光可以从侧面斜射入水,然后进入玻璃,发生明显的折射现象.如图3和图4所示是光从水斜射入玻璃的折射现象以及光在食用油和水之间的折射现象.

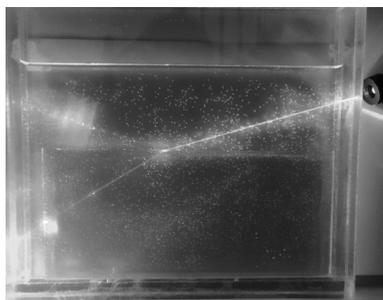


图3 光从水斜射入玻璃的折射现象

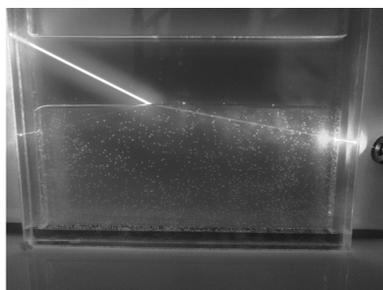


图4 光在食用油和水之间的折射现象

4 课堂设计

4.1 情境引入 激发兴趣

教师演示实验:用实物投影对着纸杯,将一枚硬币放在纸杯底部固定位置,慢慢移动纸杯,使学生刚好看不到纸杯中的硬币,然后教师缓缓地往纸杯倒入水,提问:你看到什么现象?

将这个原来只能由一个观察点观察的现象通过实物投影实时给全班学生观看,增加了实验的可信度,激发全班学生探究的热情.

4.2 建立模型 提出概念

原本看不见的硬币,在加水后被我们看见,究竟光从水到空气间的传播遵循什么规律呢?教师演示实验:在盛有半水缸的水中加入数滴牛奶,将水缸上

方用点燃的蚊香薰起少许烟雾,水缸上用玻璃盖住,用激光笔从空气斜射照入水中.

学生根据看到的现象,把光路模型表达出来.教师对比光的反射现象,介绍入射光线、法线、折射光线、入射角、折射角等概念.

通过对比的方法,学生很容易建立起光的折射概念,同时有意识地去思考光的折射与光的反射的不同点和相同点.

4.3 科学探究 追根溯源

提出问题:光的折射遵循什么规律呢?需要什么器材?如何探究呢?

教师演示实验:用一个可沿着法线对折的光屏插入水中,将激光笔的激光沿着光屏照入水中.将入射光线垂直水面照射,观察折射情况;增大入射光线与法线的夹角,观察折射情况;将光屏沿着法线向后折,再观察折射情况;将另一只激光笔从玻璃水缸的底部逆着上方的光线从水照入空气,观察折射光线和原来的入射光线间的关系.

学生总结,光在空气和水间的折射规律.

教师抛出问题:光在不同介质中传播时有何不同的地方?引导学生联想到光在不同介质中的传播速度不同.然后再给学生出示光在几种透明介质中具体的传播速度,如表1所示.同时再提出问题,光可以在透明的空气和水中发生折射,那么能否在其他透明的介质间发生折射呢?其折射过程和光速有什么关系呢?

表1 光在不同介质中的传播速度

介质	真空	空气	水	玻璃	食用油
光速 / ($\times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)	3	2.99	2.25	2	1.9

学生分组实验:探究光从空气斜射入玻璃砖的折射规律.将玻璃砖压在白纸上,用激光笔从空气沿着白纸斜射入玻璃砖,然后用笔在白纸上入射光线的位置标注两点,最后从玻璃中射出的光线上标注两点,确定入射光线和从玻璃中射出的光线,根据这两条光线再确定玻璃中的光线,如图5所示.

学生小组交流,寻找规律:光在空气和水、空气和玻璃间的折射可能与光速的关系,当光从速度较快的介质到速度慢的介质时,折射光线偏向法线.

教师提问:光从水中斜射入玻璃时,光会如何传播?

学生:光在水中比在玻璃中的传播速度快,折射光线可能会偏向法线.

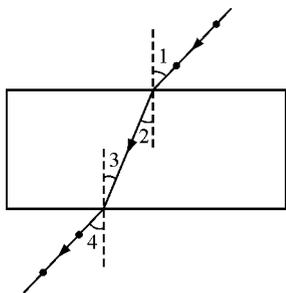


图5 玻璃中光线确定示意图

教师演示光从水到玻璃中的折射现象,验证学生的猜想.

教师提问:光从食用油中斜射入水中时,光会如何传播?

学生:光在食用油中比水中的传播速度慢,折射光线可能会偏离法线.

教师演示光从食用油到水中的折射现象,验证学生的猜想.

学生总结:光从一种介质斜射入另一种介质时,若光速变慢,则折射光线偏向法线,反之则偏离法线.

该过程,教师先演示空气和水间的折射,同时出示光在几种透明介质中的速度,然后学生自主探究光从空气到玻璃的折射,根据两个实验猜想光的折射和光速的关系,再探究光在玻璃和水、水和食用油中的折射去验证猜想.从现象到提出猜想再到验证猜想,步步深入探究光的折射规律.这样学生就不用去记忆以上几个教材中那么多文字的结论.更不用去记“空气中的角大”等教学中的二次结论,这种教学的过程既有深度,又符合初中生的思维水平.同时为高中学生学习折射定律打好基础,利于学生科学思维的培养.

4.4 知识应用 解决问题

用光的折射规律解释生活中光的折射现象是本节课的难点,但前面探究充分,学生解释生活中的折射现象也就水到渠成了.

(1)早晨看到初升的太阳.学生通过一系列探究过程,知道了光从光速快的介质到光速慢的介质时,折射光线要偏向法线,所以学生很容易画出光从真空到空气的折射光路图.这里笔者强调地球表面的空气是不均匀的,但我们把空气理想化成均匀介

质,可以画出图6所示光路图.解释生活中的这个现象,让学生充分理解光的折射规律,光的折射是和光速有关系的.

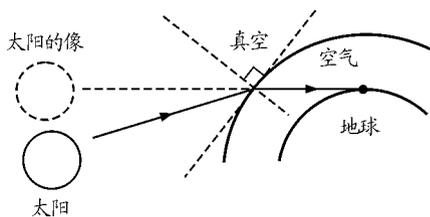


图6 太阳光射入地球外大气层的折射示意图

(2)用光的折射解释硬币“上浮”.引导学生画出光从水到空气的折射光路图,由于学生探究了水与空气的折射规律,所以学生很容易画出光从水到空气的折射光路,如图7所示,自然能够解释课堂引入时的魔术“硬币上浮”.笔者提出斜插在水里的筷子会向上弯折,引导学生画图解释,同时总结,我们从岸上看到水里的鱼、河底的石头等都会变浅,这也是生活中许多溺水事故的重要原因,所以,大家在河边不能轻易下水游泳,看起来水变浅了,但实际要比看到的位置深.

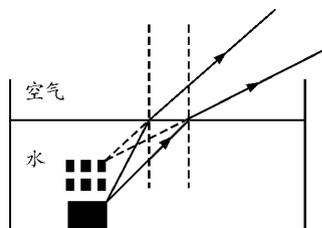


图7 “硬币上浮”原理示意图

总之,物理教师要时刻关注生活中的新产品,关注这些新产品是否能运用于物理实验教学.本文中笔者就先光的折射软件模拟了各种透明介质的折射情况,在模拟过程中找到效果最明显方案的基础上,再网购了市场上最新的高功率激光笔和亚克力板材,利用亚克力板材自制透明容器,然后装水、食用油以及玻璃来研究其间的折射情况,丰富了学生的探究过程,得出光的折射与光速的关系,为高中光的折射定律教学打好基础,促进学生核心素养的提高.

参考文献

- 1 邢红军.初中物理高端备课.北京:中国科学技术出版社,2014.69~72
- 2 张友华.一套光学光束实验系统的研制与应用.物理教学,2015(6):51~52