

渗透物理学史的“光的色散”教学设计*

蒋丽艳

(苏州高新区第一初级中学 江苏 苏州 215009)

(收稿日期:2020-10-29)

摘要:以中国古人及国外科学家研究色散现象事件发展为脉络,在学生学习光的色散时渗透物理学史,让学生深入了解色散的成因,以此培养学生的能力,提升学生的物理素养.

关键词:光的色散 物理学史 教学设计

1 引言

物理学史是岁月长河中人类认识自然界各种物理现象,研究物理学各种规律的发生和发展的历史过程.在物理规律被揭开之前,科学家们在历史的漩涡中历经挣扎.新的实验现象挑战旧理论,不同对立的理论在彼此的争斗中取得新的进展,如“微粒说”与“波动说”在200多年的彼此交锋中接受了德布罗意的“波粒二象性”学说.在物理教学的过程中,教师若能带学生入物理学史的某个事件中,经历不同科学家探究规律的历程,感受到科学的魅力,就能提高学生物理学习的兴趣,也有助于培养学生质疑、批判的精神.牛顿对光学的研究以色散最为突出.牛顿从笛卡尔的棱镜实验得到启发,又借鉴胡克和玻意耳的分光实验^[1],成功地总结出了色散的规律.

2 教学过程

色散是一个古老的课题,从中国古代开始就有关于彩虹现象的记载.学生在日常生活中也能观察到彩虹,从彩虹现象引入,符合物理学的历史发展,也更贴近学生的生活.

2.1 引入课题——古人对虹的认识

活动1:观看洒水车喷水时出现人造彩虹的视频(截屏如图1).

师:殷代甲骨文就有关于虹的记载,楚辞中将“虹”记作“绛”.

屈原在《楚辞》中写道:“建雄虹之彩旄兮,五色杂而炫耀”,认为彩虹有5种颜色.彩虹的形成是与

水滴有关,还是与太阳光有关呢?

学生思考:若无水滴,形成不了彩虹;若无阳光,也不会出现彩虹.



图1 喷水形成彩虹

师:古人也一直在探索彩虹的成因.唐代初期孔颖达在《礼记注疏》中粗略地揭示了彩虹的成因“若云薄漏日,日照雨滴则虹生”,认为虹是太阳光照射雨滴所产生的一种自然现象^[2].南宋朱熹对彩虹的成因有了进一步的认识,在《朱子语类》(卷二)“理气下”中指出虹是“日色散射雨气”.南宋的程大昌在《演繁露》中指出露滴分光的现象,分出的颜色不是水珠本身所具有的,而是日光的颜色所造成的.是否只有水滴才能产生虹现象呢?生活中还有其他物体也能呈现类似现象吗?

生:肥皂泡,衣服上的珠子等.

师:从晋代开始,许多典籍就记载着孔雀毛、某些昆虫的表皮、云母片在太阳下能呈现不同颜色的现象.李时珍指出,较大的六棱形水晶和较小的水晶珠都能将太阳光分光.

* 苏州高新区教育科学“十三五”规划2019年度课题“核心素养时代物理学史与初中物理教学相结合的校本研究”的研究成果.

设计意图:从人造彩虹出发,激发学生探索背后原因的兴趣,设疑激疑,再通过古人对彩虹形成的原因解释及其他物体也能产生虹现象的介绍,让学生了解历史.

2.2 实验探究——光的色散

师:中国古人对虹现象的解释是比较零散的,大多带有经验性.早在13世纪,国外的科学家也对虹的成因进行了探讨.德国的传教士西奥多里克,利用装满水的大玻璃球壳,在太阳下模拟了天上的彩虹.但他认为各种颜色的产生是由于光受到不同阻滞所引起的,没有摆脱亚里士多德认为一切颜色都是光明与黑暗、白与黑按比例混合的教义.

活动2:胡克利用烧瓶做了分光实验,将一只充满水的烧瓶,放在距离屏幕约60 cm的位置,让我们来回顾一下胡克的分光实验.

活动3:笛卡尔用三棱镜将太阳光投射到屏幕上,将三棱镜放在距离屏幕几厘米的地方,演示三棱镜实验.如图2所示.

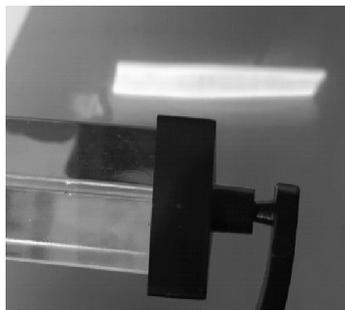


图2 三棱镜离屏较近时的场景

生:看到了光带两侧分别呈现蓝色和红色.

设计意图:培养学生的观察能力,进而培养学生思考问题的能力.通过物理史实,使学生知晓科学的道路并非一帆风顺.

师:为什么没有出现像彩虹一样多彩的颜色呢?

学生思考.

师:牛顿也在思考这个问题.玻意耳将棱镜散射的光投射到1米多高的天花板也仅看到两侧带颜色的光斑,而牛顿的高明之处是将投射的距离扩展成6~7 m,我们感受一下投射距离拉大后的实验场景.

活动4:学生操作三棱镜分解太阳光(室内可用平行光源)的实验.

生汇报:太阳光经过三棱镜后,被分解成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等颜色.

2.3 深入探究——白光的本质

师:彩色的光带是如何形成的呢?

生猜测:(1)七色光带可能是白光经三棱镜分解而形成的.

(2)七色光带可能是三棱镜在白光的刺激下产生的.

师:若白光是由七色光组成,必然能将七色光重新混合成白光,如若不能,说明光带是由三棱镜产生的.如何操作,才能将七色光重新混合呢?

生讨论汇报:将另一个三棱镜倒置放置,可能重新合成白光.

活动5:用2个三棱镜将分解的色光重新合成白光.如图3所示.



图3 白光的合成

生汇报:白光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫7种色光组成的.

设计意图:通过学生对彩色光带形成原因的猜想,培养学生的逻辑思维能力.让学生通过再次合成白光的讨论,培养逆向思维能力,感受物理的对称美.

2.4 揭示本质——色散的奥秘

活动6:在一张白纸上画一条直线,直线(图4中下面的那条线)左半边为紫色,右半边为红色,透过三棱镜观察现象.

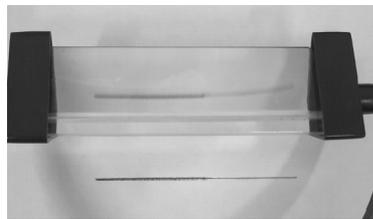


图4 用三棱镜观察紫线和红线

生:紫色线分成上、下两条线,下面的线为蓝色,上面的线为红色,蓝色的线比红色的线偏折得厉害.

师:蓝光比红光的折射能力强,为了说明白光确实是由折射性能不同的光组成的,牛顿还做了一个很有说服力的实验,被称为“判决性实验”(如图5).他拿两块木板,一块DE放在窗口F紧贴棱镜ABC

处,光从S平行进入F后经棱镜折射穿过小孔G,各种颜色以不同的角度射向另一块木板de,de离DE约4米远,板上也开有小孔g,在g后面也放有一块三棱镜abc,使穿过的光再折射后抵达墙壁MN.牛顿手持第一块棱镜ABC,缓慢绕其轴旋转,这样使第二块木板上的不同颜色的光相继穿过g到达三棱镜abc^[1].哪种光被折射得最厉害呢?这说明了什么?

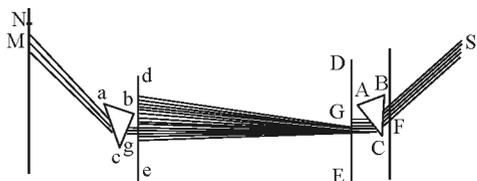


图5 牛顿的判决性实验

生:紫光.由此说明,白光确实由折射性能不同的光组成.

设计意图:通过三棱镜观察发现,由紫线(红色和蓝色混合成的紫色)分出来的蓝线偏折厉害,再由光的色散实验中光谱的颜色顺序推断出最外侧的紫光偏折最厉害,以此培养学生的推断能力及逻辑思维能力.

师:牛顿的实验证据充分,但人们一时无法接受.特别是胡克,他认为牛顿的这个实验不具有判决性,因为无法解释薄膜的颜色.为此,几年后牛顿又利用一只长而扁的三棱镜做了一个实验(如图6).扁长的三棱镜产生的光谱相当狭窄.将光屏放在位置1接收光,看到的仍然是普通光,但当屏改变角度,放在位置2,就可以看到分解的光谱.这个实验没有变换棱镜,只是变化了屏的角度,进一步说明了白光是由各种色光混合而成的,不同颜色的光折射能力不同.

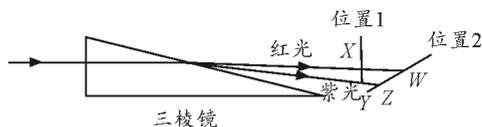


图6 牛顿的扁长三棱镜实验

3 教学效果

基于研究色散的物理学史的脉络开展探究教学,有助于学生了解所学知识的形成过程.本节课以“中国古人对彩虹成因的探索→胡克、笛卡尔的失败实验→牛顿的白光分解实验→合成白光实验→蓝光和红光偏折能力不同的实验→牛顿的判决性实验→牛顿的扁长三棱镜实验”为线索,不再是简

单地呈现成功的三棱镜色散实验,而是将科学探索的艰辛过程铺展在学习过程中,让学生亲历前人的探究过程.教师在使用教材的基础上,对教材的内容进行适度的拓展和延伸,相对于传统设计的教学有如下特点:

(1) 喷水车水雾中出现的彩虹引发了学生极大的兴趣,学生的内在驱动力推动其探求彩虹的成因.教学过程中渗透中国人解释色散成因的物理学史,提升了学生的人文素养.

(2) 基于真实情境设计的两个失败的色散实验,让学生体会到科学探究的过程并非一蹴而就,而是有艰辛有曲折,培养了学生正确的科学态度与价值观.

(3) 物理是一门以实验为基础的学科.学生亲自体验白光的分解和合成的实验过程,由三棱镜分解出的单色光清晰可辨,合成的白光效果也很明显,强化了学生的实验探索及分析问题的能力,更让学生感受到物理的对称之美.

(4) 在揭示色散奥秘的实验中,借用了牛顿的几个经典实验,几个实验环环相扣,使整堂课的内容更加完整,更好地揭示了色散的奥秘.学生体会到科学探索的过程是一个不断深化的过程,其间不断折射出科学家的人格魅力.

4 教学体会

本节课在传统的三棱镜色散实验基础之上,增加了很多物理学史的素材.彩虹现象的引入,与学生的生活经验相契合.而后通过古人对彩虹成因的认识,让学生感受并了解历史.由胡克和笛卡尔两个不算成功的实验,让学生感受到科学家在实验探索过程中也经历着不少曲折.在牛顿研究色散时所做的几个经典实验基础上,略作调整,让学生亲历实验过程,追随科学家的研究步伐,培养了学生的观察能力、分析能力和推断能力,使其更清晰地了解白光的本质及色散的成因.

参考文献

- 郭奕玲,沈慧君.物理学史(第2版)[M].北京:清华大学出版社,2005
- 季卫新,陈栋.“光的色散”国内外研究历史综述[J].中学物理教学参考,2019(12):50~55

(下转第161页)

6 总结——h5动画在新形态教材中的应用

综上所述,我们总结 h5 动画在新形态教材中的应用如下:

(1) 从新形态教材编著者角度,在新形态教材中设置 h5 动画,能够通过动画中的可调节参数来可视化地展示物理现象的变化过程,从而提高教材的表现力.

(2) 从教材编辑角度,可以应用一些 h5 动画对一些编辑加工的问题进行验证,提高书稿质量.

(3) 从学生角度,h5 动画能够激发学生的学习兴趣,甚至教授者可以鼓励一些学有余力的学生结合物理学原理和编程技术来编写 h5 动画,促进物理知识与计算机知识的融合.

新形态教材建设的实践表明,应用 h5 动画等数字资源把经典大学物理及实验类普通教材转型升级为新形态教材,对新时代教材改革将起到积极的推动作用. 建议教材编著者、编辑人员和出版社在新一轮教材改革建设中推广使用,开发出版更多更好的新形态教材.

参考文献

- 1 柴康敏,李翠莲,钟菊花,等. 基于 h5 的跨平台 3D 物理模拟和仿真实验 Web App 开发与教学实践[J]. 物理与工程,2018(S1),192 ~ 192
- 2 万士宝,力昌英. 大学物理教程(上册)[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2020. 167 ~ 167
- 3 樊亚萍. 大学物理学[M]. 西安:西安交通大学出版社,2019. 47

Practice on HTML 5 Animation in the Construction of New Form Teaching Materials

Gao Juping Zhang Haiyan
(Higher Education Press, Beijing 10029)

Abstract: Traditional university physics and experimental textbooks are upgrading to new-form textbooks. This article, using the Lissajous figure, one of HTML 5 Comics as an example, introduces it as a new digital resources in the application of new-form textbooks.

Key words: HTML 5 comic; physics simulation; Lissajous figure; new-form textbook

(上接第 158 页)

Teaching Design of *Dispersion of Light* Permeated with the Physics History

Jiang Liyan
(No. 1 Junior Middle School of Suzhou New District, Suzhou, Jiangsu 215009)

Abstract: The development of optical dispersion, which was investigated by ancient Chinese and foreign scientists, will be infiltrated during studying the optical dispersion. Students could understand the causes of optical dispersion deeply, and the learning ability and physical literacy of the students would be improved efficiently.

Key words: optical dispersion; physics history; instructional design