

彩虹的气象物理原理

康良溪

(福建省同安一中 361100)



有关光的折射、反射、色散的实验,学生在课堂上都做过或看过了,都觉得很平常,但是,能将它与自然现象、与其他学科的问题联系起来就少了。例如与自然现象的彩虹、气象方面的知识联系就少。

大家知道,在大自然中,有很多自然现象与物理相关,与其他学科相关。物理学科的教学,如何联系自然现象,联系生活实际问题,挖掘物理与其他学科的内在联系,使学生对事物整体及其发展变化的过程有一定的认识,了解各学科知识交叉、渗透、融合,拓宽学生思维,对培养学生综合素质是非常重要的。因此,让学生在学了光的直线传播,光的折射、全反射、色散后,再来认识彩虹,加深对大气中的光现象认识,知道物理与气象的联系也是很有意义的。

彩虹的物理原理

彩虹是人们时常看到的一种自然界的光现象。每当五彩缤纷的彩虹当空挂时,人们都会情不自禁地争相观赏这种大自然美景。古时有人说,那是寂寞的嫦娥在云端歌舞挥起的彩绸;也有人说,那是仙女为窥视人间在云中搭起的彩桥。不管是彩绸,还是彩桥,都只不过是神奇的传说罢了。而现实中的彩虹是什么?它是如何形成的呢?

一说到彩虹的形成,人们常把它跟“雨后”联系在一起。很多人认为只有“雨后”才能出现彩虹。其实,这种看法是不全面的。“雨后”天空有时会出现彩虹,这固然是事实,但是在阳光下,喷泉或瀑布的周围也会出现彩虹;在夏天,街上奔跑的洒水车的后面,有时也会出现一段彩虹;用喷雾器在空中喷雾也可形成彩虹……。显然,那种说彩虹仅在“雨后”出现,是对彩虹的成因还不十分了解造成的。只要知道空气中存在有形成彩虹的条件,就自然知道不一定要下雨才有可能出现彩虹。

在中学物理课上,有个“光的色散”实验:取一个棱镜,让一束白光穿过狭缝射到棱镜的一侧面,通过棱镜后,前进方向改变,在白色光屏上形成彩色光带,顺序是红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色。这与彩虹的颜色很相似。但是空气中是不可能有三棱镜存在却又形成彩虹。这是何故?这是因为空气中

飘浮有大量的小水滴。当太阳光照射到这些小水滴上,一个个的小水滴就像棱镜似地把白光分解成七种单色光,对阳光起分光色散作用。

阳光是如何在小水滴中产生分光色散现象?

阳光射入小水滴,即从空气这种媒质进入水这种媒质,发生一次折射,由于构成白光的各种单色光的折射率不同,紫光波长最短,其折射率最大,红光波长较长,其折射率最小,其余各色光则介乎其间。因此,光线在小水滴内产生分光现象,各色光同时在小水滴继续传播,遇到水滴的另一界面时被反射回来,重新经过小水滴内部,出来时再一次发生折射回到空气中。这样,阳光在小水滴中进行了两次折射和一次全反射就被分解成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种单色光。当空气中的小水滴数量很多时,阳光通过这些小水滴,经过反射和折射作用,射出来的光集中在一起,天空中美丽的彩虹就形成了。

平时,我们看到的多数是一条彩虹,视角(从地面至虹顶的角度)约 42° 。有时在彩虹的外边还能看到一条颜色顺序与这条彩虹恰好相反,且较暗一些的另一条虹,这条叫副虹。主虹是内紫外红,副虹是内红外紫,副虹又叫霓。霓与主虹为同心的圆弧,两者之间天空比较暗,虹内、虹外天空比较明亮。霓的视角大约 51° 。它的成因与主虹基本相同。它是阳光在小雨滴中经过两次反射和两次折射而形成的,即折射——全反射——全反射——折射而形成的。在地平面上,我们看到的主虹与霓是半圆形的,那是因为它们下半部分被地面遮住了。若是站在高山顶上,就能看到主虹与霓的大部分。只有在晴朗的天气时,在飞机舱中向下看,才能看到主虹与霓的全貌,即完整圆环。

如果太阳的角度太大(例如在中午前后),或太小(近日出或落日),我们也不易看到虹,又因虹是阳光经小水滴反射进入我们眼睛的,所以彩虹永远出现在太阳的对面,因此“朝虹见于西方,夕虹见于东方。”其出现以夏季为主。

主虹为何内紫外红

我们看虹时,有色的光线依着各种角度从小水滴中反射出来,对于某一质点来讲只能把某一种颜

现代物理知识

色的光线射入我们的眼帘,而从同一雨滴中折射出来的其他有色光或高或低地越过我们的眼帘,不被我们所看到。具体而言,在那些能进入我们眼帘的,并经处于最高位置的小水滴,所折射的光线中,由于红光折射率最小,偏向角也最小,所以才能进入我们的眼帘,我们看到的只是红光,其他色光由于折射率大,偏向角也大,都越过我们的头顶而去。稍低一点的小水滴,也就只能是在折射光线中偏向角比红光小,又比其余色光小的橙色光先进入我们的眼帘,而被我们看到。其余色光中,红光偏低,黄、绿、蓝、靛、紫都偏高,越过我们的眼帘不被我们所看到。以此类推,那些进入我们眼帘,并经处于最低一层位置的小水滴折射后的光线,我们只能看到的是紫光,其余色光都从我们眼皮底下溜走。这样,空中邻接的小水滴中折射出来的光线,形成一条内紫外红的彩虹。

彩虹的气象原理

空气里小水滴的大小,决定了彩虹的色彩与宽度。雨滴越大,彩虹带越窄,色彩越鲜明;雨滴越小,彩虹带越宽,色彩越黯淡。当雨滴小到一定程度时,分光和反射不明显,彩虹就消失。这说明了彩虹的形成直接与空气中雨滴的存在、多寡、大小有着直接关系,反过来说,彩虹跟天气变化有关。例如:如果彩虹的色彩从鲜艳变为暗淡,宽度从狭窄变为宽大,

都说明空气中雨滴由大逐渐变小,由此,我们可以推测空气可能逐渐转向稳定,天气情况渐趋稳定。

几千年来,我国劳动人民在长期的生活和生产实践中,积累并流传了许多与彩虹相关的看天经验,并用简洁语言编成谚语。这些谚语反映了天气变化的客观规律,已成为人们推测未来天气变化的依据之一。例如“东虹日头、西虹雨”(或早虹雨,晚虹晴)根据彩虹的出现,推测未来天气变化情况。虹在西方,说明西边大气中有大量雨滴存在,随着天气系统东移;本地将会有雨;西虹多出现在早晨。虹在东方,说明东边大气中有雨滴存在,天气系统已经移过本地,天气即将转晴;东虹多出现在傍晚。又如:“晚虹日头早虹雨;虹高日头低,早晚披蓑衣;虹高日头低,大水没过溪;断虹见,风随见;断虹早见,风雨即见;虹吃云下一指,云吃虹下一丈”等等,都是跟彩虹相关的天气谚语。

物理教学除了要注重本学科的知识能力综合外,还要注意与其他学科的知识交叉、融合,做到知识来源于生活、实验,又回于生活、实验,回于自然,让学生活学活用,最终为生产劳动服务。“彩虹的气象物理原理”仅是物理教学中的一个参考例子,旨在抛砖引玉,探讨物理教学如何挖掘物理学科与其他学科的内在联系,适应综合问题新走向,培养学生的综合素质。

光孤子令通信速度大为改观

科苑快讯

1844年,苏格兰海军工程师约翰·斯科特·亚瑟对船在河道中运动而形成水的波峰进行观察,发现当船突然停止时,原来在船前被推起的水波依然维护原来的形状、幅度和速度向前运动,经过相当长的时间才消失。这就是著名的孤立波现象。孤立波是一种特殊形态的波,它仅有一个波峰,波长为无限,在很长的传输距离内可保持波形不变。人们从孤立波现象得到启发,引出了孤子的概念,而以光纤为传输媒介,将信息调制到孤子上进行通信的系统则称作光孤子传输系统。罗素还认定“孤立波”应该是流体力学中的一个解。只是限于当时数学水平的限制,罗素没有完成这个解。60多年以后,有两位数学家完成了这个任务。

1973年美国贝尔实验室的长谷川等就在理论上预言光纤中能传输孤子,但是当时没有合适的光纤及相应的孤子源,使得这一理论长期没有被证实。直到1980年贝尔实验室的莫勒瑞尔等才首次在实验室中观察到孤子。1989年,日本电话电报公司利

用相干系统光纤放大器,以每秒2.5千兆比的传递量传达2223千米之远。后来,贝尔实验室又在模拟实验室中,以每秒5千兆比的传递量传达9000千米之远。他们证明,在“零误码”的情况下,光孤子可以每秒2.5千兆比速率传递14000千米之远。1994年,日本以光孤子每秒10千兆比传递9100千米的实验获得成功,并接近实用阶段。

光孤子全光通信系统由于没有使用电子元件,因此可以工作在1000℃的高温环境。这对高温条件下的自动控制或测量具有重大意义,为人类提供了一种新的理想的传感系统。它不仅具有容量大,频带宽,增益高等优点,而且可以从根本上改变现有通信方式中光电器件和光纤耦合所带来的损耗和不便,使整个系统更为可靠和小巧。光孤子通信克服了光纤色散的制约,极大地提高了传输容量,尤其是当光速率超过10Gbit/s时,光孤立传输系统将显示出明显的优势。光孤子通信极有可能作为新一代光纤通信方式在跨洋通信和洲际陆地通信等超长距离、超大容量系统中得到应用。

(白木)