

天空为什么是蓝色的

庄 著 向

(河南省兰考县第三高级中学 475300)



“蓝蓝的天空白云飘”，对这种美丽的景色。相信我们都有所感受。那么天空为什么是蓝色的？云为什么是白色的？对于这种奇妙

的物理现象，并不是所有人都能给出一个正确的回答。事实上，我们所观赏的“蓝蓝的天空白云飘”这一美丽景象是天空中的大气分子、水滴、其他微粒和阳光共同作用的结果。

一、空气和太阳光

为了解释这种物理现象，首先简单了解一些空气和太阳光的知识。空气是在地球外面包裹着的一层“防弹衣”，保护着地球上生物不受紫外线的照射。空气并不是空的，是由很多很多的微粒组成。其中99%是氮气和氧气，其余则是别的气体（如二氧化碳、惰性气体等）、小水滴和来源于工厂的粉尘、风中的扬沙、火山爆发的岩灰等漂浮微粒。但是空气的成分并不是固定的，这依赖于所在的位置、天气和其他的不固定因素（如森林、海洋以及火山爆发和污染的严重与否）。

光是能量以电磁波传播的一种方式，在真空中的传播速度为每秒30万公里。光和其他波（比如声波）不同的是具有波粒二象性。这是因为光是有一种无质量的粒子——光子组成，所以光不但具有波的特性，还有粒子的特性。光传递能量的大小与光的频率成正比，而光的频率正好决定其颜色。但我们的眼睛只对其中特定频率范围内的光敏感，称之为可见光，频率过高（紫外线）和过低（红外线），我们都看不见。

对于太阳光，牛顿首先用三棱镜发现其中包含着赤、橙、黄、绿、蓝、靛和紫7种颜色。可以用一个小实验（如图1所示）即可观察到“七彩阳光”。取装入水的玻璃缸放在房子中阳光入射的地方，然后在水中放一面小镜子，用一张白纸接收从盆中小镜子反射的光，根据光的折射原理，即可从白纸上看到一个漂亮的人造彩虹。在7种不同的光中，红光波长

最长（频率最低），紫光波长最短（频率最高）。我们肉眼所看到的是它们的混合结果。

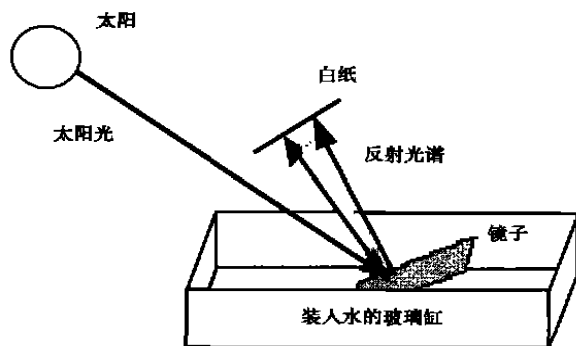


图1 观察太阳光光谱实验示意图

二、天空为什么是蓝色的

除非有外界干扰，光都是以直线传播的。当光在空气中传播时，不可避免要遇到空气中的气体分子和其他微粒，这些微粒对光有吸收、反射和散射等物理作用，正是这些物理作用使得晴日里天空成为蔚蓝色。

正确解释天空为什么是蓝色的始于1859年，泰多尔首先发现蓝光要比红光散射强得多，这就是“泰多尔效应”。几年之后，瑞利更详细地研究了这种现象，他发现散射强度与波长的4次方成反比。后来，更多科学家称这种现象为“瑞利散射”。瑞利散射很容易通过下面一个小实验来验证（如图2所示）：用一个盛满水的水杯，然后往水中滴入几滴牛奶，用手电筒做光源，从水杯的一侧照射，从水杯的另一侧看到的是红光，而从垂直于光线的方向看到的却是蓝色（在黑暗处效果更明显）。

当时，泰多尔和瑞利都认为天空的蓝色是由于空气中有小的粉尘微粒和小水滴所致，这些小的粉尘微粒和小水滴就类似于水中的牛奶悬浮颗粒。即便今天，也有许多人这样认为。事实上并非如此，如果天空完全是由于小的粉尘微粒和小水滴的散射引起的，那么天空的颜色将随着湿度而变，事实上天空的颜色随着湿度的变化非常小，除非下雨或者乌云密布。后来科学家猜测用空气中的氮气和氧气分子足以解释天空中的“泰多尔效应”。这种猜测最终被

爱因斯坦所证实,他对这种散射效应作了详细的计算,并且计算结果与实验相符合。

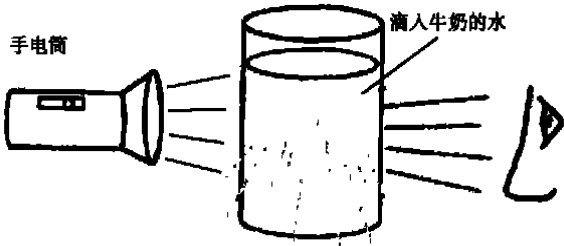


图2 瑞利散射示意图

我们所看到的蓝天是因为空气分子和其他微粒对入射的太阳光进行选择性的散射的结果。散射强度与微粒的大小有关。当微粒的直径小于可见光波长时,散射强度和波长的4次方成反比,不同波长的光被散射的比例不同,此亦成为选择性散射。当太阳光进入大气后,空气分子和微粒(尘埃、水滴、冰晶等)会将太阳光向四周散射。组成太阳光的红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫7种光中,红光波长最长,紫光波长最短。波长比较长的红光透射性最大,大部分能够直接透过大气中的微粒射向地面。而波长较短的蓝、靛、紫等色光,很容易被大气中的微粒散射。以入射的太阳光中的蓝光(波长为 $0.425\mu\text{m}$)和红光(波长为 $0.650\mu\text{m}$)为例,当光穿过大气层时,被空气微粒散射的蓝光约比红光多5.5倍。因此晴天天空是蔚蓝的。但是,当空中有雾或薄云存在时,因为水滴的直径比可见光波长大得多,选择性散射的效应不再存在,不同波长的光将一视同仁地被散射,所以天空呈现白茫茫的颜色。

如果说短波长的光散射得更强,你一定会问为什么天空不是紫色的。其中一个原因就是太阳光透过大气层时,空气分子对紫色光的吸收比较强,所以我们所观测到的太阳光中的紫色光较少,但并不是绝对没有,在雨后彩虹中我们很容易观察到紫色的光。另外一个原因和我们的眼睛本身有关。在我们的眼睛中,有三种类型的接收器,分别称之为红、绿和蓝锥体,它们只对相应的颜色敏感。当它们受到外界的光刺激时,视觉系统会根据不同接受器受到刺激的强弱重建这些光的颜色,也就我们所看到物体的颜色。事实上,红色锥体和绿色锥体对蓝色和紫色的刺激也有反映,红锥体和绿锥体同时接受到阳光的刺激,此时蓝锥体接收到蓝光的刺激较强,最后它们联合的结果是蓝色的,而不是紫色的。

你也许会说为什么我们看到的太阳不是蓝色的。这是因为我们直接看太阳时,眼睛接受的太阳光是通过“迈以散射”的光,而不是瑞利散射的光(如图3所示)。迈以散射是当光遇到比其波长要大的微粒时所发生的一种散射,对光的波长几乎没有什么依赖,不改变原有光的成分。而且迈以散射的光具有前向性,绝大部分光仍然沿着原来的方向传播,对所有的光都有同样的作用。在我们直接看太阳时,看到的是略带浅黄的圆盘。浅黄色是因为在这个过程中有一部分光发生了瑞利散射,蓝光都散射出去了,剩下红、橙、黄和绿光,只是和迈以散射比较起来,这个散射过程较弱,所以太阳看起来是稍微有些浅黄色的。但是在沙尘暴天气,由于空气中微粒很多,瑞利散射占主要地位,我们有可能看到蓝色的太阳。

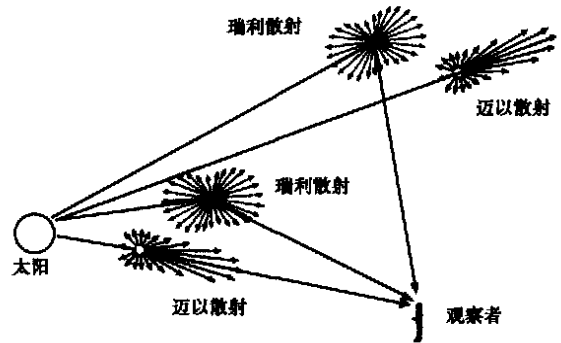


图3 天空中迈以散射和瑞利散射示意图

三、夕阳为什么是红色的

在某一个地方观察太阳,当太阳将要落山时,太阳光穿透大气层到达观察者所经过的路程要比中午时长得多,更多的光被散射和反射,所以光线也没有中午时明亮。因为在到达所观察的地方,波长较短的光,蓝色和紫色的光几乎已经散射殆尽,只剩下橙色和红色的光,所以随着太阳慢慢落下,天空看起来也从橙色变成红色(如图4所示)。同样道理,当太阳升起的时候,也是橙色或者红色的。

四、云为什么是白色的

天空中的云是小水滴和空气中的粉尘组成的,它们的直径要比太阳光的任何一种颜色的光的波长都要长得多,所以发生瑞利散射的情况很少。一部分阳光被反射到空中;一部分发生迈以散射,然后散射的光射到地球,但迈以散射不改变太阳光中任何颜色的光;还有一部分直接穿透水滴之间的缝隙。上述三种情况都对阳光的成分没有影响,所以看上

从一道习题看选取系统的重要性

叶安荣^{1,2} 卞志荣²

(1. 南京师范大学物理科学与技术学院 江苏 210097 2. 句容高级中学 江苏 212400)

近年的高三物理复习资料中频频出现一道选择题,学生不会做,老师也感到棘手,而且从不同角度去分析竟然得出相反的结果,教师在教学中遇到此题时通常是回避。现就此题分析如下,供大家参考。

[题目] 如图1、图2所示,LC振荡电路中已有振荡电流,在瞬间 t 内,把线圈中的软铁棒抽走,它引起的振荡电流的变化是:

- (A) 振幅加大,周期变大
- (B) 振幅加大,周期变小
- (C) 振幅减小,周期变大
- (D) 振幅减小,周期变小

周期减小是很显然的,因为抽走软铁棒,线圈的自感系数 L 减小,周期 $T \propto \sqrt{L}$ 。本题分析的焦点集中在振幅的增减上,即抽走软铁棒的过程引起的振荡电路系统能量是增加还是减少问题。

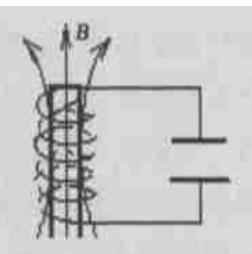


图 1

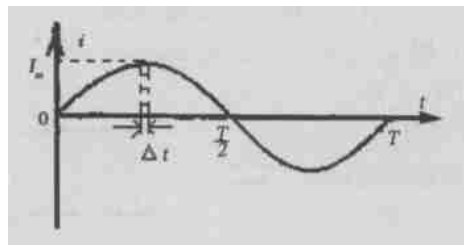


图 2

有人认为,软铁棒受线圈的吸引力,抽动软铁棒的过程中外界对系统作正功,系统能量增加,所以振幅增加。有人根据所给的答案(振幅减小)如此解释:软铁棒受线圈的排斥力,抽动软铁棒的过程应是外界对系统作负功(软铁棒在线圈里会自动往外跑,这太不可思议了!),系统能量减少,所以振幅减小。还有人去做试验试图证明软铁棒与线圈之间到底是吸引力还是排斥力,也未能得出令人信服的结论。

在各种理论分析中,有一个明显的共识就是:外界对系统作正功,系统的能量就增加,反之系统的能

去天空中的云是白色的。但是当云层越来越厚时,小水滴越来越多,几乎连成一片,太阳光和以射散的光不能或者很少能穿透云层,这时白云就变成乌云了。

正是在太阳光通过大气层入射到地球表面的过程中,大气层中的空气分子或其他微粒会对阳光有

吸收,反射、透射等作用,从而形成了蓝天、白云和绚丽的落日余辉和晨时朝霞。如果没有大气层和其他微粒,即使是白天,太阳看上去也只是一个孤零零的明亮的球,天空也将是漆黑一片,所以空气不但给我们提供了赖以生存的条件,也使我们的天空变得多姿多彩。

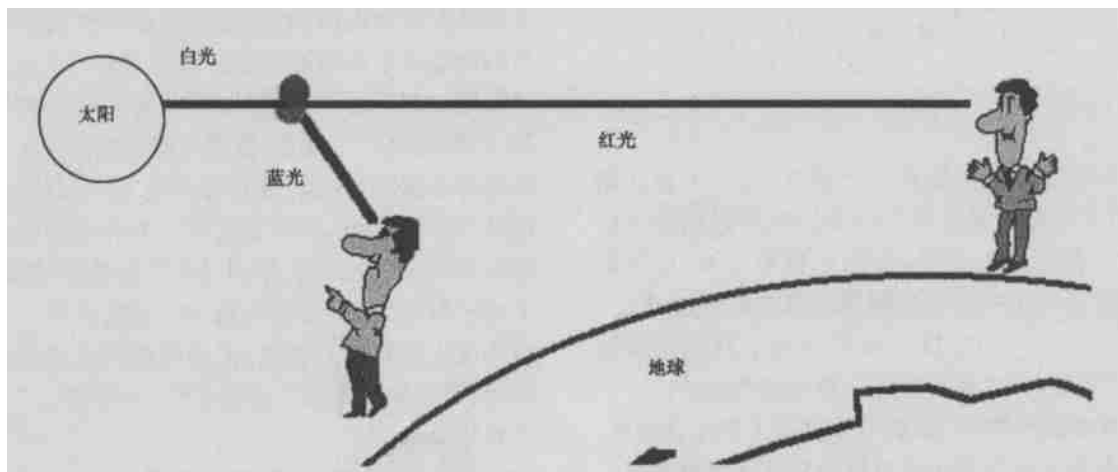


图 4 蓝色天空和红色夕阳示意图