

天空为什么是蓝的？

页码：10-84， 年级：5-12

描述 这项试验将演示不同波长在微小粒子（尺寸约为波长的十分之一）中的散射效应。



材料

- 一个透明的长水瓶
- 几滴牛奶
- 红绿蓝颜色的灯泡或发光二极管
- 滤波器（片）（可选）-可由不同颜色的玻璃纸制成
- 白色灯泡或发光二极管（首选紧凑型荧光灯）

背景和误解

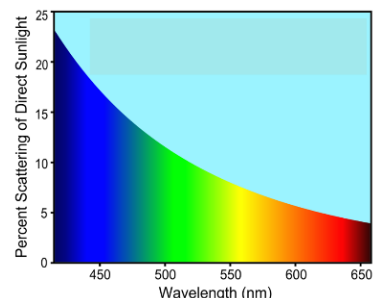
类似太阳光，白光也由各种不同的颜色组成。这些具有不同波长的色光构成了电磁波谱。红光波长最长，绿色居中，蓝色紧跟其后，波长最短。当我们看向含有水、氧气和氮气分子的天空时，便会产生这样的问题：天空为什么是蓝色的呢？太阳发出的光的光谱和大小（或尺寸）与波长相当的微粒，揭示了一种特殊的现象：瑞利散射。在这里发现：光线会和这些微小物质相互作用并产生散射，但每一个波长对应不同散射量，该关系可以描述成：

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

I 是散射强度， λ 为光波长。这意味着波长较短的光（如蓝色或紫色）比波长较长的光（如红色）散射效果更明显。当太阳光穿过大气层时，有些光线被散射，其中波长越短的光，散射的越多。因此，蓝色和紫色的光是散射最多的，当太阳高挂在天空时，我们刚好在某一角度看到了散射的光。虽然实际上是紫色的光散射最多，但由于我们的眼睛对紫光不太敏感，所以我们看到的天空是蓝色的。通过用水稀释牛奶的方法，我们用牛奶中的小脂肪分子模拟了天空中的分子用同样的方式对光进行了散射作用。这遵循着瓶中的牛奶对蓝光的散射作用最强，对红光的散射作用最弱的规律。



上述图片参考来源: Diffraction Glasses – What's in Color? Mike McKee



各种波长光在我们大气中的散射情况。

教师引导问题探究

用这些问题启发学生开始他们自己的探究。

1. 太阳光是什么颜色的？（白色）
2. 白光由哪些颜色组成？（所有颜色）
3. 什么组成了我们的大气层？（各种氧气、氮气、氩气以及二氧化碳分子）
4. 阳光照射大气层时，会与什么发生相互作用？（大气分子）
5. 阳光与大气中的分子相互作用时，会产生什么现象？（其中部分光被大气分子散射）

上述图片参考来源：由原始用户上传：Dragons flight at en. Wikipedia. 衍生作品：KES47(谈)(转换为SVG)。-文件：Rayleigh sunlight scattering.png, CC BY-SA 3.0, <http://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10087273>

指导活动

1. 在干净的瓶子中留出一些装牛奶的空间，其余装满水。
2. 往瓶子中滴入几滴牛奶，盖上盖子摇几下，使牛奶均匀分散在瓶中。
3. 把瓶子放在一边，用不同颜色的发光二极管从瓶子底部照射，然后观察每种颜色/波长的光的散射情况。
4. 将不同颜色的发光二极管组合在一起，观察哪一种颜色的散射占主导地位。
5. (可选) 将白光从瓶子底部照射瓶子，并将不同颜色的滤光片放置在灯泡和装有稀释的牛奶的瓶子之间。观察不同颜色阵列下的散射情况。



引导探究

你认为不同颜色/波长的光的散射量会有变化吗？(波长较短光的散射要强于波长较长的光) 把不同的光逐一从瓶子的一端进行照射，并注意观察哪一束光散射最强/光强最强(虽然蓝光散射最强，但是我们的眼睛对绿色最敏感，所以蓝色和绿色的光看起来似乎相当)。类似地，相机拍摄图片时，相机的探测头被设计成探测更多绿色的光，从而使图片更逼近我们所看到的实物。)

注意：蓝色发光二极管中存在一些紫色的光，可以在例子中散射光的边上观察到。

1. 你看到不同颜色的光透过牛奶溶液时光强是怎样变化的?(蓝光和绿光比红光亮得多)
2. 当你把不同颜色的彩灯组合在一起会发生什么？你看到的是什么颜色？
(当绿光和红光组合在一起，只能看到绿光。当红光和蓝光组合在一起，只能看到蓝光。当绿光和蓝光组合在一起时，就只能看到蓝光。)
3. 将两种颜色的光组合在一起从瓶子后端照射瓶子。交替配对颜色直到所有的颜色都配对。(蓝光比所有其它波长的光都亮，表明它是散射最强的，也说明了天为什么是蓝的。)

Colour	Wavelength	Example
Red	620-750 nm	
Green	495-570 nm	
Blue	450-495 nm	

问题解析

1. 哪种色光在牛奶微粒中散射最强？(蓝光) 思考光的颜色与波长的对应关系；是更长波长的光还是更短波长的光被牛奶微粒散射效果最强？(短波长的散射效应更强：与红光相比，绿光散射更强，与绿光和红光相比，蓝光的散射效应更强。)
2. 假设瓶子是我们的大气层，牛奶颗粒是组成大气层的分子，你认为这和阳光照射我们的天空有什么关系？当阳光被空气中不同的分子散射时，不同颜色的光会发生什么不同的变化？(会发生瑞利散射。波长较短的光比波长较长的光的散射效果强，所以当我们看天空时，看到的是被散射最多的那一波长的光。蓝光“胜过”所有其它被散射的颜色的光，所以我们看到的天空是蓝色的。)

Colour Pair	Example
Red, Green	
Blue, Red	
Green, Blue	
All colours	