

天空的顏色

高愛迪斯～【102/10 高年級自然】

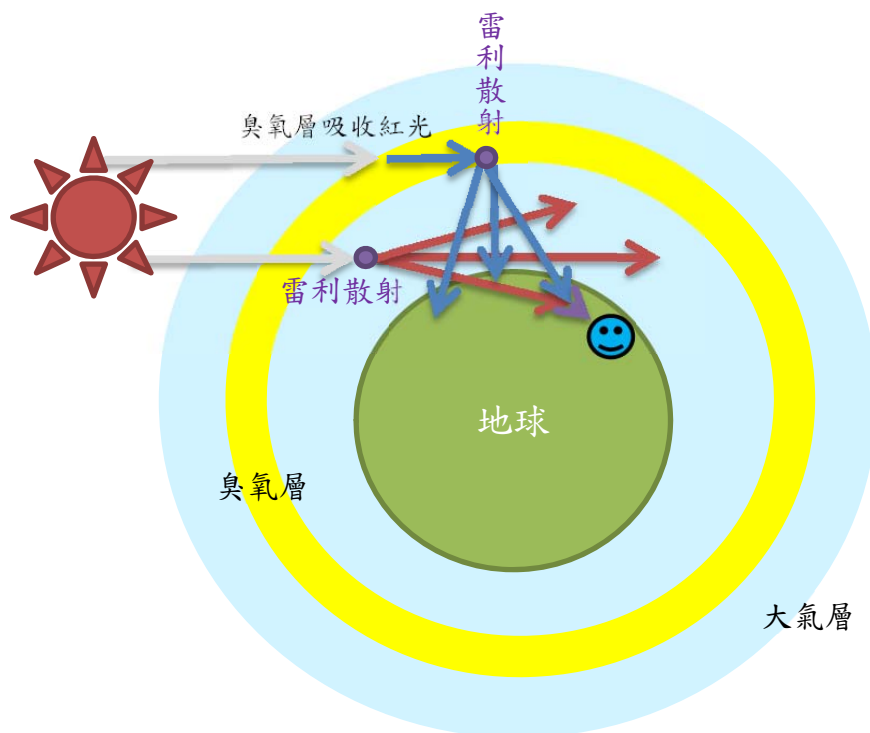
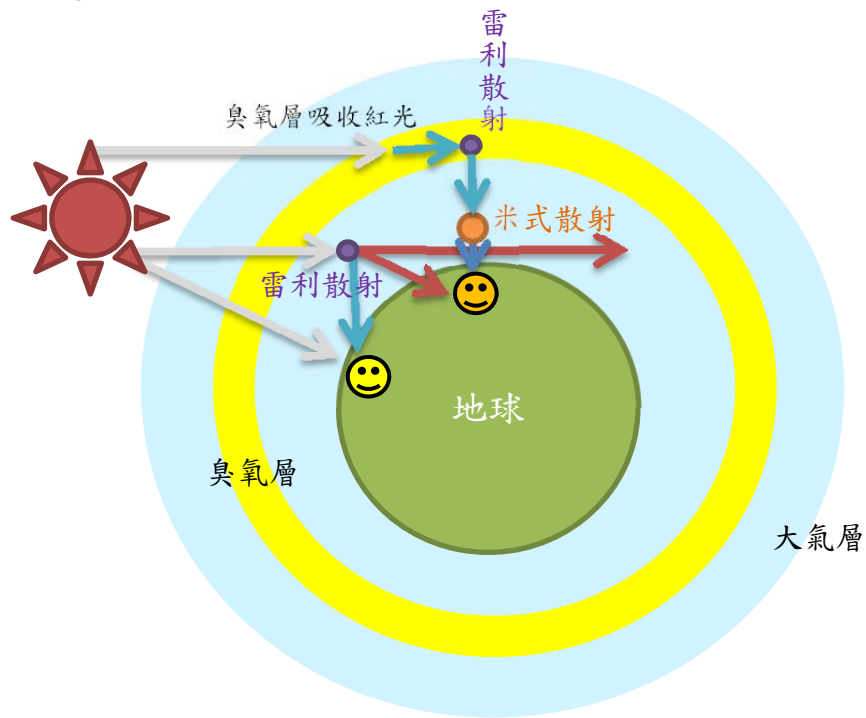
作者：楊承濤

從地球，看天空

☺ : 日正當中

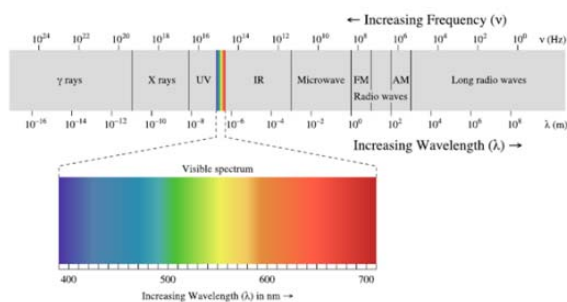
😊 : 日落時分

☹ : 日落後



1. 天空為什麼是藍色的？

當陽光射到大氣層裡的空氣分子、塵埃、小水滴等，白光就會色散，分成紅橙黃綠藍靛紫七種光。紅光波長較長，折射率就比較小，碰到小水滴幾乎不會往下折射，而紫光波長較短，折射率就比較大，會直直的向下折射，直達你的眼睛(如圖中小黃人所見)。但，為什麼天空不是紫色的呢？這是因為人的眼睛對藍色比較敏感，而且光譜裡本來就沒有太多紫色的光(參考下圖)。



看不見

可看見

看不見

2. 為什麼整個天空的顏色並不均勻？

空氣裡的每一小顆空氣分子、塵埃、小水滴等都會進行色散作用，每一顆空氣分子、塵埃、小水滴等大小不同，分散出的光也不盡相同，有些強、有些弱；有些深、有些淺。所以天空的顏色也不均勻。



▲這是同一時間拍攝的東西兩邊天空，西邊天空明顯比較白。

攝於 2013 年 10 月 28 日下午 1 時、台北

▲愈靠近天頂，天空的顏色愈深，離地平線愈近，天空的顏色愈淺。

地平線上的天空，幾乎是白的呢！攝於 2013 年 11 月 9 日下午 2 時、淡水

地平線上的天空是白的的原因：

大氣層較低的地方懸浮粒子較多且較大，所以會引發米氏散射，因為米氏散射後，散射光的強度跟波長關係不大，所以紅橙黃綠藍靛紫七種光的強度都一樣，也就變成了白色。愈往天頂，地表的粉塵不容易跑的那麼高，因此塵埃愈來愈少，所以米氏散射發生的次數較少，白色光也就變少了。

天空兩邊深淺不同的原因：

當太陽直射地球表面時所經過的大氣層距離較短，因此雷利散射不多，射入眼睛的是白光，所以靠近太陽的天空顏色較淺。(如圖中小黃人所見)

3. 什麼東西將陽光散射，造成白天時的藍天？

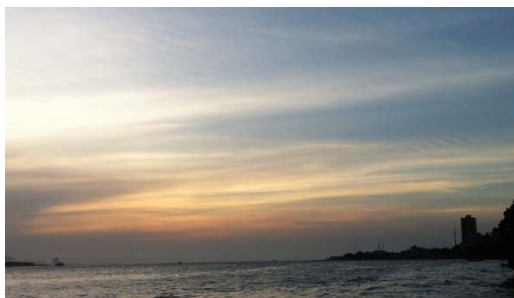
造成散射作用的是空氣裡的小水滴和塵埃和空氣分子等。

4. 若散射陽光的物質大很多或小很多，你認為天空還是藍的嗎？

散射陽光的物質若比光波的波長還大(可見光的波長約為 380 奈米至 780 奈米)，就會形成米氏散射(Mie scattering)，例如起大霧時，把天空變成全白的(詳細說明請參考第 9 題)。如果物質更大，就會變得像沙塵暴一樣，看的見空氣中的塵埃。但若物質太小，無法造成散射，則天空會是黑的。

5. 你認為應該如何解釋夕陽霞光時，天空的多變色彩(落日可能是火紅的，但天空可不只有紅光)？

夕陽時，西邊天空是紅色的，因為當太陽光從太陽過來時，所經過的大氣層距離較長，碰到了大氣層裡的散射物體更多，形成更多次的雷利散射，將幾乎所有藍光散射掉，只剩近紅光筆直朝我們眼睛射來(如圖中小橘人所見西方天空)。而空氣裡的每一小顆空氣分子、塵埃、小水滴等都會進行色散作用，每一顆空氣分子、塵埃、小水滴等大小不同，分散出的光也不盡相同，有些強、有些弱；有些深、有些淺。所以夕陽霞光時，天空會有多變色彩。



▲太陽西下的彩霞。

攝於 2013 年 11 月 9 日下午 5 時 4 分、淡水

6. 日落時，天頂(觀測者正上方的天空)轉成深藍色的，為什麼？天頂為何不像落日本身是紅色的？

日落時，較高處的光被臭氧層吸收紅光後剩下的藍光碰到一些介質，就發生雷利散射向地球前進。當藍光行進至較低處時，因為較大的塵埃比較多，因此就發生了米氏散射。米氏散射會將藍光集中在前進的方向，所以天頂就變得更藍了(如圖中小橘人所見上方天空)。



▲日落時的天頂。這時約為日落後 10 分鐘左右，天空變得愈來愈藍。

攝於 2013 年 11 月 9 日下午 5 時 21 分、淡水

7. 太陽西沉後，在西邊的天空會什麼會出現紫光(約在日沒 15-40 分鐘左右，甚至接近粉紅色)？

日落十幾分鐘後，天空會被分為兩層，上層因為雷利散射的關係，將純藍色的光往地球散射(詳細說明請參考第 1 題)。而下層的光像夕陽一樣，將藍光散射掉，只剩純紅光(詳細說明請參考第 5 題)。上層的純藍光加上下層的純紅光就會變成紫光(如圖中小藍人所見)。

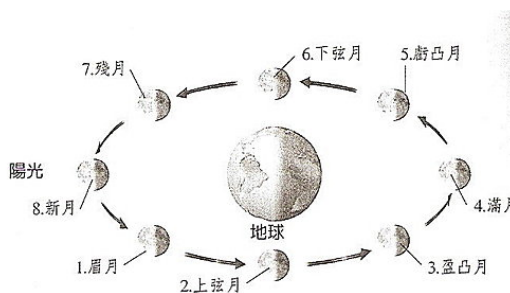


▲雖然肉眼看到的紫色非常明顯，但卻照不起來。

攝於 2013 年 11 月 9 日下午 5 時 21 分、淡水

8. 滿月時的夜晚，天空為什麼不是藍色的？

我觀察了兩天，一天是新月，一天是滿月，而兩天的天空都是全黑的，而天空是黑色的，因為在夜晚地球背對太陽，所以太陽光照不到地球。



▲滿月的天空

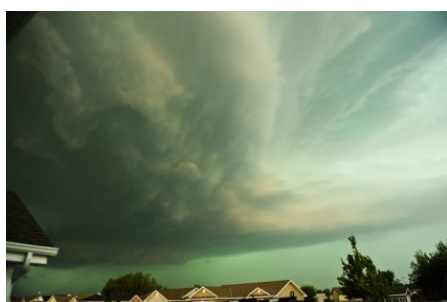
攝於 2013 年 11 月 16 日下午 9 時 28 分、台北

9. 為什麼雲大多是白色的？他們為什麼不像天空是藍色的？為什麼雷雨雲的顏色那麼深呢？

雲是由小水滴組成。小水滴較空氣中其他的塵埃較大，也比可見光的波長大，於是會發生米氏散射。米氏散射的散射光強度不太會受到光的波長的影響，所以不管是紅光還是紫光，它的強度都一樣，所以就合成了白光。於是，在我們眼中，雲就變成了白色的。但當其中的水氣像雷雨雲一樣過多時，會使陽光不能通過，看起來就會變成灰黑色的。

10. 有人說，在鄉間會覺得陰天的天空顏色會隨季節而變化，夏天的陰天天空比冬天更綠，你認為天空為什麼會有這種變化呢？天空顏色真的有改變嗎？

鄉間污染較少，能產生的米氏散射的介質較少，所以白光也較少，取而代之的是綠光及藍光。所以在鄉下天空看起來有一點點綠。陰天時，沒有太陽的直射，所以白光不多(詳細說明請參考第2題)，微弱的綠光不會被白光覆蓋，綠光會更清楚。夏天的水氣較少，能產生的米氏散射的介質又更少了，綠光也就變得幾乎和藍光一樣清楚了。



▲哇!也太綠了吧! 這是美國龍捲風來之前的天空

11. 你知道嗎，火星的天空只有在地平線附近幾度是藍色的，在上面就黑色的，為什麼？

火星的天空是黃褐色的(如下圖)，因為火星的大氣層含有許多塵埃。大的粒子會像白雲一樣進行米氏散射，因此天空應該是白的，但火星的塵埃含有由沙塵暴從地面捲起的鏽鐵，所以天空就變成黃褐色的。若火星有一段時間沒有沙塵暴，塵埃就不會含鐵，則火星的大氣層會是非常暗的藍色，因為火星的大氣層較為稀薄，雷利散射發生的次數較少，也使較少的藍光抵達火星，所以火星的天空就會比較暗。



▲2012年好奇號登陸火星。你可以看到火星奶油糖果色的天空

參考資料：

Weather savvy

<http://www.weathersavvy.com/Q-BlueSky.html>

http://www.weathersavvy.com/Q-Cloud_Color.html

科學月刊全文資料庫-1989年四月第232期

<http://210.60.224.4/ct/content/1989/00040232/0012.htm>

加州大學河濱分校數學系

http://math.ucr.edu/home/baez/physics/General/BlueSky/blue_sky.htm

1

國立台灣師範大學 物理系 黃福坤

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/html.php?html=optics/sky>

觀念物理 IV 第28章 p. 98~p. 101