

高愛迪斯~【111/10 第 52 期自然科學】 參考解答

【111/10 第 52 期自然科學】 資優班 四年級 姓名:陳靖允

<https://www.youtube.com/watch?v=X41MvTMy1UY>



	開 始 時 間	第十題 (設計實驗)
第 一 題	1:06	3:23
第 二 題	5:54	
第 三 題	5:20 & 6:28	5:20
第 四 題	7:07	
第 五 題	14:46 & 15:01	
第 六 題	14:01 & 15:01	9:08 & 14:35
第 七 題	4:42	5:06
第 八 題	9:48	
第 九 題	11:24	10:53
Reference	15:25	

【111/10 第 52 期自然科學】 資優班 五年級 姓名:陳彥辰

「藍天白雲」這個詞對我們而言，真的是非常天經地義，理所當然。但是今天高艾迪斯來問我，陽光明明是白光，為什麼天空是藍色、黑的或者是紅的？哇！我真的從來沒想過這個問題，就讓我跟高艾迪斯一起探究一下吧！

首先，地球外部被大氣層包圍，太陽光是由不同顏色的光組成，我們肉眼可見的太陽光輻射照射到地球表面之前，必須先經過大氣層。「光」是直線前進，碰到物體或不同介面會有反射、折射、散射和吸收等特性。「光」是電磁波的一種，電磁波有波長，不同顏色的光有不同波長。其中紅光的波長最長，紫光的波長最短。光以直線前進，但當遇到大氣中的塵粒、水滴或氣體時便會出現變化。其中塵粒、水滴會把光反射，以另一方向前進。當光遇到氣體時，會被氣體吸收，不同波長的光被吸收的程度不同。長波長的光（例如紅光和橙光）被吸收的程度較低，短波長的光（例如藍光和綠光）被吸收的程度較高。氣體吸收光後會以輻射的形式把光向四面八方不同方向射出，稱為散射（scattering）¹，其性質主要取決於輻射波長、粒子和大氣分子的密度和大小、穿過大氣層的厚度。所以天空的顏色是因為光的散射結果，其中與有關的散射有二種：

■瑞利散射:微粒的直徑必須遠小於入射波的波長，通常上界大約是波長的 1/10 (1-300 nm)，此時散射光線的強度與入射光線波長的四次方成反比。

■米氏散射:當微粒(如：灰塵、水滴、煙霧等)半徑的大小接近於或者大於入射光線的波長 λ 的時候，大部分的入射光線會沿著前進的方向進行散射，這種現象被稱為米氏散射。

與瑞利散射不同的是，米氏散射的程度跟波長是無關的，而且光子散射後的性質也不會改變。因此，基於米氏散射理論的散射光線會呈現出白色或者灰色。這就是為什麼正午經過太陽照射的雲彩經常會呈現白色或者灰色。

1.1 為什麼在晴天的白晝，天空多半呈現為藍色？

「為什麼天空是藍色？」包括達文西、牛頓、克勞修斯、赫歇爾等人。他們都曾對此自然現象提出解釋，有的說是空氣中的塵埃反射陽光所造成，有人則認為是陽光經過水氣形成的干涉。然而越是乾淨的大氣或越是乾爽的天氣，天空看起來越藍，可見與塵埃與水氣無關。結果這個問題一直到十九世紀末才由英國物理學家瑞利男爵解決。瑞利發現散射強度與波長的四次方成反比，也就是說波長越短，越容易散射，這個原理稱為「瑞利散射」²。

天空的顏色主要是被大氣分子所散射後的陽光波長決定的。當陽光射到大氣層裡的空氣

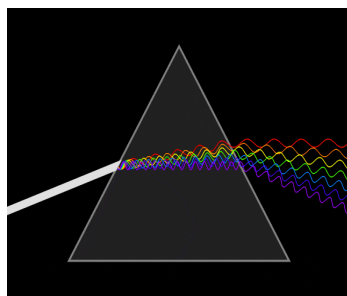
¹ 國家圖書館的《知識共享圈-自然科學》。取自：

<https://ref.ncl.edu.tw/%E5%AD%B8%E7%A7%91%E5%B0%88%E5%AE%B6%E8%AB%AE%E8%A9%A2%E5%B9%B3%E5%8F%B0/%E7%9F%A5%E8%AD%98%E5%85%B1%E4%BA%AB%E5%9C%88-%E6%96%87%E7%AB%A0/%E6%AA%A2%E8%A6%96%E6%96%87%E7%AB%A0/867->

² 張瑞棋(2015)泛科學專欄-天空為什麼是藍色的？瑞利誕辰 | 科學史上的今天：11/12。取自：

<https://pansci.asia/archives/129071>

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。其中紅光的波長最長，折射率就比較小，碰到小水滴幾乎不會往下折射；而對藍色光的散射作用最強，甚至比對紅色光的散射作用強了十倍，太陽光射進地球大氣時，藍光被吸收及散射，所以天空就佈滿了被散射出去的藍色光；紫光的波長最短，折射率就比較大，會直直的向下折射，直達你的眼睛，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，所以我們抬頭看天空便見到藍色³，但是接近地面的天空藍色較淺，因為被散射的藍光要經過較長距離才到達眼睛，途中被進一步吸收及散射⁴。



1.2 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？為什麼？該物質大或小差別在哪裡？

在晴朗的天氣中，大氣比較純淨，大氣分子是「極細小」的質點，有利於短波光線的散射，所以陽光中波長較短的藍光和紫光極易通過大氣散射開來，散佈在整個天空背景上，由於人眼對紫光不太敏感，所以天空看起來就成了蔚藍色。當天空中有雲時，雲中的水滴是「較大」的質點，可以引起各種色光的散射，相互混合的結果，看上去就如片片白絮。在大雨來臨之前，雲中的水滴「又大又密」，透明度很低，散射出來的光線很少，因此天空看上去就是灰濛濛或黑沉沉的⁵。如果起大霧時，天空就會變成全白的。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。

所以，當物質「小」時會因為瑞利散射，天空會呈現出藍色；相反當物質「大」時，會因為米式散射理論，天空會呈現出白色或者灰色。

2.1 整個天空不容易呈均勻或單一顏色的可能理由為何？

當太陽光穿過大氣層時，來自太陽的輻射與存在的氣態分子和顆粒物（水滴、灰塵等）相互作用，然後發生兩個基本現象：吸收和散射。當輻射被全部或部分吸收時，太陽輻射與其相互作用的分子之間就會發生能量轉移，這導致其在傳播方向上的衰減(例如，平流層中的臭氧吸收幾乎所有波長小於 0.3 μm 的對生物非常有害的紫外線，因此我們需要保護該臭氧

³ 阿拉蕾兒(2018) 網路溫度計-天空、大海為什麼是藍的？連小三都懂的問題你搞懂沒。取自：

<https://dailyview.tw/Popular/Detail/3331>

⁴國家圖書館的《知識共享圈-自然科學》。取自：

<https://ref.ncl.edu.tw/%E5%AD%B8%E7%A7%91%E5%B0%88%E5%AE%B6%E8%AB%AE%E8%A9%A2%E5%B9%B3%E5%8F%B0/%E7%9F%A5%E8%AD%98%E5%85%B1%E4%BA%AB%E5%9C%88-%E6%96%87%E7%AB%A0/%E6%AA%A2%E8%A6%96%E6%96%87%E7%AB%A0/867->

⁵ Miss smile(2018)為什麼天空會呈現不同顏色。取自：<https://xsofps.pixnet.net/blog/post/346944835>

層)。但當輻射不被吸收時，它可以向各個方向偏轉，出現大氣散射現象。大氣層裡充滿了空氣分子、塵埃、小水滴等，每一顆物質都會進行色散作用，因為每一顆物質的大小不同，相對地散射出的光也不盡相同，有些強、有些弱；有些深、有些淺，所以天空會呈現不同顏色，而呈現的顏色也會不均勻。

2.2 晴天、陰天和雨天時，天空顏色各不相同的原因是什麼？

天氣晴朗的時候，能看到天空的藍天白雲，雨天時天空會變得灰暗，造成這些顏色變化全都是由於光的散射。

晴天時由於陽光在穿過大氣時會受到大氣中的氮氣、氧氣及塵埃顆粒等的瑞利散射定律，波長短的藍色及紫色光會較容易散射，佈滿整片天空，由於人眼對藍色光比紫色光敏感，所以我們抬頭看時，天空呈現藍色。

陰天及下雨時雲層積厚又低時，大部分陽光被阻隔在雲層上，光線被大量吸收，只有少量陽光能到達雲底，雲底的散射減少，所以呈灰色。灰色和白色理論上應該來自米氏散射。這種散射基本不會改變射光的成分，但是會削弱其強度，因此多雲或者陰天的天空是白色或者灰色。

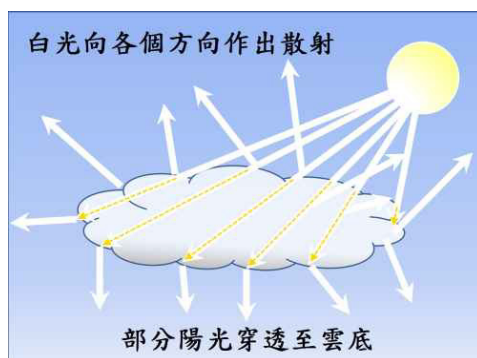
實際上我們看到得天空顏色的變化，是雲層的顏色改變而不是天空，呈現顏色的不同關鍵是看散射陽光的物質及那種散射成分主導。另外，當外界的光線投射到眼睛中的視網膜上，人類才能觀察到這個世界。除了發光物體，不發光的物體能夠反射光線，所以才能被我們看見。由於視網膜上的感光細胞對於各種波長的光的敏感度並不相同，因此實際上我們看到的顏色並不一定是這束光的真實構成。

3. 為什麼雲大多是白色的？為什麼雷雨雲的顏色那麼深呢？

「雲」是大氣層中以水為主，當大氣中的水氣達到飽和蒸汽壓時，便會成雲，包含其他多種較少量化學物質構成的可見液滴或冰晶集合體。雲的顏色與外觀成因於水滴或冰晶散射陽光的行為。

當雲中的水滴或冰晶的大小（大約或大於 $10\mu\text{m}$ ），遠遠大於可見光的波長，足以令各種不同顏色波長的可見光向各個方向作出強烈地多重散射，並對可見光只有微弱吸收，所以散射後的光包含各種可見光波長。當陽光穿過雲層時，各種色光的散射強度相差不大，所以，雲層比較薄時即組成我們所看見的白色，但是當它們變得太厚或太濃密，更多的陽光會被反射，而使得陽光不能通過的話，由於很少的陽光可以到雲層，使得在雲底的散射會比較少，天空看起來是灰色或黑色的，這也是所謂的「米氏散射」。

積雨雲又名雷雨雲、積亂雲，積雨雲可以單獨從積雲狀態發展出來，也可能是伴隨冷鋒面產生的，通常會產生強陣性的降水，並伴有大風、雷暴等。雷雨時擁塞天空的積雪雲，太陽的光線很難透射過來，雲體看來就很黑，顏色很深。



天空的顏色與瑞利散射有關，而雲的顏色主要與米氏散射有關。另外，在黃昏和清晨，由於散射現象，雲還可以顯現為紅色、紫色、黃色等多種顏色。彩色的雲霞一般出現於晴朗的清晨或傍晚，早晨的被稱之為朝霞，傍晚的被稱之為晚霞或火燒雲。

4. 身處鄉間，陰天的天空顏色常會隨季節而變化，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？

我從沒看過綠色的天空，不過根據 2022 年《紐約時報》報導，美國國家氣象局（NWS）表示，有一個強對流風暴將穿越南達科他州等地區，並颳起強風，最高風速在某些地區高達每小時 160 公里。然而，在這場強對流風暴襲擊南達科他州蘇瀑（Sioux Falls）前，天空就因此變成詭異的綠色。稍後美國蘇瀑氣象局辦公室專家羅傑斯（Peter Rogers,）指出，在暴風來襲前或來襲期間，天空有時會出現不尋常的顏色。這取決於光線如何與大氣懸浮顆粒互動和散射。天空在暴風雨期間變成紫色、或是瞬間變暗，都不是罕見的狀況⁶。

夏季臺灣主要受到太平洋副熱帶高壓系統以及西南風影響，也常發生來自西南氣流所帶來之中尺度對流系統以及午後陣雨。由於夏季平均溫度及混合層發展均較高，污染物垂直擴散範圍較廣，且降水較多，整體大氣條件有利於污染物的擴散和濕沉降，空氣品質普遍良好，實際統計細懸浮微粒（PM_{2.5}）的四季變化，可以發現夏秋兩季全臺灣污染物平均濃度較低，而冬季及春季平均濃度較高⁷。

依據米氏散射定律，陰天的天空，因為雲的阻隔，使得更多的陽光會被反射，而使得陽光不能通過，由於較少的陽光可以到雲層，使得在雲底的散射會比較少，雲層通常呈灰色或黑色。不過由於夏季的空氣品質優於冬天、夏天的降雨又比冬天多，大氣中塵埃顆粒比較少又或是其他天氣的交錯影響，雲的顏色因為散射的強度不同是可能會有些許的變化。

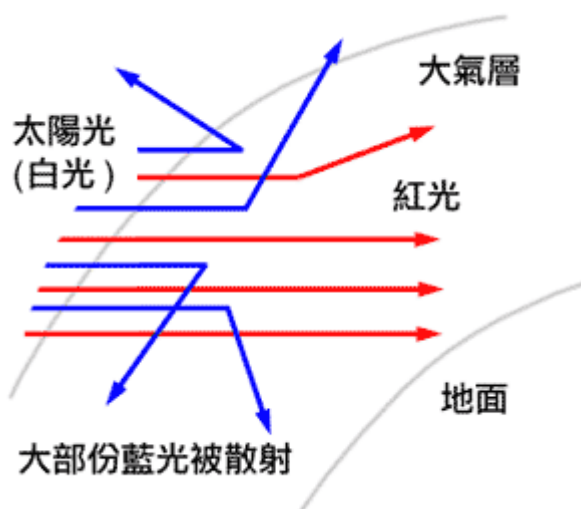
5. 請在日落時觀測你正上方的天空，為什麼天頂會轉換成深藍色？天頂為何不像落日顯現出紅色？

天空的顏色與瑞利散射有關，由於地球表面和大氣層都是彎曲的，日落時夕陽接近地平線，接近地平線的太陽的光線穿過大氣層時，其距離遠大於高層，陽光須穿過較厚的大氣層

⁶ TVBS 新聞網：天有異象？美國驚見「綠色天空」 網友：外星人來了？。取自：<https://news.tvbs.com.tw/world/1841142>

⁷ 行政院環境保護署-空氣品質監測網。取自：https://airtw.epa.gov.tw/cht/Encyclopedia/pedia08/pedia8_2.aspx。

才到達地面，所以進入底層的光線迅速衰減，大部份藍光被散射，餘下紅光，所以夕陽呈現紅色⁸。在接近天頂方向，陽光穿過低層大氣較少，波長較短的光衰減相對少些，"剩餘陽光"中仍有一些藍綠色光，因而有時能看到藍綠色霞光⁹。



6. 落日可能是火紅的，但天空可不只有紅光。為什麼在夕陽霞光時，天空中會有多變色彩？太陽西沉後(約在日落后15-40分鐘左右)，西邊的天空，為什麼會出現紫光，甚至接近粉紅色？

當陽光穿過大氣層時，波長較短的紫光散射衰減較多，透射後"剩餘"的日光中顏色偏于波長較長的紅光，因此，我們在太陽高度角很低的日出、日落時，看到的太陽光碟是橙紅色的，這種偏於紅色的陽光再通過天空中散射粒子散射後仍然是波長較長的光居多，因此，霞光大多偏於紅、橙、黃等色彩。而且越接近地平線，霞的色彩越偏於紅色。有時，高層大氣散射的藍光與低層大氣散射的紅光"重疊"進入人的眼睛，就會看到西邊的天空顯示紫色的天空。一般來講，在日出日落方向上，從地面向天頂，霞的色彩排列是接近地面為紅色，漸次變為橙、黃、綠、藍各種顏色¹⁰。



7. 滿月時的夜晚，天空顏色非藍非黑，為什麼？

太陽光是由七種光所組成，七種光中波長較短的是青、藍、紫，所以陽光通過大氣層時較容易被空氣分子與空氣中的塵埃散射，不過大氣層中，幾乎看不到紫色，因為紫色在被散射時同時也被吸收，而且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，所以一般來說，我們抬頭看天空是藍色的。陰天的天空，因為雲層較厚，當陽光透過較厚雲層後，由於雲層中含水量較大，還有些許塵埃，陽光反射後主要表現塵埃、小水滴等的顏色，

⁸ 物理園 > 有趣問題 > 自然現象>天空的顏色-為甚麼晴天時天空是藍色的？為甚麼夕陽是紅色的？取自：
<https://www.phy.cuhk.edu.hk/phyworld/ig/skycolor/skycolor.html>

⁹ 華人百科-朝晚霞。取自：
<https://www.itsfun.com.tw/%E6%9C%9D%E6%99%9A%E9%9C%9E/wiki-06342201-2727789>。

¹⁰ 華人百科-朝晚霞。取自：
<https://www.itsfun.com.tw/%E6%9C%9D%E6%99%9A%E9%9C%9E/wiki-06342201-2727789>。

所以陰雨的天空看上去是灰白色。

白天時因為有陽光，我們很清楚看到天空的顏色，但是夜晚時沒有陽光，所以會產生視覺的差異，會覺得天空會是黑色到藍色，其實天空的顏色基本上到晚上都是藍色的。

8. 從太空看地球，為什麼跟我們從地球看月亮顏色不一樣？

地球及月球都不是恆星，不會自己發光，我們能在太空看地球及在星空看到月亮均是因為反射了太陽的光。

從《探索世界大地圖》一書中描述從太空看地球：因為有環繞地球的衛星，我們大家都看過從太空拍攝的地球照片。但目前只有太空人可以親眼從太空中欣賞地球。從太空中看去，一切都一目了然！所以我們知道地球表面上水的面積是陸地面積的三倍，還有所有的山脈全都連在一起，就像棒球上的縫線一樣。基於蒸發、凝結和降水的無限循環，我們才能生活在地球上。降雨量決定了地表的顏色：撒哈拉沙漠和阿拉伯沙漠雨量稀少，所以是黃色，南亞和亞馬遜地區則滿是潮溼的熱帶雨林，因此呈現綠色。當夜幕降臨，地球黑夜的那一面就會亮起燈光，顯示出大城市和城市之間的道路。另一方面，海洋和其他無人居住的地方則是一片漆黑，清楚地呈現出哪裡是人類的空間、哪裡是大自然的地盤。可以看見地球被一層氣泡般的薄膜包住。那就是大氣。大氣的最底層就是我們呼吸的空氣。地球上的各種天氣現象都是發生在大氣中。太空中看見的雲，是海洋的蒸發作用形成的，屬於水循環的一部分。太陽的照射加熱了湖與海洋中的水，讓水分蒸發成氣體，飄散到空中。這些水氣冷卻之後會形成各種雲系，被風吹到地球的各個角落。在我們的認知中，地球是藍色的，其中還點綴著一些綠色，這是因為地球 71% 的部分都被海洋覆蓋著，海洋會吸收紅、橙、黃三種光波，反射紫色光波，只有藍、綠、青光波可以在海水中竄來竄去，又經過水分子和大量鹽離子的散射，就會使海洋整體變成淡藍色。而在其間點綴的綠色，就是植物的顏色了，植物中的葉綠素會對藍光區域和紫光區域吸收較多，綠光區域吸收較少，這也讓我們看到的植物大部分都是綠色的¹¹。然而事實上，地球其實經歷了漫長的變色過程，包括紅色、黑色、白色、紫色、綠色、蔚藍色。而因科學技術的不斷提高，我們的生活也越來越優越。在短短的幾百年間，人類文明向前邁了一大步，高樓大廈拔地而起，過度開發等等不斷發展的過程中，地球已變成現在的暗灰藍色。

月球屬於地球的衛星，從月球形成以來，便圍繞著地球旋轉，因為地球自轉產生月球的東升西落，也因為月球的公轉，造成每個月我們可以看到新月、上弦、滿月、下弦。從過去的經驗中，我們知道當我們位在地球上時，人們永遠只看的到月球的半面！代表月球的自轉與公轉速度相等，月球繞地球公轉一圈，同時也才自轉一圈，所以月球才會一直以同一面面向地球¹²！月球這個天體，是太陽系裡不多見的完全沒有色彩的星球。它的顏色幾乎是純粹的灰色，而灰色是一種“無彩色”，也就是說，在光譜裡找不出這種顏色。色彩三要素裡，色調和飽和度都跟灰色沒有關係，它的視覺效果只跟亮度有關，越暗就越接近黑色，越亮就

¹¹ 30 億年前的地球是什麼顏色的？專家表示：不是藍色。取自：<https://daynews.co/news/742740/>

¹² Mia(2021) 真的只能看到半面月球嗎？一起來揭開神秘的月球面紗吧！取自：
<https://pansci.asia/archives/323316>

越接近白色。再換一個角度看，其實月亮有很多顏色可以改變，只是不會經常改變。我們所能看到的不同顏色的月光，其實是月亮在不同的方位和環境中反射或折射陽光而成。但月亮的反射率實在甚低，黑夜才見光亮的月亮，只因夜空夠黑。當月亮的光線到達地球時，會被空氣中的水氣和塵埃等微粒阻擋，光線中的藍、紫光波長較短，會被這些小顆粒吸收和阻擋，相反黃光波長較長更容易穿透。所以，淺黃色的月光是我們在地球上看到的最常見的月亮顏色之一¹³。對人類來說，在不同的自然條件下，太陽的七色光排列方式可以變成任何你能想到的顏色(如：血月)。因此，理論上，只要時間足夠長，任何顏色的光都可以出現¹⁴。

地球月球-超級比一比

	地球	月球	說明
相同點	都不是恆星，不會自己發光，反射了太陽的光 都是球體 都有壽命 都在銀河系 都有公轉及自轉 月球是地球唯一的衛星		
相異點	圍有一層大氣，可以為地球擋住宇宙輻射	有來自太空的各種有害輻射與小型天體碎屑的撞擊。	<ul style="list-style-type: none"> ● 月球沒有大氣層，無法阻擋來自太陽的高能量帶電粒子和其他天體產生的高能輻射。 ● 月球上因為沒有大氣存在，所以晝夜溫差極大
	有氧氣	無氧氣、真空	
	重力大	重力小	月球的重力是地球的六分之一，人們在月球無法像在地球上一樣慢慢走路，最舒服的行走方式是小跳躍
	地球自轉為一天	月球自轉的周期與繞地球公轉的周期相同	晝夜不相同，月球上的一天，在地球上大約經過一個月，也就是月球的白天和晚上各是十五個地球日左右

¹³ 【文化生活】月兒像檸檬？科學家第一次仔細描繪月亮的顏色。取自：

<https://hk.news.yahoo.com/%E6%96%87%E5%8C%96%E7%94%9F%E6%B4%BB-%E6%9C%88%E5%85%92%E5%83%8F%E6%AA%B8%E6%AA%AC-%E7%A7%91%E5%AD%B8%E5%AE%B6%E7%AC%AC-%E6%AC%A1%E4%BB%94%E7%B4%B0%E6%8F%8F%E7%B9%AA%E6%9C%88%E4%BA%AE%E7%9A%84%E9%A1%8F%E8%89%B2-100145293.html>

¹⁴ 月亮一共有多少種顏色？除了白色和黃色外，你還見過什麼顏色？

https://new-qq-com.translate.google.com/rain/a/20220507A03VR800? x tr sl=zh-CN& x tr tl=zh-TW& x tr hl=zh-TW& x_tr_pto=sc

月球的大小只有地球的四分之一，是離地球最近的天體（平均距離 38 萬公里），但是地球與月球有著不一樣的環境條件，所以在太空看地球跟我們從地球看月亮顏色當然不一樣。

9. 你知道，火星的天空只有在地平線附近幾乎是藍色的，再上面就呈現黑色，為什麼？其他星球呢？

火星有著 25.19° 的軌道傾角，與地球 23.44° 非常接近，因此火星也像地球一樣有春天、夏天、秋天、和冬天。如同地球，南半球和北半球是相對的，當一個半球是夏天時，另一半球則是冬天。然而，火星軌道的離心率比地球大且明顯，因此每個季節在長度上的差異也比地球更大¹⁵。火星也有大氣層，但是相對較薄，大氣含有 95% 的二氧化碳、3% 的氮氣、1.6% 的氫氣、些微的氧氣、水氣和甲烷，平均分子量為 43.34。大氣中還充滿很多塵埃，使得從火星地表來看是黃褐色的¹⁶。

火星大氣中一直充滿著塵埃，大氣中的懸浮微塵對天空顏色有很大的影響。這些塵埃含有褐鐵礦，還有體積含量約 1% 的磁鐵礦，大小可由小於可見光波長（0.4–0.7 微米）至數十微米大。大的粒子因為米氏散射，使天空呈現白色，就像地球的雲一樣。不過塵埃粒子還會吸收藍光，使天空缺乏藍色而呈現黃褐色，也使肉眼所見的火星呈現紅色，不過有時火星的天空會呈現紫色，這是因為火星雲層中微小的水冰粒子對光線產生散射作用的結果。在火星，瑞利散射的影響通常非小。如果火星大氣沒有塵埃，就會和地球一樣因大氣分子（在火星主要為二氧化碳）的瑞利散射而呈現藍色天空，但因火星大氣稀薄很多，會呈現暗藍色，就像在地球高山所見的天空。

¹⁵ 維基百科-火星天文學。取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E6%98%9F%E5%A4%A9%E6%96%87%E5%AD%B8>

¹⁶ 維基百科-火星大氣層。取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E6%98%9F%E5%A4%A7%E6%B0%A3%E5%B1%A4>

再來讓我們看看其他星球的天空顏色¹⁷：

星 球	是否有大氣層	天 空 顏 色
月 亮	沒有	在月球上看天空總是黑的，晚上看不到星星。
火 星	有(稀薄) 含有許多塵粒	<ul style="list-style-type: none"> ■火星大氣層呈現豐富多彩的色彩。 ■火星的天空在白天是猩紅色或明亮的橙紅色的，日落日出前後是 ■淡紅色的，在太陽即將落下之時是藍色的。
水 星	沒有	在水星上看天空與在軌道上看太空沒有什麼分別。
金 星	有(很厚)	<ul style="list-style-type: none"> ■在金星上白天看不到太陽，晚上看不到星星。 ■金星上的天空是橘紅色的。
木 星	有	<ul style="list-style-type: none"> ■大氣層下部，太陽被木星的雲層所遮蔽，呈現出五彩繽紛的雲霧，最常見的有藍色、棕色和紅色。 ■對木星大氣層中五色雲彩的形成原因有許多理論揣測，但到目前為止都沒有明確的答案。 ■木星大氣層的上半部分可能是藍色的，下半部分可能是黃色的。
土 星	有(極厚)	土星天空是淡橘紅色的。
天 王 星	有	天王星的天空可能是淺藍色的。
海 王 星	有	海王星的天空可能是天藍色的。

不同星球世界的天空景象各不相同，究其原因，主要在於圍繞星球的大氣層的密度和化學組成成分不同，致使不同星球世界的天空呈現出不同的色彩。沒有大氣層即無法對陽光進行散射和吸收，天空也不會有雲。太空由於沒有大氣，光沒有被吸收和散射，所以天空是黑色的。

10. 你能根據以上問題所知道的原理，設計一些實驗，操作或模擬呈現上述某些現象嗎？請寫出來。

名稱：不同液體的散射。

材料：全脂高鈣無糖保久乳、無糖優酪乳、清水、白光 LED 手電筒、攪拌湯匙、透明杯。

目的：觀察光之於不同液體的顏色變化，以證實散射定律。

操作步驟：

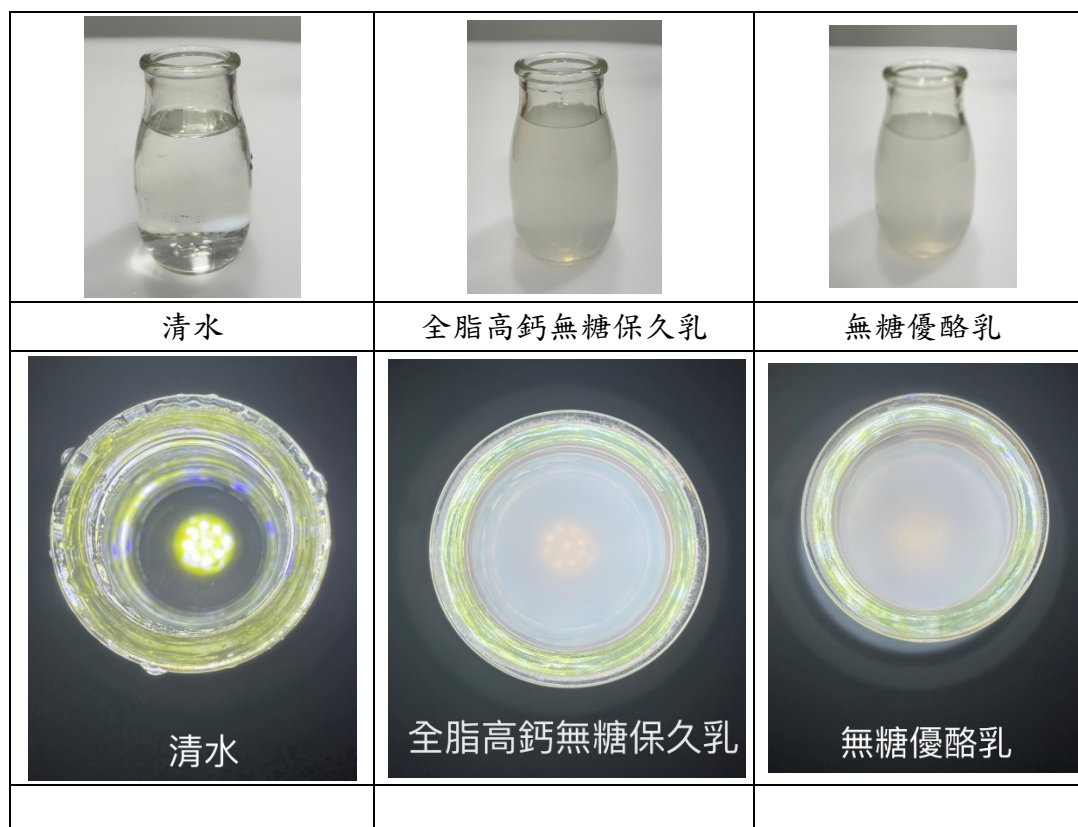
- (1) 首先在 3 個透明杯中分別裝 100ml 入清水，其中 2 杯分別滴入 3 滴全脂高鈣無糖保久乳、無糖優酪乳，攪拌均勻使其呈半透明狀，溶液的顏色看起來是乳白色的。
- (2) 使用白光 LED 燈手電筒分邊照射裝清水、全脂高鈣無糖保久乳、無糖優酪乳的透明杯底，觀察顏色的變化。

實驗結果：

- (1) 燈光穿透盛裝「清水」杯子後，看起來並沒有變化，LED 燈光還是白色的。

¹⁷ 宇宙小百科 發表于科學(2018) 太陽系中其他星球的天空會呈現什麼樣怪異的景象。取自：
<https://kknews.cc/science/3b2pq9y.html>

(2) 燈光穿透盛裝「全脂高鈣無糖保久乳」及「無糖優酪乳」杯子後，結果 LED 白色燈光變成了黃橙色。



實驗原理：

- (1) 這個實驗所使用到的散射理論為「瑞利散射」(Rayleigh scattering)。
- (2) 當光照射到牛奶中的粒子的時候，因為粒子表面凹凸不平、遠小於光的波長，就會發生瑞利散射，藍、紫色光的波長比紅橙色光的波長來的小，所以藍紫色光散射程度也比紅橙光多。而由於藍色光大部分被散射掉，所以剩餘的紅橙光穿透過去，故從杯子對面看到的光源會呈現紅橙色。。
- (3) 以於滴入同樣的量的全脂高鈣無糖保久乳及無糖優酪乳而言，無糖優酪乳會因內含粒子的濃度較高，而照出的光源會更偏暗橙色，全脂高鈣無糖保久乳所看到光源會比較白。

一、 隨手拍的天空



二、 參考資料

1. 國家圖書館的《知識共享圈-自然科學》。取自：
<https://ref.ncl.edu.tw/%E5%AD%B8%E7%A7%91%E5%B0%88%E5%AE%B6%E8%AB%AE%E8%A9%A2%E5%B9%B3%E5%8F%B0/%E7%9F%A5%E8%AD%98%E5%85%B1%E4%BA%AB%E5%9C%88-%E6%96%87%E7%AB%A0/%E6%AA%A2%E8%A6%96%E6%96%87%E7%AB%A0/867->
2. 張瑞棋(2015)泛科學專欄-天空為什麼是藍色的？瑞利誕辰 | 科學史上的今天：11/12。取自：<https://pansci.asia/archives/129071>
3. 阿拉蕾兒(2018) 網路溫度計-天空、大海為什麼是藍的？連小三都懂的問題你搞懂沒。取自：<https://dailyview.tw/Popular/Detail/3331>
4. 國家圖書館的《知識共享圈-自然科學》。取自：
<https://ref.ncl.edu.tw/%E5%AD%B8%E7%A7%91%E5%B0%88%E5%AE%B6%E8%AB%AE%E8%A9%A2%E5%B9%B3%E5%8F%B0/%E7%9F%A5%E8%AD%98%E5%85%B1%E4%BA%AB%E5%9C%88-%E6%96%87%E7%AB%A0/%E6%AA%A2%E8%A6%96%E6%96%87%E7%AB%A0/867->
5. Miss smile(2018)為什麼天空會呈現不同顏色。取自：
<https://xsofps.pixnet.net/blog/post/346944835>
6. TVBS 新聞網：天有異象？美國驚見「綠色天空」 網友：外星人來了？。取自：
<https://news.tvbs.com.tw/world/1841142>
7. 行政院環境保護署-空氣品質監測網。取自：
https://airtw.epa.gov.tw/cht/Encyclopedia/pedia08/pedia8_2.aspx。
8. 物理園 > 有趣問題 > 自然現象>天空的顏色-為甚麼晴天時天空是藍色的？為甚麼夕陽是紅色的？取自：<https://www.phy.cuhk.edu.hk/phyworld/iq/skycolor/skycolor.html>
9. 華人百科-朝晚霞。取自：
<https://www.itsfun.com.tw/%E6%9C%9D%E6%99%9A%E9%9C%9E/wiki-06342201-2727789>。
10. 華人百科-朝晚霞。取自：
<https://www.itsfun.com.tw/%E6%9C%9D%E6%99%9A%E9%9C%9E/wiki-06342201-2727789>。

11. 30 億年前的地球是什麼顏色的？專家表示：不是藍色。取自：
<https://daynews.co/news/742740/>
12. Mia(2021) 真的只能看到半面月球嗎？一起來揭開神秘的月球面紗吧！取自：
<https://pansci.asia/archives/323316>
13. 【文化生活】月兒像檸檬？科學家第一次仔細描繪月亮的顏色。取自：
<https://hk.news.yahoo.com/%E6%96%87%E5%8C%96%E7%94%9F%E6%B4%BB-%E6%9C%88%E5%85%92%E5%83%8F%E6%AA%B8%E6%AA%AC-%E7%A7%91%E5%AD%B8%E5%AE%B6%E7%AC%AC-%E6%AC%A1%E4%BB%94%E7%B4%B0%E6%8F%8F%E7%B9%AA%E6%9C%88%E4%BA%AE%E7%9A%84%E9%A1%8F%E8%89%B2-100145293.html>
14. 月亮一共有多少種顏色？除了白色和黃色外，你還見過什麼顏色？
https://new-qq-com.translate.google.com/translate/a/20220507A03VR800?_x_tr_sl=zh-CN&_x_tr_tl=zh-TW&_x_tr_hl=zh-TW&_x_tr_pto=sc
15. 維基百科-火星天文學。取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E6%98%9F%E5%A4%A9%E6%96%87%E5%AD%B8>
16. 維基百科-火星大氣層。取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E6%98%9F%E5%A4%A7%E6%B0%A3%E5%B1%A4>
17. 宇宙小百科 發表于科學(2018) 太陽系中其他星球的天空會呈現什麼樣怪異的景象。取自：
<https://knews.cc/science/3b2pg9y.html>
18. 科學探索菌(2020) 天空和雲的顏色是如何形成的。取自：
https://twgreatdaily.com/ZXq0cHMBd4Bm1_Y181_.html
19. 維基百科-雲。取自：
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BA%91>
20. 香港教育城-小校報-十分科學，天空為何會變色？。取自：
https://www.hkedcity.net/funpost/science_ahead/page_5ca33e23316e8352183c9869
21. 郝孟騫(2011) 為什麼雲是白色的？。取自：
<https://www.hko.gov.hk/tc/education/earth-science/optical-phenomena/00349-colours-of-clouds.html>
22. 蕭俊傑(2019) 人類登月 50 周年專輯 月球生活篇—食衣住行：和嫦娥當鄰居 住月球安全須知/NSPO 國家太空中心。取自：
https://www.nspo.narl.org.tw/blog_view.php?c=20051207。
23. 親子共廚&廚房科學(2021) 天空為什麼是藍色？ 幼兒都能懂的光反射實驗教你做。取自：
<https://tw.toybrains.com/blog/aa-kitchen-fun-sky>
24. 國立台灣大學 NTU/普通物理學-電磁學、光學及近代物理 (General Physics (1))/ 5-3 散射視頻。取自：
<https://www.coursera.org/lecture/wuli/5-3-san-she-eKAF0>
25. 國立台中教育大學 NTCU/科學教育與應用學系/科學遊戲實驗室。取自：
<http://scigame.ntcu.edu.tw/light/light-018.html>