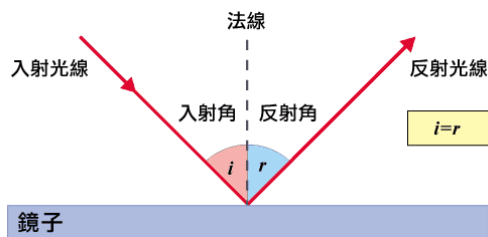


【2021 全國科學探究競賽 - 這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：多變的彩虹
一、摘要
<p>本研究旨在探討如何用折射、反射和色散的原理做出彩虹，並且探討何時會出現彩虹，並分清楚「虹」和「霓」的差別。透過實驗可得知：虹和霓的成因相同，只差在霓比虹多了一次反射，且我們也透過做實驗清楚看到彩虹，還有歸納出彩虹會出現的時間。當陽光照射到半空中的雨點，光線被折射及反射，在天空上形成拱形的七彩的光譜時會形成彩虹。霓和虹的不同點僅僅在於光線在雨點內產生二次內反射，因此光線通過雨滴後射到我們眼帘時，光弧色帶就與虹正好相反。透過實驗 A-玻璃杯彩虹和實驗 B-彩虹泡泡，，可得知實驗 A-玻璃杯彩虹看的最清晰，且還有霓的出現。彩虹容易在雨後出現，也可在瀑布附近看到。</p>
二、探究題目與動機
<p>每當風雨過後，天際邊常出現彩虹高掛的蹤影，那是因為陽光射到空中接近圓型的小水滴，造成色散及反射而成。陽光射入水滴時會同時以不同角度入射，在水滴內亦以不同的角度反射。當中以 40 至 42 度的反射最為強烈，造成我們所見到的彩虹。但每次想留下這美麗的景象，卻稍縱即逝，很快就消失了。</p> <p>因此，我們想要用課本之前所學「光的原理」來做出自己的彩虹，試試看以人工的方式是否能模仿出像大自然一樣美麗的彩虹，讓彩虹永遠刻在我們的心中！</p>
三、探究目的與假設
<p>(一)、探討彩「虹」和「霓」的原理及特色</p> <p>(二)、探討何種方式做出的彩虹最清楚</p> <p>(三)、探討哪些時間會出現彩虹</p>
四、探究方法與驗證步驟
<p>一、彩虹的原理</p> <p>(一) 反射和折射：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 反射線跟入射線和法線在同一平面內。2. 反射線和入射線分居法線兩側。3. 反射角等於入射角。 <p>當太陽光通過這些小水滴時，經過反射和折射作用，其中以 40 至 42 度的反射最為強烈，這時就可以清楚看見天空中美麗的彩虹。</p>

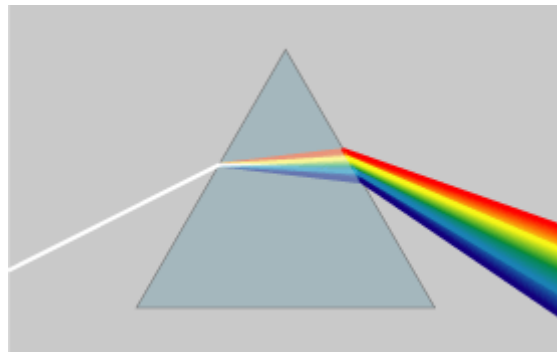


(圖一) 反射和折射

http://www.phyworld.idv.tw/Nature/Jun_2/htm/B3_4-3_POINT.html

(二) 色散原理：

在光學中，色散是指一道光中，光的相速度隨著頻率而改變。例如太陽光通過分光稜鏡後，由於它對各種頻率的光具有不同之折射率，使各色光之前進方向產生不同程度之偏折而分散，而形成由紅到紫色之連續光譜，彩虹是最常見的色散現象。



(圖二) 光的散色

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%B2%E6%95%A3%E5%85%B3%E7%B3%BB>

(三) 「虹」和「霓」的原理及特色：

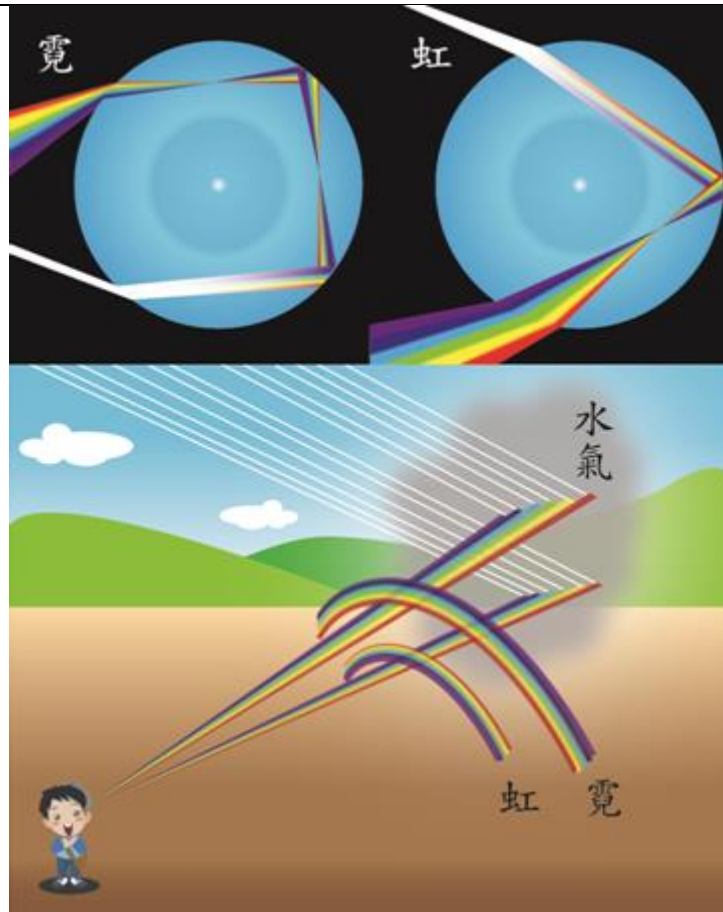
霓的成因與虹相同，都是陽光通過小水滴時被色散而成。

虹的原理：陽光在水滴內經過一次反射及兩次折射的結果。

虹的特色：由於不同波長光線對水滴的折射率不同，使得紫色光偏折的角度最大，紅色光偏折的角度最小，所以虹的色彩排列是內紫外紅，而形狀多為弧形。

霓的原理：霓的陽光是在水滴裡經過兩次反射及兩次折射。

霓的特色：由於多一次反射，所以強度只有虹的十分之一，角度也比虹高約 50° ，寬度約為虹的兩倍，色彩排列則與虹相反，為內紅外紫。



(圖三) 霓虹原理

<https://cap.rcpet.edu.tw/fly/103/1039005.html>

二、製作彩虹

我們將做兩組實驗，分別為實驗 A-玻璃杯彩虹和實驗 B-彩虹泡泡。

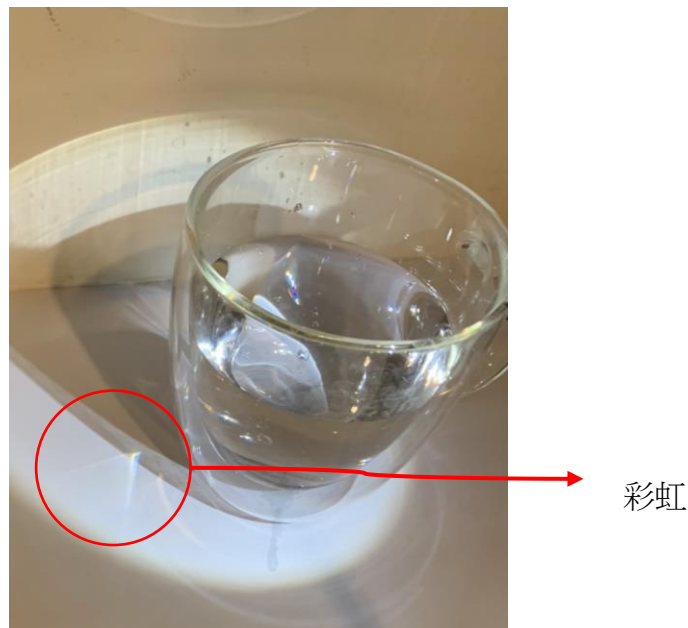
(一) 實驗 A：

實驗器材：玻璃杯、水、手電筒、白卡紙

- 實驗步驟：
- 1、將玻璃杯裝 8 分滿的水
 - 2、把白卡紙墊玻璃杯下讓彩虹照映在上方
 - 3、讓手電筒用不同的角度沿著玻璃杯裡的水面照射

實驗結果：光是由不同波長的光組成的，白光從空氣射入水中會在水面第一次折射，使得這些波長不同的光因為折射幅度不同，改變了前進的方向而分離出來，接著在水杯內緣反射，出水面再第二次折射，形成了我們看到的彩虹。霓虹是因為在水中多反射一次，造成光譜順序顛倒。我們的水杯形狀或入射光的角度造成光線的兩次反射，所以實驗出來的結果產生了霓虹。

心得：我們剛開始把白卡紙立在玻璃杯後面讓光反射在上面，但是把手機沿著杯緣從不同的角度照射了好幾次都很难印在白卡紙上面，雖然有一點彩虹的影子但長度很短，所以我們最後把白紙放在玻璃杯底下，結果馬上就出現彩虹還很清晰，甚至還出現霓，我們認為失敗的原因是因為要出現彩虹是要靠第二次折射（入射線和折射線不在同個平面），但當我們把白卡紙立在玻璃杯後面時，再用手機往杯緣 45° 照射，這時候是呈現 V 字型，所以彩虹才不會出現，但當把白卡紙放在下面，光入射進水面，這時彩虹就可以出現法線的另一邊了。



手電筒經過水折射與散色，產生彩虹

(二) 實驗 B：

實驗器材：泡泡水(自行調配)、鏡子、手電筒、白卡紙

實驗步驟：1、用自製的泡泡水(水+膠水+洗碗精)在鏡子上吹出一個泡泡
2、把白卡紙立在鏡子前方，再用手機照射泡泡

實驗結果：光線在膜外層先發生「第一次反射」，由空氣進入泡泡的時候則產生「第一次射」，接著遇到泡泡膜的內層時，發生「第二次反射」，再經過「第二次折射」出泡泡膜外。二次反射的光重疊即產生「干涉」，不同的干涉結果會產生不同顏色的光。

心得：實驗 B 跟實驗 A 相比之下就沒那麼清楚了，因為泡泡水是我們自己調製的，比例可能沒那麼精確，所以泡泡水可能會影響彩虹的清晰度。



手電筒經過泡泡折射與散色，產生彩虹

彩虹

三、彩虹出現的

(一) 彩虹為甚麼總是在雨後出現？

這時空氣內塵埃少而充滿小水滴，陽光正在觀察者的背後以低角度照射，天空的一邊因為仍有雨雲而較暗，而觀察者頭上或背後已沒有雲的遮擋而可見陽光，這樣彩虹便會較容易被看到。

(二) 彩虹發生的其他時間？

瀑布附近。瀑布是由於地勢差造成的，急速下降的過程會形成湍流，部分水滴逃脫水體進入大氣，對陽光折射，便會產生彩虹。

五、結論與生活應用

1. 當陽光照射到半空中的雨點，光線被折射及反射，在天空上形成拱形的七彩的光譜時會形成彩虹。
2. 霓和虹的不同點僅僅在於光線在雨點內產生二次內反射，因此光線通過雨滴後射到我們眼帘時，光弧色帶就與虹正好相反。
3. 透過實驗 A-玻璃杯彩虹和實驗 B-彩虹泡泡，可得知實驗 A-玻璃杯彩虹看的最清晰，且還有霓的出現。
4. 彩虹容易在雨後出現，也可在瀑布附近看到。
- 5.

參考資料

1. (圖一) 反射和折射

http://www.phyworld.idv.tw/Nature/Jun_2/htm/B3_4-3_POINT.html

2. (圖二) 光的散色

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%B2%E6%95%A3%E5%85%B3%E7%B3%BB>

3. (圖三) 霓虹原理

<https://cap.rcpet.edu.tw/fly/103/1039005.html>

4. 中央氣象局數位科普網 - 光象一虹、霓、暈、華

<https://pweb.cwb.gov.tw/PopularScience/index.php/2017-02-23-06-26-52/356>