

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：利用流體探討凹透鏡聚光之可行性

一、摘要：

本研究利用凹透鏡添加可透光液體，觀察是否可利用液體的表面張力讓雷射光的折射情形接近於凸透鏡的會聚效果，以及測試液體量、葡萄糖濃度改變對光折射的影響。水加凹透鏡的實驗中，我們發現至多只能讓光折射的情形接近平面透鏡，無法達到會聚效果，而改變葡萄糖水濃度的實驗裡，則發現到使用 25% 葡萄糖水 15ml 時能令光線產生會聚的效果，並且在多種的實驗組合上都發現可以使凹透鏡接近平面透鏡的狀況。使用不同液體進行實驗的部分，目前僅有沙拉油、水、葡萄糖水的數據。我們也有計算液體的折射率，發現葡萄糖水、水、沙拉油比較後，葡萄糖水 50% 的折射率最大。根據我們的推測，液體折射率越大，越可能造成會聚，因此之後也會繼續尋找不同折射率的液體，期望真的可以在實驗中讓凹透鏡產生會聚效果。

二、探究題目與動機

國中二年級自然課本中，第四單元是光、影像與顏色。我們對於相關的研究很有興趣，上網搜尋後找到了 Dr. stone 新石紀這部動漫，其中有一集有一個人用了近視眼鏡鏡片做出了會聚的效果最後成功讓某個物品燒起來。據我們所知近視眼鏡是凹透鏡片，而凹透鏡片會讓光線發散，那我們就在想他是如何讓太陽光會聚然後導致物品燒起來的呢？原來他是利用了淚水和汗水讓凹透鏡上面鋪滿一層水，然後因為表面張力的關係水面會形成弧形就可以達成凸透鏡的效果。於是我們開始想，是否真的能利用液體的表面張力讓光從發散到會聚？於是我們開始了我們的研究。

三、探究目的與假設

- 一、了解凹透鏡種類及其基本原理。
- 二、觀察凹透鏡加水時光折射的情形。
- 三、探討液體濃度對凹透鏡的影響。
- 四、探討凹透鏡加不同液體時光折射的情形。
- 五、測量並計算各種液體的折射率。
- 六、液體折射率與光線路徑的關係。

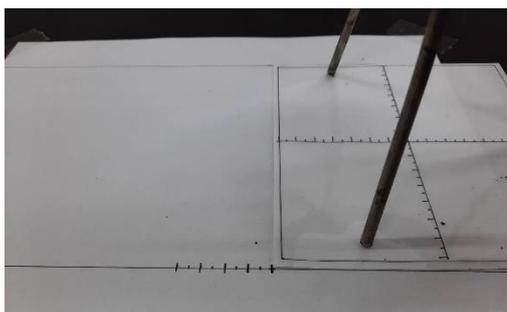
四、探究方法與驗證步驟

- 一、了解透鏡種類及其基本原理
我們透過網路搜尋和前往圖書館進行透鏡有關資料的查詢。
- 二、觀察凹透鏡加水時光折射的情形

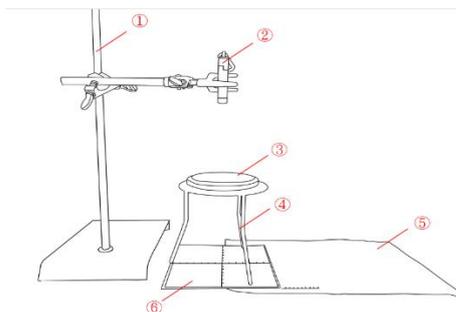
(一) 步驟：

1. 架設凹透鏡片於鐵架上
2. 將要測試的液體注於凹透鏡片上
3. 放置白紙於桌面上
4. 用雷射筆照射鏡片並關燈以減少干擾
5. 觀察注液體後，光折射的情形
6. 之後將會以以上步驟進行其他實驗相同的部分，因此後續不再說明

(二) 此實驗內容為注水後，觀察透鏡的光折射情形。



圖一、器材測量圖。



圖二、實驗架設繪製圖。

實驗架設配置：1. 雷射筆支架 2. 雷射筆 3. 凹透鏡 4. 三腳架 5. 白紙(有刻度) 6. 線座標圖

三、探討液體濃度對透鏡的影響

- (一) 使用葡萄糖水作為實驗用液體
- (二) 調出濃度 10%、20%、25% 等並觀察光折射情形(重量百分比)
- (三) 使用和實驗二相同的實驗方式。
- (四) 各種濃度葡萄糖水的調配方式。

表一、葡萄糖水調配方式

10% 葡萄糖水	20% 葡萄糖水	25% 葡萄糖水
10 克葡萄糖	20 克葡萄糖	25 克葡萄糖
90 毫升水	80 毫升水	75 毫升水

四、探討各種液體種類對透鏡的影響

- (一) 此實驗內容為改變液體種類並觀察光折射的情形
- (二) 液體種類：水、葡萄糖水、沙拉油
- (三) 因實驗要觀察光的折射情形，故皆選擇可透光的液體
- (四) 想用不同濃度、不同種類的液體來做實驗的原因：
因為我們從濃度實驗中認為：分子數量不同，可能會影響液體的表面張力。之後因考慮到不同液體的表面張力可能會不同，想找表面張力特別大或小的液體嘗試。

五、測量並計算液體折射率

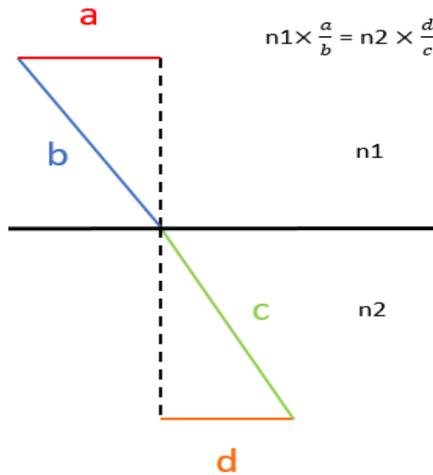
(一)此實驗內容為測量液體的折射率

(二)液體種類：水、沙拉油、不同濃度的葡萄糖水

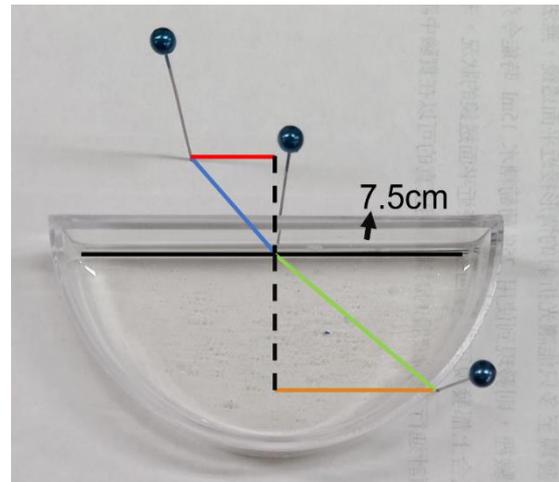
(三)因實驗要觀察光的折射情形，故皆選擇可透光的液體

(四)實驗方法：將液體注入半圓水盒並在周遭插上大頭針，以鉛筆將扎針處連線。

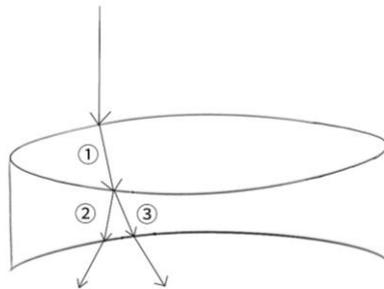
(五)用圖五的公式計算折射率，三次後計平均值。



圖三、計算公式示意圖。



圖四、扎針連線示意圖。



圖五、光線折射途徑示意圖。

六、液體折射率與光線路徑的關係

由圖七可看出，當①雷射光垂直入射到流體中時，會因光線在流體中的速度慢於在空氣中的光速，所以此時光線會向內偏折。②當光線從流體進到玻璃內時則會出現兩種情況，如果流體的折射率小於玻璃光線就會向內偏折。反之若③流體的折射率大於玻璃，光線便會向外偏折，這樣就會產生會聚的情形。由以上的討論可以得知，如要達到會聚情形應使用折射率較大的液體。

五、結論與生活應用

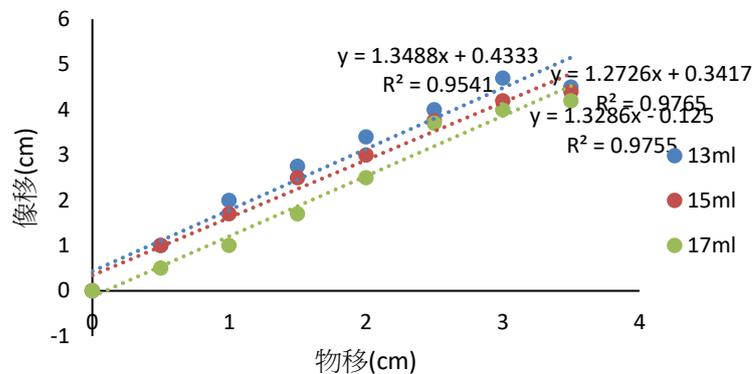
名詞解釋

物移：光源移動距離

像移：成像移動距離

一、觀察凹透鏡加水時光折射的情形：

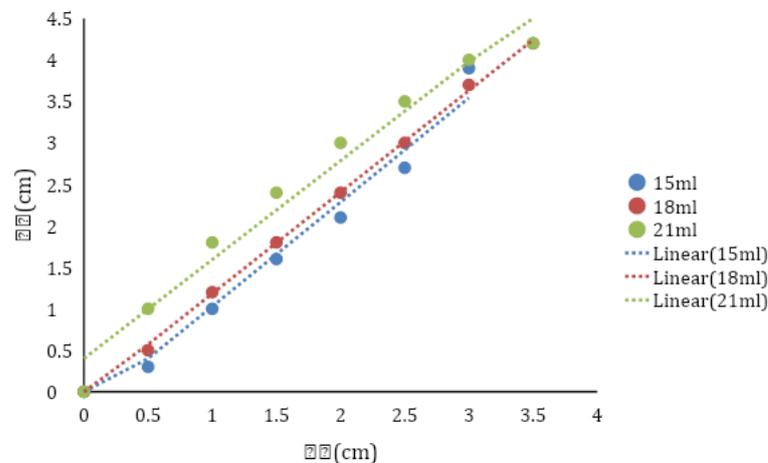
加水的確可以減緩凹透鏡的發散程度。但因成像移動距離始終大於等於光源移動距離，所以我們認為凹透鏡加水時會減少光的發散程度，但不足以使凹透鏡的折射效果變為匯聚的效果。水量在 17ml、光源移動 0.5cm 時，成像移動也是 0.5cm，表示此時凹透鏡加水的效果是接近於平面透鏡的。



圖六、水量 13、15、17ml 折射結果圖。

二、探討液體濃度對凹透鏡的影響：

斜率最小的是葡萄糖水 25%加 24ml、30ml 的 1.2167，比起加水 13ml 的 1.2726 而言斜率較大，表示葡萄糖水讓光匯聚的效果較好。葡萄糖水 25% 在 15ml 時，物移的距離大於像移，表示在此加葡萄糖水有成功讓凹透鏡的發散效果轉變為匯聚。



圖七、25%葡萄糖水 15ml、18ml、21ml 折射結果圖。

三、兩項實驗狀況相似處：

在液體加到一定程度後斜率變化不大，推測是因為液體達一定的量之後，加的水讓原本的中心部分的弧形變平緩了，導致匯聚效果較差。

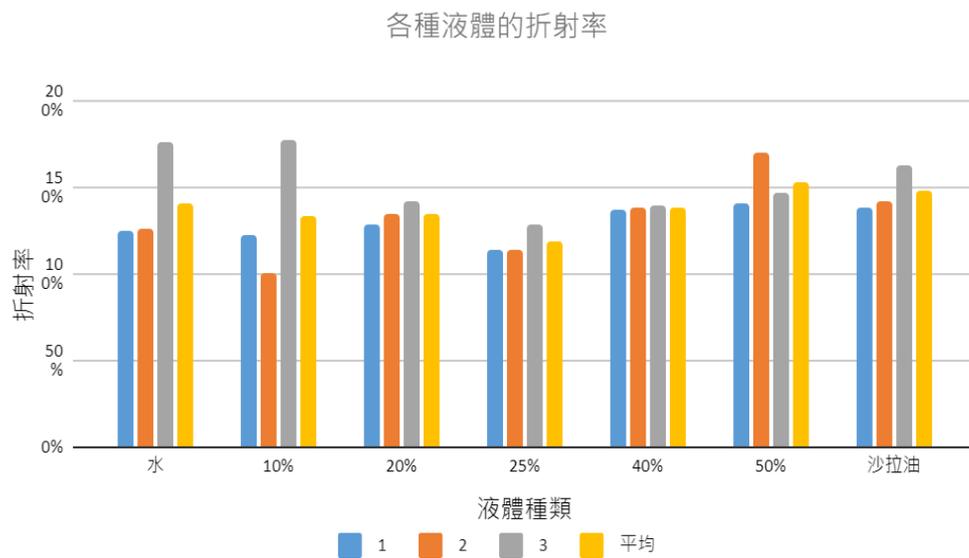
葡萄糖水 20% 在 22ml 及水量在 17ml 時，光源移動 0.5cm，像也移動 0.5cm，表示在此處加入葡萄糖水的效果接近於平面透鏡。

在測量時，我們發現光源的移動越靠近透鏡邊緣，測量出的數據發散情形越明顯，推測是因為在邊緣位置的水量較少，因此匯聚狀況較不明顯。

四、測量並計算各種液體的折射率：

由實驗結果發現濃度 10%、20%、25%、40% 的葡萄

糖水折射率小於水，而濃度 50% 的葡萄糖水折射率最大，較接近我們希望達成的的會聚效果。



圖八、水、各種濃度葡萄糖水、沙拉油的折射率

五、生活應用：

假如能夠讓凹透鏡加液體，產生匯聚光線的效果，那麼即使在我們手邊只有近視眼鏡的情況下，也可以做到像動漫中一樣，滴幾滴液體就能使太陽光匯聚。

參考資料

How to make VIRTUAL REALITY lens using plastic bottle-convex/magnifying lens

做凸透鏡 (寶特瓶) (BOKIN · 2016)

Sandwich Bag Fire Starter 做凸透鏡 (塑膠袋) (Veritasium · 2017)

生活中隨手可做的簡易水透鏡 生活中隨手可做的簡易透鏡 (塑膠盒) (zfang · 2017)

科學玩具 - 光學 - 凹凸兩用水透鏡 (第一代) 凹凸兩用透鏡 (塑膠餅乾桶)

(科學玩具柑仔店 · 2012)

利用液體旋轉製作可變焦透鏡 (詹挹辰, 林彥杰與蕭皓淳 · 2017 · 第 58 屆科展)

變大變小 · 一付搞定--可變倍率透鏡及其應用 (蕭季威 · 2009 · 第 49 屆科展)