

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031603

你我英雄所見「不」同

學校名稱：臺中市私立曉明女子高級中學

作者：	指導老師：
國二 林典蓁	鄭文杰
國二 黃奕婷	楊士模
國二 王銓潞	
國二 黃鈺菁	

關鍵詞：視覺欺騙、光的折射、圖案變化

壹、摘要

7-11 便利商店所贈送 Hello Kitty3D 磁鐵的影像會依旋轉角度而成爲動態的影像，很吸引我們的注意，和老師討論之後，我們很想知道光折射原理如何在 Hello Kitty3D 磁鐵上面運作著。

因此我們收集這些磁鐵，拆解它們加以觀察，努力的收集資料，然後以圓玻璃棒設計實驗來實現各種圖形的變化，並測出入射角、折射角，再計算出折射率，和查得玻璃的折射率對照，以驗證實驗方法的對錯。

希望能由此研究，可延伸出作爲一簡易的測量透明物質折射率工具及方法。

以我們的實驗方法教同學們用此過程來製作動態的影象，吸引同學們能將理化融入生活中而學以致用，並創意的用爲家裡的裝置藝術；必能在應用時能更明白光學原理，了解以「學中做，做中學」爲學習理化的最佳方式。

貳、研究動機

前陣子 7-11 舉行買滿 77 元就贈送你 Hello Kitty3D 磁鐵的促銷活動風靡全台，有許多人也開始收集這些可愛的磁鐵，而我們幾個當然也是收集人之一。

在收集的過程中，不僅僅是可愛的 Hello Kitty3D 圖片吸引了我們，上面的 3D 特效也令我們產生了濃厚的興趣，就像魔術一般，只要稍微轉動磁鐵平面，上面的圖案就會改變、移動、模糊，甚至還可以改變顏色、樣式。

爲了出其原理，我們決定利用這次科展的機會，透過實驗的方式來找出它的原理與結構。

稍微觀察到一些蛛絲馬跡之後，我們便玩心四起，加上剛好理化課教到光線折射和反射原理，更是令我們得心應手，沒想到小小玩意兒中，也藏著大大科學，真是令我們驚嘆科學的奧妙！

參、研究目的

以光的折射原理分析 Hello Kitty 磁鐵上面的圖片動態變化，將分析的測量轉成入射角及折射角，然後算出玻璃的折射率來驗證分析是否正確

再延伸出作爲一簡易的測量透明物質折射率工具及方法。

要教大家明白製作簡易的放大版光柵片方式，延伸至家中、生活中，以隨手可得的器材，來做出一些富有變化的家中裝置藝術 DIY，省錢又環保，又能有藝術氣息。

肆、 研究設備及器材

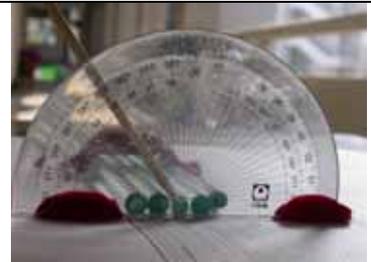
- 一、 Hello Kitty 磁鐵 × 數個
- 二、 圓玻璃棒(直徑 $0.94 \approx 1$ cm) × 5 根
- 三、 游標尺 × 1 個
- 四、 紅色黏土 × 約 10 公克
- 五、 A4 影印紙 × 5 張
- 六、 A3 影印紙 × 10 張
- 七、 30 cm 的塑膠尺 × 1 支
- 八、 直徑 1cm 半圓形透明壓克力棒 × 20 支
- 九、 細鐵絲 × 1 支
- 十、 量角器 × 1 個
- 十一、 數位照相機 × 1 臺
- 十二、 顯微鏡 × 1 臺



量角器



直徑 1cm
半圓形透明壓克力棒



直徑約 1cm
圓玻璃棒

伍、研究過程或方法

- 一、以顯微鏡探討 Hello Kitty3D 磁鐵構造：
 - (一)將 Hello Kitty3D 磁鐵剖開，利用顯微鏡觀察其內部構造。
 - (二)把我們所看到的內部構造畫出來。
- 二、用游標尺測量圓玻璃棒及半圓壓克力棒的直徑，如下圖。



- 三、利用太陽光測量圓玻璃棒及半圓壓克力棒的焦點，如下圖。
共測量三次。



- 四、以半圓壓克力棒或圓柱形玻璃棒的直徑為寬度，
在 A4 紙上畫出許多條平行線，
作為各種變化影像的主寬度，如下圖。



五、測量角度(視角)

(一) 兩種圖案變化(簡稱：區隔為 2)

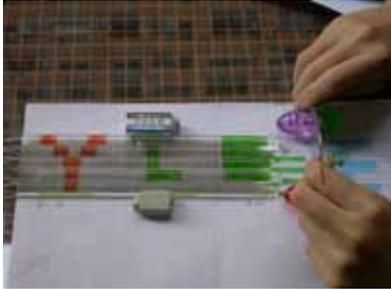
- 1.在每一主寬度的中間再畫一條線，將主寬度均等的區隔為 2
- 2.在此區域隔條畫上圖案，塗上顏色，如圖的 Y 字和 L 字。



- 3.將半圓壓克力棒或圓柱形玻璃棒依主寬度排著，放上量角器，如下圖。



- 4.移動視線，直至看到最清晰的影像時，再往左（前）移動及右（後）移動至快要看到其他圖形的顏色時，眼睛不動之下，移動量角器上的細鐵絲和此時的視線成一直線時，由量角器記下視角的度數，如圖。



(二) 三種圖案變化(簡稱：區隔為 3)

- 1.在每一主寬度的中間再畫二條線，將主寬度均等的區隔為 3
- 2.在此區域隔條畫上圖案，塗上顏色，如圖的 Y 字、L 字和 E 字。



- 3.將半圓壓克力棒或圓柱形玻璃棒依主寬度排著，放上量角器。
- 4.移動視線，直至看到最清晰的影像時，再往左（前）移動及右（後）移動至快要看到其他圖形的顏色時，眼睛不動之下，移動量角器上的細鐵絲和此時的視線成一直線時，由量角器記下視角的度數。

(三) 四種圖案變化(簡稱：區隔為 4)

- 1.在每一主寬度的中間再畫三條線，將主寬度均等的區隔為 4
- 2.在此區域隔條畫上圖案，塗上顏色，如圖的 Y 字、L 字、E 字和 S 字。



- 3.將半圓壓克力棒或圓柱形玻璃棒依主寬度排著，放上量角器。
- 4.移動視線，直至看到最清晰的影像時，再往左（前）移動及右（後）移動至快要看到其他圖形的顏色時，眼睛不動之下，

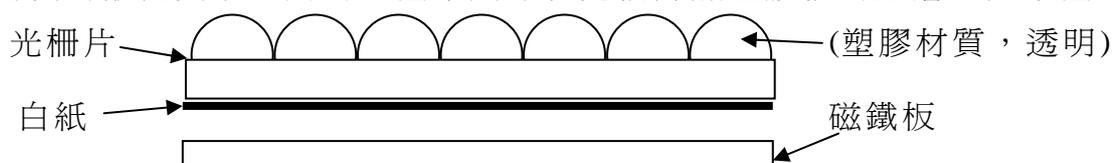
移動量角器上的細鐵絲和此時的視線成一直線時，由量角器記下視角的度數。

陸、 研究結果

六、以顯微鏡探討 Hello Kitty 3D 磁鐵構造結果：

- (一) 我們發現它包含三個部分，分別是
第 1 層的光柵片加塑膠板(上)，
第 2 層的白紙(中)，
第 3 層的磁鐵板(下)。

(二) 白紙為襯托其顏色用的，圖案則印在光柵片加塑膠板的底層，如下圖：



(三) 以顯微鏡做觀察，發現 Hello Kitty 光柵片不是半圓形，如下圖。



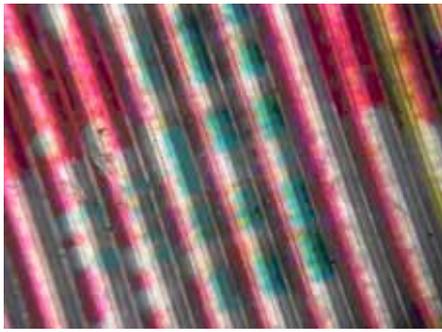
表示物體(圖形)仍是在焦距內。

(四) 觀察 Hello Kitty 3D 磁鐵圖形變化，發現 Hello Kitty 圖形變化仍是有殘留一些原來的圖像，如下圖。



(五) 以顯微鏡觀察 Hello Kitty 光柵片，如下圖。

此為兩種影像的變化，從放大的圖片上，看到了上下兩端各有紅綠兩種色彩



六、直徑

(一)半圓壓克力棒：1.03cm

(二)圓柱形玻璃棒：0.965cm

六、焦距

(一)半圓壓克力棒： $(0.92 + 1.00 + 1.00) \div 3 = 0.97\text{cm}$

(二)圓柱形玻璃棒： $(0.63 + 0.80 + 0.60) \div 3 = 0.68\text{cm}$

六、以半圓壓克力棒為材料測量角度：

觀察時，不管如何移動視線，總會有其他圖形出現，無法完整看到我們所預計要觀察的圖案，無法決定正確的視角，

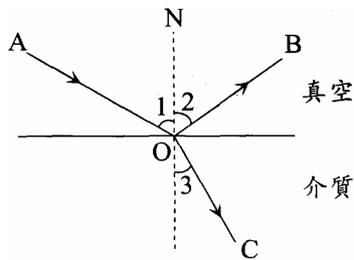
六、以圓柱形玻璃棒為材料測量角度：

	圖形	量角器在紙上的視角
區隔為 2	L	120°
	Y	60°
區隔為 3	L	120°
	Y	90°
	E	60°
區隔為 4	L	120°
	Y	100°
	E	80°
	S	60°

柒、討論

一、 折射原理：

光在不同的介質中有不同的光速，造成光的方向轉彎。
如下圖所示：



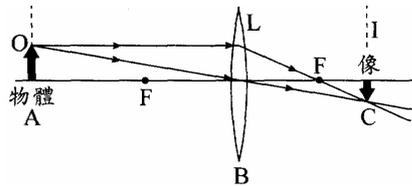
若空氣折射率設為一，查得玻璃折射率約為 1.5，
算法如下：

$$\frac{\text{空氣折射率(入射角}\theta_1)}{\text{玻璃折射率(折射角}\theta_3)} = \frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_1}$$

二、 凸透鏡折射原理：

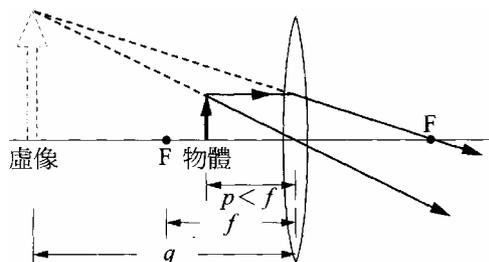
(一)、物體在焦距外

- 1.形成實像
- 2.有放大，有縮小
- 3.但必定是倒立
- 4.如下圖所示：



(二)、物體在焦距內

- 1.形成虛像
- 2.必定是放大
- 3.必定是正立
- 4.如下圖所示：

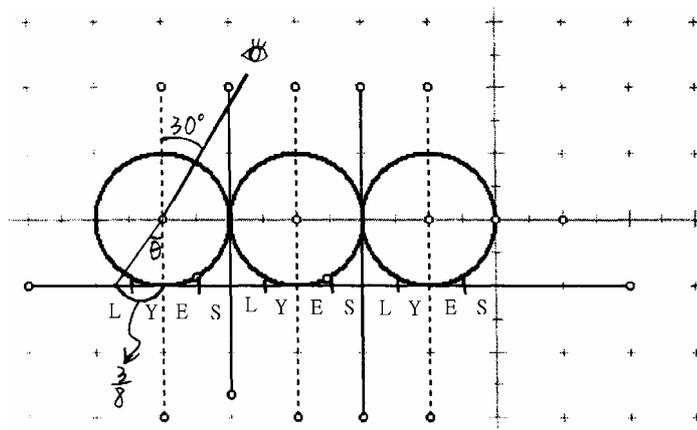


三、 本次實驗，焦距與物距的關係；

物距 = 圓柱形玻璃棒的 $0.5R = 0.483\text{cm}$

(三)、區隔為 4

1. 如下圖所示，看到 L 圖時，以 L 圖的中點為參考點



2. 入射角計算如下：

$$L : \theta = \tan^{-1} \frac{\frac{3}{8}}{\frac{1}{2}} = \tan^{-1} 0.75 = 36.87^\circ$$

$$Y : \theta = \tan^{-1} \frac{\frac{1}{8}}{\frac{1}{2}} = \tan^{-1} 0.25 = 14.04^\circ$$

3. 玻璃折射率計算如下：

$$L : \text{玻璃折射率} = \frac{\sin 36.87^\circ}{\sin 30^\circ} = 1.2$$

$$Y : \text{玻璃折射率} = \frac{\sin 14.04^\circ}{\sin 10^\circ} = 1.4$$

四、 圓柱形玻璃棒的折射率計算結果

	圖形	量角器在紙上的		
		入射角	折射角	折射率
			90-視角	
區隔 為 2	L	26.57 ⁰	30 ⁰	0.895
	Y	26.57 ⁰	30 ⁰	0.895
區隔 為 3	L	33.69 ⁰	30 ⁰	1.11
	Y	0 ⁰	0 ⁰	---
	E	33.69 ⁰	30 ⁰	1.11
區隔 為 4	L	36.87 ⁰	30 ⁰	1.2
	Y	14.04 ⁰	10 ⁰	1.4
	E	14.04 ⁰	10 ⁰	1.4
	S	36.87 ⁰	30 ⁰	1.2

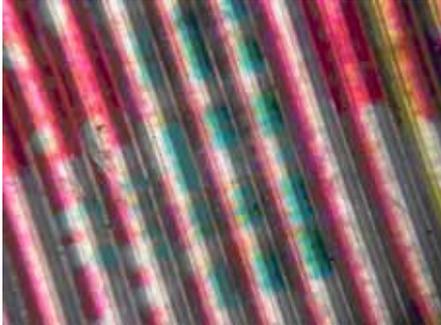
五、 玻璃折射率測量誤差

$$(| \text{測量值平均} - 1.5 |) \div 1.5 \times 100\%$$

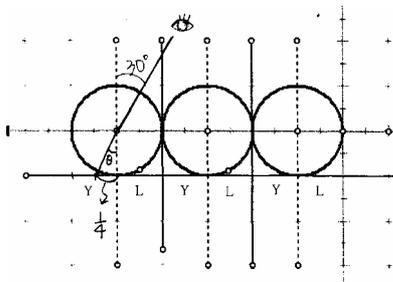
	圖形	量角器在紙上的	
		折射率	誤差
區隔 為 2	L	0.895	40.3%
	Y	0.895	
區隔 為 3	L	1.11	26%
	Y	---	
	E	1.11	
區隔 為 4	L	1.2	13.33%
	Y	1.4	
	E	1.4	
	S	1.2	

捌、 結論

- 一、 以顯微鏡觀察 Hello Kitty 光柵片，上面圖形顏色塗法是如同我們所說的區隔方式：兩種變化就區隔為 2、參種變化就區隔為 3、



- 二、 以半圓壓克力棒為材料觀察時，不管如何移動視線，總會有其他圖形出現，無法完整看到我們所預計要觀察的圖案。以顯微鏡觀察 Hello Kitty 光柵片，發現在弧線下有一層厚度，這層厚度和弧線的關係也是很值得再去探討研究。
- 三、 在紙上所畫的圖是不連續的點，因為物體是在焦距內，所以會形成放大虛像，而致所看到的圖形會是連續完整的圖形。
- 四、 經老師的指導，我們經由 GSP 軟體裡的畫圓工具很快的畫出三個相接的圓，再用筆畫出入射線及折射线，再掃描成圖檔，如下圖。



- 五、 經本次科展的研究，及經老師的指導，認識了三角函數，由上圖的各線段的關係，代入三角函數就可以很快的求出入射角及折射率
- 六、 在判斷圖形是否清晰，我們起先是很不一致，因為區隔為 2 的圖最易分得清楚，但是視線範圍也很大，而區隔越多時，越不易分得清楚，但是視線範圍也越小，所以就決定採取兩邊快不清楚角度的中間值。
- 七、 區隔為 2 等分，可視範圍最大，測量角度誤差大，所以計算出來的折射率 0.894，和標準值 1.5 相差最大，區隔為 3 等分和區隔為 4 等分的誤差值就漸減了。可延伸出作為一簡易的測量透明物質折射率工具及方法。
- 八、 家裡常有一些圓形玻璃瓶，如麵筋或花瓜罐頭，食用完後，將玻璃瓶洗乾淨，再裝滿水，蓋上蓋子。將你所做的圖案掛在桌前上方牆壁，將前述裝水的圓形玻璃瓶並排於在圖案前，也會有同樣的圖形變化效果。可以成為家中

一種省錢、環保、富有變化的 DIY 藝術裝置，如下圖。



九、 同學們，請跟我們下列的步驟，發揮你們的創意來製作一些富有動感且趣味十足的藝術品，共同來營造一個富有藝術氣息的社會：

(一) 製作出翻轉變化的圖：

1. 翻轉的定義：

由一個圖形在同一個位置直接變為另一個完全不同的圖形。

2. 所需材料：

(1) 白紙 × 1 張

(2) 尺 × 1 把

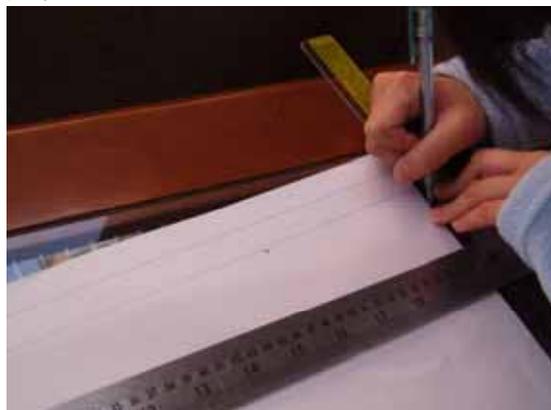
(3) 圓柱體玻璃棒 × 數支

(4) 想要變換的圖案的草稿 × 數種(視想變換的圖案數而不同)

3. 製作過程：

(1) 變換 2 個不同的圖案

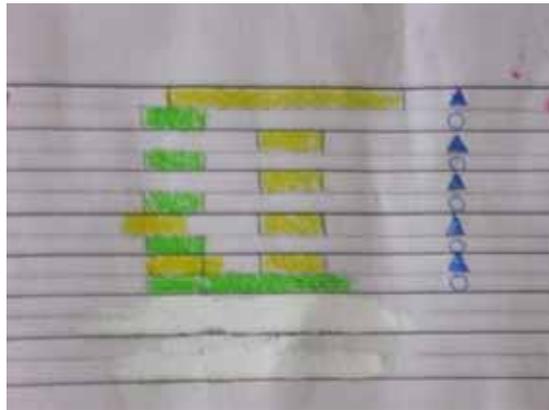
a. 畫下數條和圓柱體玻璃棒的直徑寬相同的橫線(視圖案大小而異)。



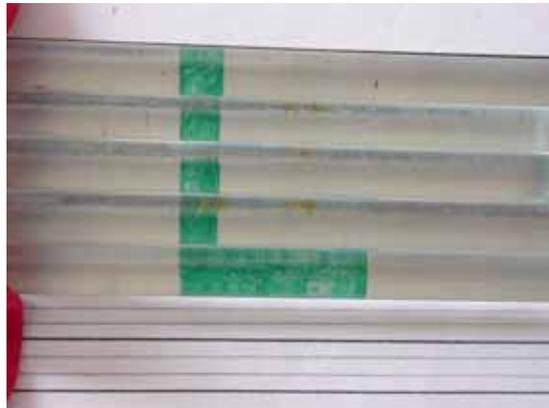
b. 把已畫好的線，每一行都再橫分成兩等份。



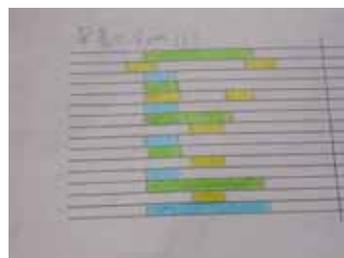
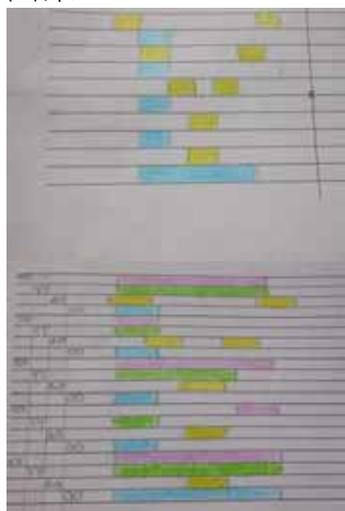
- c. 將其中一個圖案的圖點分開畫於每一行中的上半等份。
- d. 將第二個圖案的圖點分畫於每一行中的下半等份。



- e. 將圓柱體玻璃棒按較粗橫線依序擺好。



- f. 上下滾動玻璃棒或固定玻璃棒視線前後移動即可見到不同的 2 個圖案。



(二) 製作出放大縮小的圖：

1. 放大縮小的定義：

大小尺寸不同、但形狀相同的二個圖形在同一個位置放大、縮小。

2. 所需材料：

(1) 白紙 × 1 張

(2) 尺 × 1 把

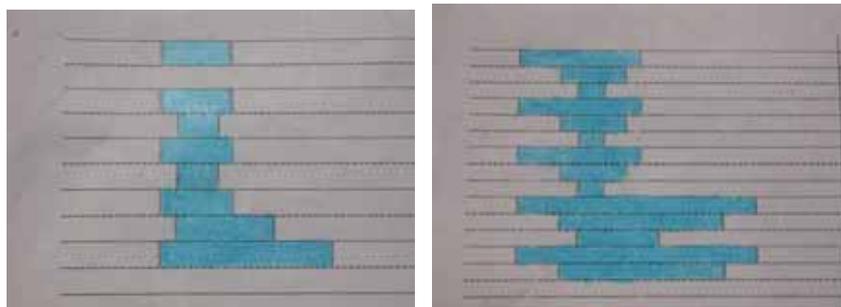
(3) 圓柱體玻璃棒 × 數支

(4) 想要變換的圖案的大小不同尺寸草稿 × 數種

3. 製作過程：

(1) 變換大小 2 種尺寸的圖案：

- a. 在紙上畫下數條和圓柱體玻璃棒的直徑寬相同的橫線(視圖案大小而異)。
- b. 把已畫好的線，每一行都再橫分成兩等份。
- c. 將小的那個圖案的圖點分開畫於每一行中的上半等份。
- d. 將大的那個圖的圖點分畫於每一行中的下半等份。
- e. 將圓柱體玻璃棒按橫線依序擺好。
- f. 上下滾動玻璃棒即可見到不同大小尺寸的圖案。



(三) 製作出移動的圖：

1. 移動的定義：

大小尺寸相同、動作不相同，在不同位置連續移動(是利用人的視覺而產生的連動)。

2. 所需材料：

(1) 白紙 × 1 張

(2) 尺 × 1 把

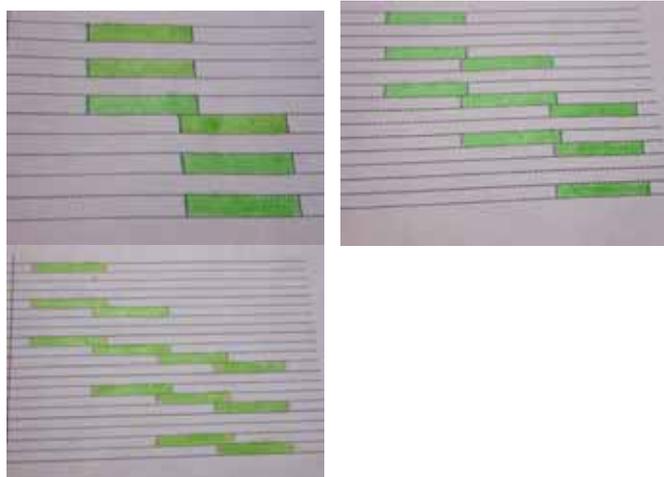
(3) 圓柱體玻璃棒 × 數支

(4) 想要變換的圖案的大小不同尺寸草稿 × 數種

3. 製作過程：&

(1) 兩個位置的移動

- a. 在紙上畫下數條和圓柱體玻璃棒的直徑寬相同的橫線(視圖案大小而異)。
- b. 把已畫好的線，每一行都再橫分成兩等份。
- c. 將移動的第一個圖案的圖點分開畫於每一行中的上半等份。
- d. 將移動的第二個圖案的圖點分畫於每一行中的下半等份。
- e. 將圓柱體玻璃棒按橫線依序擺好。
- f. 上下滾動玻璃棒即可見到兩個位置的移動圖案。



玖、參考資料和其他

一、書籍資料：

- (一) 何志堅 (民 87)。光的故事。臺灣書店
- (二) 吳文政 (民 83)。幾何光學。一流出版社
- (三) 吳文政 (民 82)。波動及物理光學。一流出版社

二、網路資源：

- (一) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105061601310>
- (二) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1205072503582>
- (三) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1205080408651>
- (四) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1405101915560>

評 語

031603 你我英雄所見「不」同

1. 題目及內容生動活潑，寓教於樂，值得推廣及鼓勵。
2. 所設計用以量測折射率之方法很有創意，可惜其中所使用的物理原理及分析方法不甚正確，以致求得的結果在理論上已不是折射率。建議使用正確的公式及分析方法重新分析數據，應可獲得較好的結果。
3. 參賽學生態度積極，樂在其中，精神可佳。