

光學隱像的研究

高小組 第一名

縣 市：台北縣

校 名：興南國小

作 者：李仲庭、林冠華、李芳華、何靜玫

指導教師：陳中雲、張政義



李仲庭台北縣中和市興南國小六年八班學生

善於使用電腦，長於寫作，在運動和閱讀方面也表現了特殊天份。

曾榮獲：38屆全國科展生物科初小組第一名、39屆全縣科展生物科高小組特優、40屆全國科展物理科高小組第一名

林冠華台北縣中和市興南國小五年十三班學生

勤於學習，為本校管樂團、溜冰隊一員，在音樂、自然科學、溜冰運動方面表現傑出。

曾榮獲：38屆全國科展物理科初小組第一名、39屆全縣科展物理科初小組優等、40屆全國科展物理科高小組第一名

李芳華台北縣興南國小五年十一班學生

為李仲庭的妹妹，並為班上模範生，個性內斂，長於書寫，在語文、自然科學方面表現優異，任勞任怨，真是優秀。

曾榮獲：39屆全縣科展物理科初小組優等、40屆全國科展物理科高小組第一名

何靜玫台北縣興南國小五年十三班學生

個性活潑，認真學習，為本校管樂團、溜冰隊一員，在溜冰（花式）運動、音樂、繪畫方面表特優。

曾榮獲：38屆全國科展物理科初小組第一名、39屆全縣科展物理科初小組優等、40屆全國科展物理科高小組第一名

關鍵詞：光學隱像

一、研究動機

1. 偶然發現同學用的尺，表面的裝飾畫，左看右看會顯出不同的像；用手左右上下移動也是一樣，好像活動的畫，我十分的好奇也感到很有趣，為什麼這樣呢？會不會是尺表面的凸出紋路的作用呢？不禁引起我研究的興趣，在老師的指導之下，我和同學展開了探討。

二、研究目的

- 1.了解尺像變化的原因。
- 2.探討光學的原理和作用。
- 3.探索立體視像的原理和變化。
- 4.於日常生活中應用光學和視覺的關係。

三、研究問題

- 1.隱像尺有什麼特別的地方？
- 2.隱像尺在不同的光中變化怎樣？
- 3.觀察角度不同會影響隱像的出現嗎？
- 4.畫像不同會影響隱像的出現嗎？
- 5.光的折射和反射和隱像有關嗎？
- 6.凸出紋路的形狀影響光的行進嗎？
- 7.凸出紋路影響隱像的呈現嗎？
- 8.隱像是一種錯覺嗎？和立體視圖的關係怎樣？

四、研究器材和設備

2. 1.尺及各種文具
3. 2.透明膠片、膠條、木板、木條。
4. 3.各種燈泡、色紙、車燈、透鏡、玻璃。

五、研究過程和方法

問題一、隱像尺有什麼特別的地方？

研究一

方法

搜集不同的尺和立體圖卡（如表）加以比較觀察。

結果

如下

名稱	外觀	特色
魔術尺	長15公分寬4公分的矩形魔術尺，尺面是0.05公分線條壓克力板。	會變化的圖案顏色沒有完全填滿，線條是一段段的不會變化的圖案，顏色完全填滿，是用實線畫成，會旋轉的圖案線條彎曲，不通過中心點，它是由0.05公分的線條組成的。
魔術變變尺	長8.5公分寬2.5公分的魔術變變尺，尺面是圓弧形的凹凸有三菱鑽。	它把兩種圖案畫在同一塊塑膠板上，在板上畫下一條條的縱線，再用間隔的方式畫上主角，縱線的寬1.15公分，只要放上一塊間隔距離一樣的透明片再左右移動，就可以產生效果。圖案會隨著左右移動而改變。
方格尺	一般15公分長的短尺。	尺面是菱形的馬賽克紋。
立體圖片	長8.3公分寬6公分的矩形立體圖片縱線條的塑膠尺。	具有立體特效，整體感覺手是浮起來的，和魔術尺差不多，麥克風和手隨著角度的不同，位置也會改變。
鑽石卡	長19.6公分，寬6.1公分的矩形貼紙，表面很光滑。	主角圖案以外的部份，都有鑽石特效，是由邊長0.6公分的方格組成，每格裏面有以中心放射至邊緣的彩虹光澤，改變位置觀察，光線顏色也會改變，背面也一樣。
立體貼紙 (鑽石)	長4.5公分寬3.5公分的貼紙，約0.1公分厚，邊緣有金邊。	和鑽石卡一樣有鑽石特效，但是是由0.1公分的小圓圈密排而成，這些小圓圈會反射出彩色光線。
立體貼紙 (銀邊)	邊長1.9公分的方形貼紙，約厚0.1公分，但很軟，側面看是半圓形。	沒有顏色的部份都是銀色的，跟鏡子一樣有反射影像的作用。
立體貼紙 (透明)	長3公分寬2公分約厚0.05公分。	圖案是印在軟塑膠上，所以圖案以的部份都是透明的。
光碟片	直徑12公分的正圓，厚約0.1公分。	正、反兩面都會閃光，都可以反射影像。

“√” 代表有

名 稱	長 15.3 公分 寬 4 公分 魔術尺 (角度)	長 8.5 公分 寬 2.5 公分 魔術尺 (手動)	長 16 公分 寬 3 公分 方格尺	長 8.3 公分 寬 6 公分 立體圖片	長 9.6 公分 寬 6.1 公分 鑽石卡	長 4.5 公分 寬 3.5 公分 立體貼紙 (鑽石)	邊長 1.9 公分的方形 立體貼紙 (銀邊)	長 3 公分 寬 2 公分 立體貼紙 (透明)	直徑 12 公分的 圓形 光碟片
特 色									
會 閃 光					√	√			√
圖 案 會 改 變	√	√		√					
圖 案 有 立 體 感				√					
表 面 有 條 紋	√	√	√	√					
背 面 能 反 射 影 像					√	√	√		√
有 厚 度	√	√	√	√	√	√	√	√	√

問題二：隱像尺在不同的光中變化怎樣？

影像	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○	×	×	×	○	○	○	○	×	○	○
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

直紋觀察(角度不同)

角度	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°
完整影像	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
重疊影像	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

橫紋觀察(高度不同)

觀察高度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
完整影像	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○
重疊影像	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×

直紋觀察(高度不同)

觀察高度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
完整影像	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
重疊影像	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

結果

1.橫紋觀察角度不同時

- (1) 零度影像看不到。
- (2) 60度以後影像重疊，只有85度影像完整。

2.直紋觀察角度不同時

- (1) 零度影像看不到。
- (2) 5～95度影像完整。

3.橫紋觀察高度不同時

- (1) 4、5、6公分處有重疊影像。

(2) 其他影像完整。

4.直紋觀察高度不同時，全部都是完整影像。

問題四：畫像不同會影響隱像的出現嗎？

研究四

方法

1.用甲苯溶解隱像尺，取得隱像畫。

2.將畫分彩色、黑白

(1) 放大

(2) 原倍影印比較。

種 類	黑 白		彩 色	
	原 倍	放 大	原 倍	放 大
出現隱畫	○	×	○	×
顏 色	黑	無	彩色	無

結果

1.黑白或彩色只有原倍才能出現隱畫。

2.我們發現隱畫會動的部分有不同的細紋線條。

問題五：光的折射和反射和隱像有關嗎？

研究五

方法

1.做出二號觀察台如圖。

2.取不同瓶形瓶子（表略）裝水，在二號觀察台上觀察

3.做米字型字標（圖略）。

結果

1.發現越細的瓶子米字形越細長，越粗的瓶子米字形越細。

2.發現左右有弧度的就會左右顛倒，上下有弧度的上下顛倒，上下左右有弧度的就會通通顛倒。

研究六

方法

- 1.做發射台（如圖）
- 2.找一個水族箱，裡面放上點燃的線香、支架，上面蓋上比水族箱大的蓋子，用不同的尺、玻璃片、透鏡、瓶子觀察
- 3.調好鐳射筆的距離，角用鐳射筆照射它們的中心看光束。

結果

- 1.
5. (1) 號照射出來的結果末端散散的。（表略）
6. (2) 號照射出來的結果末端三條線交叉於一點。
7. (3) 號照射出來的結果會反射回來。
- 8.
9. 2.4 種玻璃會有散射現象。
- 3.透鏡和瓶形組（以上如照片）都有折射現象。

問題六：凸出紋路的形狀影響光的行進嗎？

研究七

方法

- 1.把兩張放的量角器貼在木板上。
- 2.在中放上透明柱體
- 3.把游標固定觀測器以10度，10度來前到90度的時，游標也要前進10度，以此類推。
- 4.游標固定在12公分處。

結果

圓形的任何角度幾乎都看到；半圓形看到的情形跟圓形很像，只是能看到的比較少，三角形的都零零落落的，能看到的角度很少，有的角度完全看不到游標。

可看到的角度		0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
	0°							√	√		

三角形中						~	*		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
三角形小				▲				*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
圓形大	*	*	*	*	*	*	*★	*	*	*	*	*★	*	*	—	—	—	—	—	—
圓形中	*	*★	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—
圓形小	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	*	—	—	—	—	—	—
空心圓	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	*	*	—	—	—	—	—	—	—

問題八：隱像是一種錯覺嗎？和立體視圖的關係怎樣？

研究九

方法

1.我們先把直徑約37公分的全圓量角器貼在瓦紙上，然後剪成外圓和內圓（可以相互轉動，墊上透明膠板，如模型）做成紋路觀察台

2.用電腦和手繪做成五組不同線條組合（如圖）

3.用（甲）隱像尺和（乙）基本線條投影片分別在上面五組圖形做

(1) 左右移動觀察

(2) 上下移動觀察

(3) 順逆時針方向旋轉觀察

4.利用投影片做出五組模型在紋路觀察台上做觀察

5.觀察組和組間，模型和模型間的變化，相互比較

角度	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
格子狀	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○
波浪狀	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×

結果

- 1.線條整體看來可以分成直線和曲線。
- 2.條在不同平面（曲面）就會產生變化（不同紋形）。
- 3.線條在不同角度會產生不同紋形：
 - (1) 角度愈小，紋形愈粗，形成不規則波浪紋。
 - (2) 角度愈大，紋形變密，波浪紋變細。
- 4.隱像尺會使圖形變成點狀（實線變虛線）。
- 5.在甲、乙中用不同方法觀察在1～2組中圖形會變化，3角度組會產生旋轉和圖形移動的變化。
- 6.在(2)圓形組和放射型中，目視就會有旋轉閃爍的變化，並使直線產生彎曲的效果。
- 7.我們發現各種變化無限，非常好看好玩，在規律上因
 - (1) 線條（粗細）。
 - (2) 大小（間隔）。
 - (3) 角度。
 - (4) 明暗。
 - (5) 色彩產生不同變，再加上光的折射（隱像尺）變化更多。
- 8.我們做出1 隱畫筒2 隱畫盤3 隱畫盒。
- 9.利用投影片的曲面做出好玩的光學隱像。

六、討論

- 1.光學隱像的畫取得不容易，我們試了好多方法才發現甲苯溶解的方法取得尺中的畫。
- 2.畫經放大發現有很多細的條紋，規律的變化都呈現在我們的實驗研究中。線條和線條間參差互動（有平行，有不平行）再加上光線折射效果，形成隱像動畫。
- 3.我們就2號尺觀察發現他利用的是美勞作品中抽動畫像的方法，加上透鏡折射的效果。
- 4.在研究中發現隱畫的種類很多，大致有1 線條2 點3 畫像4 色彩的變化。
- 5.在研究中我們學習到很多，如模型製作、電腦使用、光學知識、繪圖技巧真是獲益不淺。

七、結論

- 1.我們發現的立體隱像尺和一般工具尺不同，結果如研究一。

2.隱像尺在不同的色光中仍然會改變影像。

3.觀察角度和紋路方向會影響像出現。

4.我們從研究五及研究七～九，發現只要透過有曲面或有角度（三角形）的透明物體圖案游標，圖案便會產生變化。透過量杯看圖案會放大且左右顛倒，如因距離不同，放大的程度也會不同，到了一定距離後圖案會開始縮小。如果是改變角度，則圓形會有變粗的情形，距離拉遠，就會縮小。三角形會有二或三個影像出現；半圓形跟圓形差不多。

5.隱像尺的尺面凸出紋路需和圖案的紋路一樣才能變化，如研究四的結果，黑白和彩色的並沒有差，但原倍的出現變化，而放大的沒有。

6.隱像尺直紋觀察時，不論改變角度或高度，都沒變化，橫紋觀察的情形則相反，如研究三。

7.隱像的出現和變化是利用光的折射原理配合紋（線）路相互配合而形成的，在研究中我們發現它的變化無限，不容易全部掌握，但是可以看出它變化的規律（如研究九）。

8.紋路的凹凸和形狀、大小影響隱像的出現。

9.我們認為隱像是一種光學原理的應用，如果加上人的錯覺是很有趣的現象，我們利用這些原理研究出了1 隱像筒2 隱像盒3 隱像盤使研究趣味化。

八、參考資料

1.中華民國中小學科展覽優勝作品集 2 3 ～ 3 8 屆

2.科學教授續編 1 0（民國 7 3）台北：故鄉出版社

3.世界益智發明精選（民 7 8）台北：故鄉出版社

評語

本作品以不同粗細間隔之線紋及不形狀之圖案，配合不同曲面形狀凸紋之透明板顯示隱像尺之製作原理及方法，過程詳實，考慮周密，是一相當完整的作品。

本作品動機明確，研究方法具體可行，研究結果詳細完整，結果豐富且具創意。不僅探討了隱像尺的原理並進而改進成像之方式，而且也提出可能實際應用之處，是一兼具科學趣味及實用之作品。作者操作時表達能力生動，思慮週全，具良好的科學態度。

回到目錄頁../Index.htm