

幻鏡幻境

高小組物理科第一名

台北縣興南國民小學

作者：鍾菱、翁瑋志、寸永麟、蔣懷德

指導教師：張政義、李湘雲

一、研究動機

有一天，姊姊在照鏡子時，我忽然發現鏡子只能照到姊姊的臉，卻能照到我整個頭，我覺得很奇怪。

後來，看到一個立方體的圖形，一眨眼，圖形會自己移動位置，我覺得更新奇了。

我們和老師談論，老師說他有三隻眼睛，這更不可思議了，我們在老師的引導下，開始探討其中的奧秘。

二、研究目的

1. 了解鏡子反射和物像的關係。
2. 在日常生活眼睛所見到景物的深度，利用幻鏡加以解釋。
3. 了解鏡子和鏡子間反射的關係。
4. 以左右逆轉觀察不同空間的現象。

三、研究器材

1. 鏡片、玻璃、燈泡、紙、玻璃紙、量角器、木板、木條。
2. 瓦楞紙、塑膠片、凸凹透鏡、潛望鏡、幻方鏡。

四、研究問題

1. 什麼是老師的第三隻眼。
2. 老師的第三隻眼怎樣看東西。
3. 第三隻眼，鏡子的形狀會影響物像嗎？
4. 第三隻眼和看的方向、角度有關係嗎？
5. 第三隻眼的像和視距、色光有關係嗎？

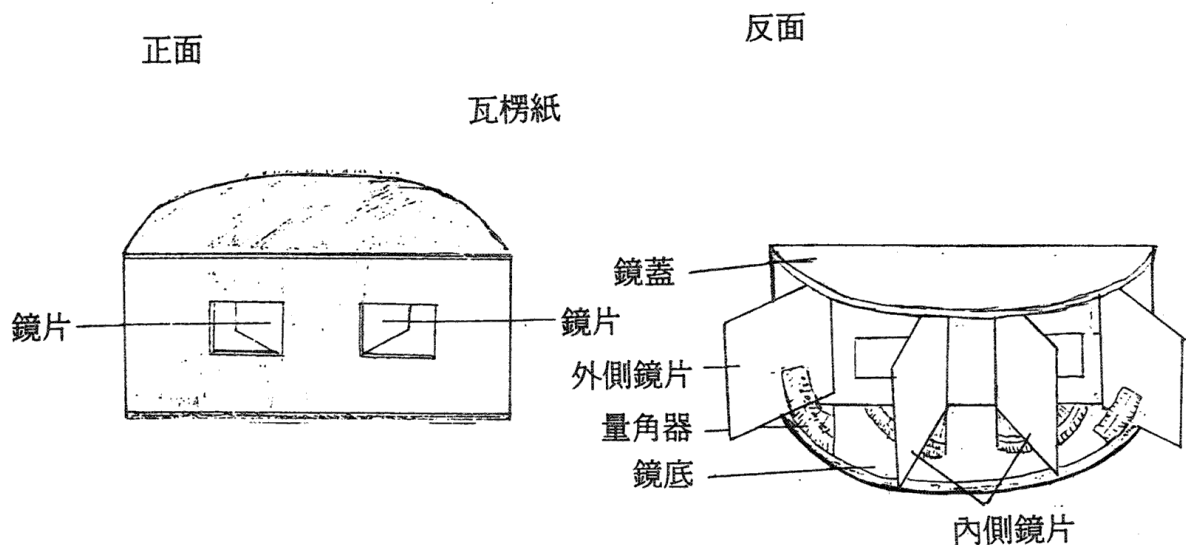
6. 只能有一種第三隻嗎？第三隻眼是真的嗎？
7. 空間的逆轉和第三隻眼的突變？

五、研究過程

問題一：什麼是老師的第三隻眼？

能以第三隻眼看東西嗎？如何才能有第三隻眼？老師指導我們做了一個幻想鏡，我們所看到的東西及範圍比兩隻眼睛所看到的更廣。

觀察一：幻想鏡的構造



作法：

1. 利用全班同學的眼距做一調查，平均每一人二眼之間是3.7公分。
2. 挖二個長方形，便於觀看。
3. 瓦楞紙模型做好後，在反面貼上影印的量角器。
4. 內側放置二面鏡片，外側放置二面鏡片。
5. 移動內外鏡片的方向和角度，觀看四角景物。

結果：

1. 我們二眼平視不動就能看到周遭的景物。
2. 可以看到眼距看不到的廣度，達 180° 以上。
3. 第三隻眼可以同時看到不同的景像。
4. 移動鏡片可以造成虛實奇幻的物像。
5. 景像重疊多變能令人有新奇虛幻的感覺。
6. 原來這就是老師的第三隻眼睛，能看到二眼所不能看到的東西。

問題二：老師的第三隻眼怎樣看東西？

研究一：

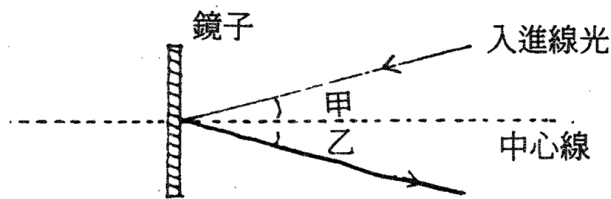
方法(一)

1. 用一個長45公分，寬35公分的木板，貼上大量角器，並在0°處放一鏡片，每10°就在外圍打一小洞。
2. 把棍子分別插在10°~180°處。
3. 我們把棍子到假想的中心線稱為甲角，所看處到中心線為乙角。
4. 在對面觀察從那個角度可看見棍子在兩條黑線中。

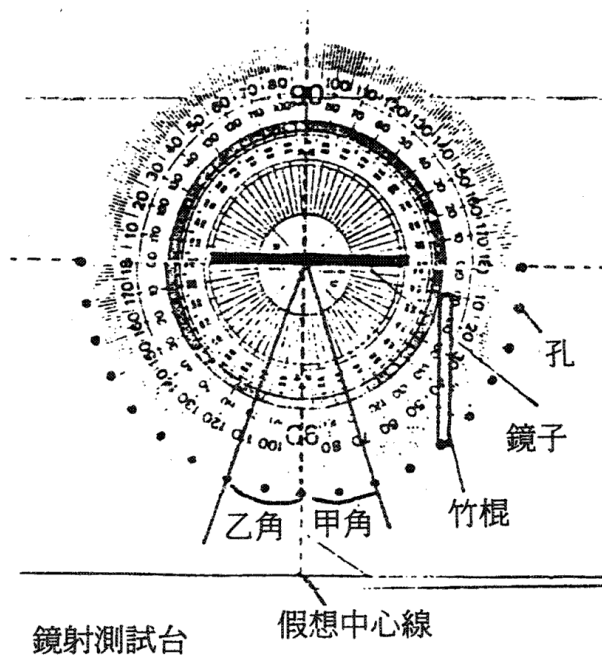
甲	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
乙	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	×
可否看見	○	○	○	○	○	○	○	○	×

結果：

1. 我們發甲角為90°時看不到像。
2. 如甲角為10°則乙角也10°，就是說在乙角方向跟中心線10°的地方才能看見棍子。
3. 甲角=乙角。



方法(二)



1. 棍子分別放在10°~25°處觀察每10°鏡子移動時，而棍子不變。

2. 乙角要移動幾度才能看見棍子在兩條黑線中。

甲		10°	10°	10°	10°	10°	10°
鏡子		0°	10°	20°	30°	40°	50°
乙	可否看見	√	√	√	√	√	√
	幾度	10°	30°	50°	70°	90°	110°

甲		20°	20°	20°	20°	20°	20°
鏡子		0°	10°	20°	30°	40°	50°
乙	可否看見	√	√	√	√	√	√
	幾度	20°	40°	60°	80°	100°	120°

甲		30°	30°	30°	30°	30°	30°
鏡子		0°	10°	20°	30°	40°	50°
乙	可否看見	√	√	√	√	√	√
	幾度	30°	50°	70°	90°	110°	130°

甲		40°	40°	40°	40°	40°	40°
鏡子		0°	10°	20°	30°	40°	50°
乙	可否看見	√	√	√	√	√	×
	幾度	40°	60°	80°	100°	120°	

結果：

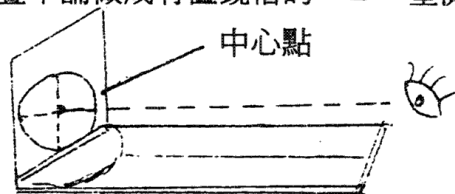
1. 我們發現當甲角固定不動，鏡子每移鏡10°，則乙角增加20°。
2. 鏡子和甲角的角度相同時，便看不見鏡像。

問題三：鏡子的形狀會影響物像嗎？

研究二：



























方法：

1. 準備長（直徑）和相同形狀的“△、○、□”鏡子。
2. 以瓦楞紙重疊平鋪做成有置鏡槽的“L”型測試台。



3. 將①杯子②立可白③小方塊④長方體⑤正方體⑥三角體⑦圓柱⑧四角柱⑨油土⑩橡皮擦放在鏡前。

4.眼睛對準鏡子的中心點觀察並比較結果。

鏡片																								
	0°		30°		60°		90°		0°		30°		60°		90°		0°		30°		60°		90°	
可否見像	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同	同邊	不同
	✓	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	×	✓	×	✓	×	×
形狀(右/左)																								
格數CM2	19.5	19.5	20	26					19.5	19.5	20	26					19.5	19.5	20	26				
放大或縮小	縮小	縮小	縮小	縮小					縮小	縮小	縮小	縮小					縮小	縮小	縮小	縮小				

結果：

- 1.任何東西在測試台鏡前，都可看到像。
- 2.鏡子形狀不同也能看到物體，物體靠近鏡子鏡像也近。

問題四：第三隻眼和看的方向角度有關嗎？

研究三：

方法：

- 1.用研究一同大小的鏡子，以中央直線為準，橫直每一公分畫一線，成方格網放在測試台上。（每格1×1公分）
- 2.取長4公分寬4公分高8公分立方體放在測試台前10公分處。

鏡片 \ 實體		實體										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
△	大	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	小	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
□	大	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	小	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	小 平	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	小 凸	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	小 凹	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	大	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

“○” 可以看見像 “×” 無法看像

結果：

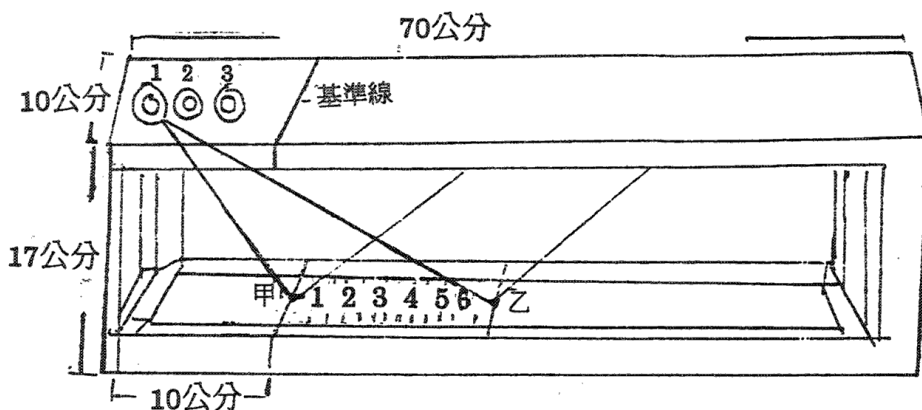
- 1.看物體時要在不同邊才能看到鏡像。
- 2.物體的角度愈大，鏡像就愈大（看到物體格數愈多）。

3. 物體在 90° 時看不到鏡像。

研究四：

方法：

1. 將長70公分，寬10公分，高17公分的中空木箱。
2. 把木箱上方挖3個小洞，洞與洞之間距2公分。
3. 把木箱上頭貼上60公分的尺。
4. 找出寬10公分，長各5，10，15公分玻璃片，並在前後點出甲、乙二點。
5. 在木箱前頭量出10公分的距離，畫一線為基準線。



6. 分別從①②③號，直徑各0.5公分的孔觀察鏡子反射的範圍。

7. 記錄加以比較分析：

孔號	①			②			③		
鏡長	5	10	15	5	10	15	5	10	1.5
甲點	5.8	5.8	5.8	3.8	3.8	3.8	1.9	1.9	1.9
乙點	15.8	25.8	35.8	13.8	23.8	33.8	12	23.8	31.8
總長	10	20	30	10	20	30	10.1	21.9	29.9

總長 = 乙點見到長度 - 甲點見到長度

結果：

1. 鏡子長度不同可見到的長度不同，以鏡長15公分最大，5公分最小。
2. 視孔和鏡子距離有關，視孔和鏡子甲點距離愈近鏡子可見愈廣。
3. 我們發現總長剛好是鏡長的2倍，即總長 = 2鏡長。
4. 由這個實驗我們發現老師第三隻眼的鏡片愈長，可看到的範圍愈廣，愈有奇幻的效果。

研究五：二面鏡看東西

方法：

1. 將二片鏡分別以 $10^\circ \sim 200^\circ$ 為夾角放在量角器上。

2.距離頂角5公分處放一物體，觀察所成的像。

結果：

- 1.角度愈小，所看到的像愈多，角度愈大像愈小。
- 2.當二片鏡子成 180° 時，鏡像只有一個。
- 3.二片鏡子呈 90° 時看到3個像，近 200° 時看不到像。

研究六：三面鏡看東西

方法：

- 1.用膠帶把三片鏡子連起來。
- 2.用左右相同的角度 $60^\circ \sim 180^\circ$ 所成的夾角觀察物體所成的像。

結果：

- 1.鏡片和乙鏡片同角時，所成的像很多，角度愈大，個數愈少。
2. 180° 時和二鏡片一樣只看到一個鏡像。
- 3.甲乙二片鏡成 90° 時，互相反射無限個像。
- 4.甲乙二片鏡成 60° 時，鏡子成三角柱，從上面往內看呈萬花筒圖案，數不清。

問題五：第三隻眼的像和視距的關係怎樣？

研究七：

方法：

- 1.以□鏡在測試台上測試（L型台）。
- 2.用一個 $4 \times 4 \times 8$ 的長方體積木，再在中央劃一條直線，用來對準鏡子的中心線。
- 3.在 0° 的方向，固定積木的距離20公分處，在鏡前20公分、30公分、40公分，一直到100公分處觀察格數及鏡像。

結果：

- 1.物體愈遠，鏡像愈小。
- 2.距離愈遠，格數愈少。

研究八：

方法：

- 1.以可伸縮的指揮棒放於測試台方形鏡前。
- 2.每5公分將棒拉長，使像與鏡同高，同時測出像與棒的高度。

結果：

- 1.距離愈遠，鏡像愈來愈小，棒子愈伸愈高。
- 2.每增加5公分的距離，棒子伸長的長度約1.5公分。
- 3.棒的長度不變，距離鏡子愈遠，鏡像愈短。
- 4.鏡像愈短，所能看到的範圍也就更大。

問題七：只能有一種第三隻眼嗎？

研究九：

方法：

1. 利用研究的結果，並參考老師的第三隻眼，做出不同型幻鏡。
2. 加以測試，並比較異同。

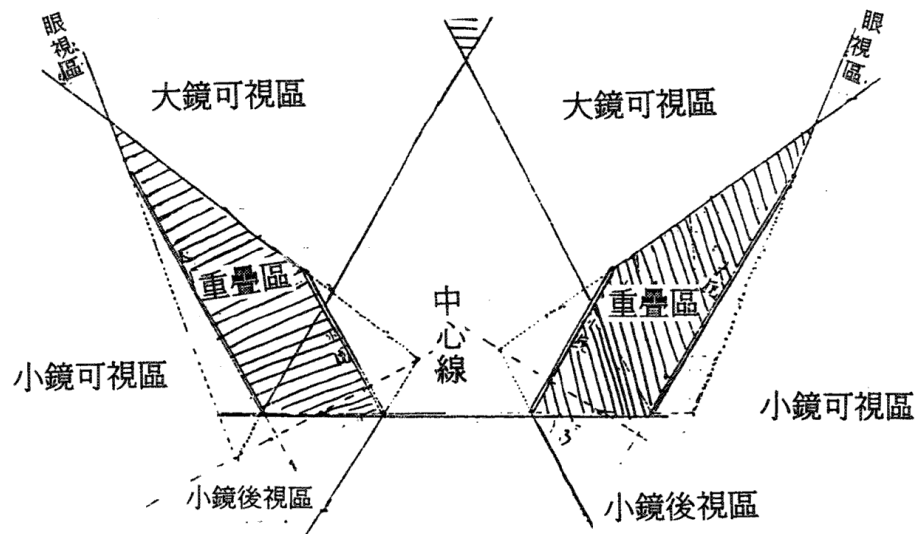
結果：

1. 固定型的幻鏡幾乎都可看到目標，但不能看到 180° 的影像。
2. 活動型的幻鏡，由於角度可以轉動，所看到的範圍較廣。
3. 用幻鏡看東西把物體的深度，遠近，高低全部呈現出另一立體世界，單眼看和雙眼看影像所表現的位置和個數不同，再二眼看時，二個影像重合而為一個，真奇妙。

問題八：第三隻眼是真的嗎？

研究十：

方法：我們利用研究九的製作和和原理分析第三隻眼。



結果：

1. 發現大鏡和小鏡各有可視區，並且會相重疊。
2. 因為鏡的關係，左眼會到右邊的鏡像，右眼會看到左邊景像。
3. 如果小鏡可視區超出大鏡，小鏡會反射出自己的鏡像。
4. 大鏡的像經過小鏡的再反射變而左右和實物相同的像。

分析：

1. 我們發現“第三隻眼”事實上是①眼睛看到的像②小鏡的像③大鏡的像，相互混合而成的像，有奇幻的效果，虛虛實實，似真似假，似幻似夢，令人覺得新

奇又好玩。

2. 本來幻想鏡因二片鏡面反射而成正像，一旦用立體物體觀察，即生先順轉後倒轉的情形，使視覺產生空間逆轉的變化。

六、討論和結論

1. 在實驗中，我們測試的對象都是靜的，當我們用類似四度空間的竹架旋轉時，產生逆轉現象。
2. 由於角度不同，二面，三面鏡會產生無限多的像和萬花筒一樣我們利用鏡面反射，角度，光線因素，製作AB燈，奇異鏡箱照相機模型，看到奇幻的景像。
3. 以圖型放在滾輪上用幻鏡觀察，發現①除了實像外，虛像都會以相反方向旋轉。②以單眼，雙眼看都會產生相同結果。
4. 以三角錐鏡，四角錐鏡來觀察，使眼睛產生幻覺但沒逆轉。

七、參考資料

1. 光的奧秘
2. 小博士科學實驗

評語

- 一、設計以平面鏡組合系統，詮釋日常生活所見諸多影像視覺，構想具創意。
- 二、平面鏡組合系統之設計及製作，種類豐富，作品頗精細。
- 三、測量各項實驗之量角器設計正確，結論頗為完整。