

揭開「稻草人」作用的奧秘

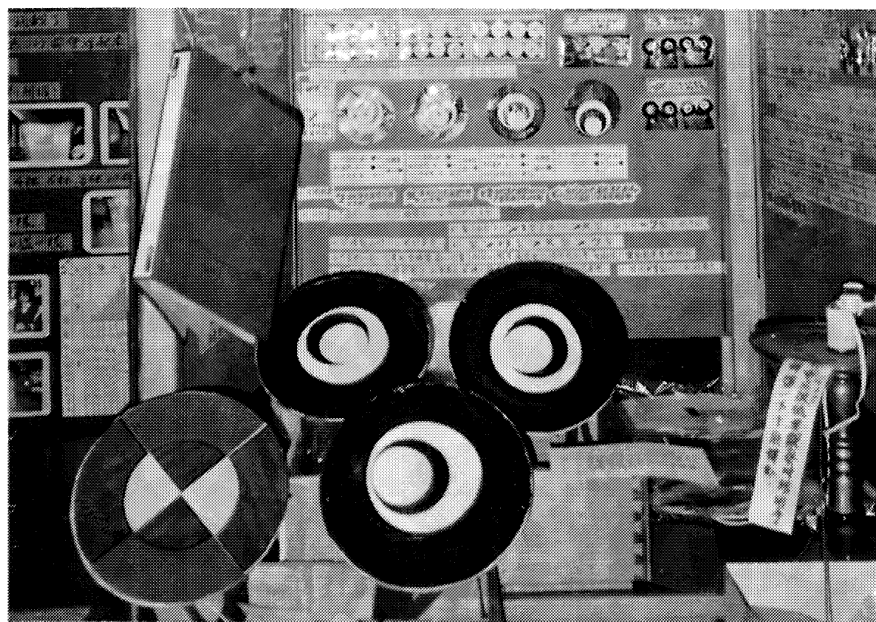
高小組物理科第三名

台中市忠孝國民小學

作者：成 忻、王怡人

陳人瑋、吳青峯

指導教師：王美鶴、顏銀和



一、研究動機

暑假爸爸帶我出國旅遊，在中正機場看到停在機場的飛機，它的引擎前端畫有黑色的眼珠，覺得很奇怪。便問爸爸，但他也不知所以然，祇好等到開學再請教老師。老師要我們大家起搜集有關資料及實地實驗。我們便在老師的指導下進行實驗工作。

二、研究目的

- (一) 在日常生活中，可看到的利用視覺暫留作用的實例設計、探討。
- (二) 各種圖形（黑色）放在旋轉盤上同一位置所顯現出來的圖樣探討。
- (三) 同樣圖形（黑色）放在旋轉盤上，它的位置一樣，而形狀大、小不同和顯現出來的圖樣關係探討。
- (四) 同樣圖形（黑色）放在旋轉盤上，它的放置角度不同和顯現出來的圖樣關係探討。
- (五) 飛機引擎前端（尖端）黑色眼珠的畫法探討。

- (六)旋轉盤上的圖形顏色和顯現出來的圖樣關係探討。
- (七)旋轉盤旋轉速度和顯現出來的圖樣關係探討。
- (八)各種不同顏色和形狀的紙片放在旋轉盤上旋轉時會變成什麼顏色的探討。
- (九)顏色如何愚弄眼睛的探討。

三、研究設備及器材

- (一)旋轉盤（利用電扇改良裝置而成）及電源、速度調整器等設備。
- (二)畫有各種圖形（黑色）的圓形畫紙（直徑 20 公分）。
- (三)畫有各種顏色的圓形圖畫紙（直徑 20 公分）。
- (四)大頭針、廣告顏料、畫紙、剪刀、紀錄簿、照像機。

四、研究方法與過程

- (一)搜集有關畫有眼睛圖案的飛機資料。

1. 方法

- (1)將研究題材、動機、目的影印分發給全班同學，希望大家分頭搜集有關資料，並限期交出。
- (2)請大家提供對此研究題材的意見。
- (3)整理資料。

2. 結果：由搜集資料中我們知道：

- (1)飛機在離地或著陸時，經常遭到鳶及麻雀、鴿子等鳥類的撞及而引發意外事故。
- (2)曾有噴氣客機起飛驚嚇鳥兒而被進氣口吸入，發動機損毀而發生墜機 62 人死亡的慘劇。
- (3)飛鳥曾撞破飛機、打破窗子、撞得飛行員昏迷。
- (4)根據美國統計，1965 年以來，「鳥撞擊飛機」事故，每年平均有 350 件以上。
- (5)日本全日空，在引擎的回轉軸部分畫上直徑 80 公分的眼睛圖案功效良好，畫上前後一年間事故為九件對一件。

- (二)在日常生活中，利用視覺暫留作用實例、設計之探討。

老師要我們應用自然課中所學過有關視覺暫留設計舉例：

1. 從電風扇前面看放在電風扇後的蘋果。

- (1)方法：蘋果放於扇葉後，再將電風扇分別以快慢速轉動。

(2)結果：

- ㄅ、慢速時，看到蘋果是斷斷續續的。
- ㄆ、快速時，看到蘋果是清清楚楚的。
- ㄇ、所看到的物體清晰和電風扇的速度成正比。

2. 紙片上的圖畫會動：

(1)方法：

- ㄅ、在兩張紙片同一位置上分別畫上兩個同樣大小、而手腳動作不同的人體，並將上端貼在一起。
- ㄆ、用手將第一張紙片不斷來回翻動。
- ㄇ、兩眼注視紙片上的圖形。

(2)結果：紙片上的圖畫會動，而且翻動愈快，紙片上的人，手腳動作也愈快。

3. 翻動畫冊的一角，看畫冊上的圖畫。

(1)方法：

- ㄅ、在畫紙左下角畫上同樣大小、而動作不同的圖形 20 張。
- ㄆ、將 20 張圖片依照圖畫動作順序裝訂在一起成冊。
- ㄇ、用手翻動畫冊。

(2)結果：兩眼注視圖畫中之圖形，看到圖畫在動，翻動愈快，圖畫動作也愈快。

4. 兩手左右轉動扇子。

(1)方法：

- ㄅ、在扇子兩面同一位置畫上兩個大小相同、動作不同的圖形。
- ㄆ、兩手不停的抽動扇子。
- ㄇ、兩眼注視扇中圖形。

(2)結果：扇中圖形活動起來，轉動愈快動作愈快。

(三)各種圖形（黑色）放在旋轉上同一位置顯現出來的圖樣探討。

1. 實驗方法：

(1)用黑色紙剪成下列形狀的黑紙片，再分別貼在直徑 20 公分的圓形紙上，再將各圓形紙分別放在旋轉盤上。

(2)分別以快速和慢速旋轉，兩眼注視旋轉盤上之圖形。

2. 預測：（略）

3. 實驗結果：

快速、慢速旋轉情形照片(略)

4. 分析：快速旋轉時，所用的圖形面積大及靠近圓心，則形成的圓圈顯得較黑，圖形面積較小及離圓心較遠，會顯得較白。

(四)同樣圖形（黑色）放在旋轉盤上，它的位置一樣，而大小不同與顯現出來的圖樣關係探討。

1. 方法：用黑色紙分別剪成下列形狀的黑紙片，再分別貼在直徑 20 公分的圓形紙上，再將各圓形紙分別放在旋轉盤上。

2. 預測：（略）

3. 實驗結果：

快速、慢速旋轉情形照片(略)

4. 分析：

(1)圖形寬度大小和圓環的黑色濃度成正比。

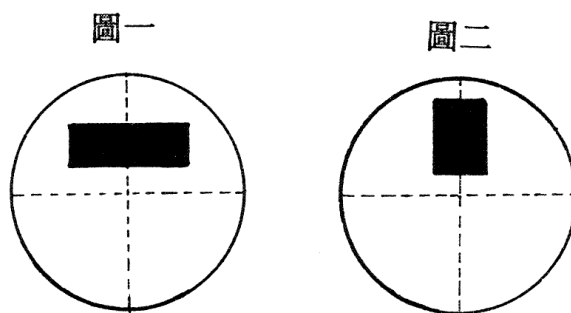
(2)圖形的長短和圓環的大小成正比。

(3)愈靠近圓心部分顏色愈黑。

(五)同樣黑色圖形放在旋轉盤上，它的放置位置、角度、超越圓心等不同和顯現出來的圖樣探討。

1. 實驗方法與結果：

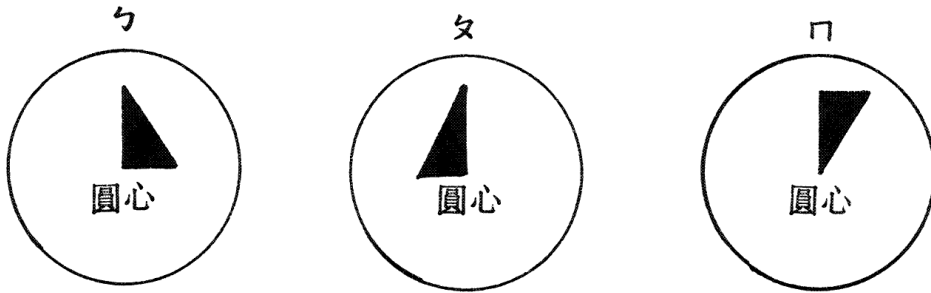
(1)用黑色紙分別剪成兩個同樣大的長方形黑色紙片，再貼在直徑 20 公分紙上，再將各圓形紙分別放在旋轉，以快速、慢速旋轉，並凝視圖形。



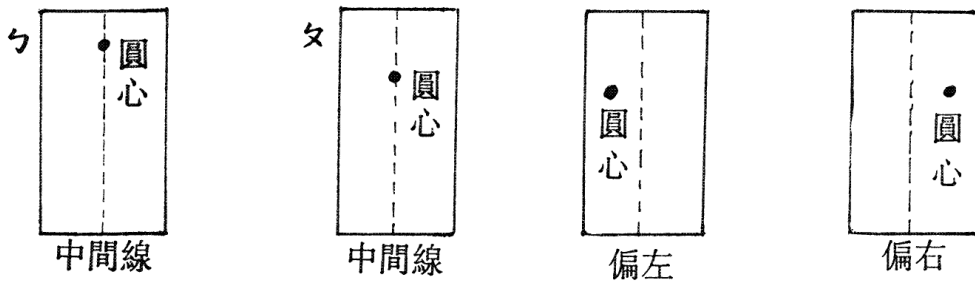
結果：兩種圖都形成空心圓圈，圖二所形成的空心圓圈比圖一所形成的空心圓面積大。

(2)用黑色分別剪成三個同樣大的直角三角形的黑紙片，再分別以不同角度（三個頂角分別靠在圓心）貼在直徑 20 公分的圓形紙片上，再將各圓形紙分別放在旋轉盤上旋轉並分別以快速、慢速旋轉，再注視之。

結果：ㄅ圖和ㄆ圖所顯現的圖形很接近，分不清楚，呈較小、較深黑的扇形。ㄇ圖則顯現較大淡白的扇形。



(3)用黑色紙分別剪成長方形、三角形、瓶子形的黑紙片，再分別依照下列位置貼在直徑 20 公分的圓形紙上，再將各圓形紙分別放在旋轉盤上。並分別以快速、慢速旋轉並凝視之。

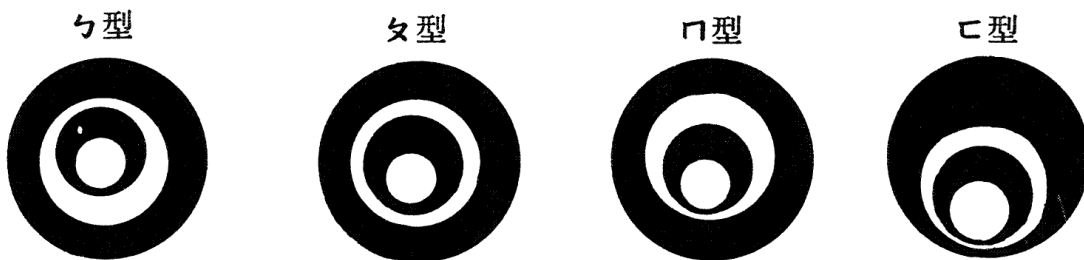


快速、慢速旋轉情形照片(略)

結果：形狀愈不平衡，且偏一方的圖形呈現出來的變化大。

(六)飛機引擎前端黑色眼珠畫法探討。

1. 實驗方法：利用黑色紙、白畫紙，分別剪成 3 個大小不同的圓形，再疊成眼睛形狀，分別依下列圖式貼在黑色圓紙上，再分別放在旋轉器上。



2. 實驗結果：

- (1)ㄅ型：看到圓圈不停的在動。
- (2)ㄆ型：看到小白色圓圈不停在動。
- (3)ㄇ型：看到黑色、小白色圓圈都不停的在轉動。
- (4)ㄇ型：看到大小白圓圈及黑色圓圈都在轉動。

3. 分析：(略)

(七)顏色變化探討：(略)

(八)形狀變化探討：(略)

(九)顏色如何愚弄眼睛(顏色的視覺暫留)的探討。

1. 方法：

- (1)準備 20 公分見方的藍、綠、白色紙。注視彩色紙 30 秒後，再注視白紙看有什麼顏色出現。
- (2)先注視藍色、綠色 30 秒後，看白色紙看有何顏色出現。
- (3)注視黃色，再看白紙。
- (4)將灰色放在背景黑色紙上和白色紙上，又將黃色放在藍色紙上和白色紙上。
- (5)在白紙上畫上黑線條，再放上轉盤用快、慢速度作測試。
- (6)選出 10 名同學依前述方法測試並紀錄統計。

2. 數量統計部分省略。

3. 結果：

- (1)視覺暫留，眼睛會對顏色造成錯誤的感覺。
- (2)同顏色色紙放在不同顏色背景上，色感會不相同。
- (3)繪有黑、白花樣圖形在旋轉時有時會看到顏色出現。

五、實驗結果：詳如各實驗

六、討論

- (一)畫有連續動作的人、動物、物品……等紙片，祇要紙片不斷翻動就會呈現有動作的畫面，這是視覺暫留現象。
- (二)各種黑色圖形放在旋轉盤上轉，圖形面積小的部分及離圓心較遠部分，會顯得較白。
- (三)圖形寬度的大小和旋轉顯現的圓環黑色深淺成正比，其長短和圓環的大小也成正比。
- (四)同樣大小的黑色圖形放在旋轉盤上，它的放置角度、和顯現的圖形關係密切。
- (五)同樣大小的兩個圖形，放在旋轉盤上的位置不同，旋轉後所顯現的圖形面積也不同。以旋轉盤的半徑為準，佔半徑上長度愈多的，顯現出來的圖形面積也愈大。
- (六)黑色眼珠的畫法以各圓圈的圓心位置和旋轉盤圓心位置不相同的愈多，圓圈動的情形愈厲害，效果也愈佳。

- (七)兩種不同顏色、形狀的紙片放在旋轉盤上旋轉時，所顯現出的顏色和用該兩色的顏料相混合調出的顏色一樣，同時旋轉得愈快，愈容易變色，顏色也愈淡。
- (八)我們眼睛由於視覺暫留作用，不斷的在對我們玩把戲。同樣的，顏色也會愚弄我們，例如，讓繪有黑和白花樣圓形板旋轉時，有時會看到顏色出現。
- (九)兩種以上不同顏色的圓形紙板，在順時針方向旋轉，祇和前進的前後（以圓心為準指圓環左右）顏色發生變化，而圓形的裡外不發生變化。
- (十)圓形紙板中心畫上眼睛圖案，在旋轉時，確似活鳥的眼睛，由此可證明在飛機引擎的迴轉軸部分，畫上眼睛圖案，就能使該飛機像一隻眼睛兇惡且活動的大鳥，加上飛機的轟鳴聲，讓小鳥們遠遠看到時，心生畏懼，而飛離，有如稻草人在趕小鳥兒同樣的作用。

評語

利用視覺暫留原理，設計適合飛機引擎前端使用之黑色眼珠之畫法，同時討論眼睛對顏色的反應。取材相當實用，亦能驗證原理。