

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081503

飛碟影像

學校名稱：彰化縣溪湖鎮溪湖國民小學

作者： 小六 楊雅媛 小六 黃姿穎 小六 莊巧玉 小四 賴奕丰 小四 楊嘉祥	指導老師： 邱台敏、黃慧鈞
---	------------------

關鍵詞：彎曲度、反射、成像

作品名稱：飛碟影像

摘要：

由對社團老師帶來的飛碟影像感到好奇，展開可看到成像的範圍、特性的觀察，研究適合放入東西的大小，並將器材做一些實驗變化，例如：改變上碟的位置，使其平行向上移、放傾斜，發現上下碟的相對位置是很重要的；另外在碟中加水，發現水的折射會改變成像的大小、位置；遮掉下碟的一部份，發現看得見的主要反射面，在觀察者對面的那一面；改變洞口大小，會影響觀察角度的高低；並和放大鏡結合等。又好奇的以臉、雷射光筆、手電筒、日光照下碟；並試著自己動手做，例如鋪鋁箔、用反光片、凹面鏡、凸面鏡、凹面哈哈鏡做，並在家中及五金行找尋適合的下碟替代品，在其中，發現上下碟的彎曲度、距離及反光好很重要；由實驗中歸納出飛碟影像的原理。

壹、研究動機：

有一次社團時間，科學研習的老師帶來一個神奇的實驗器材，長的像飛碟，上面有一個洞，洞口有一顆糖（圖1），我們伸手要去拿糖，卻拿不到，讓我們很驚訝，於是我們開始研究實驗器材的成像情形、看得到的範圍、適合放入東西的大小，並由變化實驗器材中，了解影響其反射成像原因，並希望自己做一個。

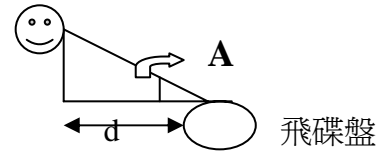
貳、研究目的：

- 一、眼睛看得到的位置。
- 二、看到像的特性。
- 三、東西的長度、寬度、高度和成像的關係。
- 四、變化實驗器材，成像的情形。
 - （一）東西的高度一定，提高上碟，成像的情形。
 - （二）東西的高度一定，傾斜上碟，成像的情形。
 - （三）東西的高度一定，下碟加水，成像的情形。
 - （四）東西的高度一定，下碟遮掉一部份，成像的情形。
 - （五）改變上碟洞口大小，看到成像的範圍。
 - （六）和放大鏡結合的現象。
- 五、下碟照東西的情形。
 - （一）臉照下碟。
 - （二）用雷射光筆照下碟。
 - （三）用手電筒照下碟。
 - （四）日光照下碟。
- 六、自己動手做。
 - （一）用鋁箔（二）用反光片（三）用兩個凹面鏡的組合。
 - （四）用兩個凸面鏡的組合。（五）下碟用其他東西代替（六）用兩個凹面哈哈鏡的組合。
- 七、了解影響反射成像的原因。

參、研究設備及器材：

飛碟盤、捲尺、大量角器、雷射光筆、手電筒、黏土、紙、剪刀、各種鍋、碗、盤、放大鏡、反光片、小燈泡、電池、凹面鏡、凸面鏡、筷子、橡皮筋、鐵罐子、蠟燭、紙盒、鋁箔。

肆、研究過程或方法：



一、眼睛看得到的位置：

和碟的距離 d 一定，改變眼睛的高度，眼睛由下往上移動，紀錄可以看到的角度 A 。(圖 2)

二、看到像的特性：(圖 3.4.5)

將像和原物體比較，看有何特性；並在下碟放一個燈，在洞口用紙找成像，以確定像在洞口。

三、東西的長度、寬度、高度和成像的關係：

(一) 取寬度一定的紙條，剪不同長度，紀錄不同長度紙條的成像情形。(圖 6)

(二) 東西高度和成像的關係：(圖 7.8)

如何改變東西的高度呢？我們想到用黏土，捏不同高度，分別放入碟中，看成像的情形。

四、變化實驗器材，成像的情形：

(一) 東西的高度一定，提高上碟，成像的情形：

我們很好奇，如果把上碟平行往上提，成像情形會如何？一邊平行移動上碟，一邊觀察。

(二) 東西的高度一定，傾斜上碟，成像的情形：

我們很好奇，如果把上碟放歪，成像情形會如何？

(三) 東西的高度一定，下碟加水，成像的情形：(圖 9.10.11)

我們把下碟加水二分之一、加滿，以及上下碟裡面整個都加滿水，觀察成像情形。

(四) 東西的高度一定，遮掉下碟一部份，成像的情形：(圖 12.13.14)

把下碟遮掉一部份，例如四分之一、二分之一，觀察成像情形，會一部分不見嗎？

(五) 改變上碟洞口大小，看到成像的範圍：把一片反光片剪一個直徑是上碟洞口三分之一的圓洞，放在洞口上，測能看到的最高、最低角度。

(六) 和放大鏡結合的現象：我們把放大鏡放在影像的上方，用紙屏找成像，看會有麼現象。

(圖 15)

五、下碟照東西的情形：

(一) 臉照下碟的情形：我們把臉靠近及遠離碟，看會有麼現象。

(二) 用雷射光筆照下碟的情形：我們也試著用雷射光筆去照下碟，看會有麼現象。(圖 16)

(三) 用手電筒照下碟的情形：我們也試著用手電筒去照下碟，看會有麼現象。

(四) 日光照下碟的情形：我們也很好奇，在日光下，會有麼現象？晴天時，每節下課去照一照。(圖 17.18)

六、自己動手做：

(一) 用鋁箔：我們想找能反光的東西鋪在下碟，也許可以複製一個，想到鋪鋁箔，鋁箔就會有碟的形狀，兩個鋁箔碟，不就是一套簡易的實驗器材，就動手試試看。(圖 19.20)

(二) 用反光片：我們運用可彎曲的反光片，以上碟曲面中央的一半長度為半徑，剪出圓形

，中央也剪一個洞，做一個上碟，和原下碟組合，試試看（圖 21.22.23）。也用反光片做一個下碟（圖 24），用自製的上下碟組合，看能不能有飛碟影像的效果。（圖 25.26）

（三）用兩個凹面鏡的組合：自製的飛碟效果不好，就找現成的凹面鏡 4 組，洞怎麼挖呢？我們把上面中央一部份的漆刮掉，當洞口；用竹筷、罐子做一個架子，調整鏡片間距，在洞口找燈的成像（圖 27.28.29）；並量出鏡片之間的距離，此外，運用網路資訊，物離鏡面兩倍焦距時，物和像一樣大的方法，找出焦距（圖 30），看上下鏡片間距有無規律。

（四）用兩個凸面鏡的組合：找現成的凸面鏡兩個，把其中一面中央的一部份，刮掉漆，當洞口，調整鏡片間距，在洞口找燈的成像。（圖 31）

（五）下碟用其他東西代替：家裡的鍋盤，不知能否代替下碟，就一一試試看（圖 32.33.34）；後來還帶著上碟去五金行，徵得老闆同意，一一找尋適合的下半部，有彎曲度接近下碟的鍋蓋、鍋子、各種大小的金屬碗（圖 35.36）、湯瓢。我們另外也想到下碟，如果用凹面哈哈鏡取代，不知效果會如何？也試著去觀察成像情形。

（六）用兩個凹面哈哈鏡的組合：

我們運用可彎曲的反光片彎成凹面哈哈鏡（圖 37），其中一面也剪一個洞口，由於材料是可彎曲的，就用手調整彎曲度，找找看有沒有飛碟影像的效果；後來覺得用手不好控制，就設計一個可調整間距的裝置，把筷子用膠帶固定在盒子兩邊，凹面鏡夾在筷子之間，就比較好調整兩片凹面鏡的距離（圖 38），但這樣的彎曲度，不知準不準，又由網路得知：凹面哈哈鏡的鏡面彎曲度，是一拋物線，就上網查拋物線的畫法，畫在厚紙板上，把可彎反光片沿著曲線貼好（圖 39.40.41.42.43），改善彎曲度；另一個方法是，將黏土沿著鏡心捏塑（圖 44），複製飛碟影像的彎曲度；又厚紙板不透光，成像不清楚，我們改用透明投影片，側面是透明的，透光較好，成像比較清楚。後來也將蠟燭放在凹面哈哈鏡前找成像。

七、了解影響成像的原因：歸納實驗結果、上網查資料及去圖書館找相關書籍。

伍、研究結果：

一、眼睛看得到的位置：物體長 1 公分 寬 1 公分 高 0.1 公分

距離 (cm)	10	20	40
角度最高〔度〕	70	75	80
角度最低〔度〕	40	35	30

二、看到像的特性：像是倒立的，比原來的東西大一點。在下碟放一個燈，在洞口用紙可以找到成像（圖 3.4.5）。

三、東西的長度、寬度、高度和成像的關係：

（一）東西的長度和成像的關係：距離盤 40 公分，寬度都是一公分的紙片。

長度 (cm)	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分	5.5 公分	6 公分
看到的情形	完整圖形	不是原來的長方形有點彎曲	同右	同右 (圖 6)	同右	像剛好和洞口差不	圖形最左最右看不

						多寬	到
--	--	--	--	--	--	----	---

(二) 東西高度和成像的關係： 距離盤 20 公分時，物體長 1 公分寬 1 公分。

表 3 高度 (cm)	0.1	0.2	0.5	1	2	2.5
看得到最高的角度	60	65	70	75	80	85
看得到最低的角度	25	30	35	40	45	50

高度 2 公分

表 4 眼睛角度 (度)	80--45 度	45--5 度	5 度以內
看到情形	完整成像，倒影很明顯	最上層那一面會漸漸看不到	只看到倒影

高度 2.5 公分 (圖 8)

表 5 眼睛角度 (度)	80—50 度	50 度以內
看到情形	成像不完整，下面倒影是完整圖形	只看到倒影

四、變化實驗器材，成像的情形：

(一) 東西的高度一定，提高上碟，成像的情形：影像會往下移動，而且越小、越模糊。

(二) 東西的高度一定，傾斜上碟，成像的情形：影像看起來越來越遠、越來越模糊。

(三) 東西的高度一定，下碟加水，成像的情形：(圖 9.10.11)

表 6 水量	下碟的二分之一	下碟全滿	上下碟全滿
看到情形	像會往下移動	比沒加水小	比沒加水大

(四) 東西的高度一定，下碟遮掉一部份，成像的情形：(圖 12.13.14)

表 7 遮掉的部份	四分之一	二分之一
看到情形	完整圖形、但變暗 旋轉盤子，當遮的部分在觀察者的對面時，會看不到像	同左

(五) 改變上碟洞口大小，看到成像的範圍：

物體長 1 公分 寬 1 公分 高 0.1 公分 距離盤 20 公分

表 8	原洞口	原洞口的三分之一
看得到最高的角度 (度)	75	70
看得到最低的角度 (度)	35	30

(六) 和放大鏡結合的現象：在紙屏上可以找到會聚的亮點。(圖 15)

五、下碟照東西的情形：

(一) 臉照下碟的情形：手伸直拿著看時，是倒立影像，逐漸靠近臉時，倒立影像，突然變模糊，然後看到放大正立的臉。

(二) 用雷射光筆照下碟的情形：會反射雷射光 (圖 16)。

(三) 用手電筒照下碟的情形：

表 9 手電筒直接照在牆上	手電筒靠近下碟
光是一片圓形	圓形會聚成光點後，又變成大圓。

(四) 在日光下的情形：(圖 17.18)

表 10 時間	9 : 20	10 : 10	12 : 30	1 : 20	2 : 10
觀察結果	可聚光	可聚光	把樹葉放在下碟焦點的地方， 樹葉或紙會燒一個洞。	同左	同左

六、自己動手做：

(一) 用鋁箔：模糊的成像。(圖 19.20)

(二) 用反光片：有找到成像，但沒有剛好在洞口。(圖 26)

(三) 用兩個凹面鏡的組合：調整上下兩片之間的距離，有找到成像。(圖 29)

表 11	第一組	第二組	第三組	第四組	飛碟影像器材
上下兩片之間的距離	54	10	12.5	4.5	9
單片的焦距	56	10	12	4.5	9.25

(四) 用兩個凸面鏡的組合：沒有找到成像，但由側面看，鏡裏有許多成像。(圖 31)

(五) 下碟用其他東西代替 (圖 32.33.34)

表 12 下碟 (家裡的)	炒菜鍋	盤子	小鐵鍋	下盤鋪鋁箔	凹面哈哈鏡
觀察結果	找不到成像	找不到成像	找不到成像	鋁箔上看 到模糊的 影像	有像，沒有剛好在 洞口，在比較低的 地方

表 13 下碟 (五金行的)	炒菜鍋	金屬碗 (圖 35.36)	小鐵鍋	亮的 鍋蓋	亮的 茶壺	鏡子	不亮的 鍋蓋	湯匙
觀察結果	有成像，沒有剛 好在洞口，在比 較低的地方	同左	同左	同左	同左	同左	找不到 成像	找不到成 像

(六) 用兩個凹面哈哈鏡的組合：

表 14 焦距(cm)	5	9	用黏土複製和下碟 彎曲度一樣的
觀察結果	有成像，沒有剛好在洞口，在比較低的地方	同左	同左
放蠟燭找成像	沒有蠟燭的成像，有找到聚成橫條狀的光	同左	同左

陸、討論：

一、眼睛看得到的位置：由表 1 可知：離飛碟盤距離不同時，可看到的角度有一定的範圍，不是每個地方都看得到，由測量的角度可知大約在 30-70 度之間。

二、看到像的特性：像是倒立的，比原來的東西大一點；由在洞口找到燈泡的像，可知有光會聚在洞口，是實像。

三、東西的長度、寬度、高度和成像的關係：寬度都是一公分的紙片，長度約 1 公分的範圍內，影像變形比較看不出來，1 公分以上的變形比較明顯，因為鏡面是彎曲的，紙的兩端位置較高，所以有變形 (圖 6)，但是放錢幣、娃娃等實物的時候，不和原來物體比較，不覺得變形。長度超過 5.5 公分，像就會太大，只能看到洞口範圍的像，真正像的最左和最右端看

不到。高度小於 0.1 公分的物品，由於倒影比較小，影像比較單純，只有一個；高於 0.1 公分的物品，除了物品本身的影像外，還有倒影，影像就有兩個。高度大於 2 公分的，就會看到不完整的成像，但倒影是完整圖形（圖 8）。

四、變化實驗器材，成像的情形：

- （一）由提高上碟、傾斜上碟，會影響成像的位置，所以上下碟之間的位置、距離很重要。
- （二）由表 6 加水會影響成像的位置，也就是光線經過水及再經過空氣後走的路徑不同，造成不同的成像，也就是有水的折射效果，會改變成像的位置和大小。
- （三）上碟或下碟遮掉一部份，成像的情形：
由實驗結果表 7 可知：遮掉一部分的影響效果是亮度的問題，東西的成像並不會少掉一部份；旋轉盤子，只有當遮的部分在觀察者的對面時，會看不到像，可見要看得見的主要反射面，在觀察者對面的那一部分。
- （四）由表 8 洞口縮小，可看到的範圍差不多，但比較低。
- （五）和放大鏡結合的現象表示：像應該是真的在洞口，經由放大鏡聚成光點（圖 24）。

五、下碟照東西的情形：

由表 9.10 用臉、手電筒、日光照下碟的情形，和上網查到的凹面鏡成像吻合，焦點內是正立虛像，焦點外是倒立實像，影像變模糊的地方應該是下碟的焦點。由飛碟盤可以會聚太陽光，可知有焦點。

六、自己動手做：

- （一）用鋁箔：本來想鋪鋁箔，鋁箔就會有盤的形狀，兩個鋁箔盤不就是一套簡易的實驗器材，結果只能看到模糊的成像，表示光滑反射好很重要。（圖 20）
- （二）用反光片：用反射好的反光片做上下碟，但是彎曲度和碟不同，成像沒有在洞口，在較低處，所以彎曲度很重要。（圖 26）
- （三）用兩個凹面鏡的組合：由表 11 由找到的 4 組鏡片，彎曲度都非常好，表面也都很亮，調整上下鏡片之間的距離，果真都有飛碟影像的效果，由測得數據可知：鏡片間的距離和焦距差不多，果真可以自己動手做出飛碟影像玩具。（圖 27-29）
- （四）用兩個凸面鏡的組合：由洞口找不到成像，應該是光被凸面鏡反射到別的地方去了，沒有回到洞口。
- （五）下碟用其他東西代替：
 1. 由表 12 家裡的炒菜鍋、盤子、小鐵鍋，不能成像，應該是因為彎曲度不對及表面不光滑。（圖 32-34）
 2. 後來在五金行裡找到的很多，像表 13 中的炒菜鍋、金屬碗（圖 35）、小鐵鍋等，都可以找到成像，主要原因是面都很亮，成像沒有剛好在洞口（圖 36），應該是因為彎曲度和飛碟不同，所以成像位置沒有那麼剛好；同樣是鍋蓋，內面光滑的就可以找到成像，內面看起來不亮的，就找不到成像，可見反射面的光滑度是很重要的。一些很亮的湯匙，和上碟組合，找不到成像，是因為有湯匙柄擋著，位置調不好的緣故。
- （六）用兩個凹面哈哈鏡的組合：
 1. 由表 14，用兩面凹面鏡組合，其中一面也有一個洞口，有找到影像，但沒有剛好在洞

口，原因可能是兩個凹面鏡之間的距離不對。

2. 由自製的改良兩凹面鏡之間的距離實驗，但沒有調到成像剛好在洞口，可能是調的過程中，凹面鏡的彎曲度或焦距有改變。(圖 37)
3. 再由改進彎曲度的凹面哈哈鏡(由網路找方法畫拋物線、用黏土取下碟的曲線)(圖 38-44)，調整上下鏡之間的距離，有像在裡面，還是不在洞口，所以彎曲度要像飛碟影像盤哪樣的，不能像凹面哈哈鏡這樣只彎一面的。
4. 由將蠟燭放在凹面哈哈鏡前找成像，只找到橫條狀的光，可知凹面哈哈鏡的組合，在洞口，不會有和原物類似的成像。

(七) 由以上實驗可知成像原因是：上下碟的彎曲度一樣、上下鏡片之間的距離要適合，接近焦距，表面要光滑反射好。

柒、結論：

一、飛碟影像可看到的範圍，角度大約在 30-70 度之間，不是每個地方都看得到。

二、物體適合的大小為：高度在 2 公分內，長寬不超過 5.5 公分，會有完整倒立實像，稍有放大變形，但不和原來東西比較，看不太出來。

三、變化實驗器材，改變上碟的位置，例如平行向上移動、放傾斜；或在下碟中加水，影像的位置、形狀、大小也會改變，成像不在洞口。而下碟遮掉一部分，會影響亮度，還是有倒立的成像在洞口，但是當遮的面，在眼睛對面那部份時，就不會有成像，可見主要成像的反射面在此；縮小洞口為三分之一，可看到的範圍差不多，但比較低。

四、用日光照下碟，可知有焦點，以臉、手電筒照下碟的現象和上網查到的凹面鏡成像吻合。

五、自己動手做：

(一) 最成功的是用相同的鏡片兩片，其中一片中央刮掉漆成透明，作為成像洞口，做架子調整兩鏡片間距，大約是焦距，就可找到飛碟影像，自己做玩具。

(二) 當下碟用一些光滑反射好的鍋蓋或碗盤代替，調整相對位置，也可以找到成像，但由於彎曲度不一樣，所以成像的位置不會剛好在洞口，在比較低的地方；像舖鋁箔或鍋蓋內面反光效果不好的，成像就不清楚。

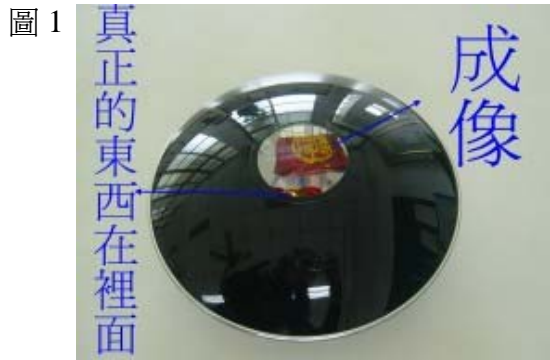
(三) 兩個凹面哈哈鏡的組合或用反光片做上下碟，洞口找不到成像，像在比較低的地方，沒有飛碟影像的效果。

(四) 兩個凸面鏡的組合：在洞口找不到成像，沒有飛碟影像的效果，由側面看鏡裡有好多像。

六、這個實驗器材的主要原理是：照在物體上的光經過上、下碟的反射，成像在洞口附近，上下碟彎曲度的設計非常巧妙，上下碟組合起來的位置也非常剛好，接近焦距，所以像會剛好在洞口附近。

捌、參考資料及其他：

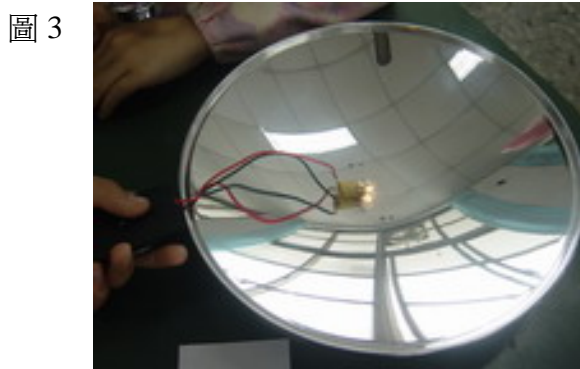
- 一、師大物理系動畫顯示薄透鏡/凹凸面鏡 成像 現象 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/>
- 二、拋物線作圖 <http://steiner.math.nthu.edu.tw/>
- 三、科學真有趣〔第6—第9頁〕第一版〔21集光〕作者：許鐘榮 錦繡出版社 出版地：臺北縣新店市民權路130巷16號2樓 1998年5月出版
- 四、科學圖書館〔第10—第19頁〕第二版〔20集光的世界〕作者：曹培熙 圖文出版社 出版地：臺北市敦化南路800號2樓 80年4月出版
- 五、雷射的奧秘〔第43—48〕第一版 作者：吳光雄 臺灣省政府教育廳 出版地：臺北市忠孝東路一段172號5樓 81年4月30日出版
- 六、神奇的光與空氣〔第6—7頁〕〔第12.13〕第一版 作者：江丙森、江采梅 護幼社文化事業有限公司 出版地：臺北市中山北路三段26號7樓之三 80年3月出版
- 七、神奇的光〔第10-18頁〕第一版 作者：湯國光 華一書局出版社 出版地：臺北市安東路一段63號6樓 78年3月出版
- 八、動手動腦學物理-光學-〔第47頁-58頁〕第一版 作者：鍾淑珍 謙謙出版社 出版地：臺北市興隆路二段96巷2弄1號2樓 1991年2月出版
- 九、物理定律集〔第107-109頁〕 作者：陳俊安 銀禾文化出版社 出版地：臺北縣永和市林森路88-1號1樓 1990年11月出版
- 十、物理的探險〔第8-9頁〕 作者：曾煥華 銀禾文化 出版地：臺北市和平東路2段96巷3-1號 1987年4月出版
- 十一、實驗照片：



飛碟影像：由上、下兩個內面光滑明亮的盤子，組成一個像飛碟的有趣實驗器材。



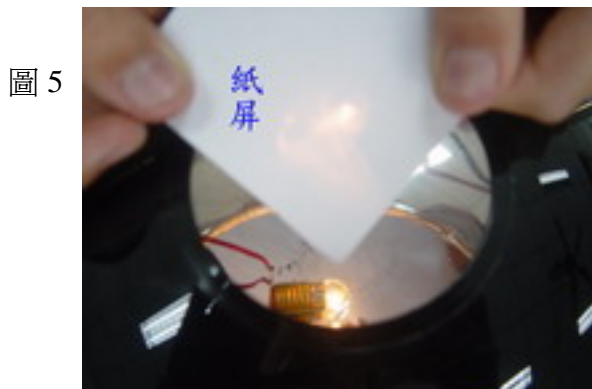
紀錄可以看到最高、最低的角度。



下碟放小燈泡



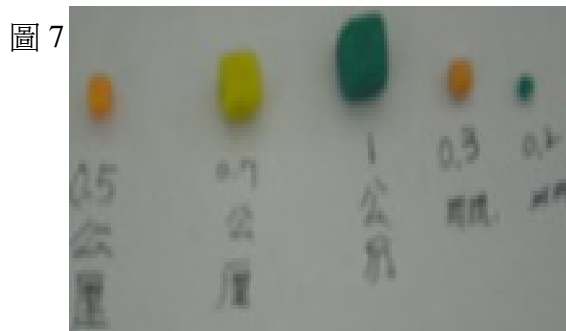
燈泡成像在洞口



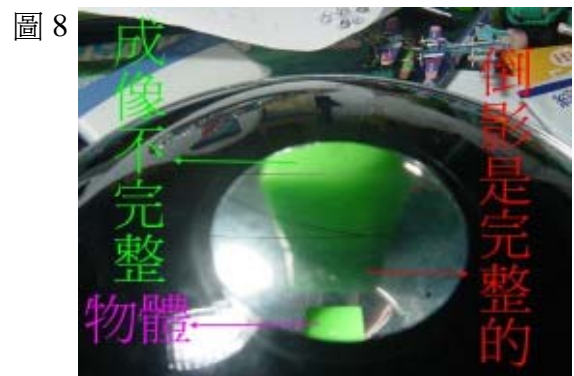
在洞口用紙找成像



寬 1 cm 長 4 cm 紙片的成像有點彎曲



用黏土捏出不同高度的東西，研究東西高度和成像的關係。



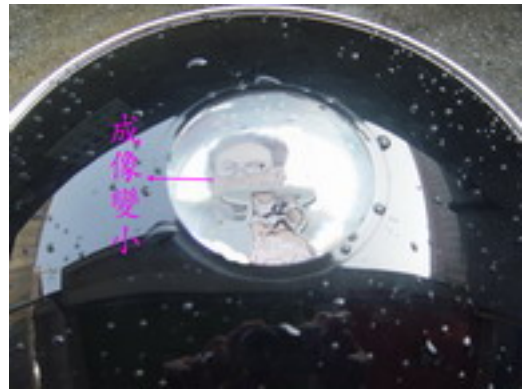
物體高度大於 2 cm 時，影像不完整，但倒影是完整的。

圖 9



下碟沒加水

圖 10



下碟加滿水

圖 11



上、下碟充滿水

圖 12



下碟遮掉二分之一，成像看得到。

圖 13



下碟遮掉四分之一，成像看得到。

圖 14



旋轉盤子，當遮的部分在觀察者對面，會看不到成像。

圖 15



和放大鏡組合，用紙屏可以找到亮點。

圖 16



下碟會反射光

圖 17



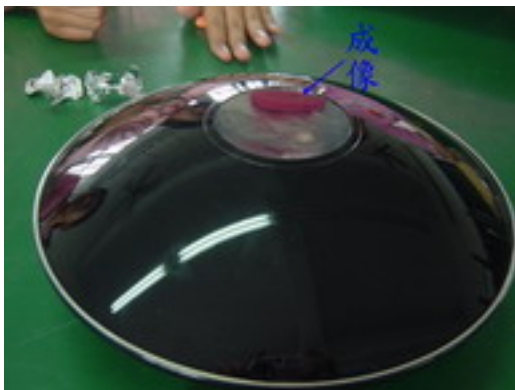
下午 1:20，上碟可以聚光將紙燒一個洞。

圖 18



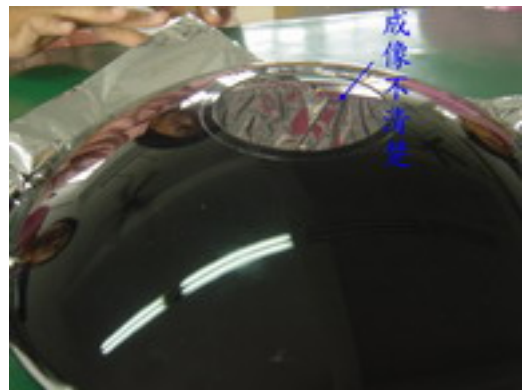
下碟也可聚光，將樹葉燒一個洞。

圖 19



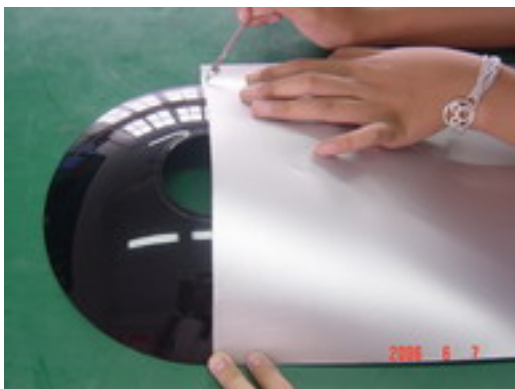
下碟未鋪鋁箔，成像情形。

圖 20



下碟鋪上鋁箔，成像不清楚。
所以碟的光滑度很重要。

圖 21



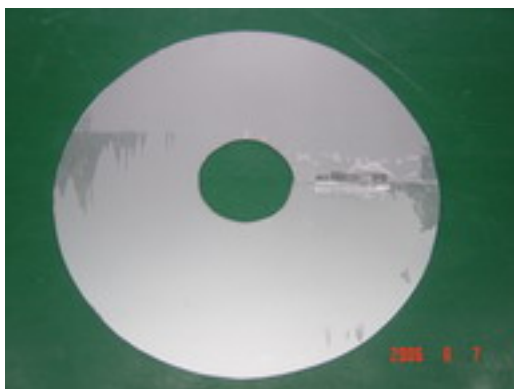
以碟中央線為直徑

圖 22



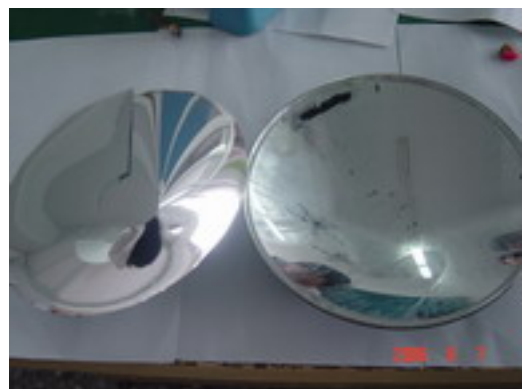
在反光片畫圓

圖 23



用反光片做上碟

圖 24



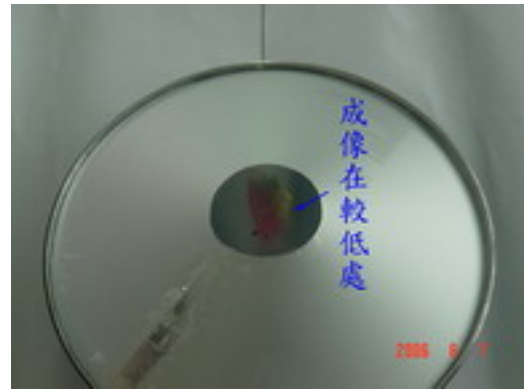
左：用反光片做下碟 右：原下碟

圖 25



放進黏土

圖 26



反光片做上碟的成像情形

圖 27



自己用凹面鏡做的飛碟影像玩具

圖 28



洞口有成像，玩具成功

圖 29



自己做的 4 組焦距不同的飛碟影像玩具

圖 30



運用物、像一樣大時，鏡到物距離為兩倍焦距，量出距離除以 2 找焦距

圖 31

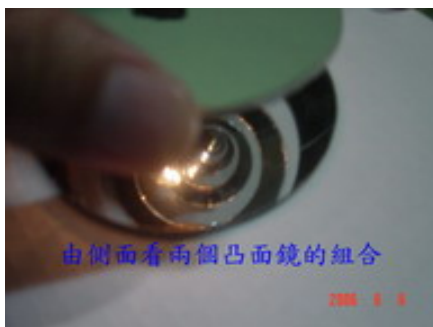
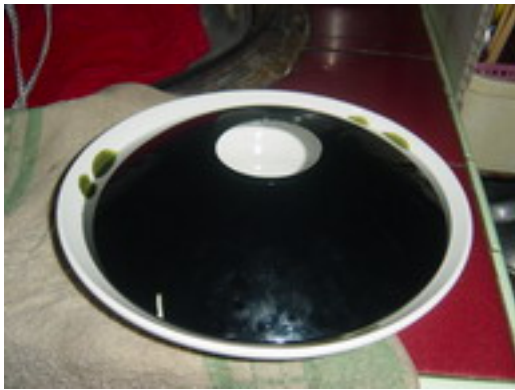


圖 32



上碟配家中的炒菜鍋，找不到成像。

圖 33



上碟配家中的盤子，找不到成像。

圖 34



上碟配家中的鍋子，找不到成像。

圖 35



五金行中找到可代替下碟的金屬碗

圖 36



上碟配五金行找到的碗，可找到成像，但沒有剛好在洞口，反而在較低的地方。

圖 37



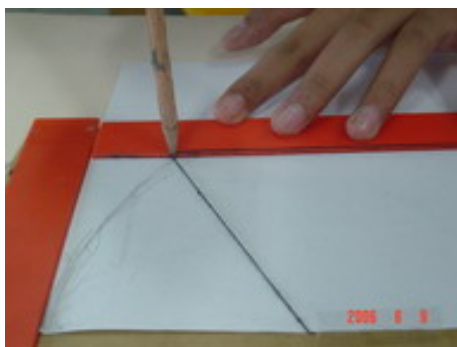
用可彎曲鏡面做成凹面哈哈鏡組合，可找到成像，但沒有剛好在洞口，而是在較低的地方。

圖 38



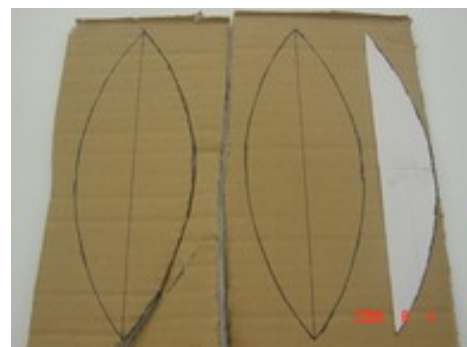
用紙盒、筷子做成改良式可控制上下凹面哈哈鏡間距離的裝置。

圖 39



由上網查到的方法畫拋物線

圖 40



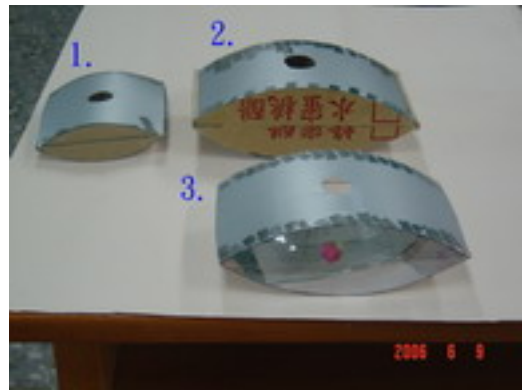
在厚紙板上畫出拋物線

圖 41



將反光片沿拋物線厚紙板貼好，以改進凹面哈哈鏡的彎曲度

圖 42



1、2：用網路查到畫拋物線方法做成的凹面哈哈鏡上、下碟
3：用黏土複製下碟彎曲度作成的，側面改用透明片。

圖 43



兩個凹面哈哈鏡的成像，不在洞口，在較低處。

圖 44



用黏土複製下碟的彎曲度，以改進凹面哈哈鏡的彎曲度。

評 語

081503 飛碟影像

1. 表達能力稍嫌不足。
2. 實驗器材製作不夠精良。
3. 實驗態度良好。