

光的實驗

國小教師組物理科第二名

台北市螢橋國民小學

作者：黃 廷 斌

一、研究動機

學生對於光學的各种問題，不大瞭解其意，因此製作各種器具使學生自己操作，增加學生的知識。

二、研究目的

- (一)做探討光在空氣中的進行方向的實驗台，證明光在空氣中有直進的性質和光是由於自光源會有放出散射性的性質。
- (二)做探討光在水中和玻璃中的進行方向的器具，證明光在水中和透明槽中有直線前進的性質。光在水中由光源會有放出散射性的性質。
- (三)做針孔照相機，瞭解針孔照相機的物體之像，將映出同物體上下左右相反之像。
- (四)做光的反射的實驗器具，證明光碰到鏡子或水面反射，光反射後對其反射面的光線進入角度和退出角度成為相等，光在物體與物體之境面放出反射。
- (五)做光的折射的實驗器具，證明光前進不一樣物質中，從其境界成為折射現象。
- (六)用三稜探討光之分散，證明光依三稜鏡使得分散成為光譜。
- (七)做探討光之顏色和溫度的關係實驗器具，證明物體達成高溫度時會發出光來，同時其發出光之顏色和溫度有關係。
- (八)做探討凸透鏡的焦點距離的實驗器具，證明平行光線（光源）平行於軸射入凸透鏡後集中在一點，可測定凸透鏡之焦點距離。
- (九)做探討凹透鏡的焦點距離的實驗器具，證明平行光線如陽光射入

凹透鏡通過透鏡的光線，均散開不相交，可測定凹透鏡之焦點距離。
(+)做測定放大鏡的倍率實驗器具，證明放大鏡的倍率。

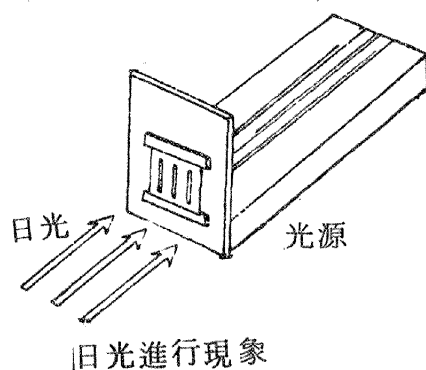
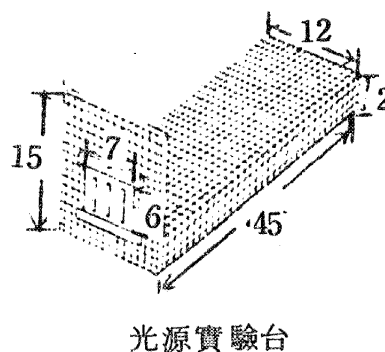
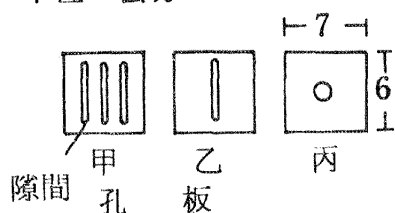
三、實驗結果

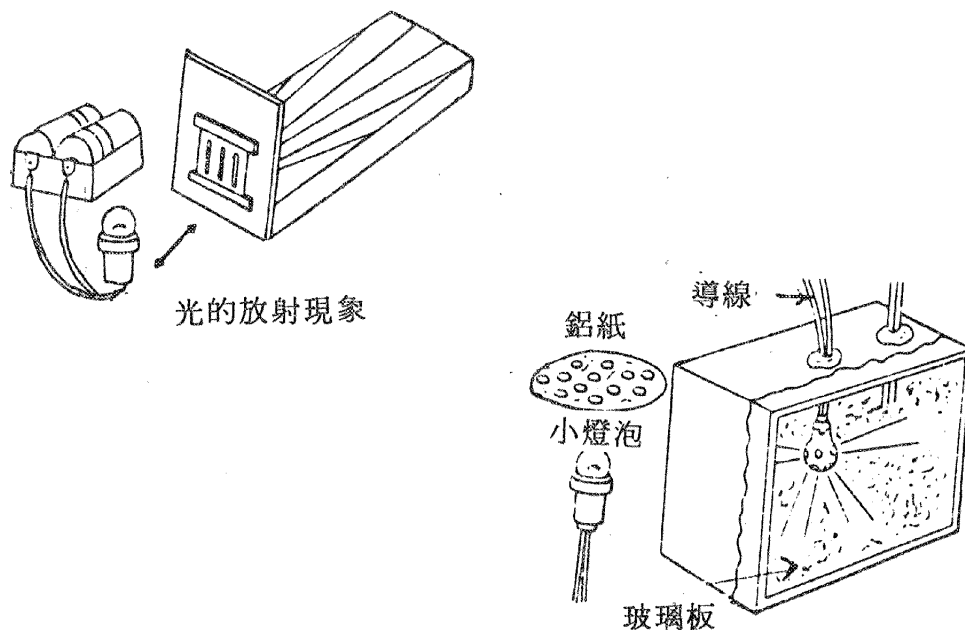
實驗(一)：探討光在空氣中的進行方向。

(一)製作及操作方法：

- 1 把孔板甲、乙、丙三種插板分別的插入光源實驗台前面，利用日光，觀察日光的進行現象。
- 2 (1)電池盒裏裝置乾電池 (1.5 v) 2 個，用導線和小燈泡連接做光源。
(2)把孔板甲、乙、丙三種插板分別的插入光源實驗台前面，利用小燈泡的光線，觀察光的放射現象。(變化小燈泡和光學實驗台插板的距離觀察)
- 3 (1)按照下列鋁紙穿洞，蓋在小燈泡。
(2)木箱上面鑽 2 個洞，前面裝玻璃板。
(3)電池盒裏裝置乾電池 (1.5 v) 2 個，用導線連接①的裝置小燈泡，把小燈泡放入木箱裏。另外 1 個洞，放入燃燒的香條，點著小燈泡後觀察光的現象。

單位：公分





(二)結果：

- 1 光在空氣中有直線前進的性質。
- 2 光由光源會有散射性放出的性質。

實驗(二)：探討光在水中和玻璃中的進行方向

(一)製作及操作方法：

1 光在水中進行方向：

(1)由日光在水中進行方向：

把裝肥皂水的燒杯放在實驗台上，實驗台前端裝小洞的孔板，用鏡子反射日光，由照到燒杯中的水，觀察它的情形。

(2)由小燈泡光線在水中進行方向：

①燒杯裏裝肥皂水。

②電池盒裏裝置乾電池（1.5 v）2 個，用導線和小燈泡連接做光源。

③把上列的小燈泡放入試管，試管套上有孔的鋁紙。

④把③的裝置放入燒杯中，觀察它的情形。

2 光在水槽中的進行方向：

(1)用壓克力板做凸鏡形水槽、凹鏡形水槽、三角柱水槽。

(2)①角形水槽、凸鏡形水槽、凹鏡形水槽、三角柱水槽各放入水

或食鹽水。

②把上列做成的各種水槽分別的放在實驗台上，實驗台前端插入孔板，利用日光，觀察日光的進行現象。

(3)①把角形水槽、凸鏡形水槽、凹鏡形水槽、三角柱水槽分別的放在實驗台上，實驗台前端插入孔板，利用日光，觀察日光的進行現象。

②把玻璃水槽放在實驗台上，實驗台前端插入孔板，利用日光，觀察日光的進行現象。

(二)結果：

1 光在水中和透明水槽中有直線前進的性質。

2 光在水中由光源會有效放射性放出的性質。

實驗(三)：針孔照相機

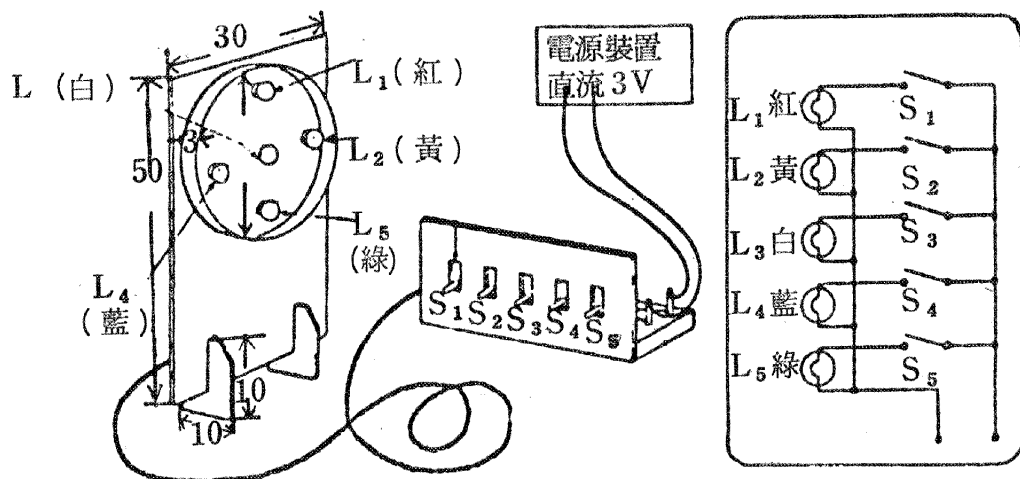
(一)製作及操作方法：

1 用厚紙板做長 15 公分，寬 5.2 公分見方的外筒和長 1.7 公分，寬 5 公分見方的內筒，把它組合做針孔照相機，把筒子伸、縮地變換靠近物像或遠離，觀察它的變化。

2 (1)木板長 50 公分、寬 30 公分，厚 0.3 公分爲立板，用 10 公分見方兩片木板當支架。(如圖)

(2)木板上按照左列裝紅、黃、白、藍、綠色小燈泡用導線和開關、電源連接。

(3)小燈泡周圍用厚 3 公分的木片做直徑 28 公分的筐。



3. (1)①分別的點着 $L_1 \sim L_5$ 的小燈泡，用針孔照相機觀察，分別點着 $L_1 \sim L_5$ 的小燈泡光線出現於針孔照相機的什麼位置。
- ②同時點着 L_1 、 L_2 、 L_3 的小燈泡，用針孔照相機觀察，把它的現象寫在圖上。
- ③同時點着 L_4 、 L_3 、 L_5 的小燈泡，用針孔照相機觀察，把它的現象寫在圖上。
- (2)用針孔照相機觀察紅、白、綠色小燈泡，映於針孔照相機的位置。
4. (1)木條 2 條下面做台，1 條裝紅色小燈泡用鐵絲拉住，另 1 條裝綠色小燈泡用鐵絲拉住，用導線和電源裝置連接。
- (2)變換針孔照相機的大小觀察 Δ 的裝置有什麼變化。（變化距離為 3 公分 \rightarrow 6 公分 \rightarrow 9 公分）。
5. 木條 3 條下面做台。
- (1) 1 條裝紅色小燈泡用鐵絲拉住，1 條裝黃色小燈泡用鐵絲拉住，另外 1 條裝綠色小燈泡用鐵絲拉住，用導線和電源裝置連接。
- (2)做直徑 1 mm、5 mm、10mm、15mm 為針孔的針孔機分別的觀察映像的變化。

(二)結果：

1. 做實驗用光源，這就是為實驗針孔照相機之原理（光之直進）的道具。做這實驗不一定要做這樣光源，可是有這光源道具是很方便。這光源之大特徵就是可利用遠隔控制開關來操作在遠離處之小燈泡的點滅，然而可一面看針孔照相機，一面自己來操作小燈泡的點滅，使容易了解被寫體及映像之位置關係和筒之長度及映像之大小關係。
2. 可以了解針孔照相機的物體之像，將映出同物體上下左右相反之像。
3. 自小燈泡放出之光，將擴散至種種的方向，但是只有通過針孔之光線會直進碰到照相機之濾光器可視映像的顯出。各小燈泡之映像會各分別映出就是因為針孔，而且如圖不會攪混各小燈

泡之光線。

4. 筒之長度和映像之大小，成爲正比例，同時可以了解使映像越大光線越暗，映像越小光線越明亮。
5. 針筒放大時小燈泡之映像會映出重疊和映出部份越多的模糊現象顯出，因此觀察景色時針孔要小，才不會產生模糊的現象。

實驗(四)：光的反射

(一)製作及操作方法：

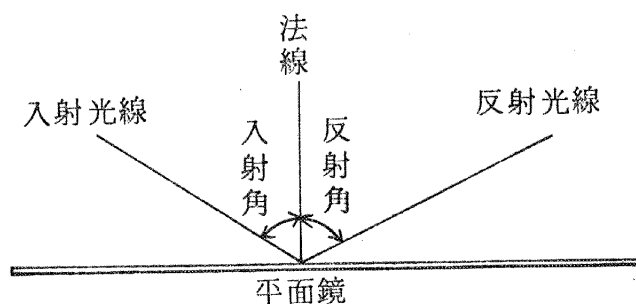
1. (1)光的反射器用厚紙板做紙盒，紙盒前面貼鏡子，下面裝分度器。把光的反射器放在實驗台，由實驗台的前端間隙投入日光，射到反射器的鏡子上，觀察光線的變化。
(2)調整光線正確的射到分度器中心，然後觀察光線反射出來的角度。

2. 光在水面的反射：

- (1)水槽裏裝水，上面放置玻璃板，點着香條，放入水槽中由玻璃板上投入光線，觀察光線的變化。
- (2)水槽裏裝水，由水槽的側面投入光源，觀察光線的變化。

(二)結果：

1. 光線對鏡子進入角度和退出角度爲相等。
2. 光在物體與物體之境界面放出反射。
3. 光是與鏡子同樣在水面也會反射。
4. 利用光學水槽可查明反射之規則與鏡子同樣。



5. 在水面時除了特定以外一部份光則不反射在水面，雖然折彎而會折射。其反射量和折射量的比率，依光之角度有差異，這就

是依光之角度，可知反射光之光亮（光之量）的差異。

實驗(五)：光的折射

(一)製作及操作方法：

- 1 (1)用壓克力板做直徑 15 cm 厚 2 cm 的水槽。用支架固定水槽，水槽裏放入一半的水量。
- (2)用電筒由空中射入光線，觀察光線的變化。
- (3)用電筒由水面下射入光線，觀察光線的變化。

(二)結果：

- 1 光線直進於不一樣的物質中從其境界變成折射現象。
- 2 此水槽的特徵：
 - (1)光的前進路線能仔細看見。
 - (2)光的反射和折射之情況，能仔細看見。
 - (3)可任意選擇對水面的光線進入角度。
 - (4)到某階段可得到定量的光的反射或折射的程度。

實驗(六)：用三稜鏡探討光之分散

(一)製作及操作方法：

- 1 (1)三稜鏡前面豎立貼有白紙的銀幕，觀察從三稜鏡射出之光線怎樣映出於白紙上。
- (2)用支架夾平面鏡，接收日光平面鏡發出的反射光，射入三稜鏡，觀察從三稜鏡射出之光線怎樣映出於白紙上的現象。
- 2 (1)日光從孔板的間隙進入射到三稜鏡，觀察從三稜鏡射出的光線，怎樣的映出於白紙上的現象。
- (2)日光從三稜鏡射入觀察，由三稜鏡射出經過中間的紅色玻璃紙或藍色玻璃紙映出於白紙上的現象。
- (3)日光從三稜鏡射入觀察，由三稜鏡射出，射到放在白紙上的紅色玻璃紙或藍色玻璃紙上的現象。

(二)結果：

- 1 日光從三稜鏡反射到白紙上時，可以看見明亮而且又幅度寬大的光譜。
- 2 日光從三稜鏡反射到白紙上分散的光譜中比較顯出的是紅色、

藍色、紫色等。

3. 經過紅色或藍色玻璃紙的光線映出於白紙上的光爲紅色或藍色。
4. 把紅色或藍色的玻璃紙放在白紙上受到三稜鏡的反射光顯出的顏色比原來的顏色淡。

實驗(七)：探討光之顏色和溫度的關係

(一)製作及操作方法：

1. (1)把可變變壓器、交流電壓計、交流電流計、電熱器用導線連接，熱電對溫度計用導線連接鐵棒。
(2)操作可變變壓器逐漸的增加電壓觀察電熱器鎢線的顏色及靠近白紙觀察反射光的變化。
2. 木板上裝 2 支鐵釘，分別的裝鎢線或銅絲，用導線和可變變壓器，交流電流計聯接，緩緩的轉動可變變壓或銅絲能斷爲止通電流，觀察它的顏色變化。
3. (1)木台裝燈泡和可變變壓器用導線連接。
(2)緩緩的轉動可變變壓器的開關觀察燈泡的顏色變化。

(二)結果：

1. 把鎢線逐漸提高溫度：
(1)把鎢線逐漸提高溫度時從暗紅色變爲明亮的紅色再變爲靠近黃色。
(2)白紙受到電熱器的反射光白紙上從淡紅色變爲深紅色。
2. 金屬通電流後發熱呈紅色，發光即刻斷掉。
3. 燈泡逐漸加電流呈現下列之顏色。暗紅色→紅色→暗橙色→橙色→黃色→白色。

實驗(八)：凸透鏡的焦點距離

(一)製作及操作方法

1. 單位：公分
(1)用三夾板做孔板(18×28)板上做間隙。
(2)用三夾板做實驗台長45寬18厚5，上面貼小方格紙。
(3)實驗台上挖洞放置凸透鏡，一半突出。
2. 日光從孔板的間隙直進，觀察經過凸透鏡的光的現象。

3. (1)把凸透鏡夾在支架（成爲直角）支架下面放黑紙，移動支架使光線集中一處爲止，然後量黑紙和凸透鏡的距離。

(2)①白紙打洞貼色紙後放在凸透鏡上面。

②支架下面放 1 張白紙。

③把凸透鏡夾在支架，移動支架，使光線集中一處爲止，然後量白紙和凸透鏡的距離。

(二)結果：

1 平行光線（光源）平行於軸射入凸透鏡後，集中在一點。此點叫做凸透鏡之焦點，焦點到透鏡中心的距離叫做焦點距離。

2 直行凸透鏡的周邊光線經過凸透鏡後集中於 1 點，經過凸透鏡中心的光線是直進，這光線集中於 1 點和凸透鏡中心的距離爲焦點距離。

實驗(九)：凹透鏡的焦點距離

(一)製作及操作方法：

1 單位：公分

(1)用三夾板做孔板（ 18×28 ），板上做間隙。

(2)用三夾板做實驗台長 4.5 寬 18 厚 5，上面貼小方格紙。

(3)實驗台上挖洞放置凹透鏡，一半突出。

(4)日光從孔板的間隙直進，觀察經過凹透鏡的光的現象。

2. (1)①用木板按照左列做實驗台，中間挖洞放置凹透鏡，一半突出表面貼白紙。

②針 $A_1 \cdot B_1 \sim A_5 \cdot B_5$ 與光軸平行的裝置。

③針 $A_1 \cdot B_1 \sim A_5 \cdot B_5$ 的反對面裝置 $C_1 \cdot D_1 \sim C_5 \cdot D_5$ 。

(2)①先取掉實驗台的針。

② $C_1 \cdot D_1 \sim C_5 \cdot D_5$ 的針跡，畫延長線量，從交點到透鏡的距離就是焦點距離。

(二)結果：

1 虛焦點、焦點距離光線在凹透鏡之外側面（厚度）折射。因折射爲愈靠近凹透鏡之周邊部愈大愈靠近中心部愈小。然而透過凹透鏡的光均散開不相交，可是如把其折射光線向反向延長，

則可交於一點。此點即爲凹透鏡的焦點或虛焦點。

由左邊之平行光線的虛焦點則爲左邊，由右邊之平行線的虛焦點則爲右邊。

由這些虛焦點到凹透鏡之中心的距離就是焦點距離，平常凹透鏡於左右兩側之焦點距離相等。

實驗(十)：測定放大鏡的倍率

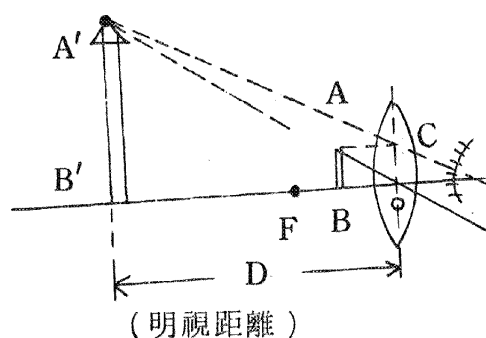
(一)製作及操作方法：

1. (1)用支架把放大鏡固定在約 25 公分高處，尺(A)放置在放大鏡直下之焦點距離內，尺(A)和尺(B)成爲平行。
(2)用兩眼看尺時兩眼的連結線和尺的方向使成爲直角。然而調整尺(A)之高度時尺(A)映像會成爲尺(B)的鄰邊，不可以重覆。
2. (1)用眼睛一眼透過放大鏡看尺(A)，用另一眼看尺(B)，然後調整尺(A)，使尺(A)能夠看得大一點的地方固定尺(A)。
(2)透過放大鏡看到尺(A)的 1 格相當於直接看到尺(B)的幾格就是放大鏡倍數的決定。
3. (1)滴管吸水後在字上點一滴，觀察它的現象。
(2)燒瓶裝水，靠近尺的刻度，觀察它的現象。
(3)三夾板中間挖洞，用塑膠紙蓋上，放在有字的字條上，觀察它的現象。
(4)碗裏放水，使水凍結變成冰塊，把冰塊拿出，放在字條上，觀察它的現象。

(二)結果：

1. 放大鏡：

- (1)把物體放在焦點距離很短（小型的爲 5 cm 大型的爲 10 ~ 15 cm）的凸透鏡的焦點內由明視距離（離透鏡 25 cm）來看被放大的正立虛像的器具。這時應把眼睛接近透鏡看，如此可看到放大的像，而在明視距離內放東西是爲了能看清楚像。
- (2)放大鏡的放大率：
放大鏡的放大率，可由像的大小爲實物的多少倍來求。



$$\text{放大率} = \frac{\text{像的大小}}{\text{物體的大小}}$$

這種情形用下圖來想時由於 $\triangle COF$ 與 $\triangle A'B'F$ 相似，證明視距離為 D ，焦點距離為 T 。

$$\begin{aligned} \text{倍數} &= \frac{A'B'}{AB} = \frac{A'B'}{CO} = \frac{FB'}{FO} \\ &= \frac{T+D}{T} = 1 + \frac{D}{T} \end{aligned}$$

評 語

- (一)器材設計效果良好，能將光的各種特性表現得很清楚。
- (二)示範表演的項目頗為完全。
- (三)器材之製作富有創意，是良好的教具。