

看不見的影像-凹透鏡及凸面鏡焦距尋找之研究

投稿類別：自然科學

篇名：

看不見的影像-凹透鏡及凸面鏡焦距尋找之研究

作者：

古芸庭。花蓮縣立自強國民國中。九年七班。
林睿璿。花蓮縣立自強國民國中。九年七班。

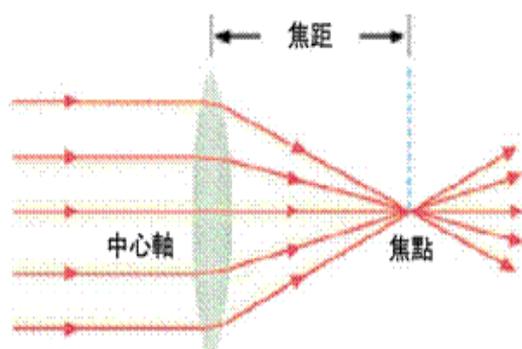
指導老師：

徐彥哲老師

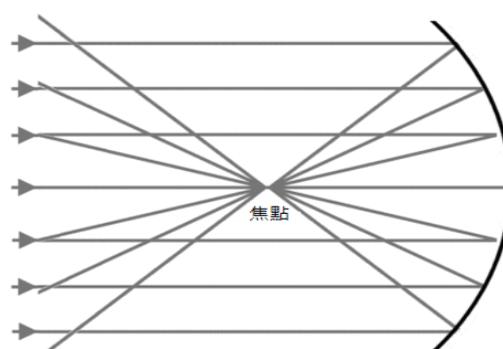
壹●前言

一、研究動機

在八年級上學期第二次段考內容的理化課程中，有提到關於凹凸透鏡與面鏡的成像、焦點聚光散光等性質，凹面鏡與凸透鏡的性質相似，光線射入皆會匯聚於焦點上，如圖(一)、圖(二)

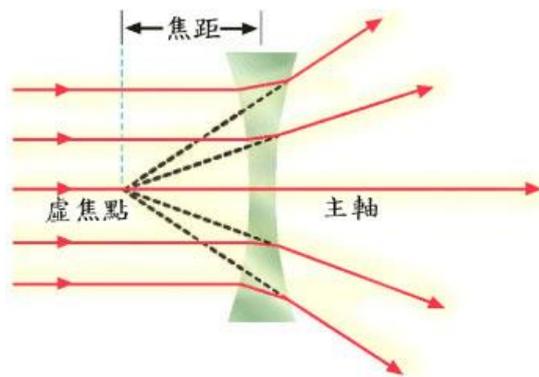


圖(一)凸透鏡聚光示意圖

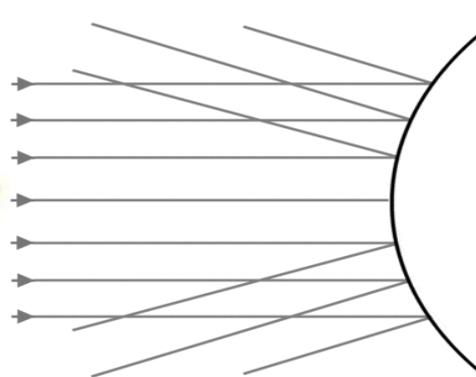


圖(二)凹面鏡聚光示意圖

因此易於取得焦點，且由焦點射出的光線通過後皆會以平行光射出，稱為光的可逆性。但在凹透鏡與凸面鏡的性質皆為散光，如圖(三)、圖(四)，相對要取得焦距就較不容易。



圖(三)凹透鏡散光示意圖



圖(四)凸面鏡散光示意圖

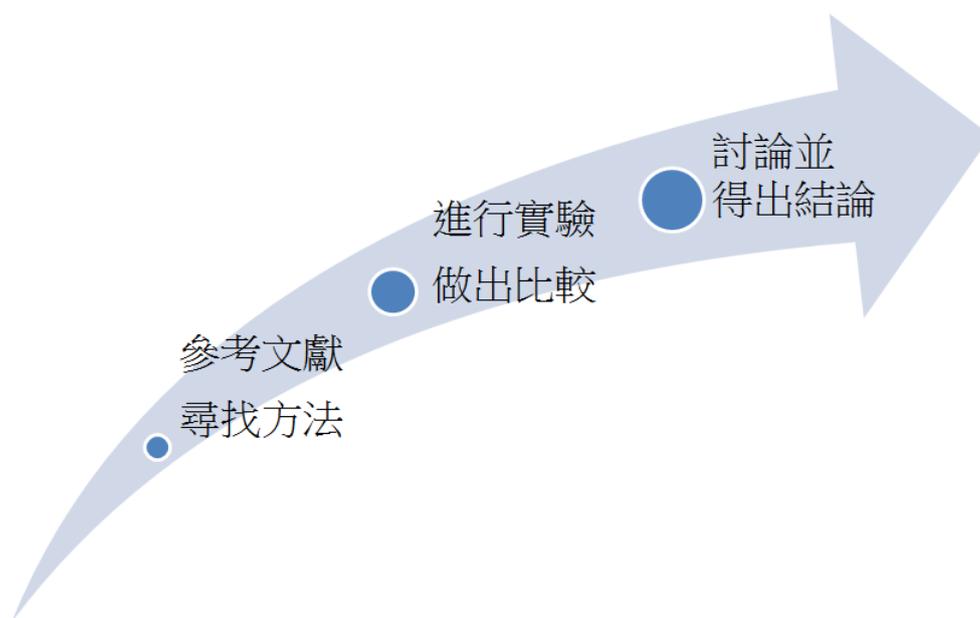
二、研究目的

- (一)尋找測量凹透鏡焦距的最佳方法
- (二)尋找測量凸面鏡焦距的最佳方法

三、 研究方法

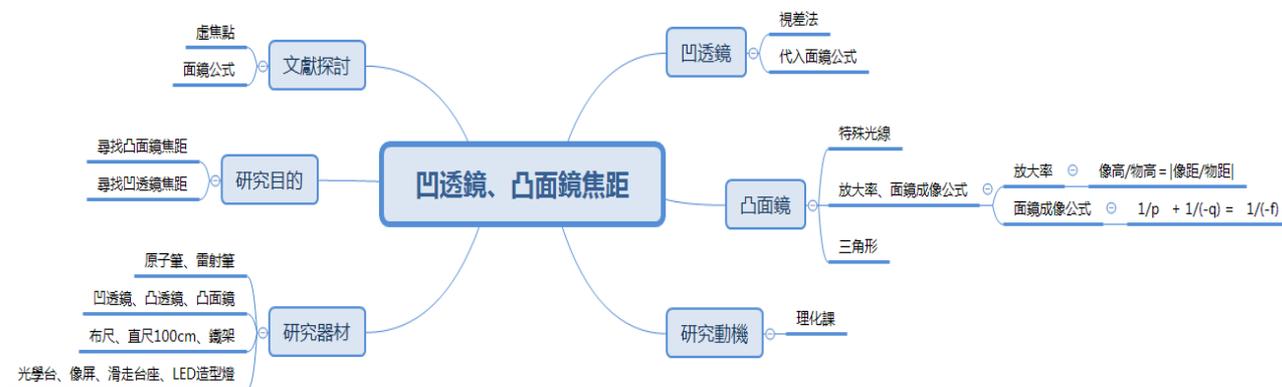
本研究採用文獻研究法，首先查詢網際網路上及書籍的資料，經過閱讀及整理後，進行多次實驗操作並得出平均值，此外也加入幾種自行設計的實驗，在實驗過程中記錄每個遇到的困難、數據、及結果，並製成表格及圖片以便觀察，接著與成員進行討論並記錄討論內容以及從中發現的問題，最後得出結論。

四、 研究流程：



圖(五)研究流程圖

五、 研究架構：

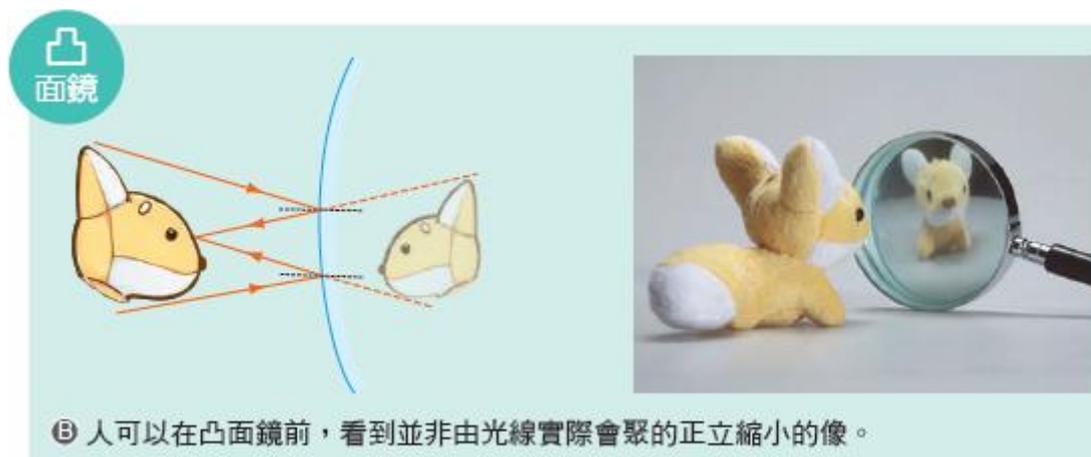


圖(六)研究架構圖

貳●正文

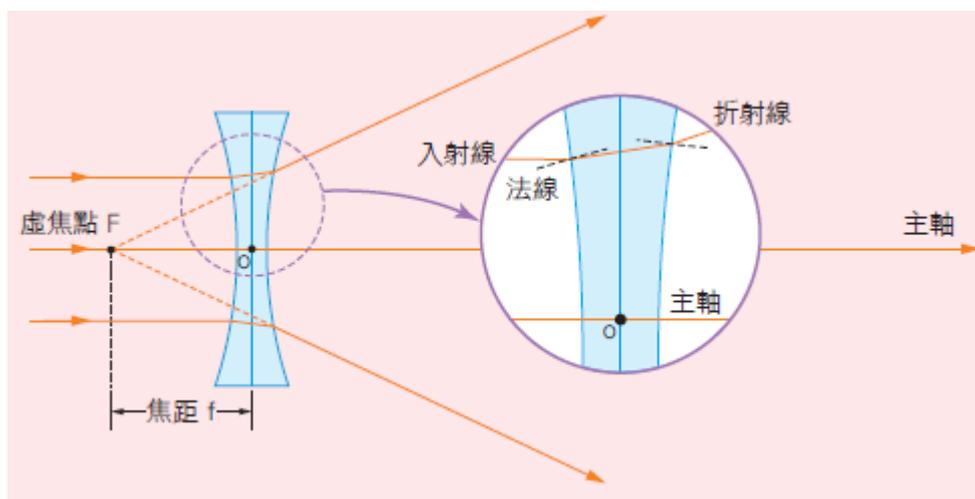
一、 文獻探討

凸面鏡會將光線向外散開，使可看見的區域變大，所以在賣場角落或公路轉彎處常放置凸面鏡，以擴大視野。如圖(七)

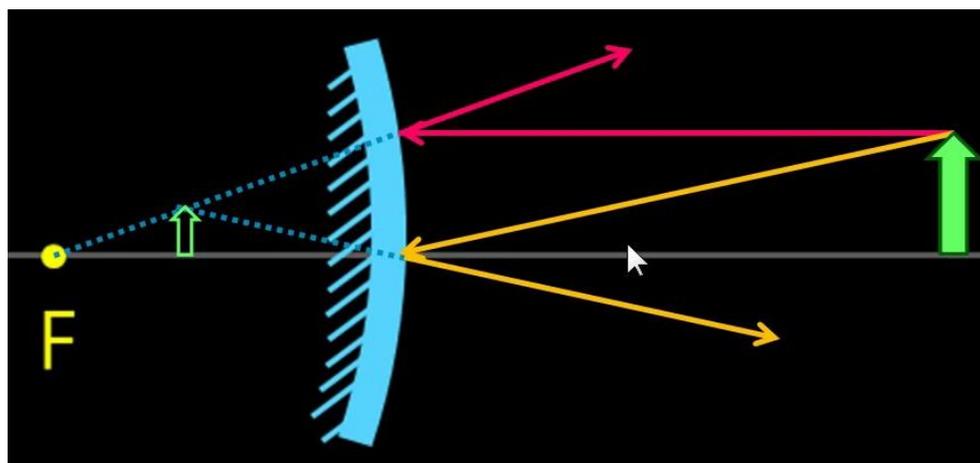


圖(七)凸面鏡散光且擴大視野示意圖

當平行主軸的光線經過凹透鏡或凸面鏡時，光線會發散開來，不會聚在一點上，但是將發散的光線朝反方向延伸，仍會交於一點，因為此點不是由實際光線聚集而成，所以稱為**虛焦點**，如圖(八)(九)



圖(八)凹透鏡虛焦點F

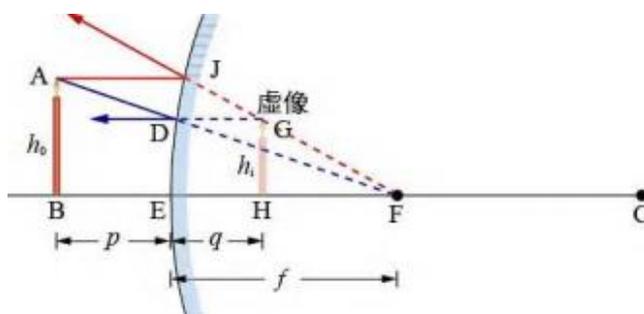


圖(九)凸面鏡虛焦點F

另外，在高三選修物理上冊中有提到，物體與面鏡的距離為 p ，稱為物距（object distance）；像與面鏡的距離為 q ，稱為像距（image distance）；面鏡的焦距為 f 。

而這三者中間有著以下關係： $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ 這條公式被稱為**面鏡公式**(若成虛像則 q

代負值，使用凸面鏡則 f 代負值)



圖(十)凸面鏡成像示意圖

面鏡公式證明：

設物體高度為 h_0 ，像的高度為 h_i （像為倒立時， h_i 取負值）

圖(十)中 $\triangle FDE$ 與 $\triangle FAB$ 相似，得 $\frac{h_i}{h_0} = \frac{f}{f+p}$ ，又 $\triangle FGH$ 與 $\triangle FJE$ 相似得

$$\frac{h_i}{h_0} = \frac{f-q}{f}$$

綜合兩式可得： $\frac{f}{f+p} = \frac{f-q}{f}$ ，再化簡得出以下公式： $\frac{1}{p} + \frac{1}{-q} = \frac{1}{-f}$

二、 研究器材

(一)記錄工具：筆、紙、電腦、相機

(二)使用軟體：

Microsoft Office Word、Microsoft Office Excel、Microsoft Office PowerPoint

(三)實驗器材：

- 1、凸透鏡、凹透鏡、凸面鏡
- 2、雷射筆、原子筆
- 3、布尺、100 公分直尺、鐵架
- 4、光學台、像屏、滑走台座、LED 造型燈

三、實驗方法與結果

本研究共整理了五個實驗，其中前三個為測量凸面鏡焦距之實驗，後兩個則是測量凹透鏡焦距之實驗。

(一)凸面鏡焦距求法：

1、高三選修物理上冊第四章幾何光學中利用特殊光線的焦點求法

步驟一：射出一個平行主軸的光線

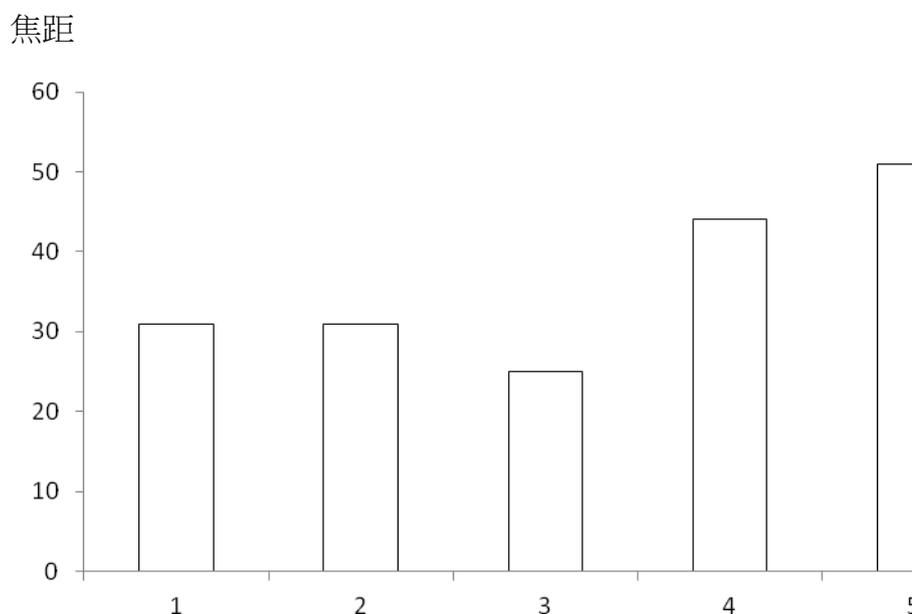
步驟二：在牆上反射點與面鏡點標記並拉線

步驟三：把面鏡移開把線延伸，並模擬主軸拉另一條線

步驟四：兩條線相交的點與面鏡上的點的距離即為焦距

表(1)利用特殊光線焦點求法索求出的焦距

次數	焦距
1	31
2	31
3	25
4	44
5	51
平均	36.4



次數

圖(十一)利用特殊光線推算未知焦距的凸面鏡實驗結果

2. 利用放大率與面鏡成像公式推算出凸面鏡焦距

$$\text{放大率} = \frac{\text{像高}}{\text{物高}} = \left| \frac{\text{像距}}{\text{物距}} \right| \quad \left(M = \frac{h_i}{h_o} = \left| \frac{q}{p} \right| \right)$$

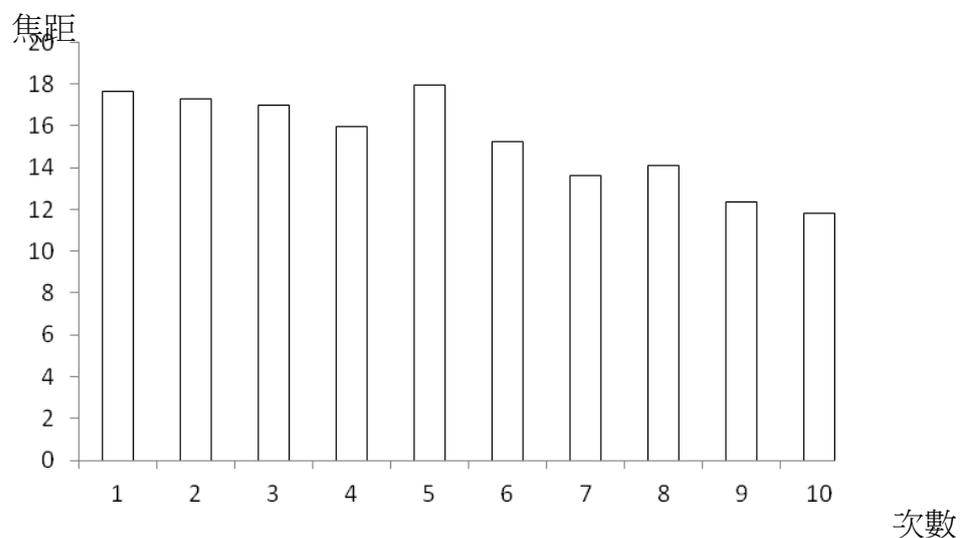
步驟一：測量物距

步驟二：測量物高與像高

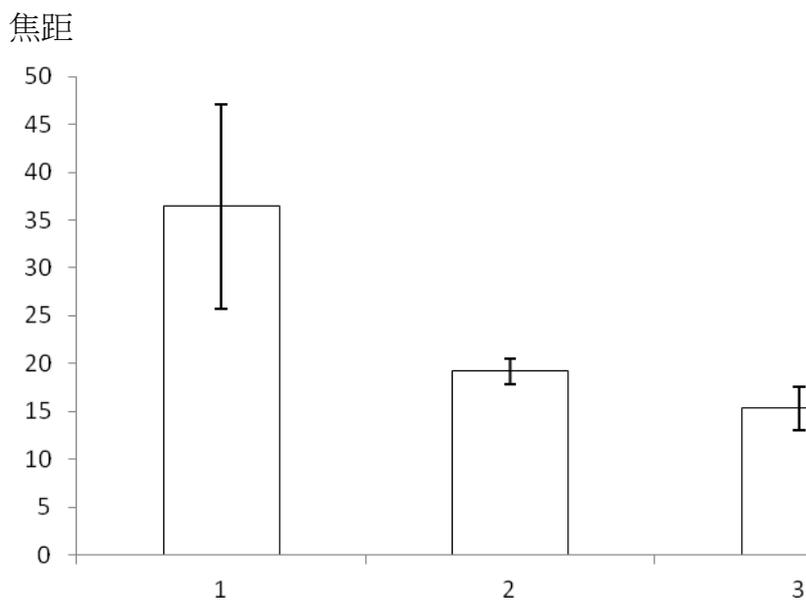
步驟三：得出像距，並代入面鏡成像公式

表(2) 測量未知焦距的大凸面鏡測量結果

次數	p(物距)	ho(物高)	hi(像高)	q(像距)	f(焦距)
1	100	30	4.5	15	17.65
2	90	59	9.5	14.5	17.28
3	80	20	3.5	14	16.97
4	70	27	5	13	15.96
5	60	19.5	4.5	13.8	17.92
6	50	32	7.5	11.7	15.27
7	40	80	25.5	12.75	13.62
8	30	25	8	9.6	14.12
9	20	27	9	7.83	12.33
10	10	74	40	5.41	11.79



圖(十二)利用面鏡公式測量未知焦距的凸面鏡實驗結果



特殊光線

相似三角形

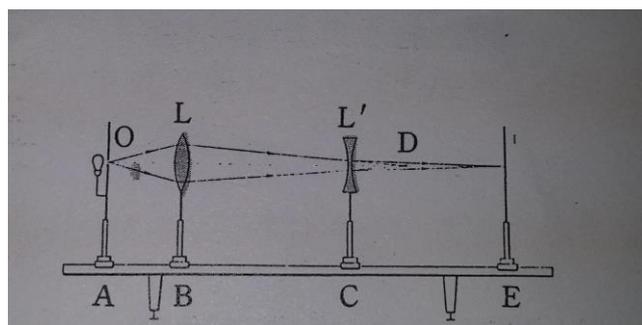
放大率和面鏡公式

方法

圖(十三)三種凸面鏡焦距求法的平均值及標準差

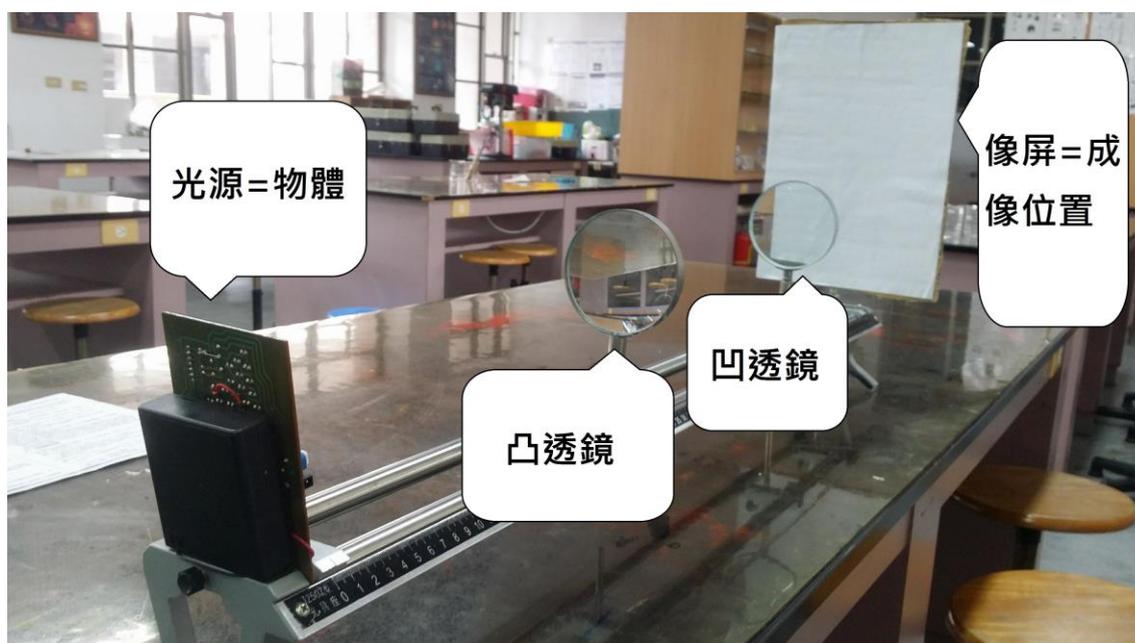
三、凹透鏡焦距求法

1.用幾何光學中的實驗十五來求出凹透鏡焦距



圖(十四)、面鏡公式實驗裝置圖1

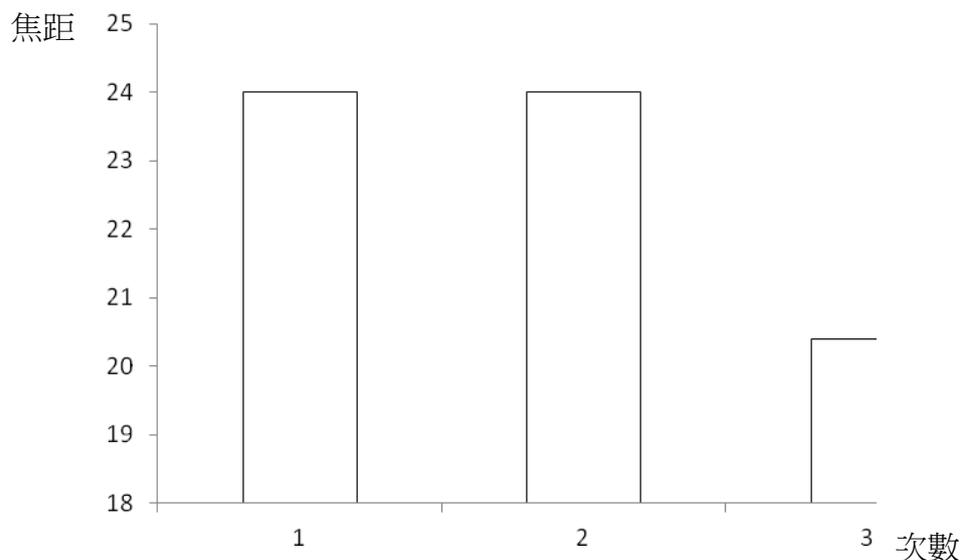
- 步驟一：將光源置於凸透鏡左邊
- 步驟二：將像屏I於靠透鏡L處，再向右慢慢移動至清晰像出現
- 步驟三：將像屏I向右移動些，再慢慢向透鏡L移動至清晰像出現
- 步驟四：紀錄p和q並代入面鏡公式，計算出L的焦距
- 步驟五：用步驟四的結果定出凸透鏡實像位置D
- 步驟六：在L和D間距離D點10公分的C處放一凹透鏡
- 步驟七：將I向右移動，再重複步驟二到三找出清晰像
- 步驟八：紀錄凹透鏡的p和q(成虛像p取負值)，帶入公式計算出焦距



圖(十五)、面鏡公式實驗裝置圖2

次數	代公式法所得焦距
1	24
2	24
3	20.4
平均	22.8

表(4)利用代公式法所測得的凹透鏡焦距

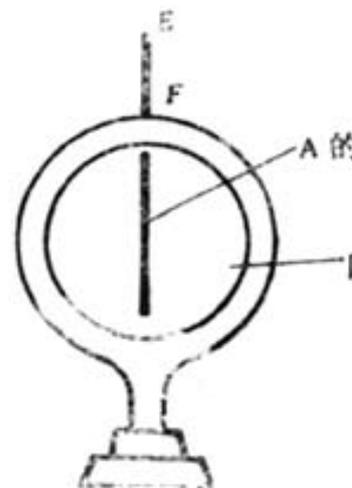


圖(十六)利用代公式法測量未知焦距的凹透鏡實驗結果
利用天文學概論中所提到的視差法來尋求凹透鏡焦距

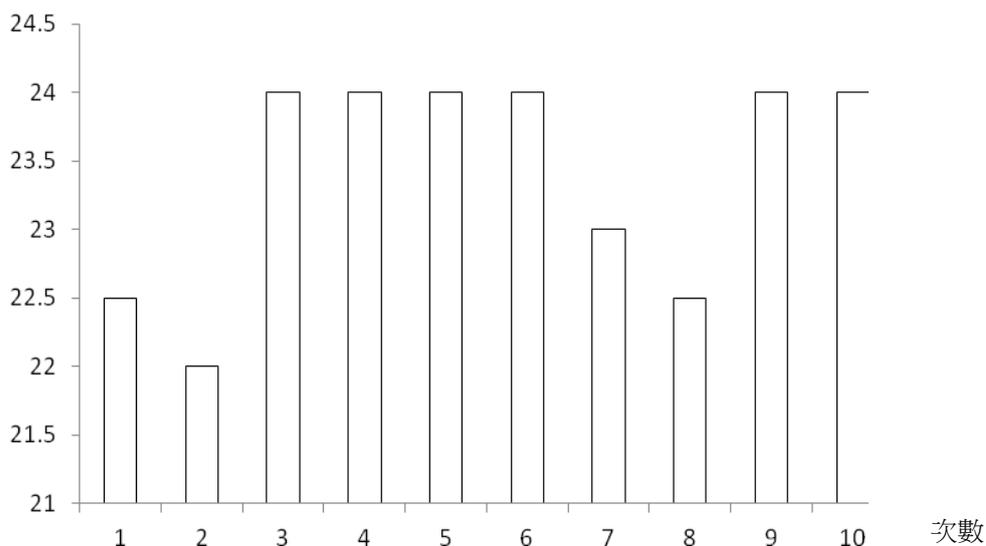
圖(十七)、視差法實驗裝置圖

一開始視差法是被用在天文上測量行星的距離，但在這裡我們運用在測量的焦距上時，我們以人所在的不同位置看到大樓邊緣與筆重疊情形的不同，找出凹透鏡的焦距，實驗步驟如下：

- 步驟一、先拿支原子筆將筆尖對準遠方建築物邊緣
- 步驟二、拿取凹透鏡，凹透鏡要比原子筆更靠近眼睛
- 步驟三、透過凹透鏡看筆尖，並左右搖晃頭部
- 步驟四、如發現筆尖無一直對在邊緣上，便將凹透鏡靠近原子筆
- 步驟五、重複步驟四直到搖晃頭部筆尖和邊緣會一直重疊為止
- 步驟六、再測量筆尖和凹透鏡的距離即為凹透鏡焦距

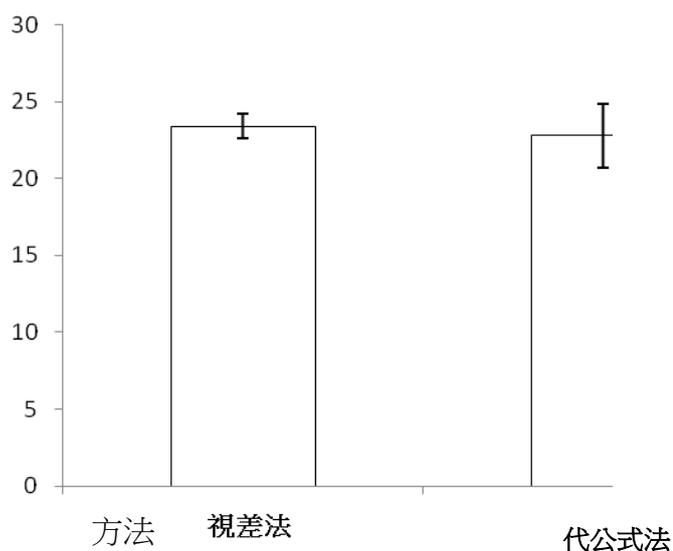


焦距



圖(十八)利用視差法測量未知焦距的凹透鏡測量結果

平均值



圖(十九)視差法平均值得標準差

我們發現利用面鏡公式所計算的焦距，和視差法實驗所測量出來的焦距差不多，結果均為24公分。

捌、結論

- 一、可得出凹透鏡焦距的方法有：視差法及代公式法。
- 二、視差法為較可信方法，建議大家使用。
- 三、代公式法可快速得出凹透鏡焦距，建議大家使用。

四、可得出凸面鏡焦距的方法有：特殊光線、代公式法。

五、使用特殊光線求出的凸面鏡焦距差距幅度較大，所以較不建議使用。

六、使用代公式法求出的凸面鏡焦距快速又準確，建議大家使用。

九、參考文獻

http://moodle.fg.tp.edu.tw/~tfgcoocs/blog/wpcontent/uploads/2015/10/%E9%AB%98%E4%B8%89%E7%89%A9%E7%90%8642%E7%90%83%E9%9D%A2%E9%8F%A1%E8%AA%B2%E6%9C%AC_%E7%A9%BA%E7%99%BD.pdf 高三選修物理上冊

4-2 球面鏡