

實驗二 幾何光學實驗

【實驗目的】

藉由幾何光學了解光的特性。利用凹凸面鏡與凹凸透鏡成像做實驗，了解光的傳遞行為，物體成像的方法。

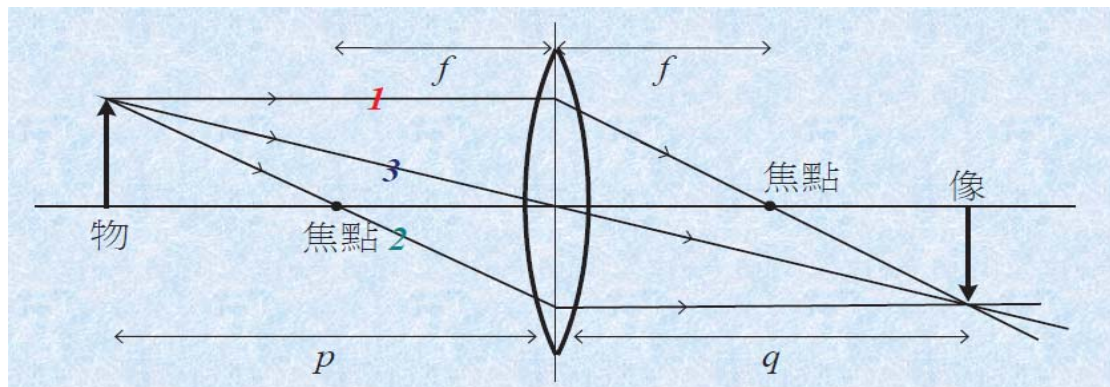
【實驗原理與理論】(本實驗預習報告為 實驗原理與理論 中的內容與問題)

問題

- 1 何謂光？
- 2 惠更斯 (Huygens' Principle) 原理？
- 3 凹凸透鏡成像原理

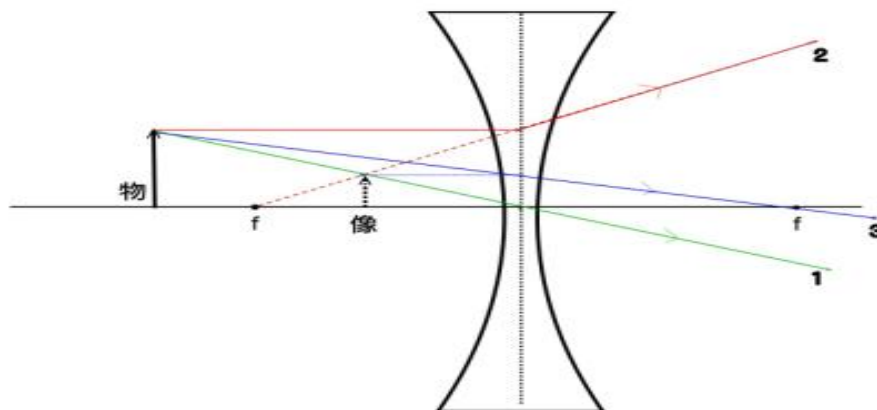
凸透鏡

一物體放在一個凸透鏡前，此物體每一點所發出的光，當它抵達凸透鏡時，依折射定律，這些光線會改變方向，穿過透鏡後會聚成像。



凹透鏡

中央部分較薄，邊緣部分較厚的透鏡，稱為「凹透鏡」。凹透鏡可使入射的平行光線發散，又稱為發散透鏡。



根據光折射定律及三角函數近似值，可推論出凸透鏡的成像公式：

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

而放大率M則為

$$M = \frac{q}{p}$$

p：物體至鏡面之距離(物距)，鏡前為正，鏡後為負。

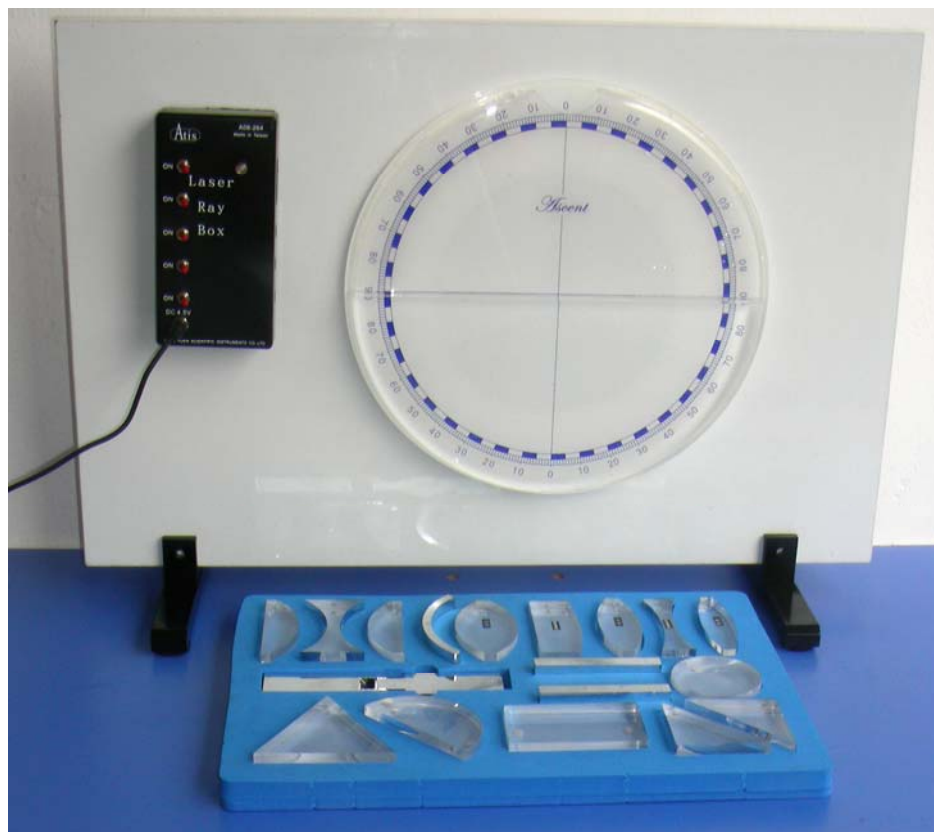
q：像至鏡面之距離(像距)，鏡前為負，鏡後為正。

f：透鏡之焦距。

M：放大率。

【儀器】

1. 雷射光源
2. 不同透鏡組
3. 白磁版
4. 紀錄紙



【實驗項次與步驟】

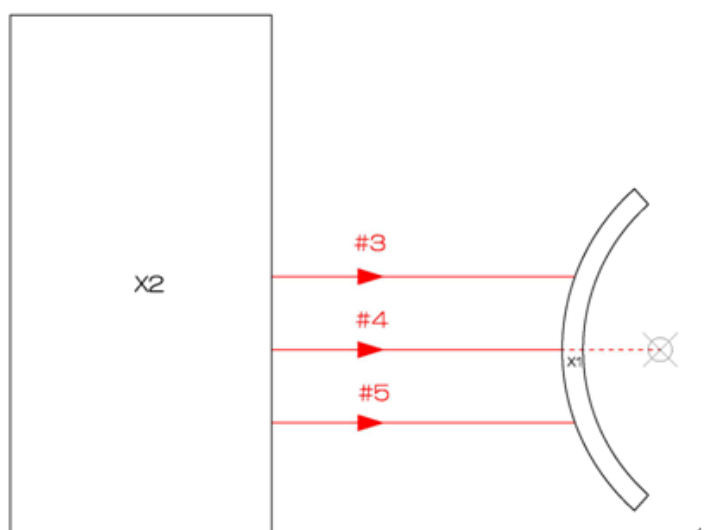
1 凸面鏡的焦距測定

凸面鏡聚焦：

用平行光打在凸面鏡上，因凸面鏡有散光作用，其反射後的延伸線會聚集在鏡後的焦點上。

實驗步驟：

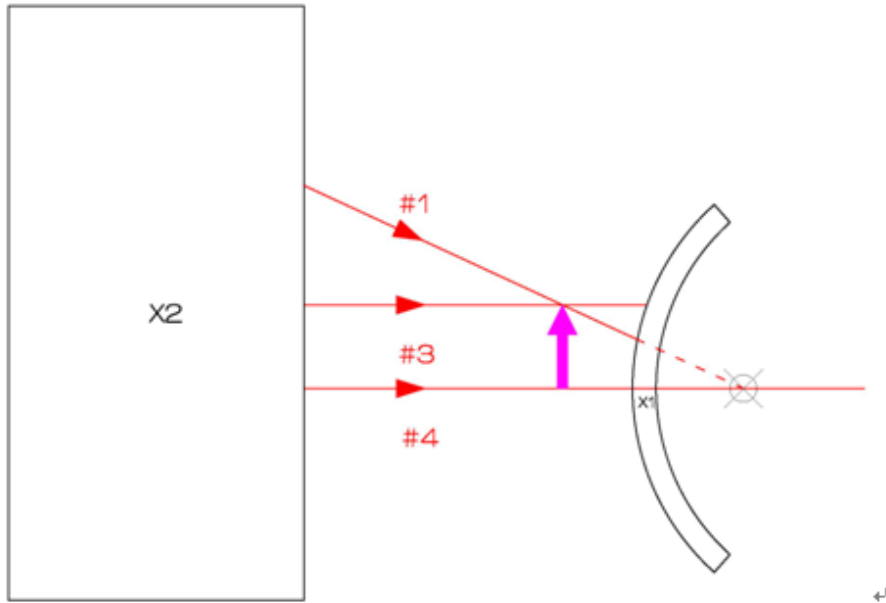
將凸面鏡 M6 放置 X1 上，而雷射光源放在 X2 處，並用 3、4、5 號光源依序沿 #3、4、5 線打入凸面鏡。調整凸面鏡使 4 號光源入射與反射為同一直線，畫出其光徑，延長線將相交於鏡後焦點上。



2 凸面鏡成像 (物在鏡前)

實驗步驟：

將凸面鏡 M6 放置在 X1 上，雷射光源放在 X2 處，並用 3、4 號光源依序沿 #3、4 線打入凸面鏡。調整凸面鏡使用 4 號光源入射與反射為同一直線，畫出其光徑。用 1 號光源沿 #1 線打，其將相交於鏡後焦點上。



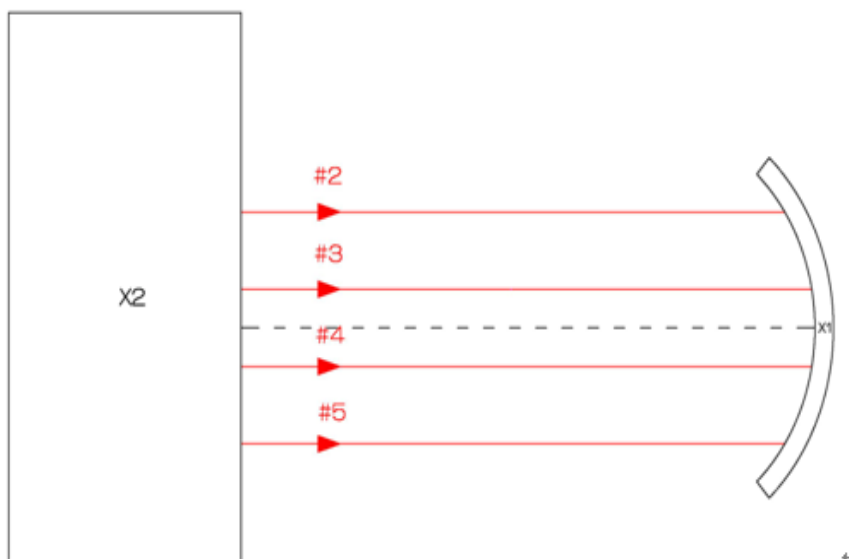
3 凹面鏡的像差-1 (小半徑)

球面像差：

當凹面鏡的曲率半徑小時，平行於主軸的入射光束，反射後無法聚集在主軸同一點。

實驗步驟：

將凹面鏡 M6 放置在 X1 上，而雷射光源放在 X2 處，並用 2、3、4、5 號光源依序沿 #2、3、4、5 線打入，畫出其光徑。



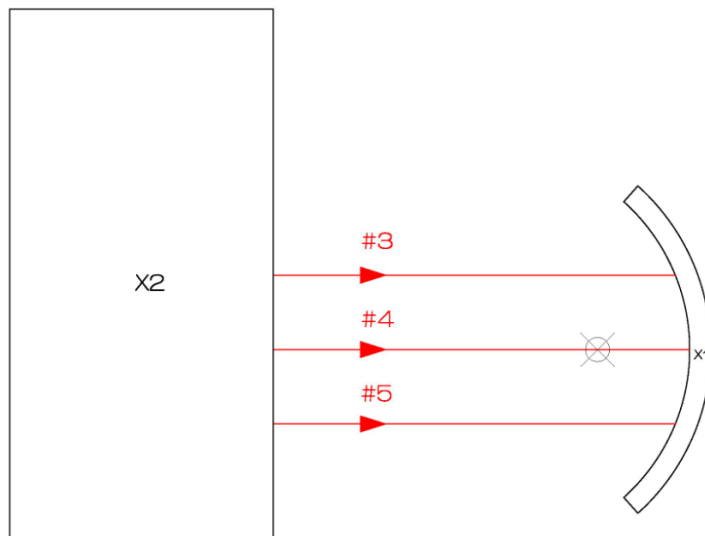
4 小半徑凹面鏡的焦距測定

凹面鏡聚焦：

用平行光打在凹面鏡上，因凹面鏡有聚光作用，其反射後會聚集在焦點上。

實驗步驟：

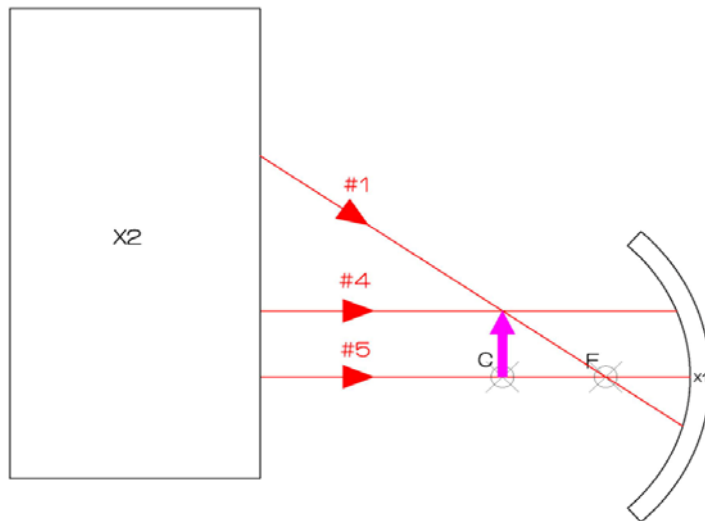
將凹面鏡 M6 放置在 X1 上，雷射光源放在 X2 處，並用 3、4、5 號光源依序沿 #3、4、5 打入凹面鏡。調整凹面鏡使 4 號光源入射與反射為同一直線，畫出其光徑。



5 小半徑凹面鏡成像 (物在兩倍焦距 $2F$ 上)

實驗步驟：

將凹面鏡 M6 放置在 X1 上，用 4.5 號雷射光源依序沿 #4、5 線打入凹面鏡。調整凹面鏡使 5 號雷射光源入射與反射為同一直線，打開 1 號雷射光源，使其光入射與反射為同一直線，畫出其成像。



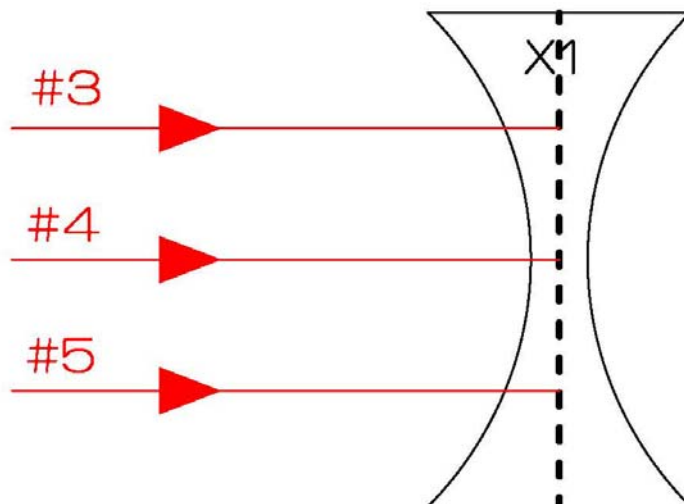
6 凹透鏡焦點的測定

凹透鏡焦點：

光通過凹透鏡後，光線會被發散，其發散光的延長線會交於鏡前的焦點上。

實驗步驟：

1. 將凹透鏡 M8 放在 X1 處，使用 3、4、5 號雷射光源分別沿 #3、4、5 打入，並用實線畫出其光徑。
2. 將發散光的延長線用虛線畫出。



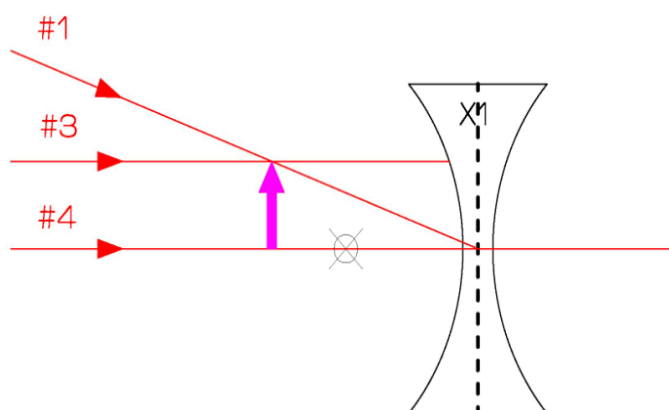
7 凹透鏡成像

凹透鏡焦點:

當一物置於凹透鏡前，則物體會再凹透鏡前成立一個虛像。

實驗步驟:

1. 將凹透鏡 M8 放在 X1 處，使用雷射光源 3、4 號分別沿 #3、4 打入，並用實現畫出其光徑。
2. 將發散光的延長線用虛線畫出，並找出其焦點。
3. 用雷射光源 1 號沿 #1 打入，畫出其成像位置。



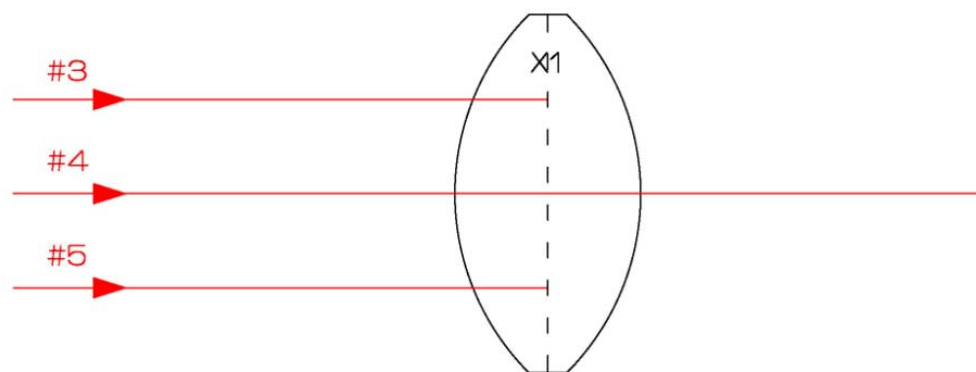
8 凸透鏡焦點的測定

凸透鏡焦點:

光通過凸透鏡後，光線會被聚集，其聚集光的延長線會交於鏡後的焦點上。

實驗步驟:

將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 3、4、5 號分別沿 #3、4、5 打入，並畫出其光徑。



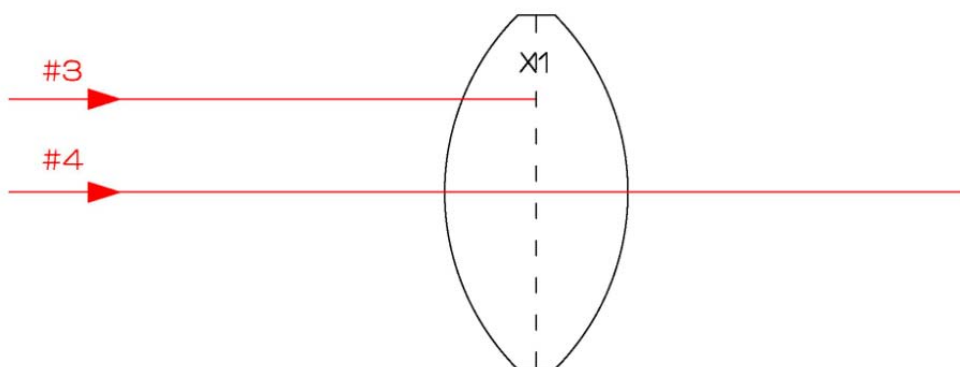
9 凸透鏡成像-1 (物在無窮遠)

凸透鏡焦點:

當物在無窮遠處時，相當用平行光打入凸透鏡，其像會聚集在鏡後焦點上。

實驗步驟:

將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 3、4 號分別 #3、4 打入，並畫出其光徑。



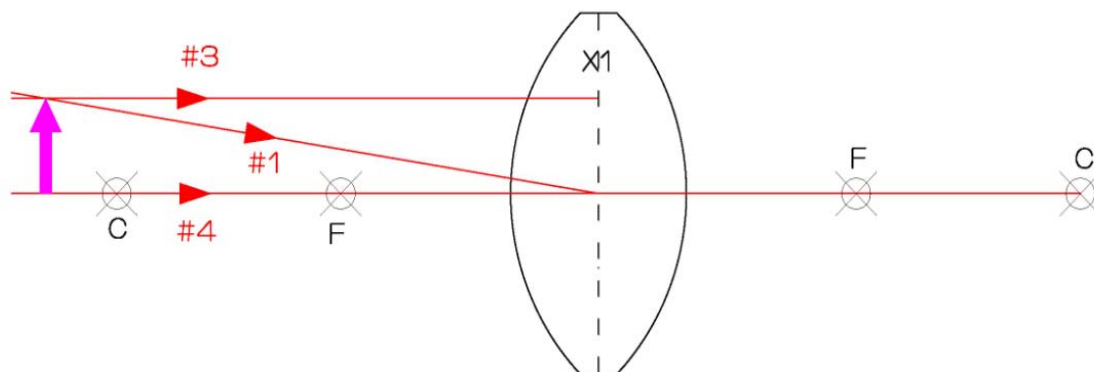
10 凸透鏡成像-2 (物在 2F 之外)

凸透鏡成像:

物在 2F 之外，通過凸透鏡後，像會聚集在鏡後的焦點 F 與 2F 之間。

實驗步驟:

1. 先求取凸透鏡左側之焦點位置。
2. 將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 3、4 號分別 #3、4 打入，並畫出其光徑。
3. 用雷射光原 1 號沿 #1 打入，並畫出其成像位置。



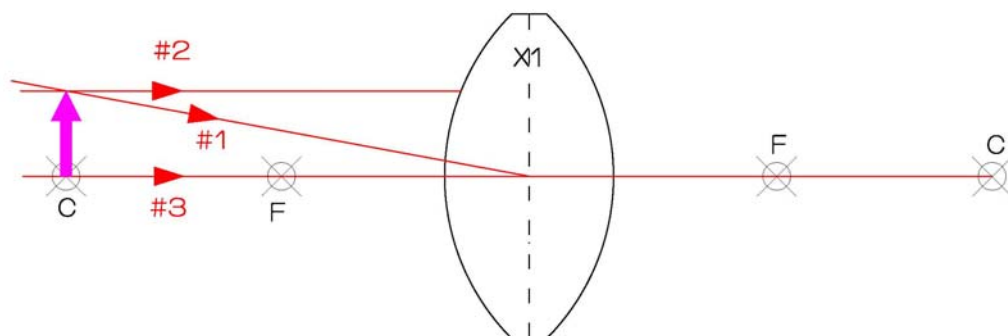
11 凸透鏡成像-3 (物在 2F 上)

凸透鏡成像：

物在 2F 上，通過凸透鏡後，像會聚集在鏡後的 2F 上。

實驗步驟：

1. 先求取凸透鏡左側之焦點位置。
2. 將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 2、3 號分別沿 #2、3 打入，並畫出其光徑。
3. 用雷射光源 1 號沿 #1 打入，畫出其成像位置。



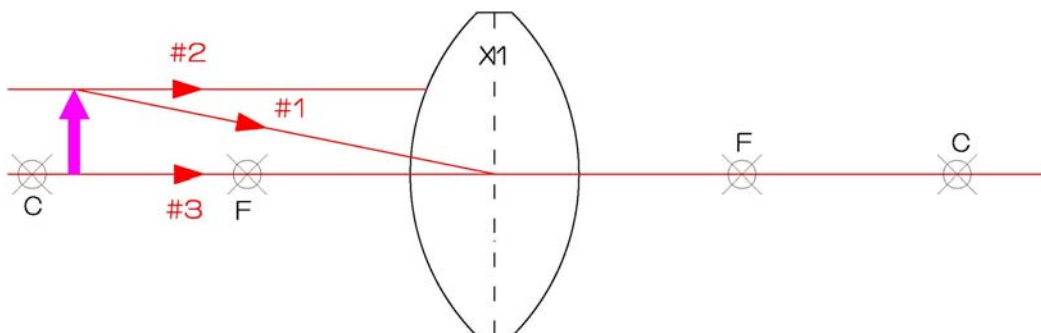
12 凸透鏡成像-4 (物在 2F 與焦點 F 之間)

凸透鏡成像：

物在 2F 與焦點 F 之間，通過凸透鏡後，像會聚集在鏡後的 2F 之外。

實驗步驟：

1. 先求取凸透鏡左側之焦點位置。
2. 將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 2、3 號分別沿 #2、3 打入，並畫出其光徑。
3. 用雷射光源 1 號沿 #1 打入，畫出其成像位置。



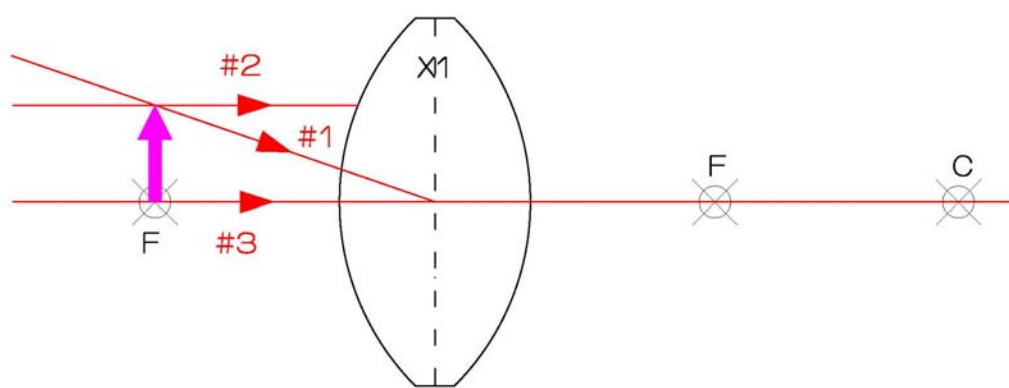
13 凸透鏡成像-5 (物在焦點 F 上)

凸透鏡成像：

物在焦點 F 上，通過凸透鏡後，像會聚集在鏡後無線遠之處。

實驗步驟：

1. 先求取凸透鏡左側之焦點位置。
2. 將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 3、4 號分別沿 #3、4 打入，並畫出其光徑。
3. 用雷射光源 1 號沿 #1 打入，畫出其成像位置。



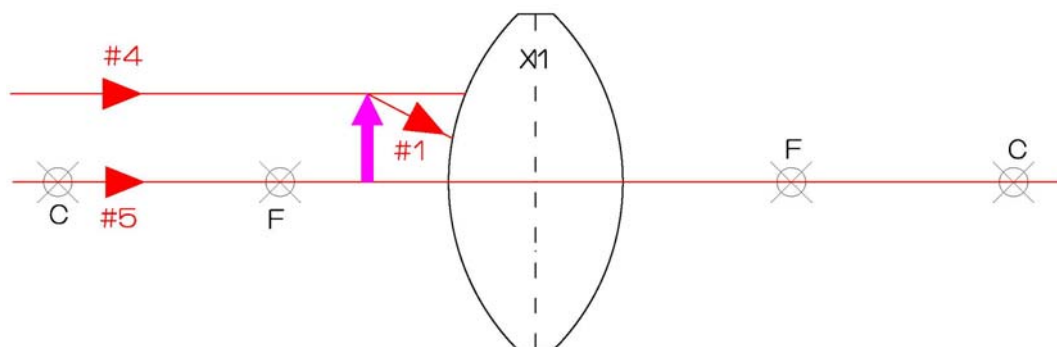
14 凸透鏡成像-6 (物在焦點 F 內)

凸透鏡成像：

物在焦點 F 內，通過凸透鏡後，像會聚集在鏡前成虛像。

實驗步驟：

1. 先求取凸透鏡左側之焦點位置。
2. 將凸透鏡 M5 放在 X1 處，使用雷射光源 4、5 號分別沿 #4、5 打入，並畫出其光徑。
3. 用雷射光源 1 號沿 #1 打入，畫出其成像位置。



【問題與討論】

1. 何謂海市蜃樓？上現蜃景？為什麼？
2. 虛像與實像有何不同？
3. 說明具有兩個透鏡的顯微鏡如何成像並放大？