

## 第四章 幾何光學

### §4-1 拋物面鏡～§4-2 球面鏡

#### 教學單元目標：

- ※ 認識拋物面鏡和球面鏡的製成和分類。
- ※ 了解拋物面鏡怎樣把平行於主軸的光線會聚於焦點；了解近軸光線經球面鏡反射可大致會聚於焦點。
- ※ 了解利用作圖法決定物體經球面鏡所成像的位置和性質。
- ※ 知道拋物面鏡的重要運用，認識球面鏡在生活中的應用。
- ※ 知道球面鏡的成像公式，並能與作圖法配合應用。

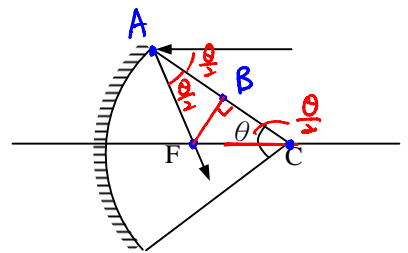
#### 範例：

1. 請設計一個簡單的實驗來測量出凹面鏡的焦距的近似值。

**Ans:** 方法一：利用遠方的景物成像於屏幕上，屏幕至鏡面間的距離約為焦距。

方法二：將屏幕與發光物體並排，調整鏡面至屏幕的距離，當屏幕上形成清晰且與物體同大小的像時，此時屏幕至鏡面間的距離約為焦距的二倍。

2. 與主軸平行的光束，經凹面鏡反射後，並不會聚於任何一點，而是會聚於主軸上的一小段區域，產生所謂球面像差。若凹面鏡之曲率中心為  $C$ ，曲率半徑為  $r$ ，孔徑角為  $\theta$ ，一接近邊緣且平行於主軸之入射光線，經凹面鏡反射後，與主軸交於  $F$  點（如右圖所示），



則  $\overline{FC} =$  \_\_\_\_\_（以  $r$  及  $\theta$  表示之）。

$$\begin{aligned} \triangle AFC \text{ 為等腰 } \triangle, \overline{AC} = r \Rightarrow \overline{BC} = \frac{1}{2}r \\ \Rightarrow \overline{FC} = \frac{\overline{BC}}{\cos \frac{\theta}{2}} \Rightarrow \overline{FC} = \frac{1}{2} \frac{r}{\cos \frac{\theta}{2}} \quad * \end{aligned}$$

3. 某一物體位於一凸面鏡主軸上，離頂點  $p=20$  公分，若所成的虛像離頂點  $q=-10$  公分，則此凸面鏡之曲率半徑為\_\_\_\_\_。[86 日大]

$$\textcircled{1} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{-10} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = -\frac{1}{20} \Rightarrow f = -20$$

$$\textcircled{2} r = 2|f| = 40 \text{ (cm)} \ast$$

4. 已知凸面鏡焦距為  $f=-10$  公分，將一根長為 2 公分的針放在鏡前且與主軸垂直，針的中點在凸面鏡的主軸上且距離鏡頂  $p=10$  公分，試求：

(1) 像的位置。

(2) 放大率。

(3) 像的大小。

$$\textcircled{1} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{10} \Rightarrow q = -5 \text{ (cm)}$$

像在鏡後 5 cm 處  $\ast$

$$\textcircled{2} \text{放大率 } M = -\frac{q}{p} = -\frac{-5}{10} = 0.5$$

$$\textcircled{3} M = \frac{h_i}{h_o} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h_i}{2} \Rightarrow h_i = 1 \text{ (cm)} \ast$$

5. 在焦距為  $f$  的凹面鏡前，放置一高度為  $h$  的物體，若欲得到放大為  $nh$  的實像，則應將物體置於凹面鏡前何處？  
放大率 =  $-n$

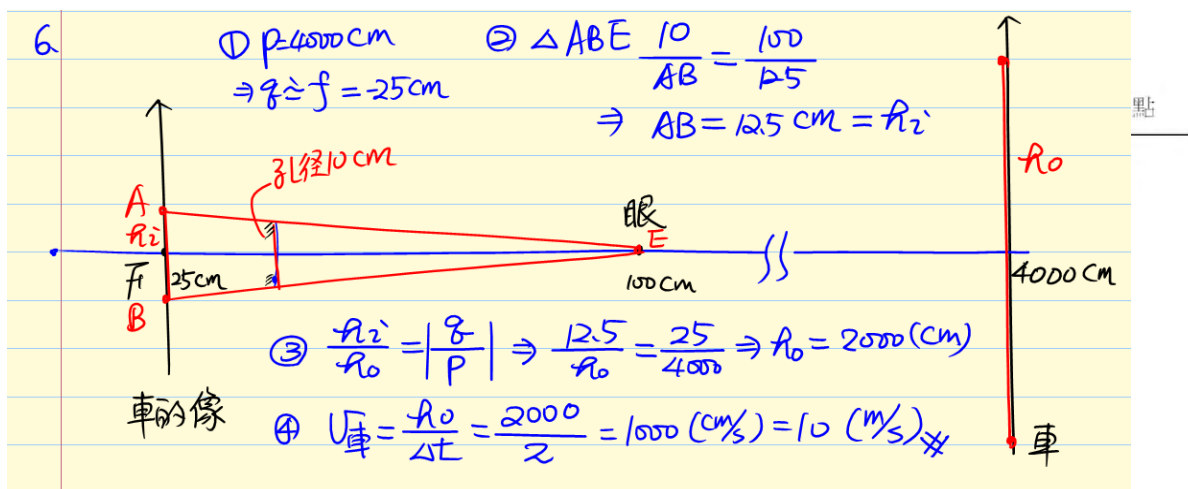
$$\textcircled{1} M = -\frac{q}{p} \Rightarrow -n = \frac{-q}{p} \Rightarrow q = np$$

$$\textcircled{2} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{np} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{n+1}{np} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow p = \frac{n+1}{n} f \ast$$

**實力養成：**

- 物體置於焦距  $f$  的單一凹面鏡前  $p$  處，所得到的像距離鏡子為  $q$ ，則下列哪一區域為  $q$  不可存在的範圍？ [85 北聯]  
 (A)鏡後 (B)鏡頂與焦點之間 (C)焦點與球心之間 (D)球心上 (E)球心外。
- 下列有關面鏡的敘述，何者正確？（應選二項）  
 (A)無論物體在凸面鏡前何處，所成的像皆為虛像 (B)無論物體在凸面鏡前何處，所成的像皆在鏡後，且與鏡面的距離小於焦距 (C)無論物體在凹面鏡前何處，所成的像皆為實像。 (D)無論物體在凹面鏡前何處，所成的像皆在鏡前，且與鏡面的距離小於焦距。 【最常出現的觀念澄清題】
- 將一支 6 公分長的筆平放在焦距為 12 公分的凹面鏡之主軸上。其筆尖指向面鏡而筆底在離面鏡 24 公分處，所得的像為何？  
 (A)長 6 公分，筆小指向面鏡 (B)長 6 公分，筆尖背向面鏡  
 (C)長 12 公分，筆尖指向面鏡 (D)長 12 公分，筆尖背向面鏡  
 (E)長 24 公分，筆尖指向面鏡。
- 物在凹面鏡前，於距物 30 公分處得放大 2 倍之實像，此面鏡之曲率半徑為多少公分？ (A) 10 (B) 20 (C) 30 (D) 40 (E) 60。
- 一凹面鏡焦距為 20 米，正對著太陽，所生太陽的像直徑約為 18 厘米，若已知太陽距地球  $1.5 \times 10^{11}$  米，則太陽的直徑約為若干米？。
- 孔徑 10 cm，曲率半徑 50 cm 的凸面鏡，在鏡軸上離鏡 100 cm 處觀察鏡內之像時，在 40 m 處有汽車與鏡軸成垂直方向通過，像在鏡內出現的時間為 2 秒，則汽車之平均速率為 (A) 16 (B) 7 (C) 5 (D) 20 (E) 10 m/s。



Ans: 1.B 2.AB 3.D 4.D 5.  $1.35 \times 10^9$  6.E 7.C