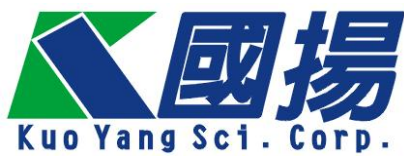
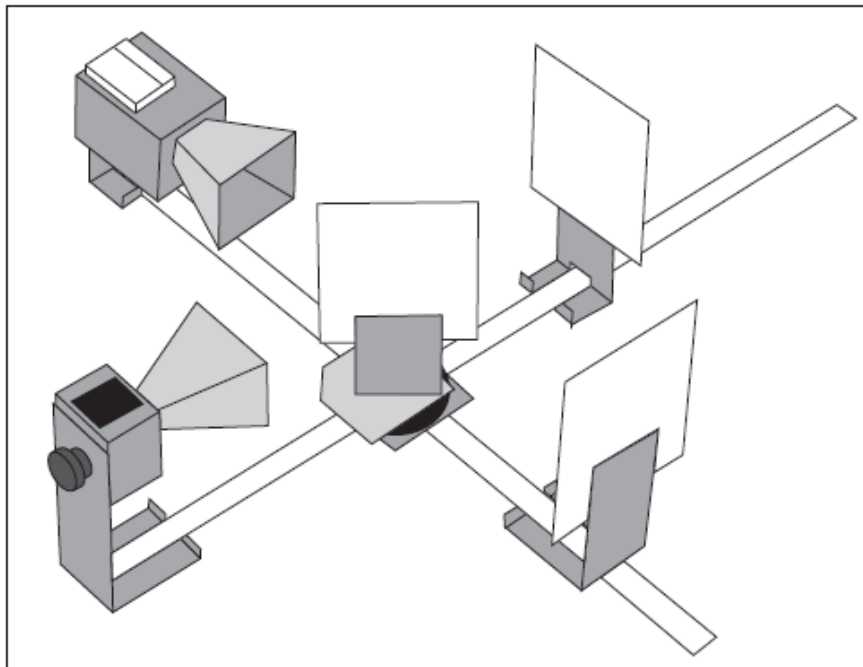
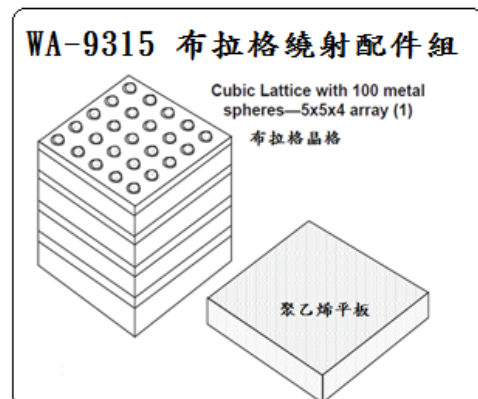
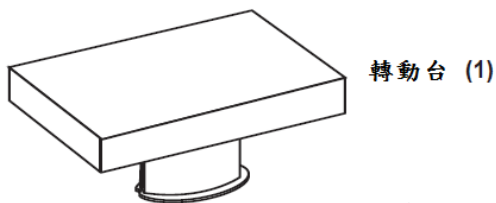
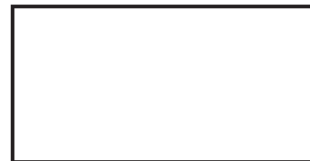
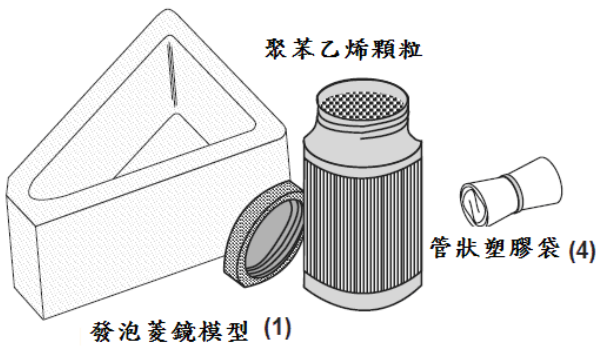
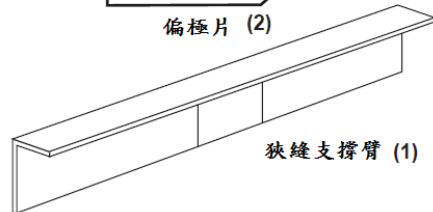
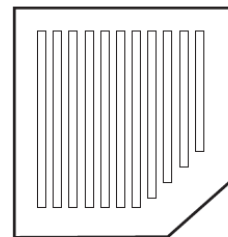
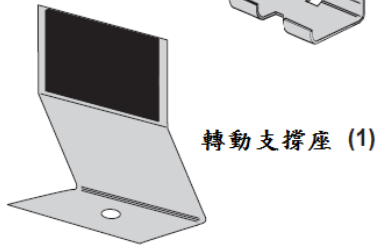
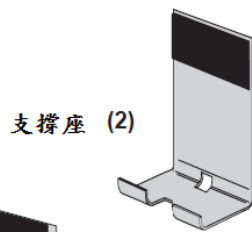
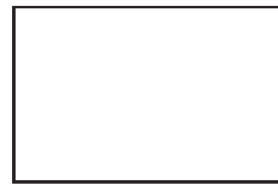
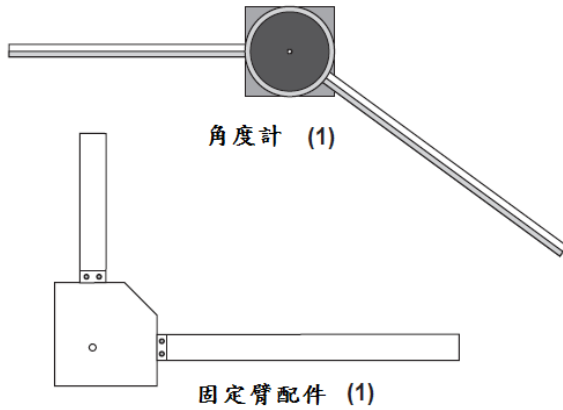


微波實驗 WA-9314B



國揚儀器股份有限公司
台北縣新店市寶橋路188號9樓之1
統一編號: 86337947; 電話: 02-29137000; 傳真: 02-29131212
www.kuoyang.com.tw; kyinfo@kuoyang.com.tw; skype:kuoyangcom

本手冊使用下列實驗儀器：
註：WA-9315 布拉格繞射配件為選購項目



實驗一、系統介紹

所需儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 反射器

目的：

本實驗住要目的在於將微波系統實驗組做一系統性的介紹。對於學習有所助益：有效地使用儀器以及瞭解透過儀器所量測到的數據的意義。也因此不一定需要遵守下列的實驗。

步驟：

1. 如圖 1.1 將傳送器以及接收器在角度計上做一適當的排列。注意傳送器以及接收器要在相同的極性，也就是要在相同的方向。

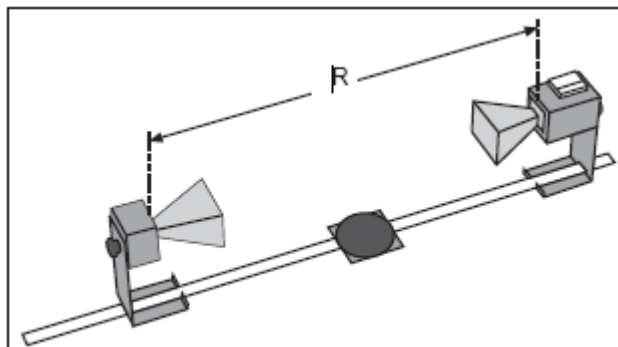


Figure 1.1 Equipment Setup

2. 插上傳送器的電源，將電池安裝在接收器內，將接收器上的開關由 off 切換至 10X (兩者的 LED 會亮起)。
3. 調整兩者的距離為 40 公分，起算點為兩者腔體內的二極體距離，如圖 1.2 所示。分別在傳送器及接收器兩者二極體的底座標示為 T 及 R。調整接收器的強度以及可變感應旋鈕，讓指針讀數為 1(滿格狀)。

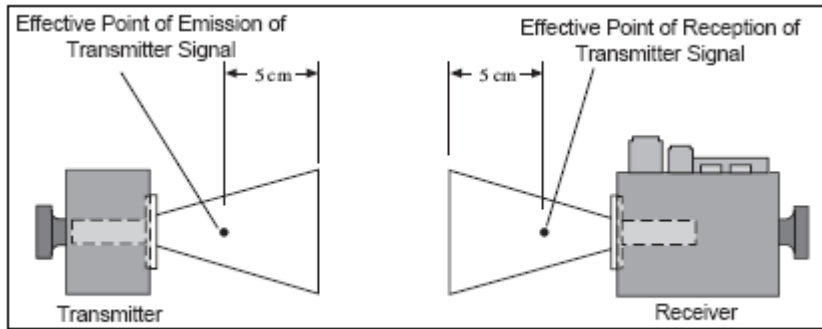


Figure 1.2 Equipment Setup

4. 依序調整 R 的距離，如表 1.1 所示，並記錄每一個 R 值所對應讀數，並計算相關的數據。

Table 1.1

R (cm)	Meter Reading (M)	M X R (cm)	M X R ² (cm ²)
40	1.0	40	1600
50			
60			
70			
80			
90			
100			

5. 設定 R 值在 70 與 90 之間。在移動 R 值的過程中，觀看指針，緩慢地縮短傳送器與接收器的距離。當距離減少時，指針的偏斜是否持續增加？
6. 將 R 值設定在 50 至 90 公分。如圖 1.3，移動反射器使其遠離或是靠近微波波束，其平版是與微波的波束軸向平行。觀察指針的讀值。你能夠解釋 5 跟 6 個觀察結果？如果不能，可繼續做實驗三以及實驗八，對對相關現象可以有進一步的瞭解。

重要：鄰近物體的反射，包含桌子頂端，會影響微波實驗的結果。降地外部反射，將桌面淨空，特別金屬物質。

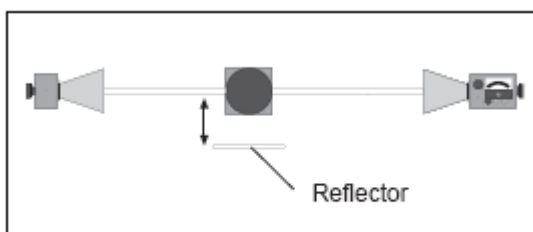


Figure 1.3 Reflections

7. 鬆開接收器後方的螺絲，並且旋轉接收器，如圖 1.4。此將會改變偏振的最大可偵測數值。(看著接收器喇叭吧並且注意偵測二極體的排列)。將喇叭轉動 360 度，觀察指針的數值。在哪一個極性(方向)，接收器沒有數據？

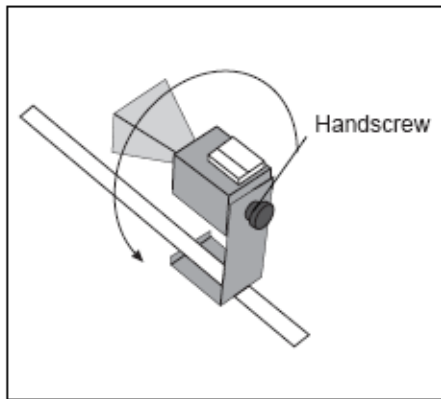


Figure 1.4 Polarization

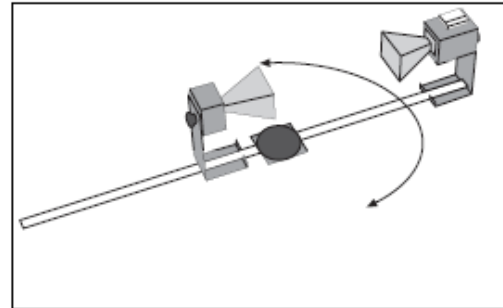


Figure 1.5 Signal Distribution

8. 依同樣的方式，試著轉動傳送器，觀察結果。當完成時，回復兩者至原始狀態。
9. 如圖 1.5，調整傳送器的位置，使其在角度計的中心處。調整接收器，使其面對傳送器，並在角度計的最末端。調整接收器的旋鈕，使其讀值在 1.0。如圖 1.5 所示，轉動角度計。使其角度如表 1.2 所示，並將相關數據記錄在表中。

Table 1.2

Angle of Receiver	Meter Reading	Angle of Receiver	Meter Reading	Angle of Receiver	Meter Reading
0°		70°		140°	
10°		80°		150°	
20°		90°		160°	
30°		100°		170°	
40°		110°		180°	
50°		120°			
60°		130°			

問題

1. 電磁波的磁場與距離成反比, $E=1/R$ 。根據步驟四得到的數據，請問接收器的讀值是否與磁場成正比。
2. 電磁波的強度與距離平方成反比, $I=1/R^2$ ，根據步驟四得到的數據，請問接收器的讀值是否與微波的強度成正比。
3. 根據步驟七的結果，傳送器所輸出的波是球形波？還是平面波？

實驗二、反射

所需儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 金屬反射平板
5. 旋轉轉動底座

步驟

1. 如圖 2.1 所示，將傳送器固定在角度計的固定臂上。需確定傳送器與接收器是在相同的極性方向，兩者的喇叭需如圖所示在相同的方向。
2. 插上傳送器的電源，調整接收器強度在 30X。
3. 由傳送器所發射之入射波與垂直於反射平板的法線所夾之角度稱為入射角 (Angle of Incidence)，如圖 2.2 所示。調整轉動底座使入射角為 45 度。

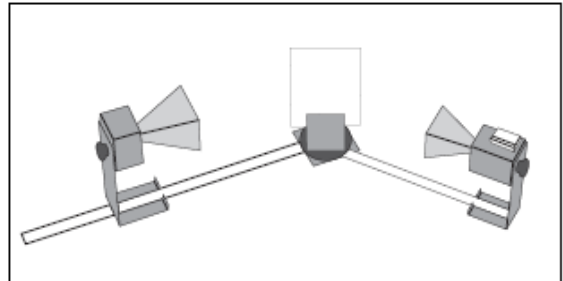


Figure 2.1 Equipment Setup

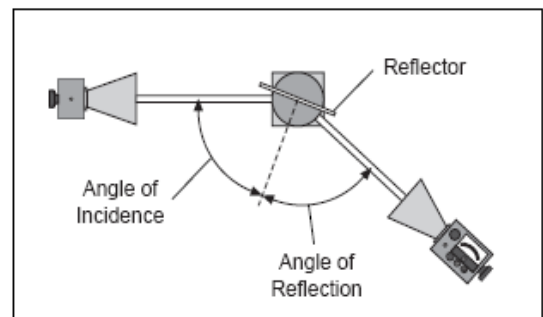


Figure 2.2 Angles of Incidence and Reflection

4. 不要移動傳送器或是接收器，轉動角度計的可動臂，直到接收計的讀值達到最大。接收器與反射平板的法線所夾之角度即為反射角 (Angle of Reflection)。
5. 根據表 2.1，量測並記錄反射角。

Table 2.1

Angle of Incidence	Angle of Reflection
20°	
30°	
40°	
50°	
60°	
70°	
80°	
90°	

問題：

1. 入射角與反射角有何關係？此一關係是否是在所有的入射角？
2. 在量測反射角時，是量測最大的讀數。請解釋為什麼有些波會反射在不同的角度？此種情況是如何影響問題一？
3. 理想狀態下，本實驗所進行的是一個理想（完美）的平面波，所以傳送器所有的傳播物質都會以相同的入射角打到接收器上。請問由傳送器發射的微波是否為完美平面波（參閱實驗一、步驟七）？請問如果這是完美平面波，你是否覺得會有不同結果？請釋之？

實驗三、標準波

註：本實驗利用 ME-9319 微波探針可得到最佳實驗效果，如方法 A 所示。如果沒有探針，亦可如方法 B 進行實驗，只是無法由駐波形直接量測波長。

所用儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 反射器
5. 支撐架
6. 微波探針 ME-9319

簡介：

當兩個電磁波在通一空間相遇時，會產生疊加。然而，任何一個點的總磁場為在該點上由兩電磁波所產生的磁場的總和。如果兩電磁波以相同頻率，不同方向行進，將會形成駐波。節點 Node 指的是兩波的磁場相互抵銷。腹點 Antinode 則是指兩波疊加磁場在最大與最小處震盪（振幅最大處）。兩節點之間的距離為波長的 $1/2$ 。

步驟

方法 A

在本實驗中，你會利用由傳送器本身所反射的波，來產生一個駐波。量測節點之間的距離來決定微波的波長。

1. 如圖 3.1 所示架設儀器。

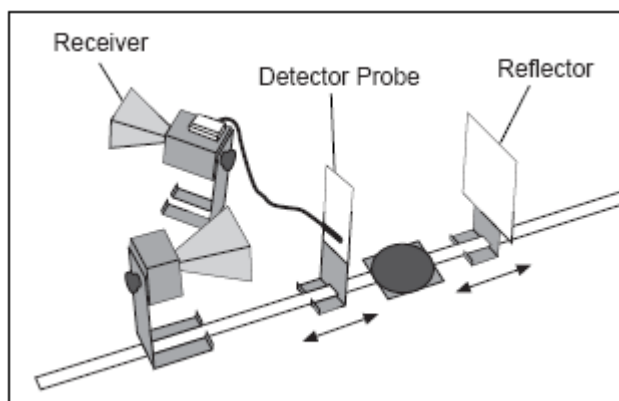


Figure 3.1 Equipment Setup

2. 將探針插入接收器側面連接孔。面對接收器的喇叭遠離傳送器，所以微波訊號不會進入喇叭內。如果有需要，調整接收器調整鈕以得到強烈的訊號。
3. 沿著角度計移動探針（不要操過作一公分或二公分）直到訊號最強。之後在

移動反射器（不要操過作一公分或二公分）直到訊號最強。持續地微調探針以及反射器的位置直到數值達到最高。

4. 調整探針的位置直到數值達到最小，找出節點所在。記錄探針的位置。

探針起始位置 =

5. 看著指針，移動探針直到探針通過至少 10 個腹點，必且再回到一個節點處。紀錄探針的位置以及經過的腹點數量。

經過腹點的數量 =

最後探針的位置 =

6. 利用你的數據來計算波長 λ ：

$\lambda =$

7. 重複你的實驗並再次計算波長 λ 。

探針起始位置 =

經過腹點的數量 =

最後探針的位置 =

$\lambda =$

問題

1. 利用公式 速度 = λf 來計算微波的頻率。

假定空氣中的速度為 3×10^8 m/sec, 微波預期的頻率為 10.525 GHz。

方法 B

1. 如圖 3.2 設定儀器。將傳送器與接收器盡可能靠近，並調整接收器控制鈕至滿格讀值狀態。緩慢移動接收器，遠離傳送器。請問此移動對讀值有何影響？

喇叭並不是完美的微波收集器。反而作用為部分的反射器，所以由傳送器的微波會來回反射，在傳送器與接收器的喇叭之間，振幅會遞減。然而如果傳送器與接收器的二極體之間的距離等於 $n \lambda / 2$ ，其中 n 為整數， λ 微波長。則所有進入接收器喇叭的波將會是在初級傳送波的相位，當此情形發生時，指針會是最大讀值。

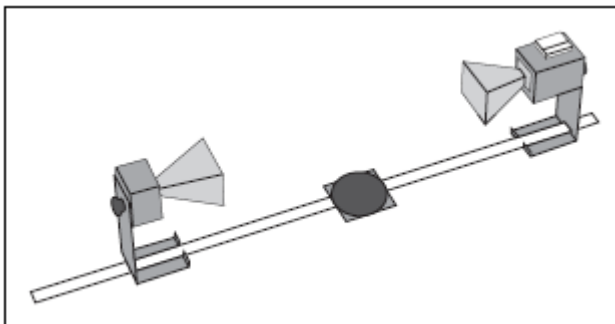


Figure 3.2 Equipment Setup

2. 移動接收器一或二公分，以得到最大數值。記錄該點在角度計臂上的位置。

接收器起始位置=

3. 看著指針，移動接收器遠離傳送器。直到接收器至少通過 10 個最小讀值的位置之後再退回最近一個對大讀值處。紀錄接收器最新的位置以及通過最小讀值的數量。

最小數值的數目=

接收器最後的位置=

4. 利用你的數據來計算波長 λ 。

$\lambda =$

5. 重複上述實驗，並計算波長 λ 。

接收器起始位置=

最小數值的數目=

接收器最後的位置=

$\lambda =$

問題

2. 利用公式 速度= λf 來計算微波的頻率。

假定空氣中的速度為 3×10^8 m/sec，微波預期的頻率為 10.525 GHz。

實驗四、折射

所需儀器

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 旋轉台
5. 發泡菱鏡模型及聚苯乙烯顆粒
6. 量角器 Protractor

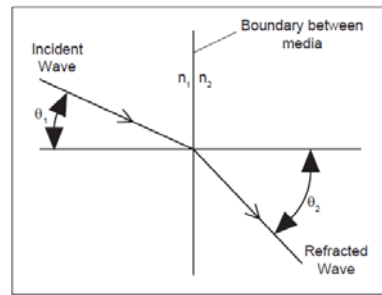


Figure 4.1 Angles of Incidence and Refraction

簡介

電磁波一般都是直線行進。當電磁波通過兩個不同介質時，其行進的方向會改變，稱之為折射。可用折射定律（Snell's Law）數學公式表示：

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

其中 θ_1 為入射角，為 θ_2 折射角，如圖 4.1 所示。 n 為介質的折射率。折射率為電磁波在真空與介質中行進速率的比例。

步驟

1. 如圖 4.2 所示，轉動菱鏡模型，並觀察其如何影響入射波。他會反射、折射還是吸收波呢？

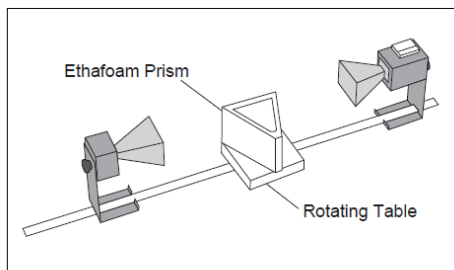


Figure 4.2 Equipment Setup

2. 將聚苯乙烯顆粒填充至菱鏡模型內。為簡化計算，將菱鏡面靠近傳送器，並與入射波成垂直。
3. 轉動角度計可旋轉臂，直到折射訊號達到最大值。紀錄其角度 θ 。
 $\theta =$
4. 利用圖 4.3 所示。決定 θ_1 ，並利用你得到的 θ 來決定 θ_2 。此時你需要用到量角器來量測菱鏡的角度。

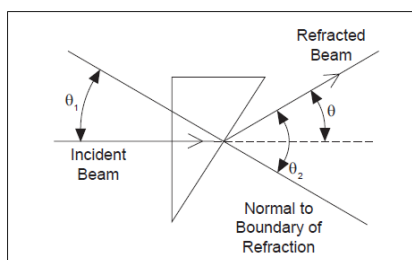


Figure 4.3 Geometry of Prism Refraction

5. 將以上數值帶入折射定律公式內，計算出 n_1/n_2 值。
6. 空氣的折射率為 0。利用此數據來決定菱鏡的折射率。

問題：

1. 在圖 4.3 中，是假定當微波直接擊射在菱鏡的地一面（即入射角為 0），所以微波沒有發生折射。試問此假設是否成立？
2. 利用本實驗裝置，你如何驗證空氣的折射率為 1。
3. 你是否會預期填充在菱鏡模型中的聚苯乙烯顆粒的折射率會與固體聚苯乙烯菱鏡的折射率相同？

實驗五、偏極化

所需儀器

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 偏極片
5. 支撐架

簡介

傳送器所發射的微波是一沿著二極體軸向行徑的線性極化波。如果垂直改變傳送器的二極體方向，其傳送之波的磁場方向將會是垂直偏極化之波，如圖 5.1 所示。

如圖 5.2，如果接收器的二極體與傳送器的二極體有一角度 θ ，則其只會量測到沿著其軸向行進的入射電場的分量。本實驗中你將會透過利用偏振片來探討微波的偏振現象。

步驟

1. 如圖 5.3 所示，將儀器進行排列，並調整接收器控制鈕，使其刻度達到滿格偏轉狀態。

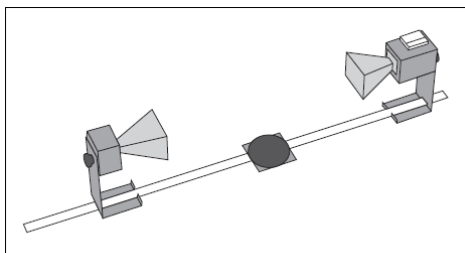


Figure 5.3 Equipment Setup

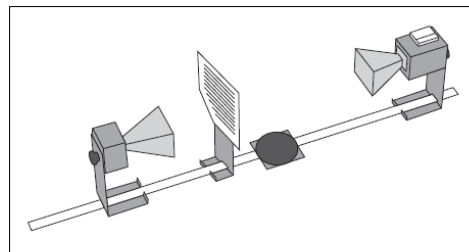


Figure 5.4 Equipment Setup

2. 鬆開接收器後方的螺絲，按表 5.1 所列，每次轉動 10 度，並記錄其指針數值。
3. 如果超過 180 度，繼續再轉動，讀值會有何變化？
4. 如圖 5.4 所示，設定排列相關的儀器。將接收器調整在 0 度。
5. 將偏振片轉動至 0, 22.5, 45, 67.5 及 90 度，觀察並記錄之針的讀值。
6. 移開偏振狹縫片。轉動接收器使其喇叭之軸向對準傳送器。記錄讀值，再放回偏振片，分別記錄偏振片為水平、垂直及 45 度時的讀值？

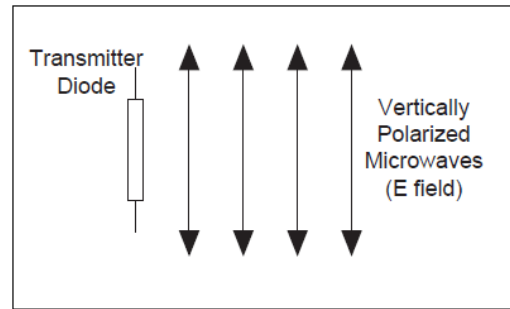


Figure 5.1 Vertical Polarization

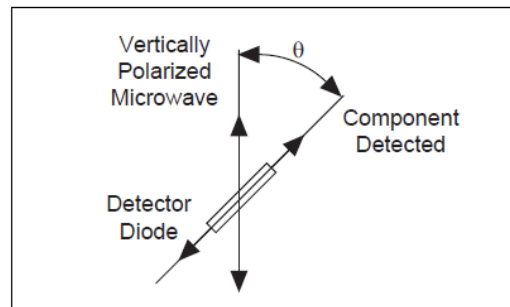


Figure 5.2 Detecting Polarized Radiation

Table 5.1

Angle of Receiver	Meter Reading	Angle of Receiver	Meter Reading	Angle of Receiver	Meter Reading
0°		70°		140°	
10°		80°		150°	
20°		90°		160°	
30°		100°		170°	
40°		110°		180°	
50°		120°			
60°		130°			

問題：

1. 如果接收器的讀值(M)與沿著軸向的電場分量(E)成正比，則 $M=M_0 \cos \Theta$ ，其中 Θ 為偵測器與傳送器二極體的角度， M_0 為 $\Theta=0$ 時之讀值，見圖 5.2。將步驟二所得的數據繪製成圖。在同一圖上，另繪製出 $M_0 \cos \Theta$ 的圖形，將兩者做一比較。
2. 線性極化電磁波的強度與磁場強度平方成正比($I=kE^2$)。如果接收器讀值與入射微波強度成正比，則讀值的關係值將會是 $M=M_0 \cos^2 \Theta$ 。在問題一的圖上，畫出此關係式。再根據你的圖形，討論接收器讀值與入射微波的偏極化及振幅之間的關係。
3. 根據步驟五的數據，偏振片如何影響入射的微波？
4. 你能夠解釋步驟六的結果嗎？為什麼外加一個偏振片會增加偵測器量測的強度？（提示：繪製一個如圖 5.2 的圖形，可顯示：1.傳送器傳遞之波、2.通過偏振片後之波，以及 3.偵測器二極體所偵測的分量）

Angle of Polarizer	Meter Reading
0° (Horiz.)	
22.5°	
45°	
67.5°	
90° (Vert.)	

Angle of Slits	Meter Reading
Horizontal	
Vertical	
45°	

實驗六：雙狹縫干涉

儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 支撐架
4. 角度計
5. 金屬反射版(2)
6. 狹縫支撐臂 slit extender arm
7. 寬狹縫平板 wide slit spacer
8. 窄狹縫平板 narrow slit spacer

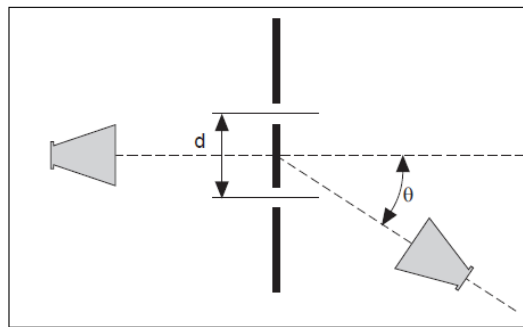


Figure 6.1 Double-Slit Interference

簡介：

在實驗三中，你看到兩個波如何在反方向進行疊加，產生駐波。類似的現象則是發生在雙狹縫裝置。波動會繞射成兩個波動，並在通過狹縫後產生疊加現象。如同駐波，狹縫干涉後會產生最大以及最小的波動振幅。

透過雙狹縫裝置，在狹縫後，波的強度會隨偵測角度不同而有變化。如圖 6.1 所示，以兩狹縫距離為 d ，其最大值所在的角度值為 θ ， $d \sin \theta = n\lambda$ ，其中 θ 為偵測之角度， λ 為波長， n 為整數。請參閱其他教科書瞭解更多關於雙狹縫干涉的知識。

步驟：

1. 如圖 6.2，利用一個狹縫支撐臂、兩個金屬反射版以及窄狹縫平板來建構一雙狹縫。建議狹縫寬度為 1.5 公分。確定精確地排列兩狹縫並使其對稱。

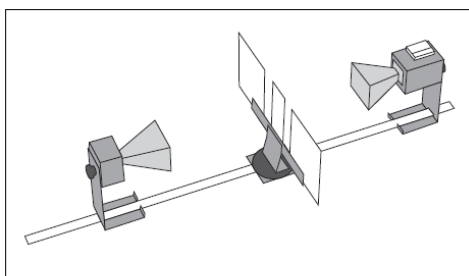


Figure 6.2 Equipment Setup

2. 調整傳送器及接收器為垂直偏振(0 度)，調整接收器控制鈕使其在最低振幅下得到滿格狀況。
3. 緩慢移動交度計可動臂（接收器所在處），觀察讀值。
4. 重新設定交度計，使接收器直接面對傳送器，調整接收器控制鈕，使其讀值為 1.0。再依表 6.1 所示，設定角度 θ ，並記錄在各角度時的讀值。（如果有需要，也可改變角度的間距。）
5. 保持同樣的狹縫寬度，將窄狹縫平板改為寬狹縫平板。重複上述步驟。（你也

可以試著改變不同的狹縫寬度。)

Table 6.1

Angle	Meter Reading	Angle	Meter Reading
0°		45°	
5°		50°	
10°		55°	
15°		60°	
20°		65°	
25°		70°	
30°		75°	
35°		80°	
40°		85°	

問題：

1. 由你的數據，做出一個量測值與角度的關係圖。
2. 計算角度，你預期會得到最大或最小數值，其中最大值發生在 $d\sin\theta = n\lambda$ ，最小值發生在 $d\sin\theta = n\lambda/2$ 。比較你所觀察到最

大值與最小值的數據的角度。你能夠解釋其差異？

3. 你能夠解釋較高階的最大值的強度分佈情形嗎？考慮單狹縫所產生的繞射，這些單狹縫繞射如何干擾整著干涉狀態？

註：1. 10.525 GHz 波長= 2.85 公分。

2. 實驗者的身體位置也可能會影響結果。

實驗七、洛埃鏡 Lloyd's Mirror 實驗

實驗儀器

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 支撐座
5. 量尺
6. 反射器
7. 固定臂配件

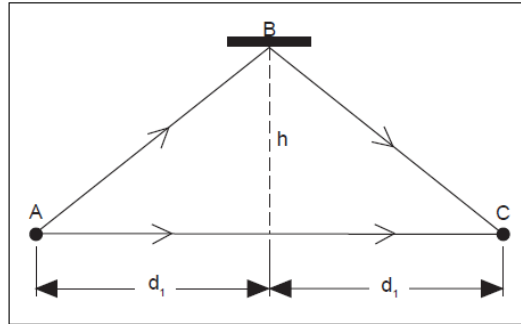


Figure 7.1 Lloyd's Mirror

簡介

洛埃鏡實驗是另一個量測干涉現象的實驗方法，可以用來量測微波的波長。如圖 7.1 所示，為洛埃鏡的實驗裝置。A 點的電磁波在 C 點被偵測到，但有些則是在 B 點反射後在被 C 點偵測。當兩波同相時，訊號達到最大。如圖 7.1 將反射版往後移動時會得到另一個訊號最大值，所以反射的路徑為 $AB+BC+\lambda$ 。

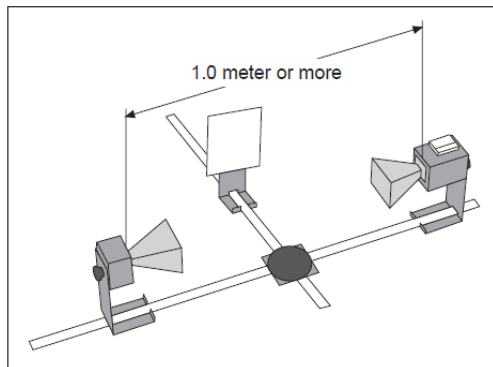


Figure 7.2 Equipment Setup

步驟：

1. 如圖 7.2 排列相關設備。為得到最好效果，盡可能讓傳送器及接收器兩者遠離（為什麼？）。並確定兩者到角度計中心點是等距離的（ d_1 ），且兩者喇叭要直接正對著（如圖 7.3）。確定反射器的平面要與傳送器及接收器的喇叭軸

向平行。

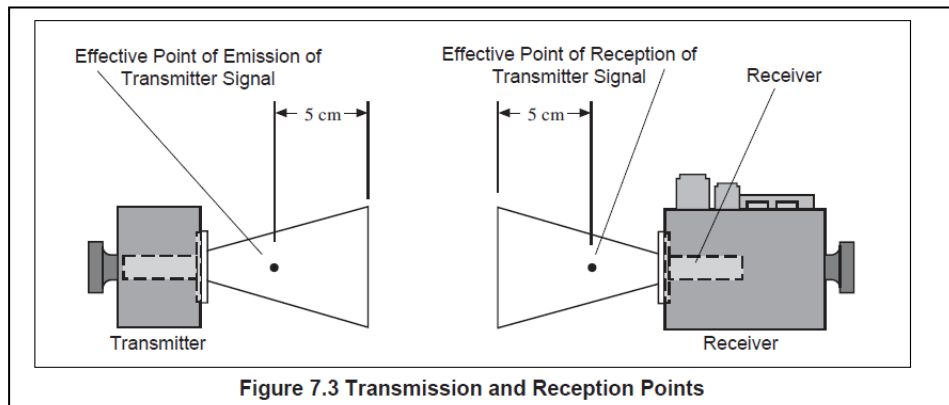


Figure 7.3 Transmission and Reception Points

2. 觀察接收器上的讀值，緩慢移

動反射器，使其遠離角度計，注意接收器上的讀值由最小到最大的變化情形，將這一連串相關的位置記錄下來。

3. 找到會產生最小讀值時，反射器的位置。
4. 記錄下其位置為 $h1=$ 。
5. 緩慢向後移動反射器，當通過第一個最大值到達另一個新的最小值時，記錄下其位置為 $h2=$
6. 量測角度計中心位置到傳送器二極體的位置，並記錄下來為 $d1=$
7. 利用你所收集到的數據來計算波長 $\lambda=$ 。
8. 改變傳送器以及接收器的位置，重複上述步驟，並記錄相關數據。

$h1=$

$h2=$

$d1=$

$\lambda=$

問題：

在本實驗中，傳送器與接收器兩者到角度計中心點的距離相同($d1$)，有何優點？
注意：實驗中，不要站在裝置的前方，你的身體也會是一個反射器。因此，盡可能站在接收器喇叭的後方。

實驗八：Fabry-Perot 干涉儀

所需儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 部分反射板
5. 支撐座

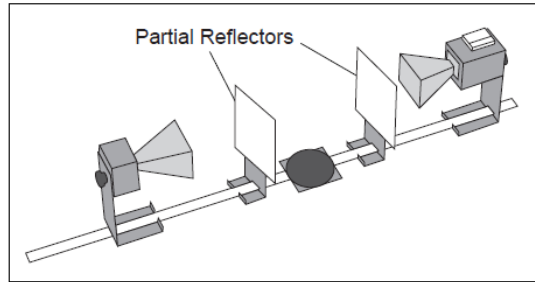


Figure 8.1 Fabry-Perot Interferometer

簡介

當一個電磁波遇到部分反射板時，部分的波會反射，部分的波則會傳透。

Fabry-Perot 干涉儀裝置包含兩個平行的部分反射板，相關位置則是在傳送器以及接收器之間(圖 8.1)。

波會在兩個平行部分反射板之間來回反射。但是在每一次通過反射板時，部分的波會打到偵測器。如果兩部分反射板的距離等於 $n\lambda/2$ ，其中 n 為整數， λ 為波長，則所有通過到達偵測器的波都會在同相，訊號會最大。

步驟：

1. 如圖 8.1 排列儀器。
2. 調整兩平行部分反射板的距離，觀察最大及最小讀值。
3. 調整兩平行部分反射板的距離，以得到最大讀值，記錄該距離為 d_1 。
4. 緩慢移動一個反射板，使其讀值至少通過 10 次最小值之後，再達到一個新的最大值，記錄此時兩平行板的距離為 d_2 。

經過最小值的次數 =

d_2 =

5. 利用你收集到的數據計算 λ 波長， λ = 。

6. 重複上述步驟，起始時則是以不同的兩平行版距離來進行實驗。

d_1 =

d_2 =

經過最小值的次數 =

λ =

問題：

1. 兩平行版間的距離需要為多少時才能使得傳送到接收器的訊號最小？
2. 在一個光學 Fabry-Perot 干涉現象中會產生圓形的干涉環。你覺得本實驗會出現這中型態嗎？為什麼？確認看看是否可以找到一個。

實驗九、麥克森干涉儀

所需儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 支撐座(2)
5. 固定臂配件
6. 轉動台、完全反射平板(2)
7. 部分反射平板(1)

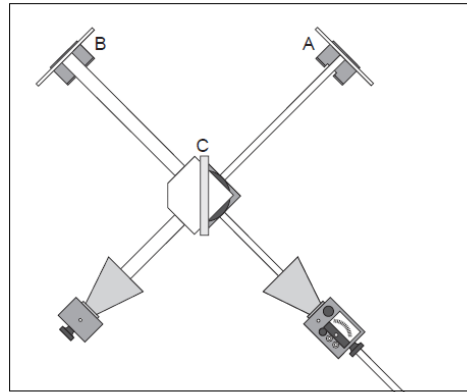


Figure 9.1 Michelson Interferometer

簡介：

圖 9.1 顯示了麥克森干涉儀的裝置。A 及 B 為完全反射平板，C 則為部分反射平板。當微波由傳送器發射時，產生了兩個路徑。其中一個路徑，微波直接通過 C，由 A 在反射回 C，之後在由 C 反射到達接收器。另一個路徑，微波則由 C 反射至 B，之後在反射通過 C，再傳送至接收器。

當這兩個波是同相時，當他們到達接收器時，會得到最大的訊號。移動反射平板，改變其中一個路徑光程距離，因此也改變了到達接收器時的相位，所以訊號不再是最大。因為波在完全反射平板與部分反射平板來回往返兩次，移動完全反射器 $\lambda/2$ 的距離會使得在接收器的一個波的相位改變 360 度。造成接收器上的讀值由最小值在到另一個最大值。

步驟：

1. 如圖 9.1 所示排列儀器。
2. 沿著角度計臂移動反射板 A，觀察接收器上相對最大及最小的讀值。
3. 調整反射板 A 的位置，使接收器的讀直為最大，記錄此時的位置為 X1，即反射板在角度計臂上的位置。

X1=

4. 觀察接收器上的讀值，並緩慢地移動反射板 A，遠離部分反射平板。直到讀值通過最少 10 次最小的讀值之後再到達另一個最大讀值。記錄通過的最小讀值的次數，並記錄最後最大讀值時的位置為 X2。

最小讀值的次數 =

X2=

5. 利用你所得到的數據計算波長 λ 。

6. 改變反射器 A 的起始位置，重複上述步驟。

X1=

最小讀值的次數=

X2=

λ =

問題：

1. 如果你已經知道波長，你是可以利用干涉儀來量測反射平板移動時的位置。請問為什麼量測距離時，光學干涉儀可以提供較佳的解析度呢？

實驗十、光纖

所需儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 管狀塑膠袋
5. 聚苯乙烯顆粒

前言：

光可以在真空中傳播，也可以透過物質如玻璃來傳播。在光纖中，一個薄的、具彈性的玻璃管可以作為由雷射產生的光的傳播路徑，就如同銅線可以最為電子的傳遞路線一樣。藉由銅線，改變電磁脈波能夠攜帶訊號傳遞(如同電話訊息一般)；同樣的方式，在玻璃管中，改變雷射光的強度也能夠攜帶訊息。

步驟：

1. 在角度計上，調整傳送器及接收器，使其對齊，並調整接收器上的感應在適當的刻度上。
2. 取一管狀塑膠袋填滿聚苯乙烯顆粒(一端綁緊)。將一端放在傳送器的喇叭上。觀察讀值會有何變化？現在再將另一端放在接收器的喇叭上，接收器上的讀值又會如何改變？比較有放塑膠袋以及沒有塑膠袋時，兩者強度有何不同？
3. 移開塑膠袋，並轉動角度計的可轉動臂直至指針沒有偏轉。將塑膠袋的一端放在傳送器喇叭上，另一端則放在接收器的喇叭上，觀察指針的讀值。
4. 改變塑膠袋彎曲的半徑。此是否會影響訊號的強度？當彎曲半徑改變時，訊號是突然的改變還是緩慢的改變？找出在哪一個半徑值，訊號會明顯地下降。

問題：

1. 閱讀教科書中有關全反射的資料。根據彎曲半徑，訊號會開始衰減，請由此決定聚苯乙烯顆粒的全反射角度。你是否可以用此數據來決定聚苯乙烯顆粒的折射率？

實驗十一、布魯斯特角

所需儀器

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 轉動平台
5. 聚乙烯平板

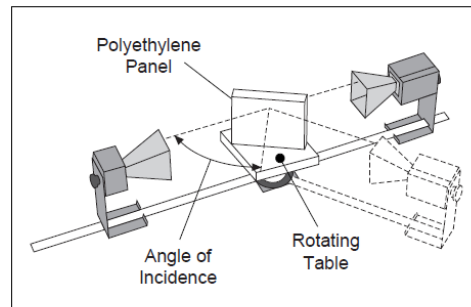


Figure 11.1 Equipment Setup

簡介

當電磁波由一個介質穿透到另一個介質，有些電磁波會由新的介質表面反射。在本實驗中，你會發現訊號反射的強度與電磁波的偏極化有關。實際上，在一個特定的入射角---所謂的布魯斯特角--，不會有反射的現象，有關於布魯斯特角的詳細介紹，請參閱教科書。

步驟：

1. 如圖 11.1 所示排列儀器。將傳送器與接收器設定在水平偏振的方向(90°)。
2. 調整平板，使傳送器微波入射的角度為 20°，轉動接收器，直到接收器接收到由平板反射的訊號讀值為最大值。調整接收器的靈敏度，使讀值在中間刻度，將數據記錄在表 1.1 中。
3. 不要改變傳送器、平板及接收器的角度。但是轉動傳送器及接收器的喇叭使其為垂直偏振(0°)，觀察並將數據記錄在表 1.1。
4. 按表 1.1 中的角度所示，調整儀器的相關位置，重複步驟 2,3，並將數據記錄在表 1.1 中。
5. 做出讀值與入射角度的關係圖。在同一張表上做出水平及垂直偏振的結果。在水平偏振波沒有反射的角度上標示為布魯斯特角。

Table 11.1

Angle	Meter Reading (Horizontal Polarization)	Meter Reading (Vertical Polarization)
20°		
25°		
30°		
35°		
40°		
45°		
50°		
55°		
60°		
65°		
70°		
75°		

問題：

1. 請說明為何太陽眼鏡可以降低湖波或是海水所反射的光強度？太陽眼鏡設計時試用來阻擋水平或是垂直偏振光？

實驗十二：布拉格繞射

所需儀器：

1. 傳送器
2. 接收器
3. 角度計
4. 轉動台
5. 繞射晶格

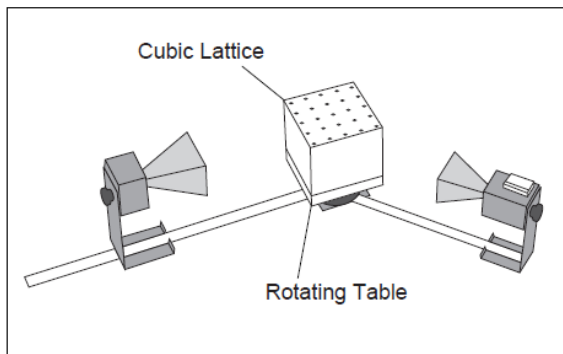


Figure 12.1 Equipment Setup

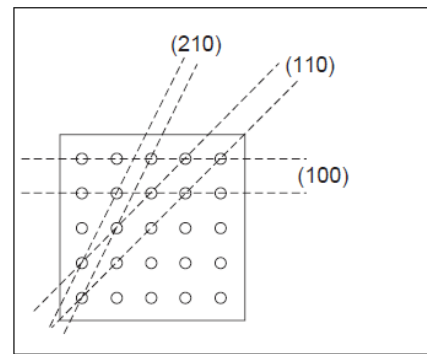


Figure 12.2 "Atomic" Planes of the Bragg Crystal

簡介：

布拉格定律提供了一個有力的工具，利用 X-ray 的繞射來研究晶格的構造。本實驗中，布拉格定律利用一個內含 10mm 金屬球的繞射晶體，來演示微波刻度。在進行實驗之前，請先參閱教科書，瞭解布拉格定律。其中，你必須要瞭解當波動由一個晶體被以特定角度分解的情形。換言之，晶體中的原子平板其排列情形會相對應其入射的波，如：

1. 入射的角度會與反射的角度相同。
2. 布拉格方程式： $2d\sin\theta = n\lambda$ ，其中 d 為繞射平板的距離， θ 為掠角角度 (grazing angle，見圖 12.3，不等於入射角)， n 為整數， λ 為波長。

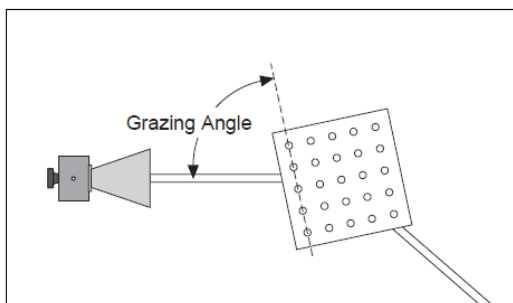


Figure 12.3 Grazing Angle

步驟：

1. 如圖 12.1 所示排列儀器。
2. 注意圖 12.2 所示的三組原子平板，其中 (100) , (110) , (210) 為這些平板的米

勒指數(Miller index)。調整傳送器與接收器，使其彼此面對面。調整晶格使得(100)原子平板與入射微波平行。調整接收器的調整鈕使讀值訊號清楚可讀。記錄下該讀值。

3. 順時鐘方向轉動晶格(含旋轉平台)1度，轉動旋轉角度計臂2度。紀錄入射波的掠角(掠角為入射角的餘角，見圖 12.3)，以及讀值。
4. 持續步驟三，記錄下角度及讀值。
5. 將你得到的數據作圖，哪一個角度時可以得到峰值？
利用你的數據以及已知微波波長 2.85 公分，以及布拉格定律來決定晶格內平板的空間距離。另外，也請直接量測這些距離，與你量測計算的數據作一比較。
6. 對(110), (210)平板，重複上述步驟。

問題：

1. 你覺得還有哪些米勒指數的原子平板會有繞射？你覺得可以觀察到嗎？為什麼？
2. 假設你不曉得晶格內原子平板的排列角度及方向，請問是否會影響實驗的複雜度？你要如何來對這些原子平板定位呢？