

數位同步水波槽實驗

一、實驗目的

利用水波的投影顯示波的形成、傳播、反射、干涉和繞射以及在水深度不同情形下的折射，波的傳遞方式及產生的現象。

二、實驗原理

水波槽是由透明壓克力或玻璃製成的，當槽內放入適當的水後，經由起波器在水面產生波動，此波動的波峰可視作會聚透鏡（凸透鏡），波谷則相當於發散透鏡（凹透鏡），如光經由上方光源垂直照射時，則在水波槽下的屏幕上便生成波動明、暗的像，如圖 2-1 所示。我們可以藉由投影在屏幕上明暗的條紋，來觀測水波的變化。

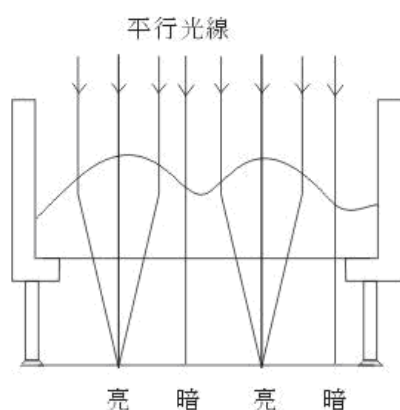


圖 2-1

一般水波實驗所使用的前進波有兩種，一是由直線起波器所產生的直線形波，如圖 2-2：

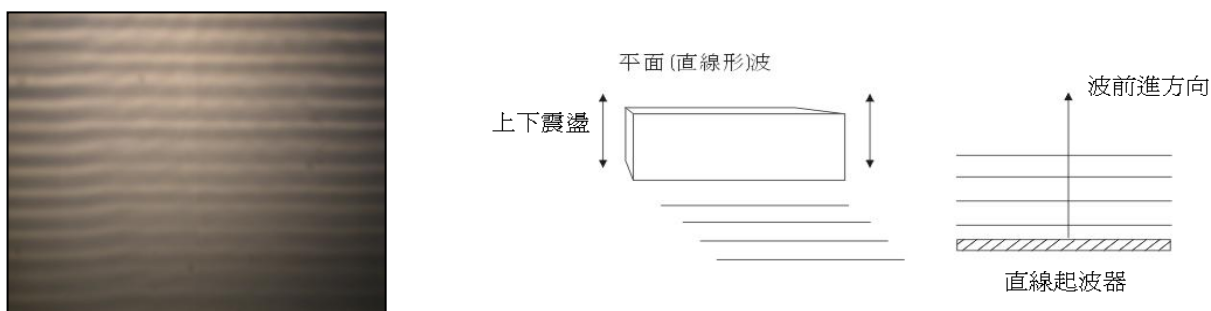


圖 2-2

另一種是由點波源所產生的圓形波，如圖 2-3 所示：

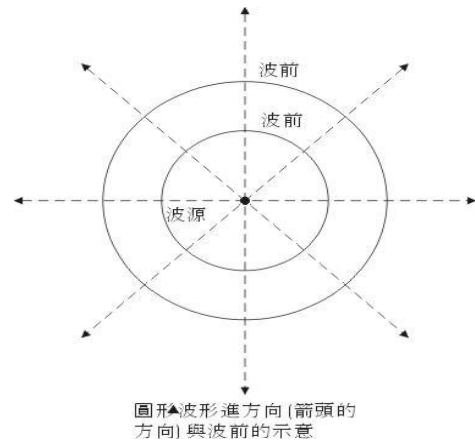
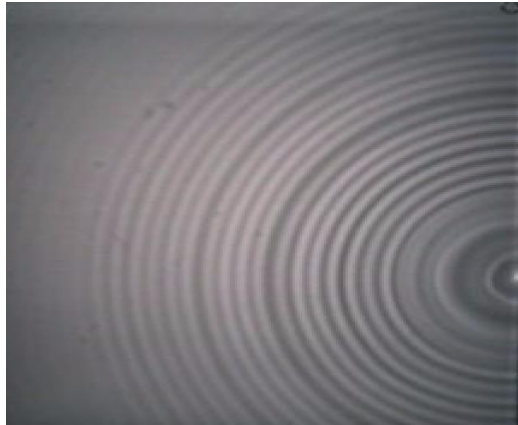


圖 2-3

1. 波的反射：當直線形波或圓形波在水中前進時，如碰到障礙物，則波將從界面處返回水中後繼續前進，此種現象稱之波的反射。並且遵守反射定律：

- a. 入射線、反射線及法線，均在同一平面上，且入射線、反射線在法線相異兩側。
- b. 入射角等於反射角。如左下圖 2-4 為直線形波的反射情形，左下下圖 2-5 為圓形波的反射情形。

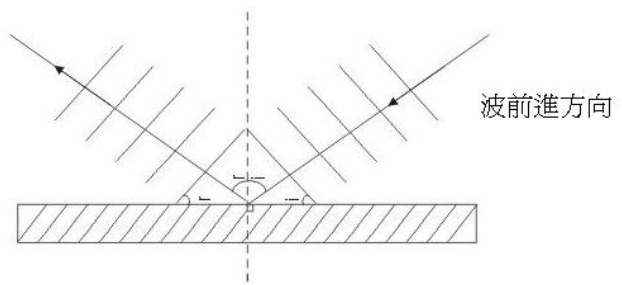


圖 2-4

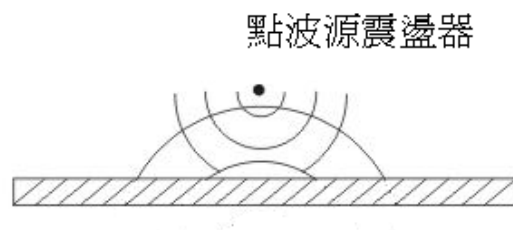
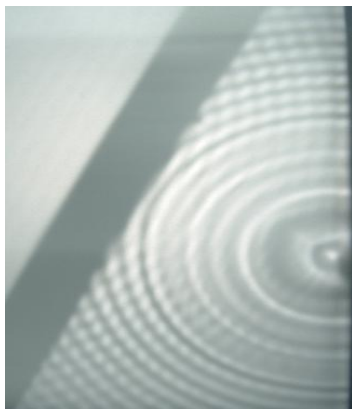


圖 2-5

2. 波的折射：當直線形波或圓形波在水中前進時，如遇到不同的介質，則波會在交界面處改變其進行方向，進入另一介質中，此種現象稱之為波的折射。水波槽中，如放入一塊透明板，則在此板上方的水域較淺，稱為淺水區，其餘部份之水域較深，稱為深水區。這深、淺兩區即是兩不同介質，如果深、淺水區的界面與入射波成某一角度，當水波波前觸及兩區的交界面時，便會改變其前進的方向，產生了折射現象。如下圖 2-6 為直線形波的折射情形。波傳播的速率與介質的性質有關，就水波而言，其傳播速率與水的深度有關，水深波速較快，水淺波速較慢，因此對同一頻率的水波，深水區的波長較長，淺水區的波長較短。



圖 2-6

3. 波的繞射：當直線形波或圓形波在水中前進時，如遇障礙物，當障礙物甚大或狹縫之寬度遠大於波長時，波係直線前進，無法到達障礙物或狹縫的後方，生成類似影的區域；當障礙物或狹縫寬度過小時，則可發現波經過此等障礙物或狹縫後就不再依原前進方向，而呈彎曲現象，此現象稱之繞射。如下圖 2-7 為直線形波的繞射情形。

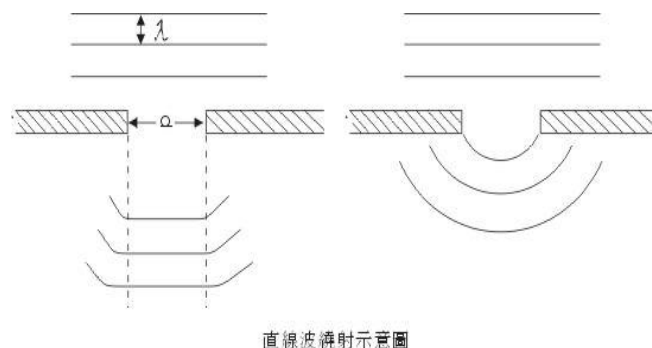
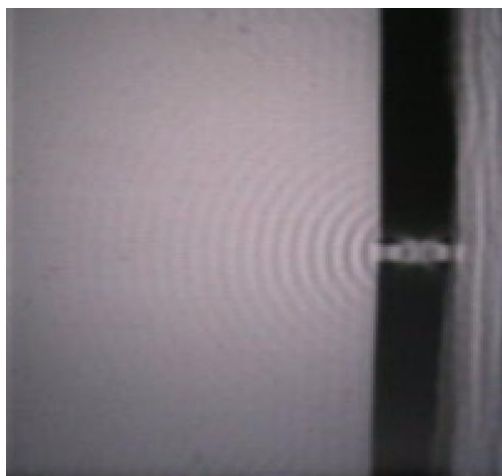


圖 2-7

當水波前進遇到一狹縫，若：

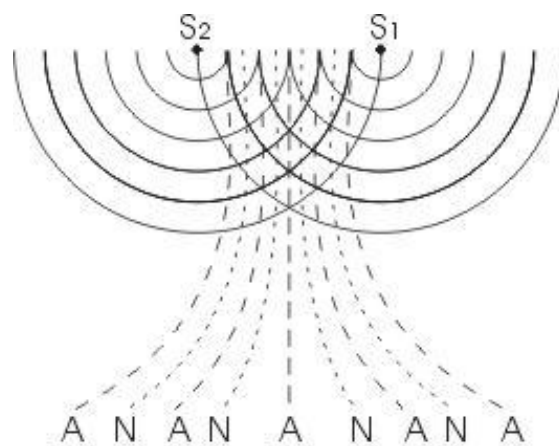
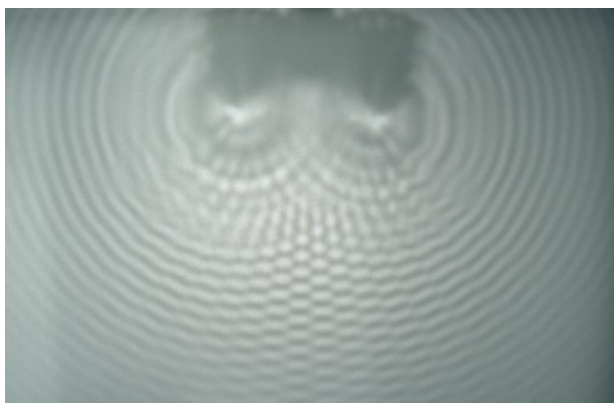
波長 $>$ 狹縫寬度 則繞射明顯

波長 $<$ 狹縫寬度 則繞射微弱

波長 \ll 狹縫寬度 則幾乎沒有繞射，水波直線前進

4. 波的干涉：當兩圓形波(兩點波源發出)或直線形波經過兩適當的狹縫後，則波在行進相遇後會產生或大或小的合成波，此種現象稱之為波的干涉：其中比較明顯的是

- 相遇時如兩波均是波峰，則水面將特別凸出稱為合成波峰，如以光線照之則在屏幕成明亮區
- 相遇時如兩波均是波谷，則水面將特別凹陷稱為合成波谷，如以光線照之則在屏幕成黑暗區
- 相遇時如一波為波峰，另一波為波谷，則水面不生擾動，是為節點，如以光線照之則在屏幕成黑暗區。下圖 2-8 為圓形波的干涉情形。



圖形示意圖

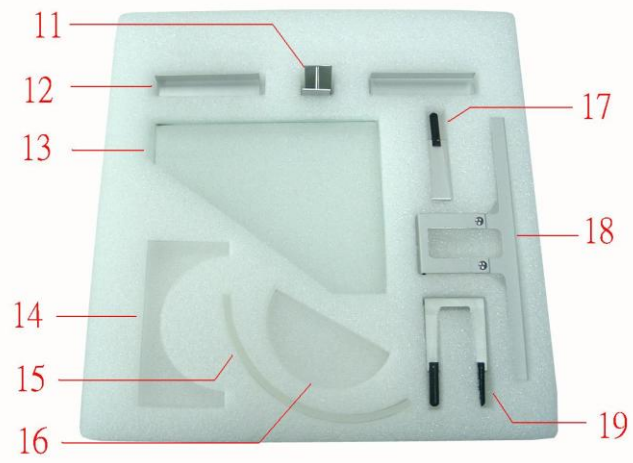
圖 2-8

5. 波的聚焦與發散：平行光通過凹面鏡與凸面鏡時，會發生光線聚交於一點以及發散的情況，直線形水波經過凹凸形狀的壓克力片時，也會如同光一樣的產生匯聚與發散的情形。另外當平行光通過凹透鏡或凸透鏡時，光也會產生匯聚以及發散的情況；相同的在直線形波經過壓克力製成的平凸板和平凹板時，也會有相同的效果。

三、 實驗儀器

項次	名稱	數量	項次	名稱	數量
1.	方形水槽 (附排水管x1、止水夾x1)	1	2.	水槽腳柱 (前腳柱x2、後腳柱x1)	3
3.	水槽支架(鋁板x1、鐵柱(長) 附固定旋鈕x2)	3	4.	閃頻頻率控制器 (附旋鈕x2)	1
5.	直流電源供應器(12VDC)	1	6.	拍波產生器(附 AV 導線x1)	1
7.	附牙鐵柱(短)	2	8.	十字固定接頭	1
9	反射玻璃	1	10	觀測屏幕	1
11	干涉擋板(短)	2	12	干涉擋板(長)	2
13	折射擋板(梯形玻璃)	1	14	反射擋板(平凹板)	1
15	折射擋板(凹凸板)	1	16	折射擋板(平凸板)	1
17	單點波源	1	18	直線波源	1
19	雙點波源	1			





四、實驗步驟：

(一) 儀器安裝

1. 利用三根水槽腳柱裝置固定於水槽底部，腳柱附有影屏固定方塊為觀測正面，如下圖 4-1。

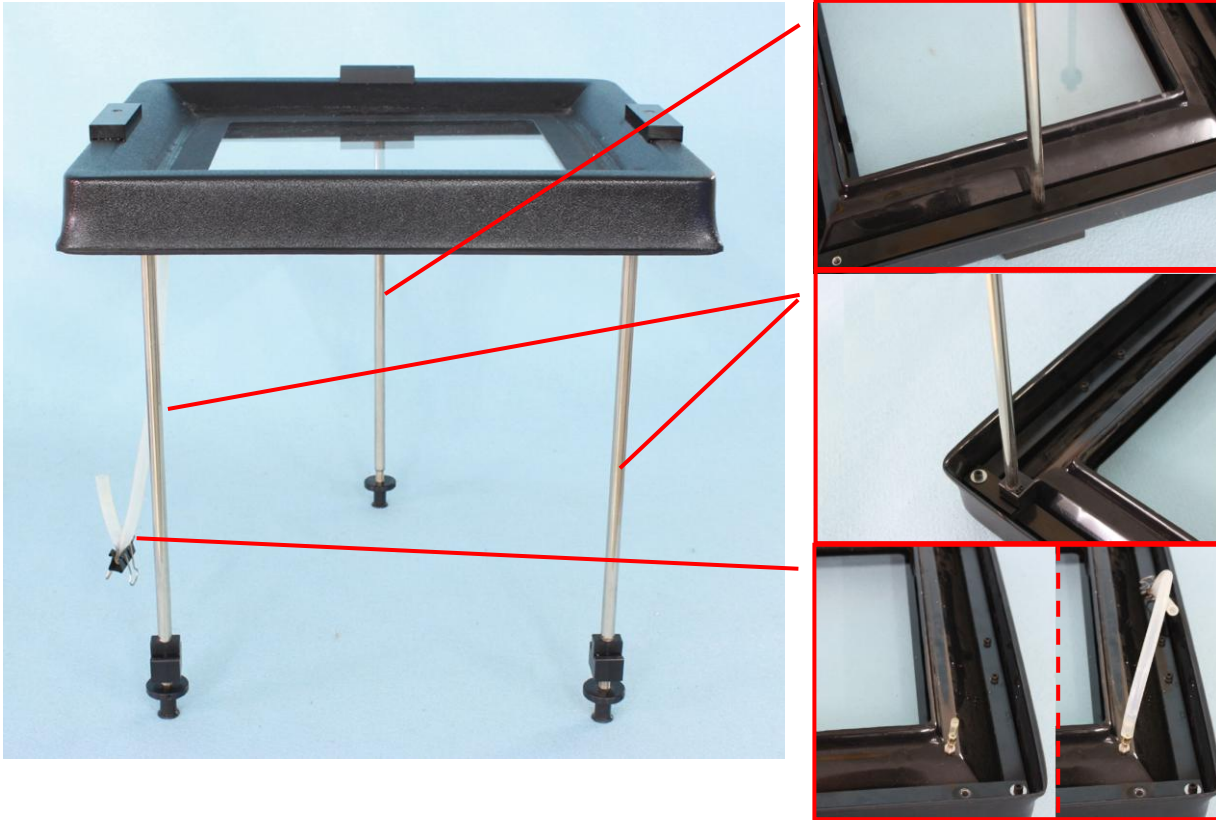


圖 4-1

2. 將兩支長鐵棒支架(如圖 4-2)固定在水槽正面兩側的黑色固定座中(如圖 4-3)。



圖 4-2



圖 4-3

3.將鋁板(如圖 4-4)插入鐵棒支架上方後利用鐵棒支架上的螺帽固定在鐵棒支架上(如圖 4-5)。

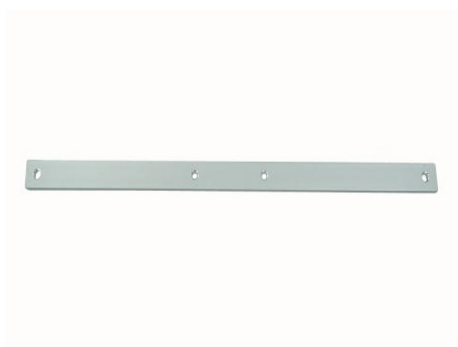


圖 4-4



圖 4-5

4.將閃頻頻率控制器(如圖 4-6)固定在鋁板上(如圖 4-7)。



圖 4-6



圖 4-7

5.利用附牙鐵柱(短)，分別固定於水槽和拍波產生器的附孔，並利用十字固定接頭連接鐵柱。如下圖 4-8。

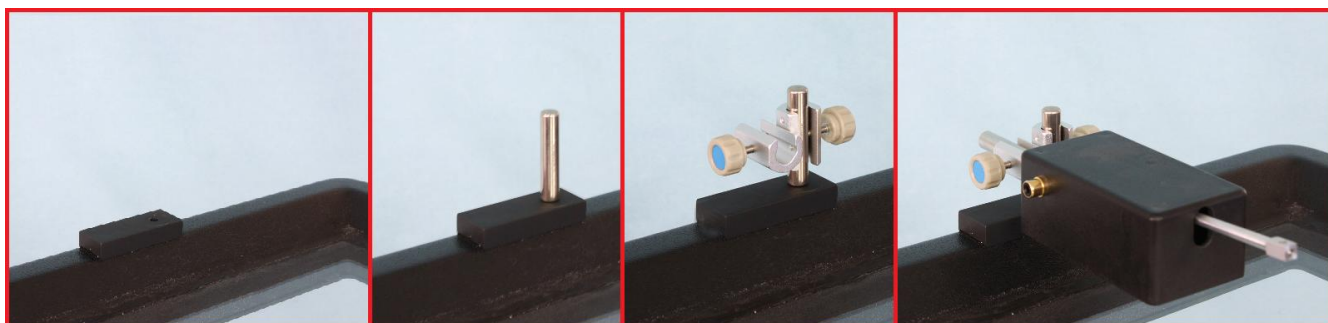


圖 4-8