

1.3. 反射和折射 (Reflection and Refraction)

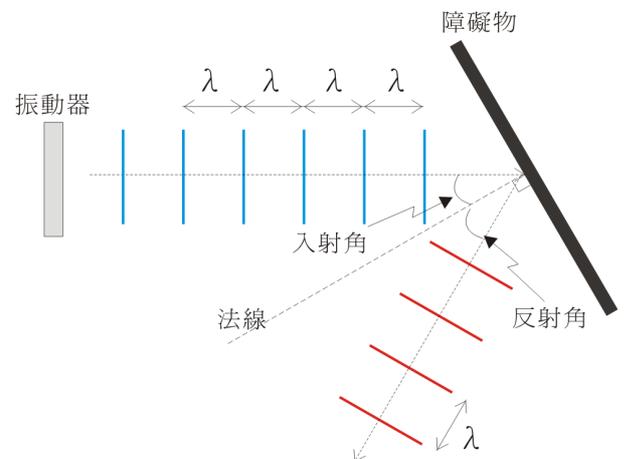
- 一般嚟講，我哋只可以知道波動係存在嘅，但波嘅波形通常都係用肉眼睇唔到嘅。
 - 例如我哋只可以見到光、聽到聲音，但我哋見唔到光波同聲波嘅波形。
- 所以喺學有關波嘅現象嘅時候，我哋會用最容易見到嘅水波 (water wave) 嚟做例子。
 - 所以喺依度劃嘅波陣面圖 (wavefront diagram) 都係水波嘅圖。

1.3.1. 認識於平障礙物/反射物/表面上波的反射 (Realizing the Reflection of Waves at a Plane Barrier/Reflector/Surface)

- ✧ 其實大家唔駛理咩叫平障礙物、反射物同表面，總之就有一個面擋於波嘅傳播。
- ✧ 而有關波嘅反射，我哋要識得劃直線脈衝同圓形脈衝嘅反射圖。

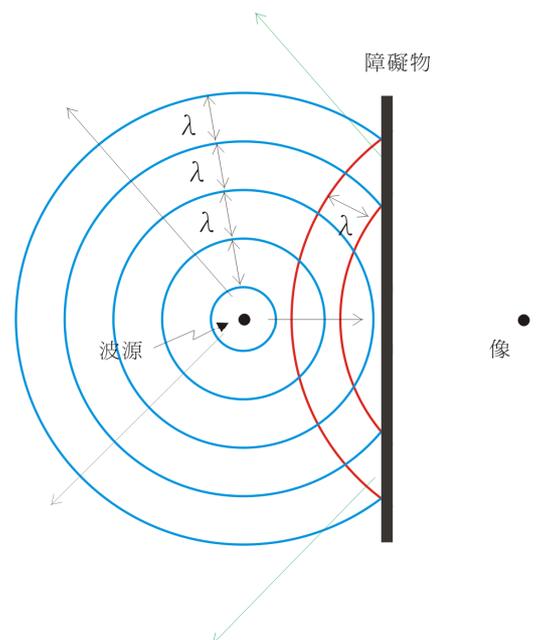
直線脈衝 (Straight Pulse)

- 直線脈衝係由一個長形嘅振動器 (Oscillator) 喺水面上振動而形成嘅。
- 形成嘅波陣面 (右圖中嘅藍色線) 會好似一條一條平行線咁向前走。
 - 平行線之間嘅距離就係波長
 - 而波傳播嘅方向係同波陣面垂直。
- 當個波遇到平面障礙物時，波會以“入射角 = 反射角” (Incident Angle = Reflected Angle) 嘅原則被反射返出嚟 (右圖中嘅紅色線)。
- 留意：反射後波長係冇改變嘅。



圓形脈衝 (Circular Pulse)

- 圓形脈衝係由一個點源 (point source) 喺水面上振動而形成嘅。
- 形成嘅波陣面 (右圖中嘅藍色線) 會好似一個一個圓形咁向外擴散。
 - 圓與圓之間嘅距離就係波長。
- 當遇到平面障礙物時，波動亦會以“入射角 = 反射角”嘅原則被反射出嚟。
- 但當我哋要畫圖嘅時候，我哋就先要定出波源嘅“像” (在障礙物嘅後方，像與障礙物嘅距離相等於波源與障礙物嘅距離)。之後再以“像”為圓心劃出反射後嘅波陣面 (右圖中嘅紅色線)。

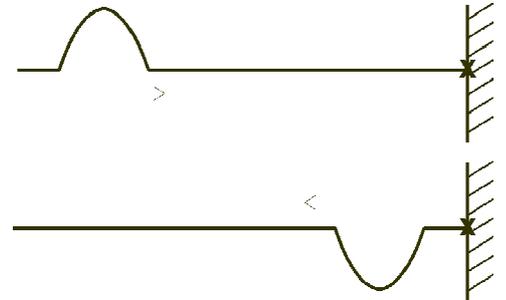


1.3.2. 檢測反射中相位變化的條件 (Examining the Condition for a Phase Change on Reflection)

✧ 既然以往會考都有“相位”出現過，依個課題都係由 A-Level 嘅課程引入嚟嘅。

● 我哋可以透過以下嘅反射嘅例子嚟明白咩叫“反射中相位變化”：

- 先把彈簧放在地上並把彈簧的其中一端釘死喺牆的底部 (但地上某點)。
- 擺動彈簧後我哋會見到一個波向前走。
- 當波撞到牆後便會“反射”返出嚟。
- 留意經反射後嘅波形係倒轉左嘅。
 - ◆ 這就是“反射中相位變化”。
 - ◆ 而當中嘅相位變化係 180°



● 如果我哋耐將彈簧嘅一端固定係一條軌道上，令到彈簧可以自由咁擺動。之後重覆以上嘅實驗。我哋會發現：

- 當波撞到牆後依然會“反射”返出嚟。
- 但當中反射出嚟嘅波並冇倒轉到 (即係冇相位變化)。

● 由以上實驗我哋可以推論出當波進行反射嘅時候其實相位變化並唔係一定會發生。

■ 而決定相位變化發唔發生嘅條件就係同波所撞到嘅“障礙嘅密度”有關：

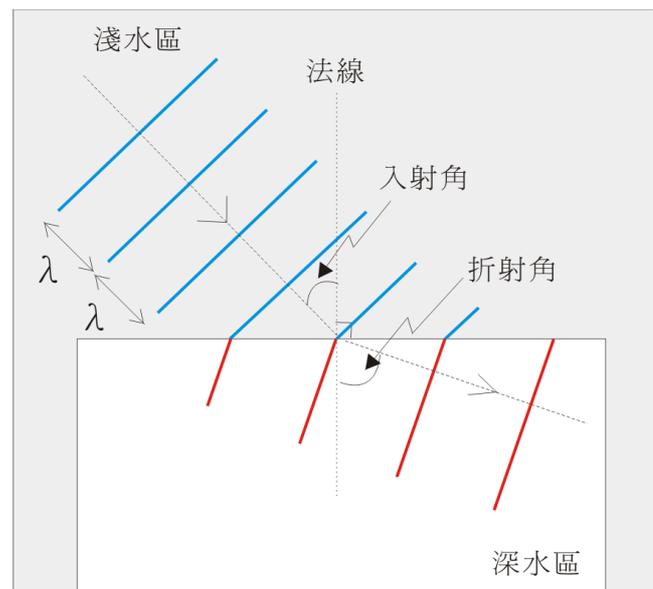
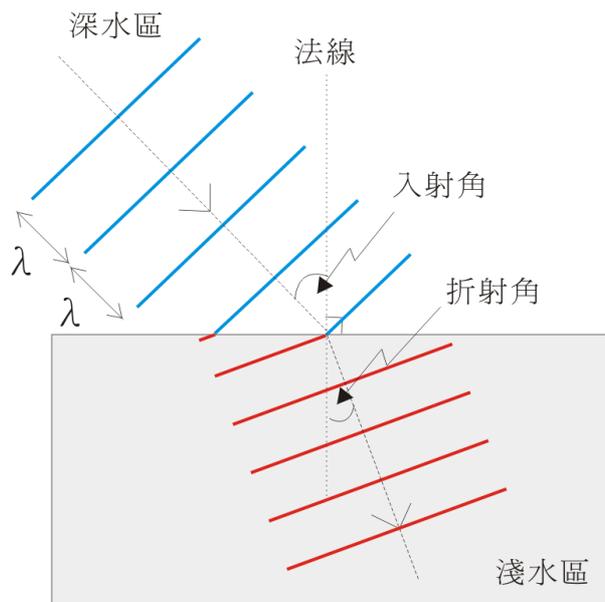
- ◆ 如果波撞到一個密度較高嘅障礙物而作出反射：
 - 相位變化會發生，而相位變化一定會係 180° 。
- ◆ 如果波撞到一個密度較低嘅障礙物而作出反射：
 - 相位變化不會發生。

● 以上嘅概念對大家嚟講可能有 D 抽象，因為：

- 相位本身已經係睇唔到。就算我哋用水波都唔係咁易睇到相位嘅變化。
- 而大家更可能唔明咩叫“撞到密度較低嘅障礙物而作出反射”。
 - ◆ 一般嚟講我哋“見”嘅反射都係“撞到一個密度較高嘅障礙物而作出反射”。
 - 例如光波遇到鏡或金屬表面、聲波遇到牆。
 - ◆ 至於“撞到密度較低嘅障礙物而作出反射”嘅例子就有：
 - 用電筒由水底向水面照射，當光到達水同空氣嘅介面時進行嘅反射。
 - ✧ 有關物質密度嘅概念我哋會喺學光嘅折射時再提到。

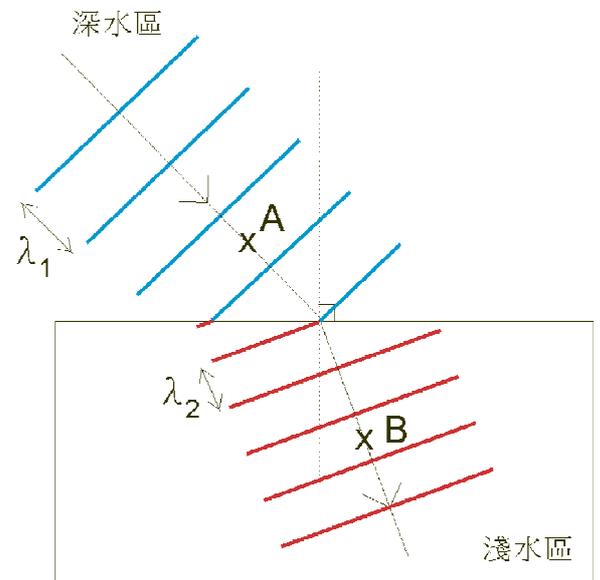
1.3.3. 認識波在平直交界面上的折射 (Examining the Refraction of Waves across a Plane Boundary)

- 當水波以一個角度進入水深不同嘅區域時，水波行走嘅方向係會變嘅。
 - 依個現象就係波嘅“折射”。
- 當水波由深水區進入淺水區時（即下方左圖），
 - 水波嘅波長會減少。
 - ◆ 大家可以想像喺淺水區度，水波同水底比較接近，所以磨擦力較大。
 - ◆ 因此，水波比較難行走，波長亦因而減少。
 - 水波會向法線偏折（bend towards normal）。
 - ◆ 當中嘅“法線”其實係指“交界面上的法線”。
 - ◆ 即“入射角 > 折射角”。
- 當水波由淺水區進入深水區時（即下方右圖），
 - 水波嘅波長會增加。
 - 水波會向偏離法線（bend away from normal）。
 - ◆ 即“入射角 < 折射角”。



1.3.4. 檢測折射時波速的改變，並用波速定義折射率 (Examining the Change in Wave Speeds during Refraction and Defining Refractive Index in terms of Wave Speeds)

- 我哋先從理論去睇吓點解當折射發生時波速會改變：
 - 當水波由深水區進入淺水區時，水波嘅波長會減少。
 - 另一方面，水波嘅頻率係由振動器決定嘅，所以唔會變。
 - 根據 $v = f\lambda$
 - ◆ 當 λ 變細、 f 不變時， v 係會細咗嘅。
- 另一方面我哋亦可以從實驗去檢測折射時的波速改變。
 - 考慮右方嘅水波實驗設置。
 - 從實驗中我哋可以見到水波喺深水區及淺水區的波長係唔同嘅。
 - 留意喺相同時間入面，經過 A 點嘅波陣面數目會同經點 B 點嘅波陣面數目一定係相同嘅。
 - ◆ 從邏輯推理嚟講，如果唔同，咁喺兩點之間一係就有波陣面消失/產生咗、一係就有波陣面停留嘅喺兩點之間。但依 D 情況都係唔合理嘅。
 - 而因為兩個區域中嘅波長都唔同，所以代表兩個區域中嘅波速係唔同嘅。



- ✧ 留意喺度我哋只要知折射時波速會改變就 OK。至於點解速率改變會引致折射就唔駛理。
- 假如我哋改變淺水區同深水區嘅水位高度而重覆以上實驗。
 - 我哋會發現即使深水區水波嘅傳播方面不變，但經折射後嘅水波嘅傳播方向亦會唔同。
 - ◆ 我哋會話折射嘅程度唔同咗。
 - ◆ 而依個“折射程度”就係折射率。
- 而折射率嘅定義就係：

$$\text{折射率} = \frac{\text{深水區的波速}}{\text{淺水區的波速}}$$

- 以上定義係可以用喺所有會發生折射嘅物質或者情況。
 - ◆ 例如都光嘅折射嚟講，唔同物質亦會有唔同嘅“折射率”。

1.3.5. 畫出波陣面圖以展示反射和折射 (Drawing WaveFront Diagrams to show Reflection and Refraction)

- ✧ 反射同折射嘅波陣面圖其實就係喺講解反射同折射時用嘅圖。
- ✧ 大家可以睇吓 D 圖係點表示出反射同折射嘅發生。