

## 1.2. 波動和波的傳播 (Wave Motion and Propagation)

✧ 喺度又要先講吓 D 字眼。

- 英文用嘅“wave”都算易理解，而簡簡單單咁直譯做中文就應該係“波”。
- 但如果大家睇返會考嘅中文課程、參考書就會成日見到“波動”依個詞語。同英文版本對一對就會發覺原來“波動”有時係指“波”、有時係指“波動”（波嘅郁動）。
- 就好似課程嘅標題咁，上一課係“波的本質”。但相對嘅會考中文版課程就係“波動的特性”。而依一課嘅相應會考標題會係“波動和波動的傳播”。
  - ◆ 有時真係唔知“波動”係指“個波”定係指“個波嘅郁動”。
- 不過喺中學文憑入面就好好多，波就係波、波嘅郁動就係波動。

### 1.2.1. 區別橫波和縱波 (Distinguishing between Transverse & Longitudinal Waves)

● 波可以根據“質點嘅振動方向”同“傳播方向”嘅關係嚟分成兩種：

- 橫波：質點嘅振動方向同波動嘅傳播方向係垂直嘅。
  - ◆ 例子：光波、水波。
- 縱波：質點嘅振動方向同波動嘅傳播方向係平行嘅。
  - ◆ 例子：聲波。

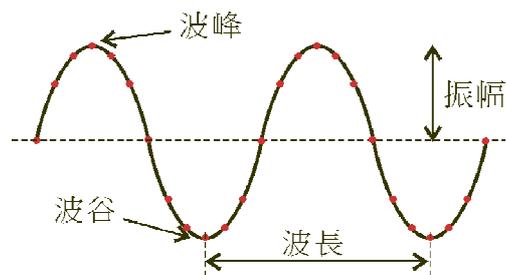
✧ 會考課程嘅相應標題係“區別橫行波和縱行波”。

- 入面指明要學嘅只係“橫行波和縱行波”。但喺依度就用咗“橫波和縱波”。
- 其實波係有分“行波”同“駐波”（唔行嘅波）。
  - ◆ 會考只要求學“行波”，而“駐波”就唔駛學嘅。
  - ◆ 而喺中學文憑入面，大家兩樣都要學。
  - ◆ 不過其實喺對上一個版本嘅會考課程程度，駐波都係要學埋嘅。所以理應唔會太難。

### 1.2.2. 使用術語描述波動 (Terms Used for Describing Wave Motion)

喺課程入面，大家要識得從波動嘅圖或者由題目俾嘅資料睇到（或計到）以下嘅資料：

- 波形 (waveform)
  - 即係波係嘅“形狀”，可以分為“橫波”同“縱波”。
- 波峰 (crest) 同波谷 (trough) 嘅位置
  - 即係波入面位於最高同最低位置嘅質點嘅位置。
  - 只有橫波 D 質點先會上下咁郁，所以只有橫波先有波峰同波谷。
- 密部 (compression) 同疏部 (rarefaction) 的位置
  - 即係波入面位於質點密度最高同最低嘅位置。
  - 只有縱波先有密部同疏部。



- 位移 (displacement)
  - 喺一個波入面，物質中嘅質點 (想像物質係由“一點點”嘅物質組成) 係不斷咁上下震動緊嘅。
  - 位移就係指“質點當時嘅位置”同“佢嘅平衡位置” (即原來位置) 嘅差距。
- 振幅 (amplitude)
  - 振幅係指喺振動過程中，質點與平衡位置之間嘅最大位移。
- 週期 (period)
  - 週期係指波重覆振動所需嘅時間 (亦可以睇成為一粒質點上下振動一次嘅時間)。
  - 通常記作  $T$ 。
- 頻率 (frequency)
  - 頻率係指每秒鐘入面重覆波動嘅數目 (可以睇成為每秒鐘一粒質點上下振動嘅次數)。
  - 通常記作  $f$ 。
- 波長 (wavelength)
  - 波長係指波動重覆波形嘅最短距離 (可以睇成為兩個連續峰 (或兩個連續谷) 嘅距離)。
  - 通常記作  $\lambda$ 。
- 波速 (wave speed)
  - 波速係指波傳播嘅速度。
  - 通常記作  $v$ 。
- 波陣面 (wavefront)
  - 多數用喺水波上面，用嚟代表波嘅樣貌同位置。
  - 假如我要你劃個“漣漪”出嚟，你係唔係會用同一圓心、由細而大咁畫好多個圓圈出呢？其實係畫嘅圓圈就漣漪嘅波陣面。(唔好話我知你會素描個“漣漪”出嚟！)
- 相位 (phase)
  - “相位”來來係 A-Level 嘅課程，喺會考課程係從未出現過。
  - 波入面嘅質點喺度不停咁上下震動，為咗方便指出質點同底係喺震動入面嘅咩“位”，科學家用咗一個叫“相位”嘅概念。( )
  - 喺質點嘅一個震動週期入面，質點嘅位置變化係“原位、最高點、原位、最低點、原位”，相位就係用  $0^\circ$  至  $360^\circ$  嚟代表至底粒質粒喺震動週期嘅咩位度。
    - ◆ 當質點最初喺原位而向上郁時，相位 =  $0^\circ$ 。
    - ◆ 當質點到達到最高位(即波峰)時，相位 =  $90^\circ$ 。
    - ◆ 當質點再次返回原位時，相位 =  $180^\circ$ 。
      - 留意當時質點係向下郁嘅。
    - ◆ 當質點到達到最低位(即波谷)時，相位 =  $270^\circ$ 。
    - ◆ 當質點返到原位(留意當時質點係向下郁嘅)時，相位 =  $360^\circ$  (即  $0^\circ$ )。
  - 當兩個質點嘅“相位”相同嘅時候，佢點嘅係“同步”咁震動。
    - ◆ 我哋會話佢哋係“同相” (in phase)
  - 但當兩個質點嘅“相位”相差  $180^\circ$  嘅時候，佢哋嘅咁震動剛好“相反”。
    - ◆ 我哋會話佢哋係“反相” (out of phase)

### 1.2.3. 用行波的“位移-時間”及“位移-距離”關係線圖線圖詮釋資料 (Displacement-Time & Displacement-Distance graph)

- 先同大家攞清楚一個 concept: 橫行波嘅形狀係一個個波浪咁, 依個係“波形”(waveform)。
  - 當我哋畫關係線圖嘅時候, 條線雖然係波浪形。但佢只係一個形狀, 而唔係個波嘅波形。
  - 簡單嚟講“波形”同“關係線圖嘅形狀”唔係同一樣嘢嚟㗎!

#### 位移-距離關係線圖

- “位移-距離關係線圖”係記錄咗喺某一刻, 個波入面唔同位置(用  $x$ -軸嚟代表)嘅質點嘅位移(用  $y$ -軸嚟代表)。
  - 對於橫行波嚟講, 質點嘅移動方向係垂直嘅。
    - ◆ 這正好合乎“位移-距離關係線圖”入面嘅  $y$ -軸值(即質點如果向上移三個單位, 佢係“位移-距離關係線圖”中嘅  $y$ -軸值都可以用三格嚟代表)。
    - ◆ 結論: “位移-距離關係線圖”咁啱可以反映出橫行波嘅波形。
  - 但對於縱行波, 質點嘅移動方向係水平嘅。
    - ◆ 因此, 如果質點係向右移三單位, 咁喺“位移-距離關係線圖”入面嘅  $y$ -軸值會係“向上三格”。
    - ◆ 結論: “位移-距離關係線圖”係唔可以反映出縱行波嘅波形。
    - ◆ 建議: 大家可以試吓先劃一條有質點標記嘅直線, 之後喺下面一行再劃相應嘅縱行波(即係各質點移動咗, 形成密部和疏部), 最後劃返幅“位移-距離關係線圖”。你就會睇到點喺“位移-距離關係線圖”入面睇到密部同疏部嘅位置。
- 明白咩係“位移-距離關係線圖”之後, 大家要學識從幅圖度睇返以下嘅資料:
  - 波動嘅“振幅”同“波長”。
  - 對於橫行波: 波峰、波谷嘅位置;  
對於縱行波: 密部、疏部嘅位置。

#### 位移-時間關係線圖

- “位移-時間關係線圖”係記錄咗波動中某一個位置嘅質點喺唔同時間(用  $x$ -軸值嚟代表)嘅位移(用  $y$ -軸值嚟代表)。
  - 依種圖同“波形”係冇關係嘅!(因為波形係講緊成個波嘅樣)
- 喺“位移-時間關係線圖”入面, 大家要學識從幅圖度睇返以下嘅資料:
  - 波動嘅“振幅”同“週期”。
  - 行波嘅運動方向(或者叫傳播方向)。睇嘅方法如下:
    - ◆ 先劃一個橫波(就算題目話個波係縱波都好, 照劃橫波)。當這是“時間( $T$ ) = 0”。
    - ◆ 根據“位移-時間關係線圖”中“ $T=0$ ”嘅  $y$ -軸值(其他時間嘅  $y$ -軸值都 OK), 可以喺啱啱劃好嘅橫波圖中 mark 低相應嘅一點。
    - ◆ 喺圖入面度睇返“ $T=0$ 之後”(例如當“ $T=1$ ”)嘅  $y$ -軸值係“大咗定細咗”。
    - ◆ 喺橫波嘅波形圖中想像個波到底要向左定向右移先可以令質點嘅位移變化同剛剛睇嘅“大咗定細咗”一致。
      - 依個就係行波嘅傳播方向。

### 1.2.4. 測定波在沿張緊的絃線或彈簧上傳播時影響波速的因素 (Determining Factors affecting the Speed of Propagation of Waves along Stretched Strings or Springs)

- ◇ 這課題是 2010 年會考課程內有的。不過喺上一版嘅會考課程就有。
- ◇ 而所謂“波在沿張緊的絃線或彈簧上傳播”其實即係放條彈簧喺地下(或者將佢吊高)然後左右擺動絃線嘅其中一端。
- 透過實驗，波嘅波速會受到因素影響：
  - 彈簧嘅鬆緊度 (即當中嘅張力 tension)
    - ◆ 彈簧越緊，波速會越快。
  - 彈簧或絃線嘅粗幼度 (即彈簧每單位長度嘅質量)
    - ◆ 彈簧越粗，波速會越慢
  - 波速與振幅有關
    - ◆ 即係你擺動嘅幅度大並唔會令個波行得快 D。
  - 波速與振頻有關
    - ◆ 即係你擺動得快 D 並唔會令個波行得快 D。
    - ◆ 依點好似有 D 唔合理？
      - 其實你擺動得快 D 只會令整出嚟嘅波嘅波長縮短。
      - 喺相同物質入面，波嘅速度係唔受到振頻受響嘅。

### 1.2.5. 應用公式 $v=f\lambda$ 解決相關的問題 (Applying $v=f\lambda$ to Solve Problems)

- 要形容一個波，除咗講佢係橫波定縱波之外，我哋可以講以下四樣有關個波嘅嘢：
  - 速度  $v$ ， 單位： $\text{ms}^{-1}$
  - 波長  $\lambda$ ， 單位： $\text{m}$
  - 頻率  $f$ ， 單位： $\text{Hz}$  (Hertz, 赫茲)
  - 週期  $T$ ， 單位： $\text{s}$  (秒)
- 而以上嘅四樣嘢又有以下關係：
 
$$\text{頻率} = \frac{1}{\text{週期}} \quad (\text{即 } f = \frac{1}{T})$$

$$\text{波速} = \text{頻率} \times \text{波長} \quad (\text{即 } v = f\lambda)$$
- 大家要識得利用公式嚟從已知嘅資料嚟計埋其他波嘅資料出嚟。
  - 例如題目俾咗  $v$  同  $T$ ，咁我哋可以
    - ◆ 用  $f=1/T$  計到  $f$
    - ◆ 再用  $v = f\lambda$  計到  $\lambda$