

波動 Wave motion

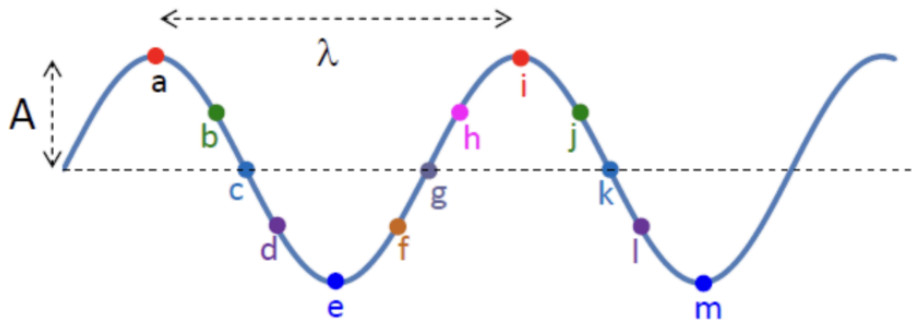
波動學第一課 II

周末班

相位 Phase

- 每個質點可以有不同的相位。
Particles can have different phases.
- 兩個距離為 0λ 、 1λ 、 2λ 、... 的質點屬於**同相**。
Particles that are at distances of 0λ , 1λ , 2λ , ... are **same phase**.
- 兩個距離為 $\frac{1}{2}\lambda$ 、 $1\frac{1}{2}\lambda$ 、 $2\frac{1}{2}\lambda$ 、... 的質點屬於**反相**。
Particles that are at distances of $\frac{1}{2}\lambda$, $1\frac{1}{2}\lambda$, $2\frac{1}{2}\lambda$, ... are **anti-phase**.
- 不是同相也不是反相的質點屬於**異相**。
Particles that are neither in-phase nor anti-phase are **out-of-phase**.

相位 Phase



同相的粒子對
in-phase pairs

反相的粒子對
anti-phase pairs

異相的粒子對
out of phase pairs

相位差 phase difference

- 同相的質點之間的距離為 0λ 、 1λ 、 2λ 、...，

The distance between two in-phase particles is 0λ 、 1λ 、 2λ 、...，

相位差分別為 The phase difference is respectively $0(=0^\circ)$ 、
 $2\pi(=360^\circ)$ 、 $4\pi(=720^\circ)$ 、...

- 反相的質點之間的距離為 $\frac{1}{2}\lambda$ 、 $1\frac{1}{2}\lambda$ 、 $2\frac{1}{2}\lambda$ 、...，

The distance between two anti-phase particles is $\frac{1}{2}\lambda$ 、 $1\frac{1}{2}\lambda$ 、 $2\frac{1}{2}\lambda$ 、...，

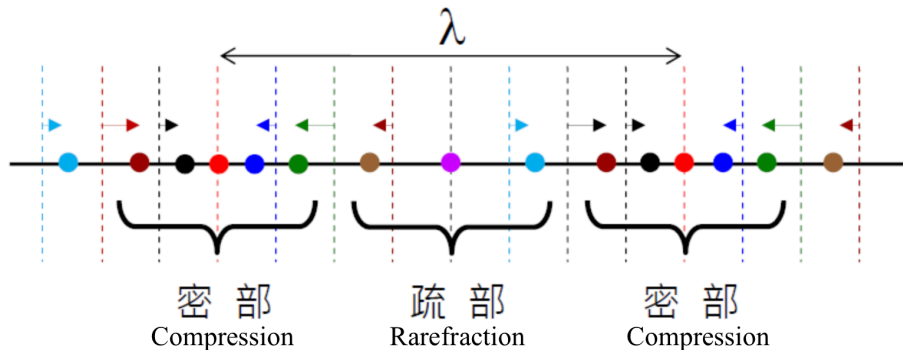
相位差分別為 $\pi(=180^\circ)$ 、 $3\pi(=540^\circ)$ 、 $5\pi(=900^\circ)$ 、...

The phase difference is respectively $\pi(=180^\circ)$ 、 $3\pi(=540^\circ)$ 、
 $5\pi(=900^\circ)$ 、...

相位差 phase difference

- 同相的質點必定在任何時候以**相同**方向移動。
Particles in phase must always move in the **same** direction at any given time.
- 反相的質點必定在任何時候以**相反**方向移動。
Particles out of phase must always move in the **opposite** directions at any given time.
- 兩個同相（反相）的質點的速率可以是不一樣。
The speeds of two particles in phase (out of phase) can be different.

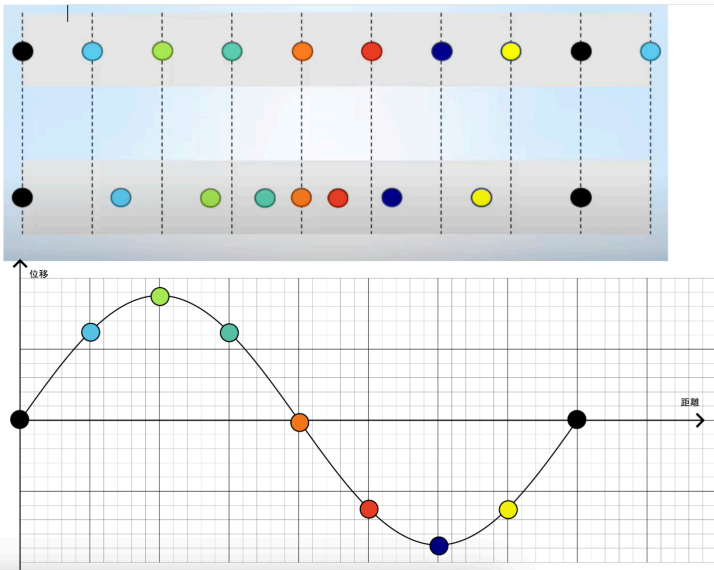
縱行波 Longitudinal travelling wave



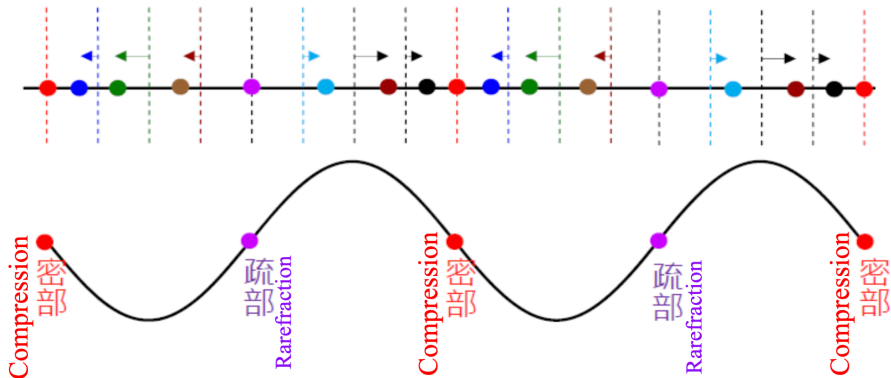
- 上圖粒子上的箭矢是位移，不是速度。

The arrows in the above diagram are displacements, not velocities.

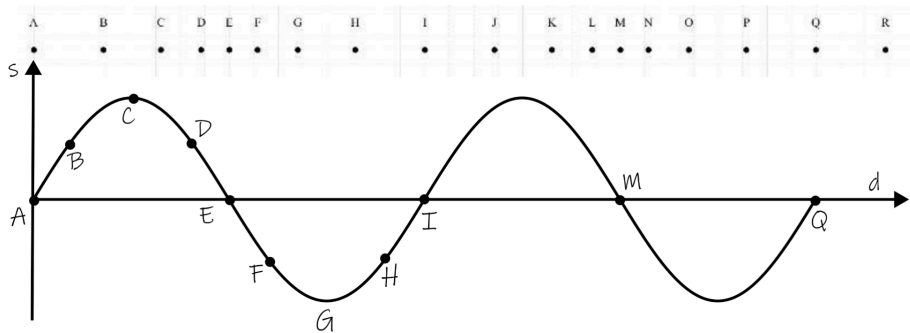
以位移距離線圖來表達縱波 Representing Longitudinal Waves on Displacement-distance graph



以位移距離線圖來表達縱波 Representing Longitudinal Waves on Displacement-distance graph



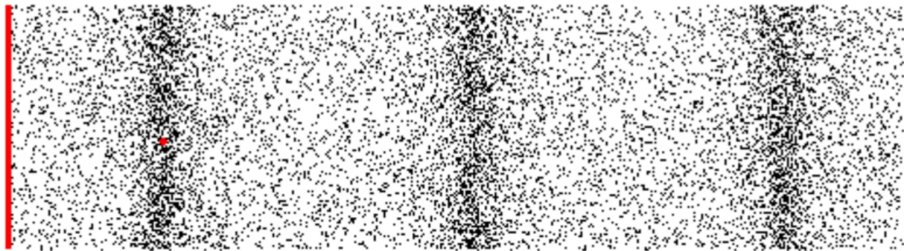
以位移距離線圖來表達縱波 Representing Longitudinal Waves on Displacement-distance graph



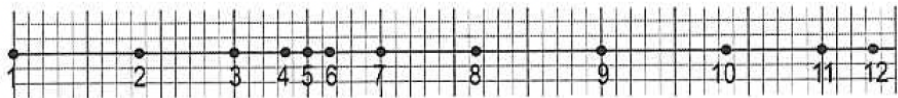
縱行波 Longitudinal travelling wave

- **密/疏部中心** \Leftrightarrow 其粒子位於**平衡位置**
Centers of compressions / rarefactions \Leftrightarrow particles at equilibrium position
- 縱波的密部 / 疏部的中央**並不對應**於橫波的波峰 / 波谷。
Centers of compressions / rarefactions of a longitudinal traveling wave are **NOT** the counterparts of the crests/ troughs of a transverse traveling wave.
- 密部內所有粒子的速度方向均與縱波傳播的方向相同。反之，疏部內所有粒子的速度方向與縱波傳播的方向相反。
All particles inside a compression are moving in the same direction of the propagation of the wave, while those inside a rarefaction are moving in the opposite direction.
- 密部和疏部的中央，位移是零但速率均是最大。
At the central part of a compression or a rarefaction, the displacement is zero and the speed is the greatest.

例題 Example



例題 Example



上面的圖示顯示了在某一瞬間，一個聲波從左向右傳播時，空氣粒子的位置。

The above figure shows the positions of the air particles when a sound wave is travelling from left to right at a certain instant.

Next page...

例題 Example

以下關於聲波中密部中心位置的敘述哪些是正確的？

Which of the following statements about the position of the centre of compression in the sound wave are correct?

- (1) 位置 5 的粒子位於密部中心。
Particle at position 5 is at the centre of compression.
- (2) 靠近密部中心的兩側粒子正在朝向其移動。
Particles on both sides immediately next to the centre of compression are moving towards it.
- (3) 在聲波中，密部中心處的氣壓最高。
The air pressure is the highest at the centre of compression in the sound wave.

Next page...

例題 Example

(承上題) 關於在圖中所示的聲波中的粒子 5，以下哪些敘述是正確的？
Which of the following statements about particle 5 in the sound wave at the instant shown in the figure are correct?

- (1) 它的位移為零。
Its displacement is zero.
- (2) 與波中的其他空氣分子相比，它的速度是最大的。
Its velocity is the largest compared to other air molecules in the wave.
- (3) 與波中的其他空氣分子相比，它的加速度是最大的。
Its acceleration is the largest compared to other air molecules in the wave.

Next page...

例題 Example

(承上上題) 以下哪對粒子是同相振動的？

Which of the following pairs of particles are vibrating in phase?

- (1) 位於位置 1 和位置 5 的粒子。
Particles at positions 1 and 5
- (2) 位於位置 1 和位置 9 的粒子。
Particles at positions 1 and 9
- (3) 位於位置 9 和位置 11 的粒子。 Particles at positions 3 and 11

Next page...

例題 Example

(承上上上題) 在所示瞬間之後，位置 1 和 7 的粒子運動方向如何？
What are the directions of motion of particles at positions 1 and 7 immediately after the instant shown?

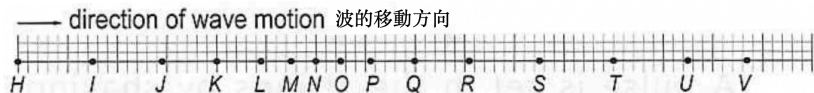
	1	7
A.	→	瞬時靜止 Momentarily at rest
B.	←	瞬時靜止 Momentarily at rest
C.	←	→
D.	→	←

Completed.

例題 Example

下圖展示了一個縱波在某一瞬間從左向右傳播。

The following diagram shows a longitudinal wave travelling from left to right at a certain instant.



Next page...

例題 Example

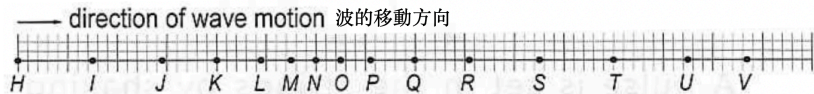
下列哪項陳述是正確的？

Which of the following statements is correct?

- A. 在 H 和 V 之間的距離是 1.5λ 。
The distance between H and V is 1.5λ .
- B. 位置 K 的粒子達到了最大位移。
The particle at position K is at its maximum displacement.
- C. 在所示瞬間，位於位置 R 的粒子向右移動。
The particle at position R is moving to the right at the instant shown.
- D. 位於位置 M 和位置 S 的粒子在同相振動。
Particles at positions M and S are vibrating in phase.

Next page...

例題 Example



(承上題) 相對於位置 H 的粒子，以下哪個粒子的振動相位相差 180° ？

Which of the following particles is vibrating 180° out of phase relative to particle at position H ?

- A. J
- B. L
- C. N
- D. P

Completed.