

一位同學問：「公式 $v = f\lambda$ ，不就是說 $v \propto f$ (波速 v 正比於頻率 f) 嗎？」

中學數學：

若 $x \propto y$ ，則 $x = ky$ ，其中 k 為非零常數。

反過來說，

若 $p = qr$ 表示 $p \propto q$ ，除非 r 是非零常數。

所以說， $v = f\lambda$ 就表示 $v \propto f$ 是錯誤的，因為 λ 不是常數！

波動公式 $v = f\lambda$ 中只有 v 在一些波動中是常數。

波速 v 是常數，或是隨頻率而改變，這要從有關的物理理論才可得知，斷斷不能從 " $v = f\lambda$ " 就知道！

甚麼波動的波速 v 是常數？甚麼波動的波速 v 與頻率有關？你可否舉一些例子？

Case 1: 波速 v 是常數，即是 $f \propto \frac{1}{\lambda}$

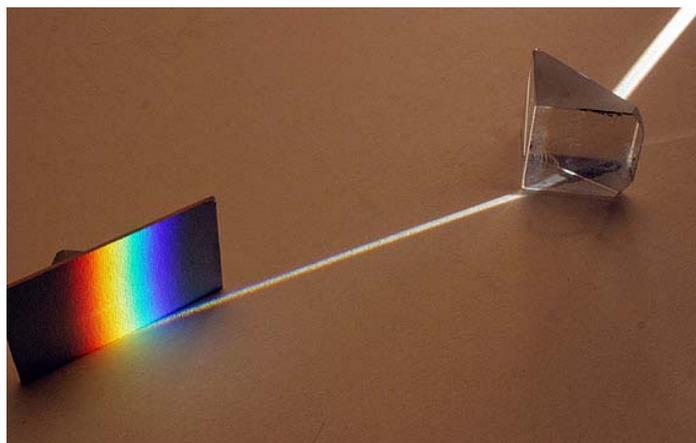
- 例子： 電磁波在真空傳播

聲波 (嚴格說，聲波的波速與頻率是有少許關係的)

- “波速 v 是常數” 的波動稱為非色散波 (non-dispersive wave) 。

Case 2: 波速 v 與頻率有關 (但絕不是正比或反比那麼簡單)

- 最著名的例子是光經過玻璃或水的色散現象。



在玻璃，紅光（低頻）比紫光（高頻）行得稍快一些。

另一個例子是水波。中學生知道水波槽的水深會影響波速，但水波波速也一樣受頻率影響。

- “波速 v 與頻率 f 有關”的波動稱為色散波 (dispersive wave)。

=====

相關討論：關於「正比」與「反比」，老師經常會這樣問

1. 電阻功率可以寫為

$$P = I^2 R \quad \dots\dots\dots(1.1)$$

但亦可寫為 $P = \frac{V^2}{R} \quad \dots\dots\dots(1.2)$

式 (1.1) 說 $P \propto R$ ，但式 (1.2) 又說 $P \propto \frac{1}{R}$ ，為甚麼如此矛盾？

2. 向心加速

$$a = \omega^2 r \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

但亦可寫為 $a = \frac{v^2}{r} \quad \dots\dots\dots(2.2)$

式 (2.1) 說 $a \propto r$ ，但式 (2.2) 又說 $a \propto \frac{1}{r}$ ，為甚麼如此矛盾？

又是那一句，若 $x = yz$ ，只有當 y 是常數時， x 才可以說與 z 正比。

- $P = I^2 R \rightarrow P \propto R$ ，這個要電流 I 是常數時才成立。譬如電阻在串聯 (in series) 時， I 就是常數，就是 $P \propto R$ 。
- $P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P \propto \frac{1}{R}$ ，這個要電壓 V 是常數時才成立。譬如電阻在並聯 (in parallel) 時， V 就是常數，就是 $P \propto \frac{1}{R}$ 。
- $a = \omega^2 r \rightarrow a \propto r$ ，這個要大家的角速度 ω 相同時才成立。譬如放在同一個轉盤上不同位置的物體，大家的 ω 相同。
- $a = \frac{v^2}{r} \rightarrow a \propto \frac{1}{r}$ ，這個要大家的線速率 v 相同時才成立。

吳老師 (Chiu-king Ng)

物理勿勿理 <http://ngsir.netfirms.com>