

## 功 (work) 有正負，為何它不是矢量？

位移(displacement)、速度(velocity)、加速度(acceleration) 等是矢量 (向量、vector)，所以它們有正負。而距離(distance)、速率(speed)、動能(kinetic energy)是標量 (純量、無向量、scalar)，它們沒有負值。

## 功(work) 有正負，為何它是標量，而不是矢量？

### 標量有正負

標量是數學的純數字，有零、有正也有負。

有些標量沒有負值，例如人數、物理學上的速率、動能等。

不是標量沒有負值，只是某些標量沒有負值。

也有很多標量是有正負的，例如溫度  $-30^{\circ}\text{C}$ ，時間  $-0.5\text{s}$ 、

勢能  $-800\text{J}$  等。

### 矢量的負號

矢量是有量值(magnitude)，亦有方向 (direction)。量值是標量。如果把矢量乘上標量  $k$ ，是表示把原矢量的量值擴大  $k$  倍。

若我們處理的是一維矢量 (one-dimensional vector)，例如

$\vec{A} = 3\vec{i}$  ,  $\vec{B} = 5\vec{i}$  ,  $\vec{C} = -4\vec{i}$  , 其中  $\vec{i}$  是該方向的單位矢量(unit vector)。這些矢量中的 3、5、-4 是標量。

計算  $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = (3 + 5 - 4)\vec{i}$  。既然所涉及的矢量全部可用  $\vec{i}$  來表示，所以連  $\vec{i}$  也不寫。

我們只須寫  $A = 3$  ,  $B = 5$  ,  $C = -4$ ;  $A + B + C = 3 + 5 - 4$  就已經足夠清楚。

即是說，

一維矢量可簡化用帶有正負的標量來表示和進行運算。

例如

$$u = 30 \text{ ms}^{-1} , a = -5 \text{ ms}^{-2} , t = 10 \text{ s} ,$$

算出  $v = 30 + (-5)10 = -20 \text{ ms}^{-1}$  , 這是百份百標量運算。

說矢量才有正負，標量沒有正負，這不正確。其實，我們是「借用」了標量的正負來表示一維矢量的方向。

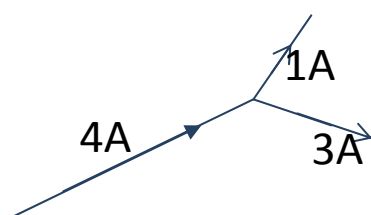
大家留意，由矢量換成的標量的正負與一般標量的正負具完全不同意義。譬如數字  $-5 < 3$ 。但速度  $-5 \text{ ms}^{-1}$  不能說少或慢於  $3 \text{ ms}^{-1}$ ；方向無從比較大小，以快慢論， $-5 \text{ ms}^{-1}$  比  $3 \text{ ms}^{-1}$  行得快。

物理學的功是能量轉移。對系統作正功代表系統獲得能量，負功則表示系統損失能量。功沒有矢量定義的方向，它是標量。

另外，值得同學留意的是

電流 (current)  $I$  和 壓強 (pressure)  $P$  都是標量。

- 電流(current)  $I$  似有方向，但不是矢量。



明顯，這三個電流的運算不符合矢量的運算法則。

- 壓強(pressure)  $P$  不是簡單的「力除面積」

我們講大氣壓強，有須要說在某一點向上 1atm、 向下 1.1 atm、 向前 0.99atm、... 嗎？

壓強的正確定義不是簡單地把力除面積，而是  $P = \frac{-\vec{F} \cdot \vec{n}}{A}$ ，其中  $\vec{n}$  是面積  $A$  的單位法矢量 (unit normal vector)。留意壓強  $P$  的定義中的分子是兩個矢量的內積 (dot product)。

吳老師 (Chiu-king Ng)

<https://ngsir.netfirms.com>

電郵：[feedbackWZ@phy.hk](mailto:feedbackWZ@phy.hk) 其中 WZ 是 23 之後的質數



Online Physics Applets