

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°C ，時間 -0.5s 、

勢能 -800J 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。

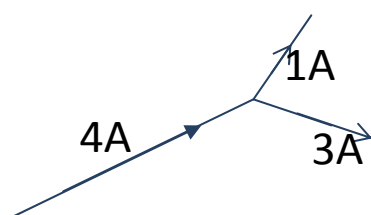
大家留意，由矢量換成的標量的正負與一般標量的正負具完全不同意義。譬如數字 $-5 < 3$ 。但速度 -5 ms^{-1} 不能說少或慢於 3 ms^{-1} ；方向無從比較大小，以快慢論， -5 ms^{-1} 比 3 ms^{-1} 行得快。

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，而是把 壓 向 面 的 力 的 垂 直 分 量 (component) 的 量 值 (magnitude) 除 面 的 面 積。

➤ 如何用壓強來「還原」力？ 答案是：單以壓強， 是完全做不到！ "壓強乘面積" 只是得回那力的垂直分量的量值。但甚麼方向是「垂直」？ 當「面」是水平放，那「垂直」是向上或向下；當「面」是與水平傾斜 30° ，那「垂直」就是....

➤ 壓強是沒有方向的標量。 "壓強乘面積" 只是得回那力的垂直分量的量值。 唯有確立了「面」的方向，才可知道那力的垂直分量是指向何方。

吳老師 (Chiu-king Ng)

<https://ngsir.netfirms.com>

<http://phy.hk>

電郵：feedbackWZ@phy.hk 其中 WZ 是 23 之後的質數