

3-1 功與功率

科學 tell me why

在光滑平面上，有哪些方式可以讓靜止物體產生較大的速度呢？



詳見本書 83 頁

該如何向學生解釋
Q1 「功」這個物理名
詞？

解 科學 tell me why

施較大的力，或拉長力的作用距離，均可產生較大的速度。

教學指引

力矩與功的單位

力矩與功的單位都可以表示為牛頓-公尺，雖然國際單位中，牛頓-公尺也等於焦耳，但為了避免與力矩單位發生混淆，國際度量衡局並不建議力矩單位使用焦耳。因力矩與能量的物理意義完全不同。且就物理量而言，能量是由力和距離內積而得到，是純量；力矩是由距離和力外積而得到，是向量，兩者有根本的不同。

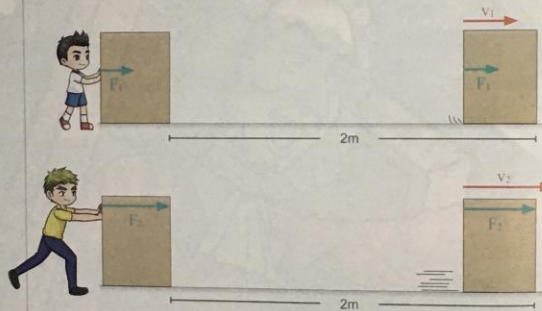
在光滑平面上，要使靜止物體產生速度，由牛頓第二運動定律可知，必須對物體施以外力。若此力使物體移動的距離愈長或作用的時間愈久，產生的速度就愈大。有了「力」的概念後，牛頓想討論物體受到外力作用後，它在最終位置的速度為何？

1 功

以下來討論物體受到外力、移動距離與最終速度有何關係？

討論1 相同位移，不同外力，物體的末速度會如何？

在光滑平面上，對同一靜止木塊分別施以大小不同的兩水平外力 F_1 與 F_2 ，讓木塊移動相同的距離，若木塊的末速度分別為 v_1 與 v_2 ，則 v_1 < v_2 （填上 > 或 <）



推論1 相同位移，不同外力大小，外力愈大則物體末速度就愈大。

補充資料

1 功

功是力與位移向量的內積，為純量，是一種相對的物理量，其大小會依參考點的位置而改變。一個物體所具能量的大小，即稱為此物可以作功能力的大小。

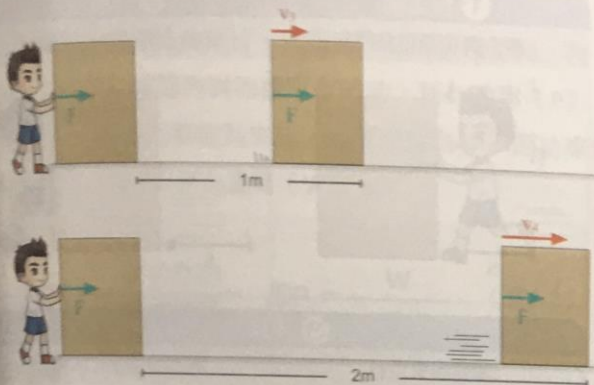
2 功的單位

功的基本單位是力及位移之組合單位：在 SI 系統中，1 焦耳 (J) 相當於 1 牛頓力使物體移動 1 米的位移所作之功 ($1\text{J} = 1\text{N}\cdot\text{m}$)；在 FPS 系統中，功的單位為 $\text{ft}\cdot\text{lb}$ (呎-磅)，而 1 J 約等於 $0.737\text{ft}\cdot\text{lb}$ 。

力矩與功的單位相同，但是力矩與功之概念毫無相關。力矩為向量，而功為純量。

問題 相同外力，不同位移，物體的末速度會如何？

在光滑平面上，對同一靜止木塊施以相同水平外力，讓木塊移動不同距離 S_1 與 S_2 ，若木塊的末速度分別為 v_3 與 v_4 ，則 v_3 < v_4 （填>或<）



推論2 相同外力，不同大小的位移，位移愈大則物體末速度就愈大

由上述討論可以了解到，物體在直線上運動的末速度與所受的
水平外力及位移兩因素有密切相關。對直線運動而言，科學家將外
力與物體沿外力方向位移的乘積定義為功（式3-1、圖3-1），並稱
施力會對物體作功。若以牛頓作為力的單位，公尺為位移的單位，
則功的單位為牛頓-公尺（N-m），又稱為焦耳（J）。

$$\text{功} = \text{外力} \times \text{物體沿外力方向的位移} \quad (\text{式3-1})$$

$$W = F \times S$$

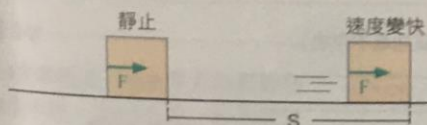


圖3-1 施力（F）使物體位移（S），則施力對物體作功（W）

從外力對物體的
作功大小，
我就能推得物
體的末速度



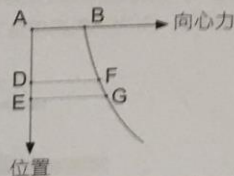
1 功的概念

當力作用在物體上，此力未必有作功的事實，而須有位移的存在。但是有位移的存在，也未必有作功的事實，位移不得與力方向垂直。故依上述定義，提重物爬樓梯，重力有作功；提重物走平路，則重力沒有作功。

4 功概念的首次出現

牛頓提出力的概念建立運動定律後，在《原理》的第一卷第七章，他提出了隱含有「功」與「動能」概念在內的重要命題39，這也是最早清楚出現這兩者概念的出處文獻：

給定任意形式的向心力以及（力—位置關係）曲線下圖形的面積，求沿一直線上升或下降的物體，在它所經過各個位置時的速度。



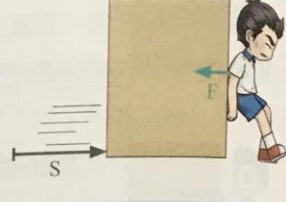
(Newton, 1687/1846, p. 165)

學習Check

- ☐ 我了解功的定義
☐ 我可以說明功率的概念
(P67)

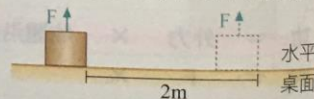
施力對物體作功的情況有三種，分別為作正功、負功與不作功（表3-1）。

表3-1 施力對物體作正功、負功與不作功的情形

1 作正功 施力與物體位移同向	2 作負功 施力與物體位移反向
	
3 不作功	
物體沒有位移	施力與物體位移垂直
	

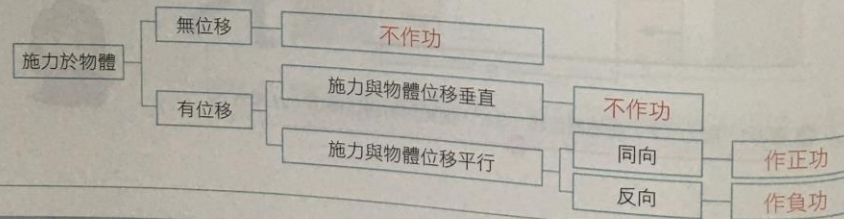
例題 3-1

一個質量為 0.5kg 的木塊，在桌面上沿水平方向等速向右移動 2m ，在此過程中木塊受到鉛直向上的固定支撐力 F ， F 的大小為 5N 。求在此移動過程中，支撐力 F 對木塊所作的功為多少？

(A) 0J (B) 5J (C) 10J (D) 50J 

隨堂筆記

不同狀況下的作功情形（請填入作負功、作正功或不作功）



補充資料

1 各種施力與位移所作的功

- 當施力 $F=0$ ，雖然位移 $x \neq 0$ ，但作功為 0 。
- 當施力 $F \neq 0$ ，但位移 $x=0$ 時，作功仍為 0 。
- 當施力 F 的方向與位移 x 的方向互相垂直時，作功也是零。
- 當施力 F 的方向與位移 x 的方向相反時，作功為負。
- 如下圖所示，外力方向與前進方向同向，作功為正。動摩擦力與物體前進方向反向，作功為負。

