

簡單機械之桿槓

導師：Terry Lam

何謂簡單機械？

- **為什麼要使用機械？** 以使用較小的力(省力)、較快的速度(省時)或操作上的方便去完成工作。
- **甚麼是機械？** 不論裝置的構造簡單或複雜，只要它能傳遞或轉換「功」，都稱為機械。
- **功是甚麼？** 功(work)也叫機械功，是物理學中表示力對位移的累積的物理量，為能量單位---焦耳(J)。如果一個物體(如紙箱)受到力的作用，並在力的方向上發生了一段位移(位置有變化)，我們就說這個力對物體(如紙箱)做了功。
- 利用機械作功時，施力先對機械作功，然後機械再對物體(抗力)作功。機械是功的傳遞者，不會增功及省功(見下一頁)
- 由於機械的種類繁多且結構可非常複雜，若將機械分解為最基本的元件就是「簡單機械」，它們分為槓桿、滑輪、輪軸、齒輪、斜面和螺旋六種。

機械的作功原理

機械的能量傳遞



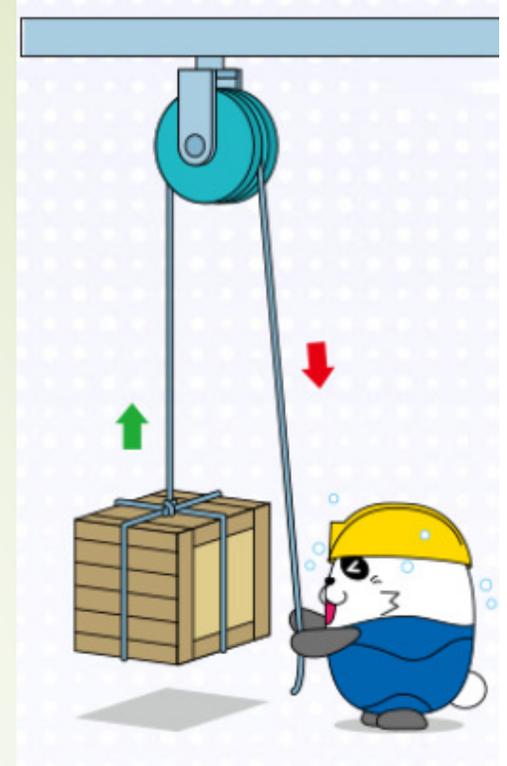
- W_1 ：人之外力對機械作功（輸入能量）
- W_2 ：機械對物體作功（輸出能量）
- W_f ：機械的摩擦力作負功（損失能量）

➤ 在無摩擦阻力下：

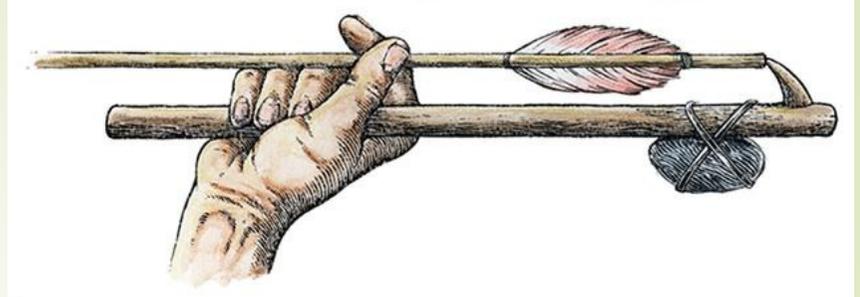
外力作功 = 機械作功 $\rightarrow W_1 = W_2$

➤ 在有摩擦阻力下：

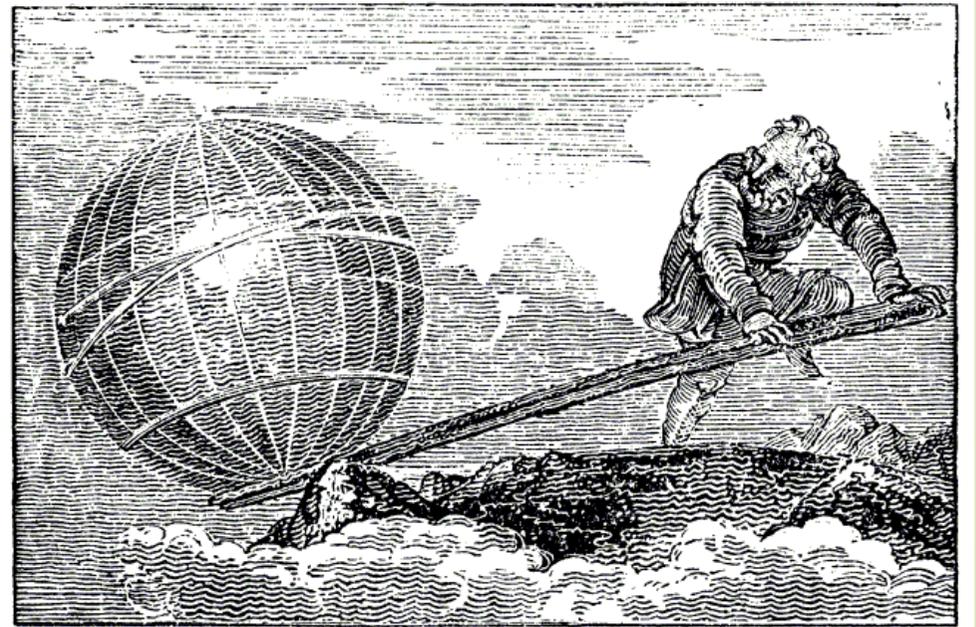
外力作功 = 機械作功 + 阻力作功 $\rightarrow W_1 = W_2 + W_f$



撬起整個地球的槓桿



- ▶ 早在舊石器時代晚期，古人就會利用槓桿原理來製造投擲器。考古學家認為在古埃及四千五百多年前的金字塔時期，工人利用槓桿來移動、抬舉重量超過101.6公噸的方尖碑。中國戰國時期，墨子在其著作《墨子》一書中，提到應用槓桿的概念。
- ▶ 不過，最早提出槓桿原理是古希臘科學家阿基米德，他有句流傳已久的名言："給我一個支點，我就能撬起整個地球！"



槓桿

- 凡可繞著一固定點而轉動的硬棒，均可視為「槓桿」。槓桿沒有形狀限制，可長可短，可粗可細，可圓可方，可直可彎。槓桿是一種簡單機械，利用槓桿，有的是為了省力，有的是為了加速，有的是為了操作方便(改變力的方向)。



省力



省時

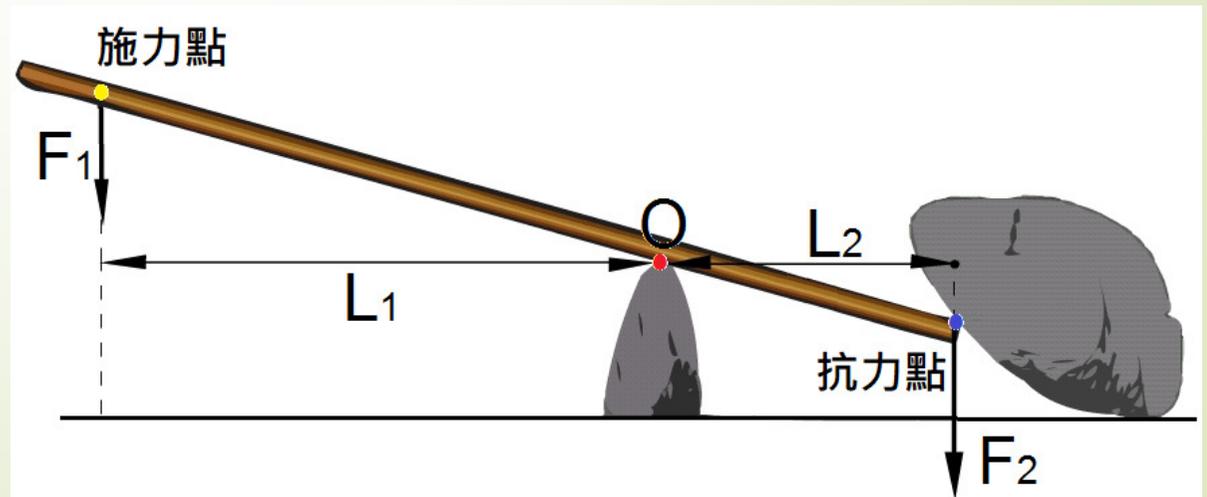


改變力的方向



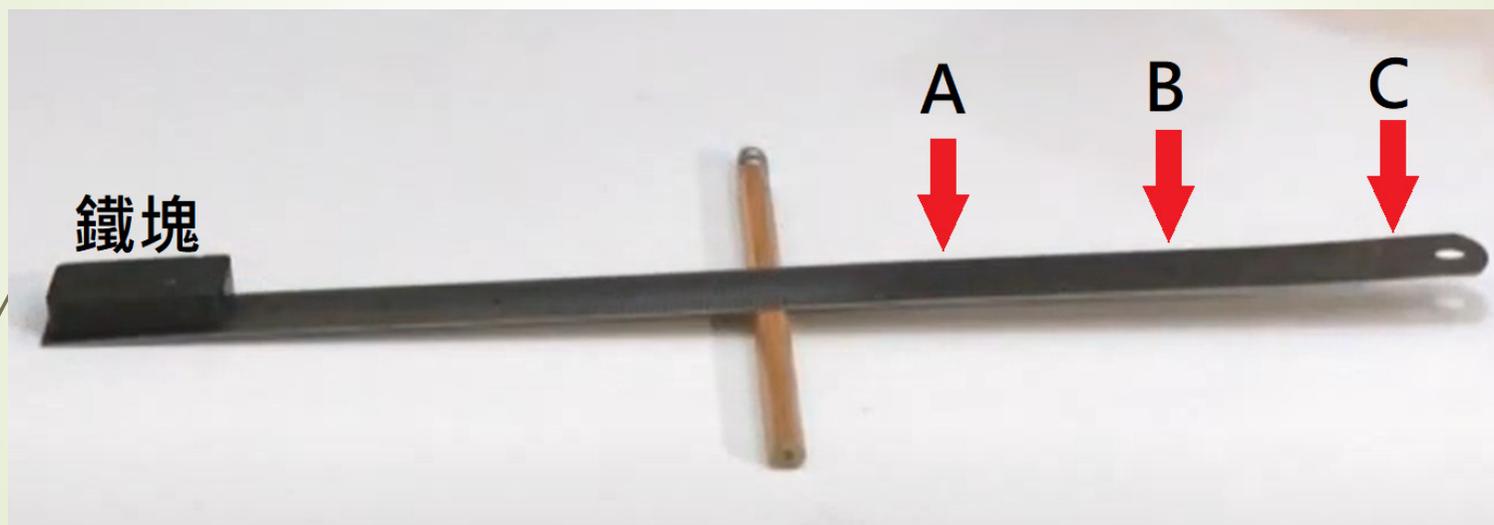
槓桿各部分稱呼

- 支點(O)：槓桿繞著固定點轉動位置。
- 施力(F1)：使槓桿轉動的力，施力的地方為「施力點」。
- 抗力(F2)：又稱作負荷，為阻礙槓桿轉動的阻力，抗力的地方為「抗力點」。
- 施力臂(L1)：從支點到施力作用線的垂直距離。
- 抗力臂(L2)：從支點到抗力作用線的垂直距離。



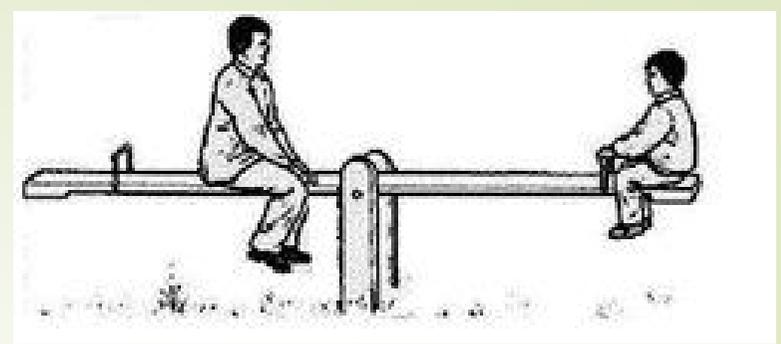
鐵尺翹翹板實驗

- 翹翹板的一端放置鐵塊，手在鐵尺另一端施力，使鐵尺達到平衡。
- 手壓鐵尺的位置和手施力的大小有什麼關係？

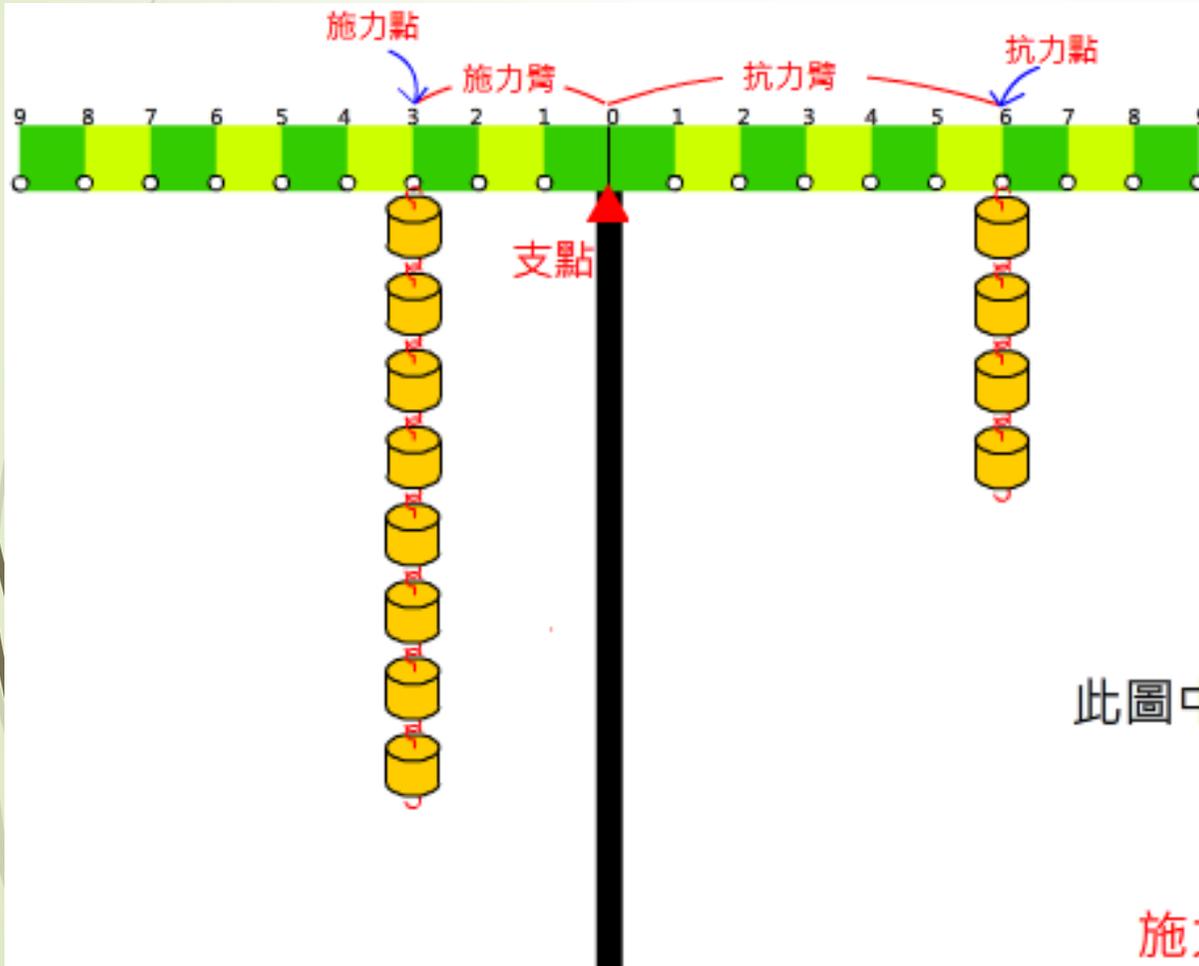


- 如果將筆的位置往鐵塊方向移，手施力的大小有何改變？

槓桿原理(槓桿平衡)



- 當槓桿在**施力**與**抗力**作用下**平衡**時，施力對支點產生的力矩等於抗力對支點產生的力矩，公式如下：
施力×施力臂 = 抗力×抗力臂



槓桿

支點：固定不動的點

施力點：手出力的位置

抗力點：重物懸掛的位置

施力臂：支點到施力點的距離

抗力臂：支點到抗力點的距離

槓桿平衡

施力×施力臂=抗力×抗力臂

此圖中：施力8個砝碼，施力臂3格

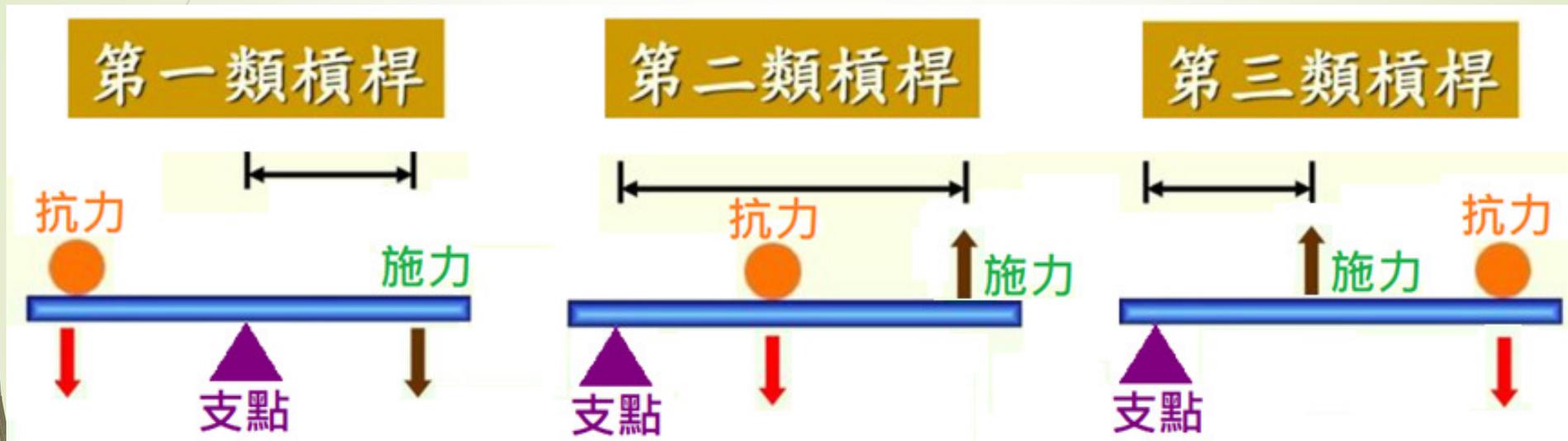
抗力4個砝碼，抗力臂6格

=> $8 \times 3 = 4 \times 6$ ，式子成立

施力小於抗力，所以是費力槓桿

槓桿的種類

- 據支點、施力點、抗力點的相關位置可區分成下列三種槓桿。

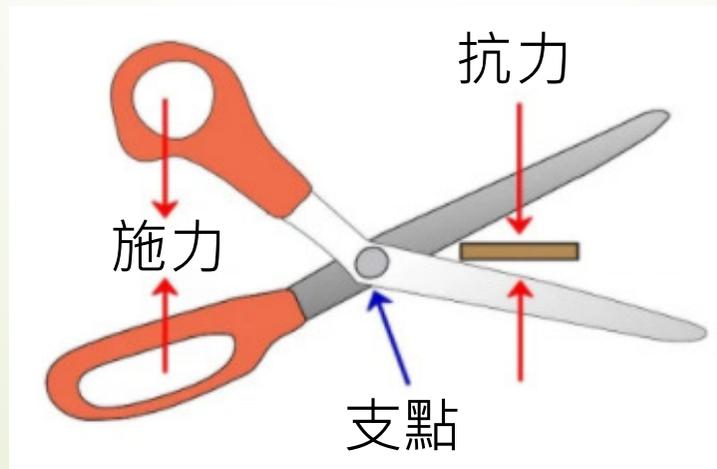
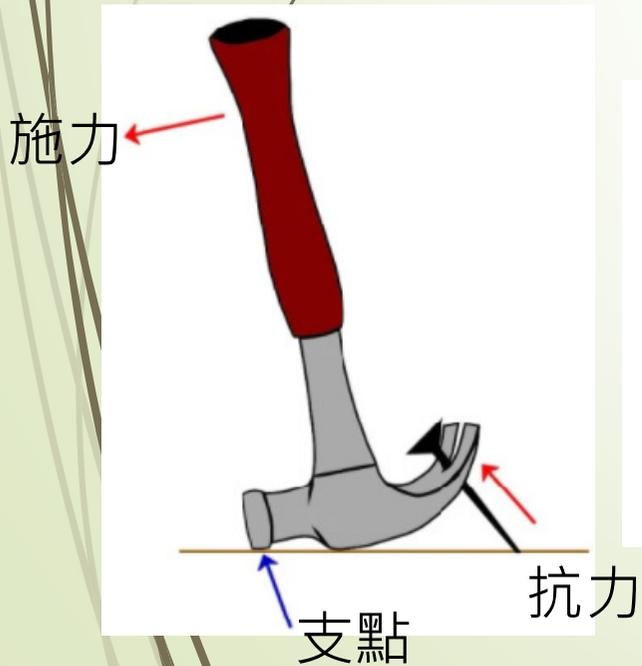


- 想一想，施力點與支點的距離和用力的大小有什麼關係？
- 施力臂愈長，施力愈小、愈省力；抗力臂愈長，施力愈大、愈費力。

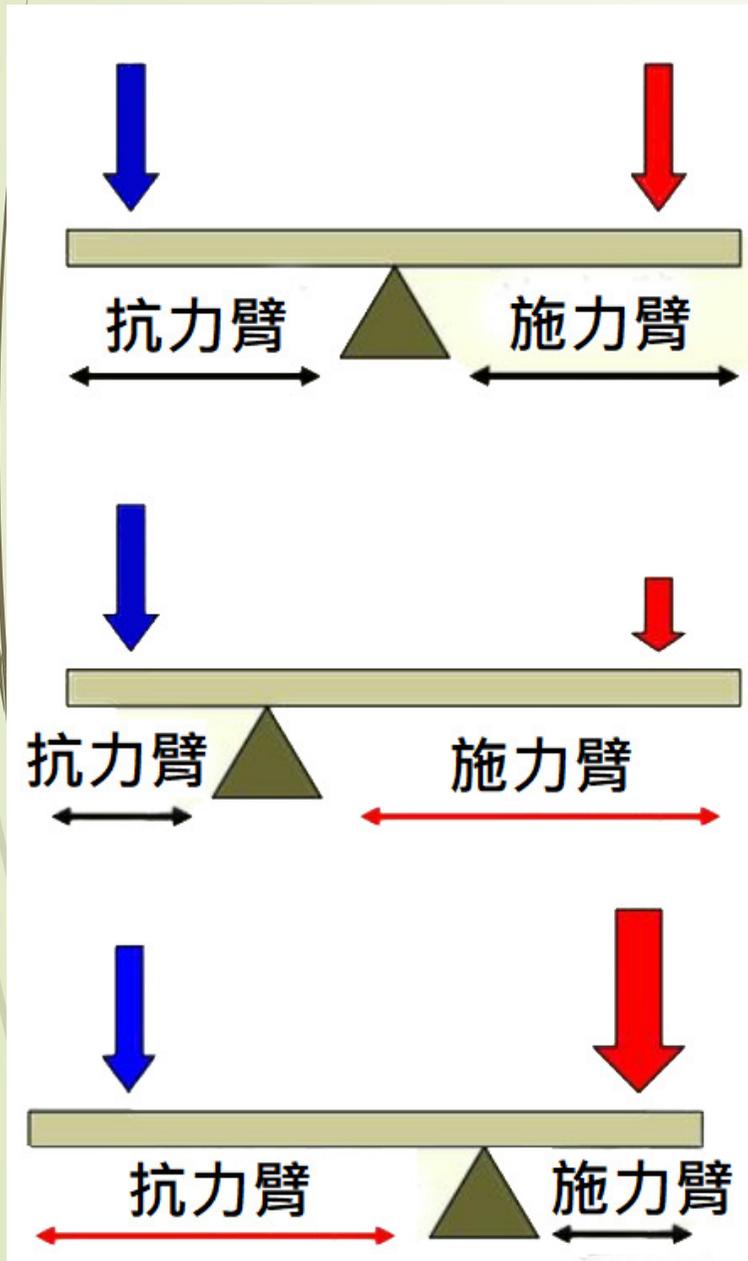
第一類槓桿



- 支點位於抗力點和施力點之間
- 可能省力、可能費力、可能不省力也不費力(只改變力的方向)，取決於施力臂和抗力臂的長度
- 例：拔釘器、老虎鉗、剪刀、火鉗



第一類槓桿的三種功能



- 當 施力臂 = 抗力臂，既不省力也不費力。只改變力的方向



- 當 施力臂 > 抗力臂 是省力但費時(費距離)的工具

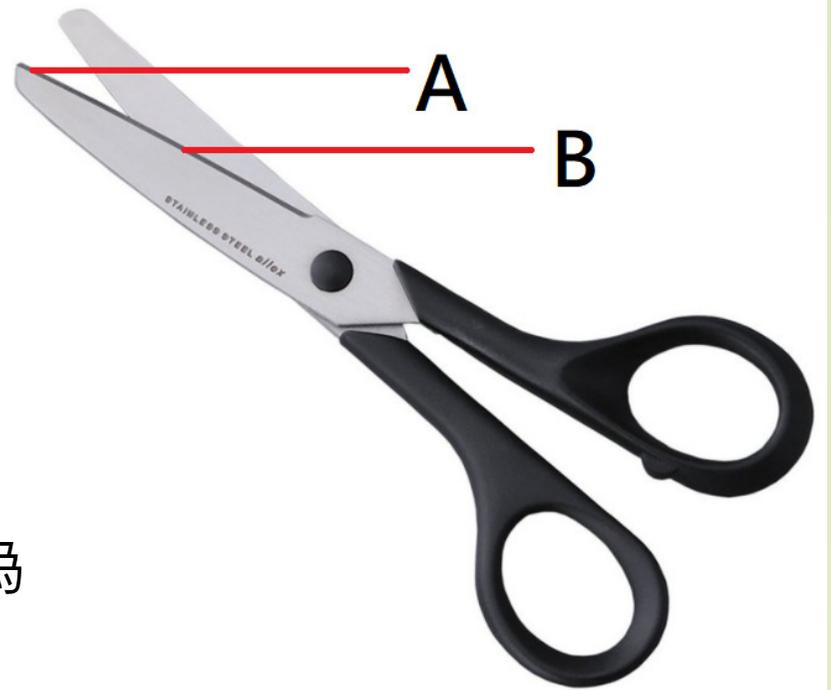


- 當 抗力臂 > 施力臂 是費力但省時(省距離)的工具。



想一想？

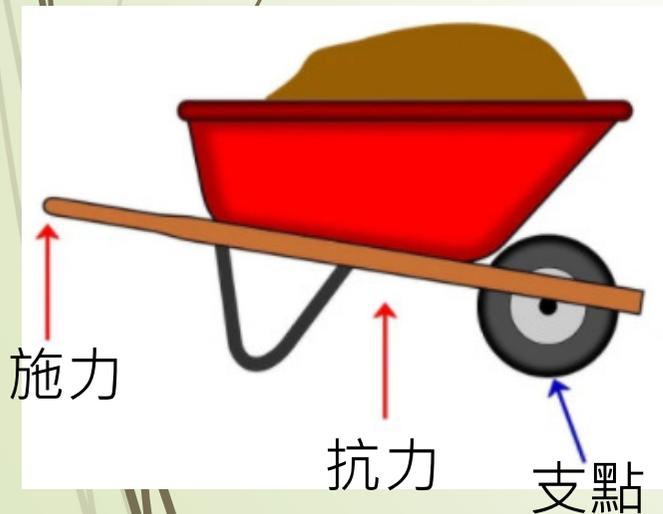
- 用同一把剪刀剪開一塊紙皮，分別在剪刀的刀刃A處和B處將紙皮剪開，手施力的大小有分別麼？為甚麼？
- 下方的兩把園藝剪刀，其設計特點和槓桿有何關係？



第二類槓桿



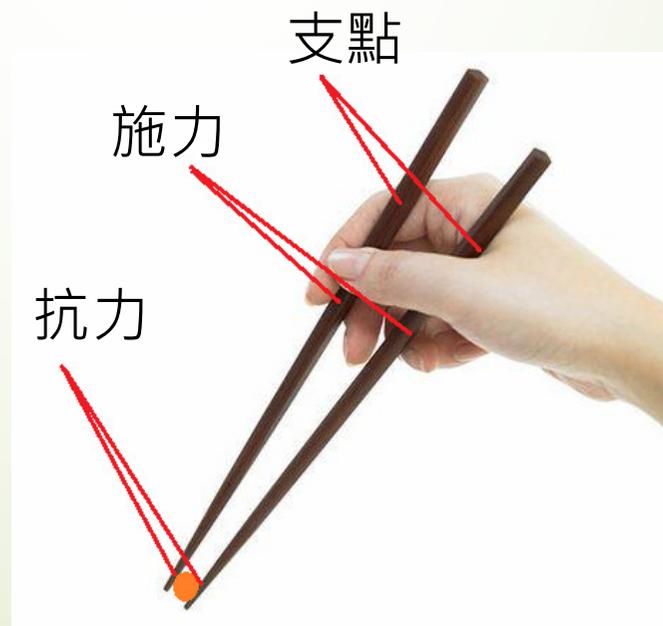
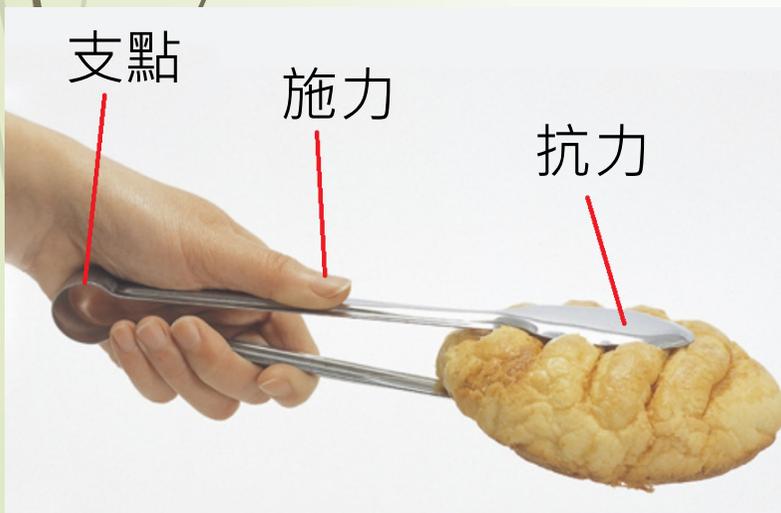
- 抗力點位於支點及施力點之間
- 優點：可用較小力量舉起 或 移動較重的重物。
- 例：獨輪車、胡桃鉗、開瓶器、裁紙刀屬此類槓桿。

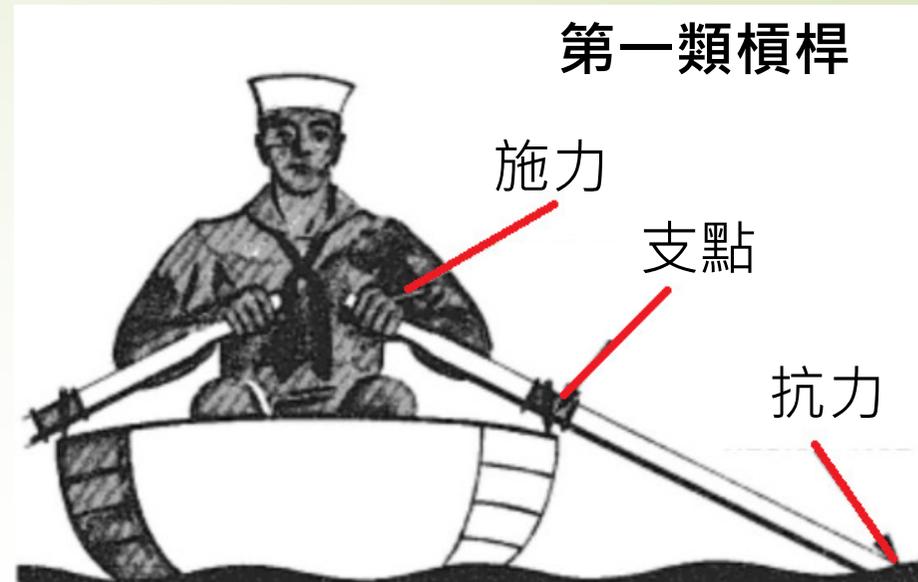
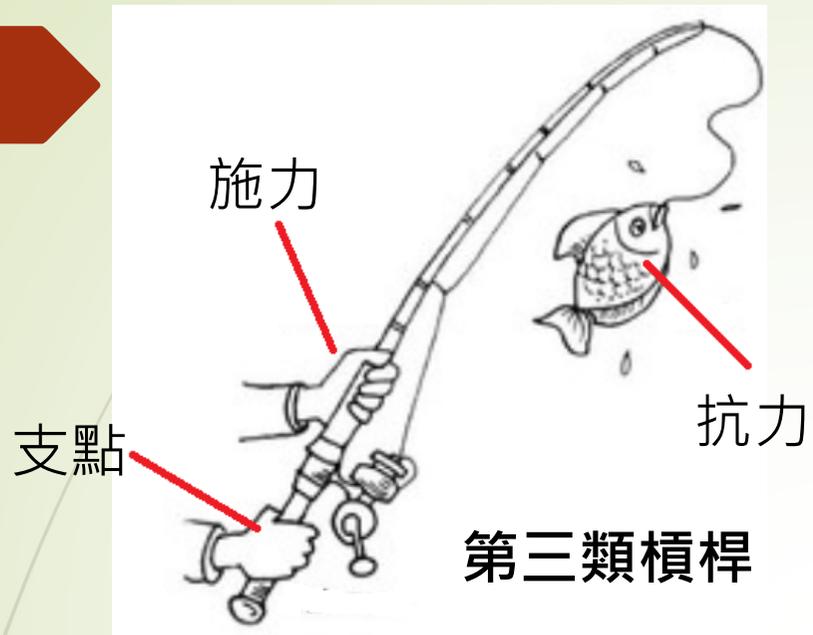


第三類槓桿

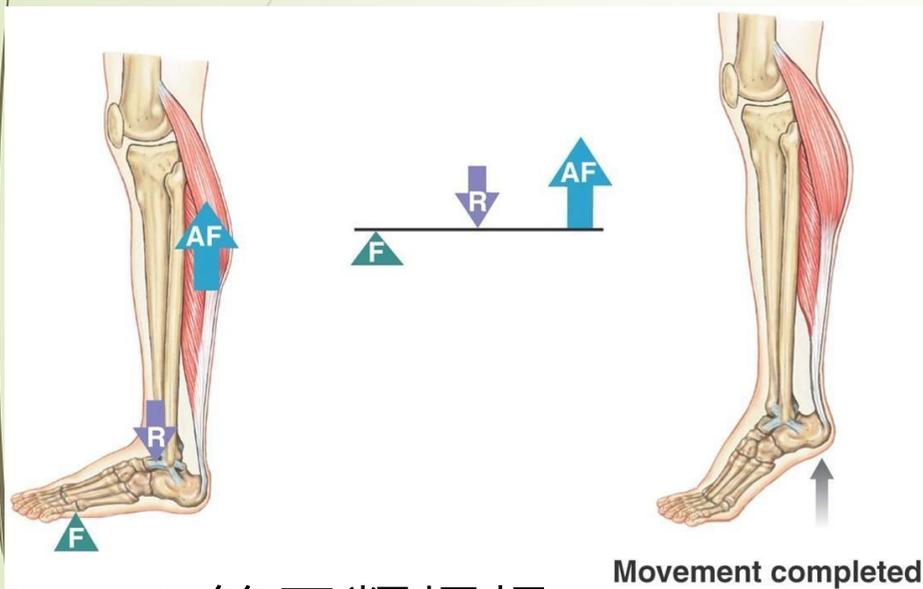
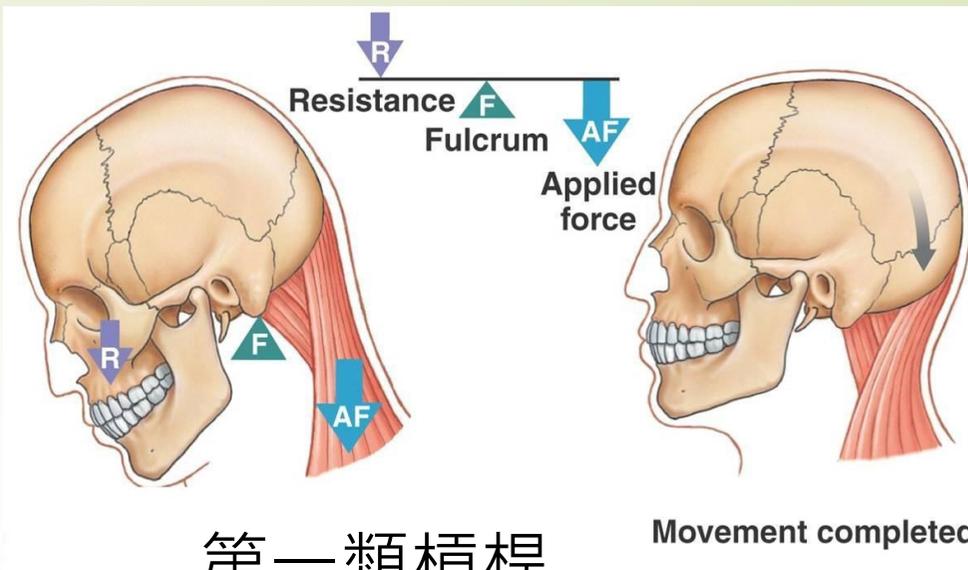


- **施力點**位於支點及抗力點之間
- **優點**：可增加施力所推動物體的速度，所移動物體的距離較第二類槓桿所移動的距離遠。
- **例**：鑷子、筷子、用掃把掃地

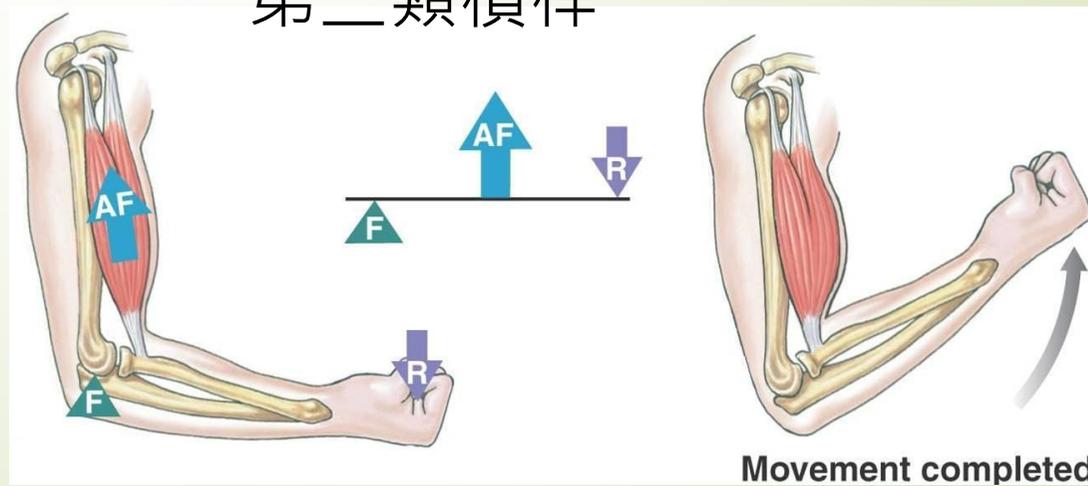




人體結構中的槓桿



第三類槓桿



能量守恆定律

- 能量既不會憑空產生，也不會憑空消失，它只會從一種形式轉化為另一種形式，或者從一個物體轉移到其它物體，而能量的總量保持不變。能量守恆定律是自然界普遍的基本定律之一。
- 生活中，能量會以不同的形式出現：
 - 聲能、光能、電能、熱能、化學能，以及運動的物體所具有的動能。
- 能量有時並不能單憑感官就可以察覺：
 - 如物體由低處移至高處、壓縮的彈簧、伸長的橡皮筋，會增加一種潛在的能量，稱為位能。

能量互相轉換

- 不同形式的能量，彼此之間可以互相轉換。
 - 食物在身體內進行化學變化，產生能量，使我們能夠呼吸、血液循環、維持體溫，以及有力量工作或跑步。這是因為食物中貯存的化學能。
 - 電池的化學能轉換為電能，電能又使馬達轉動產生動能，因摩擦及震動，部分能量會轉化成熱及聲音(均屬能量)。
 - **重力鐘擺模型**中，重錘下墜釋放位能，轉代成動能使擺錘擺動。
 - **投石器模型**中，橡皮筋被拉長貯存了彈力位能，當放開手時，彈力位能轉代成投擲物的動能，將其擲出。
 - 陽光的輻射能聚集到凸透鏡，產生的高熱將紙張燒破一個洞。