

# 力的概念

1.) 物體受力：形變 or 運動狀態改變。

1. 形變：伸長、壓縮、彎曲、扭曲。

2. 運動狀態改變：速度改變、方向改變。

☆ 施力時，兩種效應往往一起發生，如打球。

☆ 物體形變必受力；但是有受力，不一定形變。→施力時，力的效應不一定產生。

2.) 力的種類：

1. 接觸力：彈力、拉力、推力、摩擦力、浮力、壓力

2. 非接觸力（超距力）：重力、萬有引力、靜電力、磁力

3.) 力的單位：

1. 重力單位：公斤重（kgw）、公克重（gw）

☆ 在地球表面上，質量 1 公斤所受的重力為 1 公斤重

2. 絕對單位：牛頓（NT）、達因（dyne）

4.) 描述力的三要素：

1. 大小 → 長度

2. 方向 → 箭頭

3. 作用點 → 起點

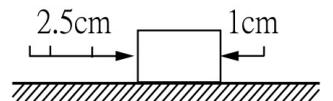


例：若以「 $\rightarrow$ 」代表向東施力 20 公斤重，

則「 $\leftarrow$ 」可以代表向西施力10公斤重

例：一物體在光滑平面上，它受力的狀態如附圖：（1 cm 代表 20 gw），則：此物體受到向右的力大小為50 gw。

受到向左的力大小為20 gw。



5.) 力的測量：以形變量 or 運動變化量測大小，以彈簧秤測量。

1. 伸長量：伸長的長度 = 全長 - 原長。

2. 彈性：物體受力形變後，除去外力，可恢復原狀。

彈力：彈性恢復力（在彈性限度內，外力 = 彈力）

3. 彈性限度：彈簧能承受的最大外力

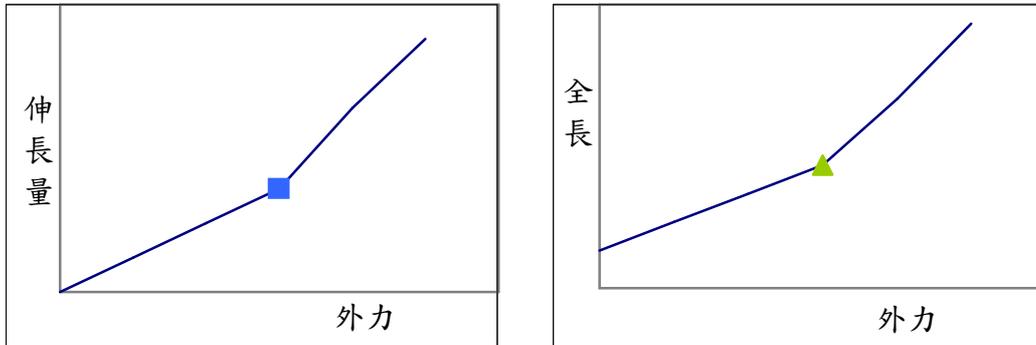
彈性疲乏：在彈性限度內，長期受力而使彈性消失的現象。

此時除去外力，彈簧不會恢復原狀。

★ 4. 虎克定律：在彈性限度內，外力與彈簧形變量成正比。

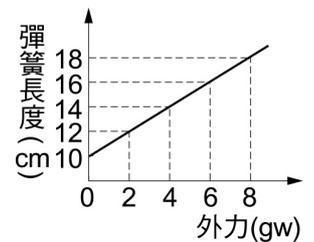
5. 公式： $F = k \cdot \Delta x \Rightarrow F \propto \Delta x$
- $F$ ：外力→法碼重或手的拉力。
  - $\Delta x$ ：伸長量。
  - $k$ ：彈性係數→不同彈簧有不同的值。

6. 實驗的圖形：



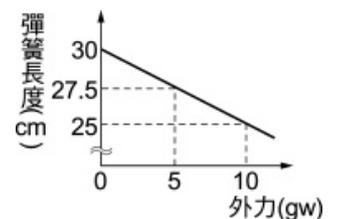
例：附圖是一彈簧受力後，長度與外力之關係圖，則：

- 此彈簧不受力時的長度為 10 cm。
- 使此彈簧伸長 1 公分，需施力 1 gw
- 於彈簧下掛某物體時，其彈簧伸長量為 5 cm，此物體重量為 5 gw。



例：圖是一彈簧之受力壓縮後，其長度與外力之關係圖，今於彈簧上靜置 8 公克重的物體，則：

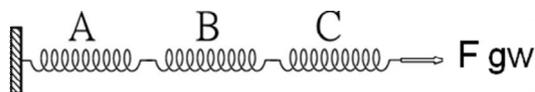
- 此彈簧不受力時的長度為 30 公分。
- 其彈簧的壓縮量為 4 公分。
- 此時彈簧長度為 26 公分。



☆ 彈簧的串聯與並聯關係：

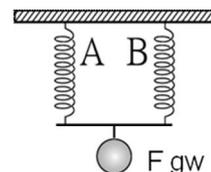
1. 串聯：將數個彈簧串接時

- 各彈簧的**受力皆相等**  $\Rightarrow F = F_A = F_B = F_C$ 。
- 總伸長量為各彈簧伸長量之總和  $\Rightarrow X = X_A + X_B + X_C$ 。



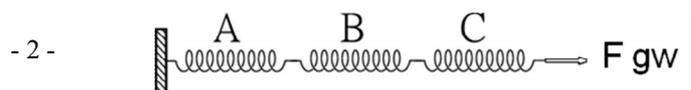
2. 並聯：將相等長度的彈簧並列連接時

- 各彈簧**受力總和與物重相等**  $\Rightarrow F = F_A + F_B$ 。
- 各彈簧**伸長量皆相等**  $\Rightarrow X_A = X_B$ 。

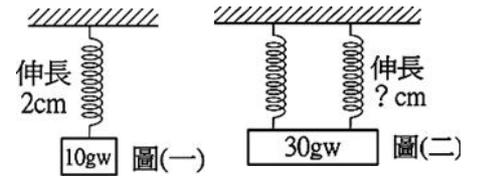


例：A、B、C 為相同彈簧，當下端各掛 20 gw 的重物時，伸長量均為 2 cm。若將三者作如圖連接，並施力 30 gw，均在彈性限度內，則：

- 受力大小：A 30 gw；B 30 gw；C 30 gw。
- 彈簧伸長量：A 3 cm；B 3 cm；C 3 cm。



例：有一彈簧，其下端掛 10 gw 時，伸長 2 公分，如附圖(一)，若將與其相同的彈簧二條合併使用，其下端掛 30 gw 時，如附圖(二)，每一條均伸長 3 公分。(均在彈性限度內)



6.) 力的合成 & 分解：

1. 物體受各分力的作用 = 物體受一合力的作用
2. 各分力同方向 (夾  $0^\circ$ ) 時：合力最大  
各分力反方向 (夾  $180^\circ$ ) 時：合力最小  
分力夾一角度時，用平行四邊形法求合力
3. 合力的大小範圍：分力差  $\leq$  合力  $\leq$  分力和
4. 力的分解：將一力分成 2 個以上的力，通常分成 2 個  $\perp$  的力。

例：兩力 3、4gw，作用於同一物體時，則：

- ① 當其夾角為  $0$  度，合力 7 gw。
- ② 當其夾角為  $90$  度，合力 5 gw。
- ③ 當其夾角為  $180$  度，合力 1 gw。
- ④ 其合力大小的範圍  $1 \text{ gw} \leq F \leq 7 \text{ gw}$ 。

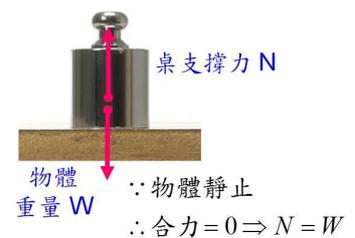
7.) 力的平衡：

1. 分力互相抵銷，使合力 = 0  $\Rightarrow$  靜力平衡。

2. 兩力平衡：
 

{	大小相等
	方向相反
	作用在同一直線上。

- 8.) 支撐力：一物體置於桌面，只受重力(W)與支撐力(F)作用，重力(W) = 支撐力(F)，方向相反。

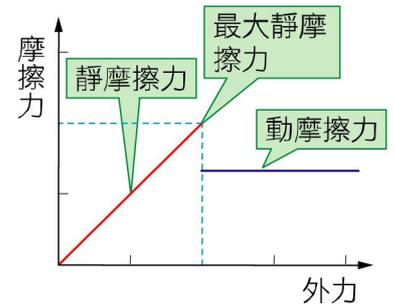


# 摩擦

1.) 摩擦力 ( $f_{\text{摩}}$ ): 在接觸面間**阻止運動**的力，與物體運動方向相反。

2.) 摩擦力種類：

1. 靜摩擦力：非定值，與外力相同。
2. 最大靜摩擦力：恰運動時的最大外力，為定值。
3. 動摩擦力：物體運動時的摩擦力，為定值。



☆ 物體受力情形 v.s. 運動狀態：

1. 靜止的物體受力作用時：
  - a. 若此力小於最大靜摩擦力，則外力恰等於靜摩擦力，物體保持不動。
  - b. 若此力大於最大靜摩擦力，則物體會產生運動。
2. 運動中的物體受力作用時，運動速度可能變快、變慢或改變運動方向。

☆ 靜止的物體：

1. 沒有運動傾向  $\rightarrow f_{\text{摩}}=0$ 。
2. 有運動傾向  $\rightarrow f_{\text{摩}}\neq 0$ 。

2.) 影響摩擦力的因素：

1. 接觸面性質：粗糙 $\rightarrow$ 摩擦力大。
2. 正向力大小（重量）：正向力越大 $\rightarrow$ 摩擦力大。

3.) 如何減少摩擦力：

1. 改變接觸面性質。
2. 加入潤滑油。
3. 以滾動代替滑動。

4.) 摩擦力的優缺點：

- ☆ 優點：花紋、釘鞋 $\rightarrow$ 增加摩擦力，避免滑倒。
- ☆ 缺點：使機械受損，降低效率。

# 壓力

## 1.) 壓力 (P):

1. 定義：單位面積所受的正向力。

2. 公式：
$$P = \frac{F(\text{力})}{A(\text{面積})}$$
 單位： $\frac{gw}{cm^2}$ ， $\frac{kgw}{m^2}$

3. 由物體的凹陷程度可以看出壓力。  
凹陷越多，壓力越大

4. 固體的重量向下，只可用此公式。

## ★ 2.) 液體壓力：由液體的重量所造成

1. 液體中任一點的各方向壓力相同，無固定方向，與接觸面垂直。

2. 種類：

側壓力：側邊液體造成的壓力。

上壓力：上方液體造成的壓力。

下壓力：下方液體造成的壓力。

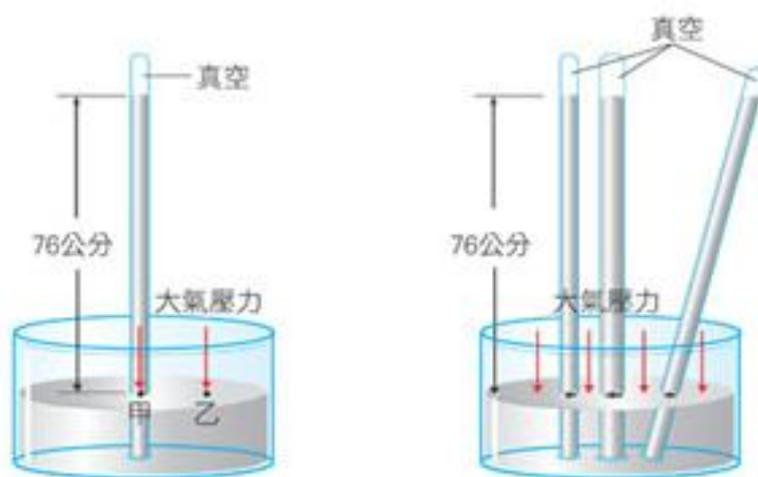
3. 計算公式：
$$P = h(\text{深度}) \times d_{\text{液}}$$
 單位： $\frac{gw}{cm^2}$

壓力與深度、液體密度有關 (h ↑ or d, p ↑)

- 3.) 大氣壓力：因為大氣的重量所造成
1. 大氣主要分佈在地表 32 km 內，愈高愈稀薄
  2. 特點：
    - a. 壓力無特定高度，與接觸面 $\perp$ 。
    - b. 壓力隨高度增加而減少，每上升 100 m，水銀柱高下降 0.8cmHg
  3. 測量：
    - a. 馬德堡半球實驗→大氣壓力很大。
    - b. 托里切利實驗→以 Hg 測出大氣壓力為 76cmHg。
      - i. 托里切利實驗：
 

倒立時，水銀面上為托里切利真空。

水銀的高度為 76cm，不受粗細、傾斜影響。



4. 單位：cmHg、mmHg、百帕(hb)（氣象上使用）

$$\begin{aligned}
 1 \text{ atm} &= 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} \\
 &= 76 \text{ cm} \times 13.6 \frac{\text{g}_w}{\text{cm}^3} = 1033.6 \frac{\text{g}_w}{\text{cm}^2} \\
 &= 1013 \text{ 百帕 (hb)}
 \end{aligned}$$

5. 應用：吸管、吸塵器、抽水機

4.) 連通管：底部相連的容器。

1. 原理：液體呈靜止狀態時，各容器的液面等高，  
不管大小、粗細。
2. 應用：自來水供應系統、噴泉。

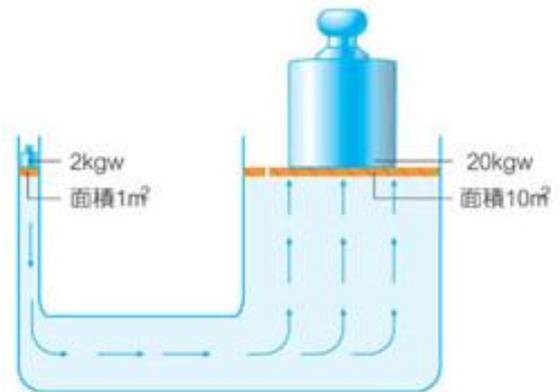


5.) 帕斯卡原理：

1. 內容：密閉容器中的液體，任一部份受壓時，會以相同大小的壓力傳到其他部分。

2.  $P_{\text{大面積}} = P_{\text{小面積}} \Rightarrow \frac{F_{\text{大}}}{A_{\text{大}}} = \frac{F_{\text{小}}}{A_{\text{小}}} \Rightarrow \text{移動距離：小面積} > \text{大面積}$

3. 應用：千斤頂、油壓煞車、起重機。



# 浮力

## 1.) 浮力 (B):

1. 向上的力，單位：gw、kgw
2. 物體在液體中減輕的重量。  $\Rightarrow B = W_{\text{空}} - W_{\text{液}}$
3. 浮力 = 物體排開的液體重。  $\Rightarrow$  浮力原理 (阿基米得原理)
4.  $B = V_{\text{沒}} \times D_{\text{液}}$  (沒入液面下體積  $\times$  液體密度)
  1. 沒入的  $V$  越大， $B$  越大。
  2. 液體密度越大， $B$  越大。

## 2.) 浮體 vs. 沈體:

- |   |  |
|---|--|
| { | 沈體：當 $D_{\text{物}} > D_{\text{液}}$ (下沉)， $B > W_{\text{物}}$ ， $B = V_{\text{沒}} \times D_{\text{液}}$ |
|   | 浮體：當 $D_{\text{物}} < D_{\text{液}}$ (上浮)，   |
|   | 當 $D_{\text{物}} = D_{\text{液}}$ (靜止在液體中)， $B = W_{\text{物}}$   |

## 3.) 應用：輪船、魚、潛水艇、天燈、熱氣球