

高中常見物質間巨觀的作用力

<Note> 力 ∈ 向量所以除需注意各種力存在的條件以外更需知道各種力的大小關係式及方向。

一、固體間的接觸力

| 作用力 | 彈簧力 | 正向力 | 摩擦力 | 張力(繩子) | 樞紐力 |
|-----|-----------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---------------------------|
| 關係式 | $\vec{F} = -k\Delta\vec{x}$ | \vec{N} (不定,由其他力決定) | 1.靜 $f_s \leq \mu_s N$ 2.動 $f_k = \mu_k N$ | \vec{T} (不定,由其他力決定) | \vec{N} (不定,由其他力決定) |
| 方向 | 彈簧對外之施力與長度變化的方向相反 | 在兩接觸面的法線方向 | 在與兩接觸面間(欲)相對運動的反方向 | 在繩子接觸點的切線方向 | 不定,由其他力決定 |
| 屬性 | 接觸力 | 接觸力 | 1.接觸力。 2.動、靜摩擦力判斷:由兩接觸面間相對運動決定 | 接觸力 | 1.接觸力。 2.可視為正向力與摩擦力之結合 |

二、流體的接觸力

| 作用力 | 流體碰撞力 | | 表面張力 |
|-----|---|---|--|
| | | | 浮力 B(流體壓力總效應) |
| 關係式 | 我們通常以單位面積上所受的正向力(垂直總力)來表示,即壓力 $P = \frac{F_{\perp}}{A} = \frac{F}{A_{\perp}}$ →流體作用於平面 A 的總力等於壓力乘以垂直於力的面積 $F_{\text{流體}} = P_{\text{流體}} \times A_{\perp}$ | B=排開的流體重($\rho_{\text{流體}} V_{\text{沒入}} g$) = $W_{\text{空氣中}} - W_{\text{流體中}}$ 1.沉體: $\rho_{\text{物}} \geq \rho_{\text{流}}$ (1)沒入體積 $V_{\text{沒入}} = V_{\text{物體}}$ (2)浮力 $B = \frac{\rho_{\text{流體}}}{\rho_{\text{物體}}} \times W_{\text{空氣中}}$ 2.浮體: $\rho_{\text{液}} \geq \rho_{\text{物}}$ (1)沒入體積 $V_{\text{沒入}} = \frac{\rho_{\text{物體}}}{\rho_{\text{流體}}} \times V_{\text{物}}$ (2)浮力 $B = W_{\text{物重}}$ (浮力=物體重量) | 我們通常以單位長度上所受的垂直拉力來表示分子內聚力,即表面張力 $\vec{T} \equiv \frac{\vec{F}_{\text{分子間}}}{l_{\text{總長}}}$ |
| | 靜止液體的壓力 | 氣體壓力 | |
| | $P_{\text{靜止液體}} = \rho gh$ | 1.開放式大氣壓力 2.密閉容器內理想氣體 $PV = nRT = \frac{2}{3} E_t$ | |
| 方向 | 靜止狀態的流體時,作用於流體之力在接觸面的法線方向。 | | 在接觸面的切線方向 |
| 屬性 | 靜止流體壓力的特性: (一)在一靜止流體中任一點受到各方向的壓力皆相等。否則,若有一方的壓力較大,則流體將受此壓力流動而非靜止。 (二)靜止液體中,所受的 <u>外力應垂直於液體表面</u> 。 (三)流體平衡水平面與 \vec{g} 垂直。 | | ※當系統在加速系時,其 g 會變 $\vec{g}' = \vec{g}_0 - \vec{a}$ 、浮力會變,但浮體沒入液體體積不變。 1.接觸力。 2. $\vec{F}_{\text{分子間}} = T \times l_{\text{總長}}$ |

三、超距力

| 作用力 | 萬有引力 (重力) | 靜電力 | 磁力 |
|-----|---|--|--|
| 關係式 | 兩質點(或球體、球殼)間 $\vec{W} = \frac{GMm}{r^2}$ 重力場 $\vec{g} \equiv$ 單位質量之重力 $\frac{\vec{W}}{m}$ (即 $\vec{W} = m\vec{g}$) \rightarrow (1) $\vec{g}_{\text{質點或球}} = \frac{GM}{r^2}$ (2) 僅受重力時 $\vec{a} = \vec{g}$ | 兩點電荷間 $\vec{F}_e = \frac{kQq}{r^2}$ 電場 $\vec{E} \equiv \frac{\vec{F}_{\text{靜電庫侖力}}}{q}$ 即 \vec{E} = 每庫侖的靜電庫侖力 | 1. 兩磁極間 $\vec{F}_m = \frac{Km_1m_2}{r^2}$ 2. 載流導線在磁場中 $\vec{F}_m = I(\Delta\vec{l} \times \vec{B})$ 3. 運動電荷在磁場中 $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$ |
| 方向 | 在兩質點的連心線上 | 在兩點電荷的連心線上 | 1. 兩磁極連心線。 2. 垂直於 \vec{I} (\vec{v}) 且垂直於 \vec{B} 。 |
| 屬性 | 1. 超距力。 2. 地表重力場可視為定值。 | 1. 超距力。 2. 兩平行板間電場可視為定值。 | 1. 超距力。 2. 運動電荷在磁場中的磁力恆不作功。 $\because \vec{F}_m \perp \vec{v}(\Delta\vec{l})$ |

====<自然界的力>=====

到目前為止，我們學到許多種不同的力，有物體的重量、推力、拉力、繩張力、摩擦力、正向力、空氣阻力，以及彈簧的恢復力等。其他我們尚未學到，卻常能感受到的有靜電力、磁力等。我們不禁要問，以上這麼多形形色色的力，可否加以分類？自然界中到底存在多少種基本力？

物理學家發現，自然界中許多看似不同的力，基本上可以分成四類。其中之一是重力 (gravitational force)，也就是萬有引力，它存在於有質量的兩物體間。因為地球的吸引，物體有重量而被束縛在地球上、大氣有重量而產生大氣壓力、月球繞著地球運轉不能離去。同樣地，因為星球間的重力，使得宇宙間的星體成羣聚集。

一般我們可察覺的各種力，除重力之外，都是電磁力 (electromagnetic force)。電磁力是存在於電荷間的一種交互作用力，靜止的電荷間有靜電力，運動的電荷間則除了靜電力外還有磁力。由於電力與磁力彼此有關，所以常被合稱為電磁力。因為電磁力的作用，帶負電的電子和帶正電的原子核可組合形成原子、原子與原子可組成分子、而分子與分子可以組成物體。因為有電磁力的作用，當物體接觸面受擠壓時，原子間距離變小，原子間的電磁排斥力便形成了巨觀的正向力。而當繩子受伸張時，原子間的距離變大，原子間的電磁吸引力便形成了巨觀的繩張力。

物理學的研究發現，從廣大的宇宙到微小原子間，只有重力與電磁力兩種基本作用力。但是當研究深入到原子核內部時，科學家又發現了另兩種基本力，即強作用力 (strong interaction force) 與弱作用力 (weak interaction force)。因為這兩種力作用的範圍非常短，所以平常不為我們的感官所察覺，屬於短程力。

強作用力是存在於強子之間的交互作用力，其作用的範圍在 $10^{-16}\text{m} \sim 10^{-15}\text{m}$ 之間。因為強作用力，使得質子與中子被束縛在一起而形成原子核。另外弱作用力則是與放射性蛻變有關的力，作用的範圍遠小於 10^{-16}m 。

物理學家發現自然界中只有重力、電磁力、強作用力、及弱作用力等四種基本作用力，許多表現不同的相互作用力，最後都可以用這幾種基本力來說明。這四種力雖然不盡相同，卻有許多相似的地方，物理學家進一步思考這些力可否統一成更少的幾種或一種作用力呢？愛因斯坦晚年即致力於這方面的研究，企圖將萬有引力與電磁力統一起來。1979年，普拉修 (Sheldon Lee Glashow, 1932-)、薩拉姆 (Abdus Salam, 1926-1996)、和溫柏格 (Steven Weinberg, 1933-) 三人因為證明弱作用力和電磁力可被整合成電弱力 (electroweak force) 而獲頒諾貝爾物理獎，至此基本作用力的數目便由四變成三。

摘自「高級中學物質科學物理篇」---林明瑞著作
南一書局出版社