

CONTENT MENU - 二模前複習

靜力平衡::三力平衡

2. 拉密定理

$$\frac{\sin\theta_1}{F_1} = \frac{\sin\theta_2}{F_2} = \frac{\sin\theta_3}{F_3}$$

- 提示：這其實就是運用第一點加上**正弦定理**。

萬有引力::地表附近重力::推導

- 地表附近重力： $F_g = mg$
 - 推導

$$F_g = \frac{GMm}{r^2} = \frac{GM_e \cdot m}{(R_e + h)^2} \wedge F_g = W = mg$$

$$\rightarrow g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

設環境於地表附近，則 $R_e \gg h$

$$\rightarrow g = \frac{GM_e}{R_e^2} \approx 9.8 \text{ m/s}^2$$

萬有引力::軌道運動::行星運動三大定律

克卜勒行星運動三定律

- 軌道定律：行星以橢圓軌道繞行太陽，而太陽位於橢圓焦點上
 - 平均軌道半徑 $R = \text{avg}(\text{遠日距 } r_{\max}, \text{近日距 } r_{\min}) = 2a$
- 面積定律：「行星與太陽的連線所掃過的面積速率保持不變」
 - 行星在遠日點移動最慢，在近日點移動最快
- 週期定律：繞同個中心轉的各天體，皆符合 $R^2 \propto T^3$

- 常稱太陽系各行星的 $\frac{R^3}{T^2} = K$

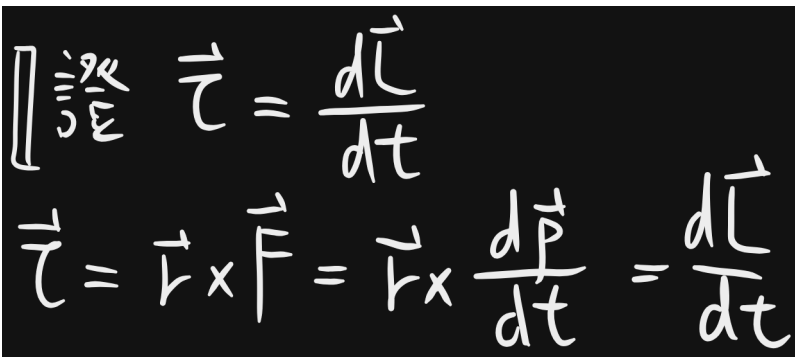
動量與角動量：：力矩：：淨力矩等於角動量時變率

淨力矩 = 角動量時變率

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

回顧：Ch4：：力矩

推導



Handwritten derivation on a blackboard:

$$\begin{aligned} \text{[證]} \quad \vec{\tau} &= \frac{d\vec{L}}{dt} \\ \vec{\tau} &= \vec{r} \times \vec{F} = \vec{r} \times \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d\vec{L}}{dt} \end{aligned}$$

熱學

HEP (II) Ch8 熱學

8-1 理想氣體方程式

理想氣體方程式

$$PV = nRT$$

- 常用的物理常數
 - 氣壓： $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1013 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$
 - 體積： $1000 \text{ L} = 1 \text{ m}^3$
 - 體積（公分—公尺）： $10^6 \text{ cm}^3 = 1 \text{ m}^3$
 - 這個真的錯過好多遍！請謹記在心。

- 理想氣體常數（SI）： $R = 8.31(J/mol \cdot K)$
- 理想氣體常數（化學）： $R = 0.082(atm \cdot L/mol \cdot K)$
- （附註）其他會出現的物理量
 - 分子量 $M = \frac{m}{n}$
 - 密度 $\rho = \frac{m}{V}$
- 理想氣體方程式一別的表達形式
 - $PV = \frac{m}{M}RT$
 - $PM = \rho RT$

8-2 氣體運動論

微觀的理想氣體方程式

$$PV = NkT$$

- 分子運動模型
 - 單一分子的物理量
 - 單一分子的質量 $m_i = m$
 - 單一分子對其中一個器壁施作用力 F_i
 - 單一分子在三個維度的速度分量 v_{ix}, v_{iy}, v_{iz}
 - 因為分子移動沒有規律，因此假設在三個維度中的速度分量皆相同，設為 v_{id}
 - 分子的平均現象
 - 定義單維度的方均速率 $\bar{v}_d^2 = \frac{v_{1d}^2 + v_{2d}^2 + \dots}{N}$
 - 定義方均速率 $\bar{v}^2 = \bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2$
 - 定義方均根速率 $v_{rms} = \sqrt{\bar{v}^2}$
 - 想法：速率原本是向量，而向量可以表示為各分量的向量和，又取完絕對值後可以表示為在三個維度分量的平方開根號，再平方即得如此假設一般 $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$ 的形式。
 - 平均動能 $\bar{K} = \frac{1}{2} m \bar{v}^2$
 - 系統綜觀的物理量
 - 分子數量 N
 - 氣體總質量 $\sum m_i = Nm$
 - 器壁假設為正方體空腔，邊長 L

- 器壁單邊面積 $A = L^2$
- 器壁內體積 $V = L^3$
- 氣體密度 $\rho = \frac{Nm}{L^3}$
- 器壁受總力 F
- 器壁受壓力 P
- 氣體總內能 $E = N\bar{K}$
 - 提示：因為封閉系統內沒有外力作功，所以求得總動能必然等於總內能。

推導

#分子運動與氣壓
 依照力與動量的關係 $F_i = \frac{\Delta p_i}{\Delta t} = \frac{\sum m v_{ix}}{\Delta t} = \frac{m \sum v_{ix}^2}{L}$
 器壁受總力 $F = \sum F_i = \frac{m \sum v_{ix}^2}{L}$ (來回器壁密側)
 $P = \frac{F}{A} = \frac{m \sum v_{ix}^2}{L^2} = \frac{Nm \overline{v_x^2}}{L^3} = \rho \overline{v_x^2}$
 $\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} = 3\overline{v_x^2}$
 $\rightarrow \overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$
 $P = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} \iff \overline{v^2} = \frac{3P}{\rho}, V_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

#分子運動與內能
 $\overline{K} = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$
 $\rightarrow \overline{v^2} = \frac{2\overline{K}}{m}$
 代回 $P = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} = \frac{2\rho \overline{K}}{3m} = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \overline{K}$ (∵ $\rho = \frac{Nm}{V}$)
 移項得 $PV = \frac{2}{3} N\bar{K}$, 又 $N\bar{K} = E$, 得 $E = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} nRT$
 $PV = NkT$
 $\rightarrow \frac{2}{3} N\bar{K} = NkT, \bar{K} = \frac{3}{2} kT$
 代回 $\overline{v^2} = \frac{2\overline{K}}{m} = \frac{3kT}{m}, V_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

結論

- $P = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$
- $PV = \frac{2}{3} N\bar{K}$
- $\bar{K} = \frac{3}{2} kT$
- $E =$
- $v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ or $\overline{v^2} = \frac{3P}{\rho}$
- $v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ or $\overline{v^2} = \frac{3kT}{m}$

8-3 氣體系統的分析

8-3-1 定量系統

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ (定溫)
 $\left[\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \right]$ (定量)
 定壓 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ or $V \propto T$
 定容 $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ or $P \propto T$

8-3-2 氣體混合

$$P_1 V_1 + P_2 V_2 = P' V' \leftarrow \boxed{\begin{matrix} n_1 + n_2 = n' \\ E_1 + E_2 = E' \end{matrix}} \rightarrow n_1 T_1 + n_2 T_2 = n' T'$$

壓力-體積互求 分子數-溫度互求

計算時，任選一邊進行加總。

電流磁效應：：載流導線的磁場

15-1 載流導線的磁場

- 必歐－沙伐定律：描述小段載流導線在空間上一點產生的磁場

$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0 I (\Delta \vec{\ell} \times \hat{r}) \sin \theta}{4\pi r^2}$$

- 電流產生的磁場量值： $\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta \ell \sin \theta}{4\pi r^2}$
 - 【特殊解：當導線垂直該點】 $\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta \ell}{4\pi r^2}$ ($\because \sin 90^\circ = 1$)
 - 【特殊解：當導線平行該點】 $\Delta B = 0$ ($\because \sin 0^\circ = 0$)
- 載流無限長直導線附近的磁場

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

- 【變化：半根無限長直導線】 $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}$ （方向單邊，磁場減半）
- 載流圓線圈中軸上的磁場

$$B = N \cdot \frac{\mu_0 I a^2}{2r^3}$$

- 【變化：線圈】 $B = N \cdot \frac{\mu_0 I}{2a}$
- 【變化：弧導線】 $B = \frac{\mu_0 I}{2a} \cdot \left(\frac{\theta}{2\pi}\right)$
- 螺線管磁場
 - 管內： $B = \mu_0 \frac{N}{L} I = \mu_0 n I$
 - 管外： $B = 0$

電流與電路：：電阻測量

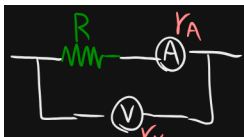
14-3 電阻測量

- 檢流計

- 意義上是測微弱電流用的電流計。另外，也是安培計跟伏特計的必要元件
- 安培計：檢流計**並聯低電阻**，降低流經裝置的電流
- 伏特計：檢流計**串聯高電阻**，降低裝置兩端的電壓

- 高電阻測量法：先串安培計，再並伏特計

- 誤差

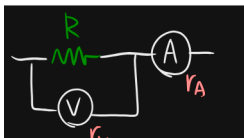


I, V 為 \oplus, \odot 測得之數值

$$R_{\text{測}} = \frac{V}{I} = \frac{V_R + V_A}{I} = \frac{V_R}{I} + \frac{V_A}{I} = R + r_A \rightarrow \text{有正偏差}$$

- 低電阻測量法：先並伏特計，再串安培計

- 誤差



I, V 為 \oplus, \odot 測得之數值

$$R_{\text{測}} = \frac{V}{I} = \frac{V}{I_R + I_v} = \frac{1}{\frac{I_R}{V} + \frac{I_v}{V}} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_v}} \rightarrow \text{有負偏差}$$