

Reynolds 相似律

受黏性力、慣性力及壓力支配的流體運動，若速度為 v 、長度為 l ，動黏性係數為 ν ，依 π 定理得

$$\pi = \nu v^x l^y$$

$$L: 0 = 2 + x + y$$

$$T: 0 = -1 - x$$

解之，得 $x = -1$ ， $y = -1$ ，即得

$$\pi = \frac{\nu}{v l}$$

Reynolds 數 R_e 為上式的倒數，即

$$R_e = \frac{v l}{\nu}$$

原型以下標 P，模型以下標 m 表示，埃及水平方向長度以 L，縮尺以 L_r 表示，即

$$L_r = \frac{L_p}{L_m}$$

假定流體的密度縮尺比 ρ_r 及動黏性係數縮尺比 ν_r 分別為

$$\rho_r = \frac{\rho_p}{\rho_m}, \quad \nu_r = \frac{\nu_p}{\nu_m}$$

得

(1) 流速縮尺比

$$v_r = \frac{v_p}{v_m} = \nu_r L_r^{-1}$$

(2) 時間縮尺比

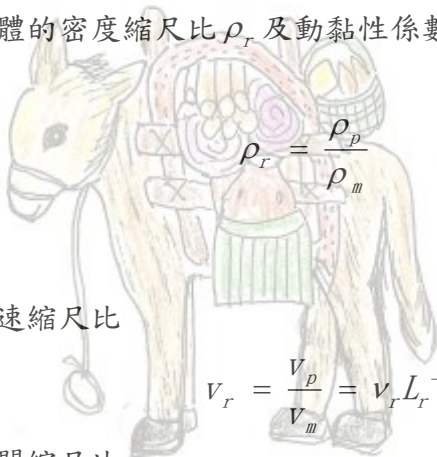
$$t_r = \frac{L_r}{v_r} = L_r^2 \nu_r^{-1}$$

(3) 流量縮尺比

$$Q_r = L_r^3 t_r^{-1} = L_r \nu_r$$



載滿珠寶的駱駝



阿拉丁神燈

載滿貨品的驢子

(4) 加速度縮尺比

$$a_r = L_r t_r^{-2} = v_r^2 L_r^{-3}$$

(5) 質量縮尺比

$$S_r = L_r^3 \rho_r$$

(6) 力縮尺比

$$F_r = S_r a_r = v_r^2 \rho_r$$

(7) 壓力縮尺比

$$P_r = F_r L_r^{-2} = v_r^2 \rho_r L_r^{-2}$$

(9) 動量縮尺比

$$M_r = S_r v_r = \rho_r L_r^2 v_r$$

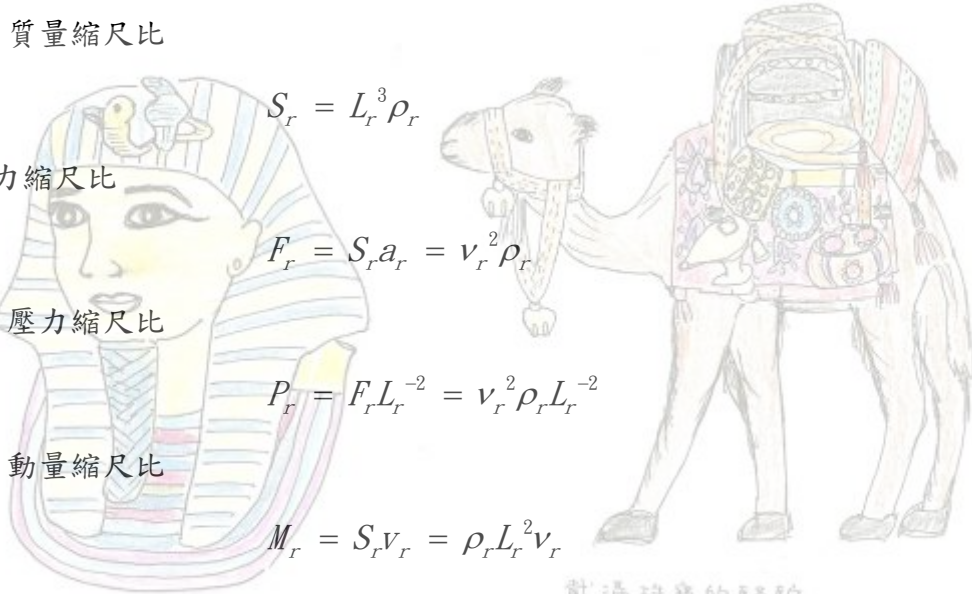
(10) 能量縮尺比

$$E_r = F_r L_r = v_r^2 \rho_r L_r$$

(11) 功縮尺比

2011 埃及尼羅河之旅

$$W_r = E_r t_r^{-1} = \rho_r v_r^3 L_r^{-1}$$



載滿珠寶的駱駝



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

回實用水理學