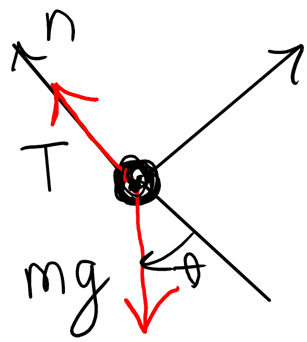
corpo livre (esfera)



$$\sum(\vec{T} + m\vec{g}) = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} \sum \text{forças}_t = ma_t \\ \sum \text{forças}_n = ma_n \end{cases}$$

$$\begin{cases} -mg\sin\theta = m\ell\alpha \\ T - mg\cos\theta = m\ell\omega^2 \end{cases} \longrightarrow \boxed{\alpha = -\frac{g}{\ell}\sin\theta}$$

equação de movimento

$$\alpha = \omega\frac{d\omega}{d\theta}$$

aula 9. 22 de março

$\theta_0 = 0 \rightarrow \omega_0 \neq 0$

$$-\frac{g}{\ell}\int_0^\theta \sin\theta \, d\theta = \int_{\omega_0}^{\omega} \omega \, d\omega$$

$$\frac{g}{\ell}(\cos\theta - 1) = \frac{1}{2}(\omega^2 - \omega_0^2)$$

$$\omega^2 = \frac{2g}{\ell}(\cos\theta - 1) + \omega_0^2$$

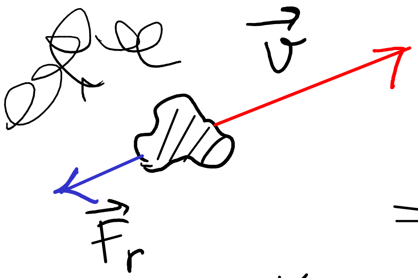
$$T = mg\cos\theta + m\ell\omega^2$$

↑força centrífuga (num referencial não inercial)

Referencial inercial: as leis I e II são válidas.
(espaço absoluto ou em mov. retilíneo uniforme em relação a ele).

$$\Rightarrow \quad T = mg(3\cos\theta - 2) + m\ell\omega_0^2 \qquad \left(\begin{array}{l} \text{se } \omega_0 = 0 \to \theta(t) = 0 \\ \Rightarrow T = mg \end{array}\right)$$

RESISTÊNCIA AO MOVIMENTO NUM FLUIDO



$\vec{F}_r$

$$\vec{v} = v\hat{e}_t \qquad (v > 0)$$

$$\Rightarrow \quad \vec{F}_r = -K f(v)\hat{e}_t \qquad \left(\begin{array}{l} K > 0 \\ f(v) > 0 \end{array}\right)$$

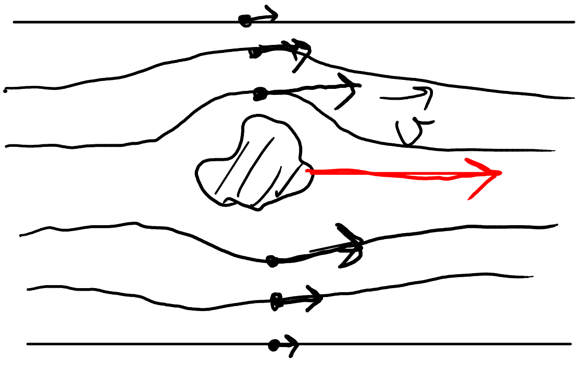
K: depende do tamanho e forma do objeto.

f(v): depende do fluido

se não houver turbulência,

$$\Rightarrow \quad f(v) = Av + Bv^2$$

A é devido à viscosidade do fluido (η)



$\vec{v}$ do fluido diminui em função da distância até ele

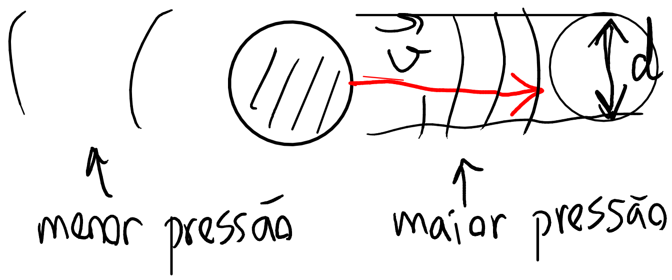
atrito entre "lâminas" (viscosidade)

$$A = \text{constante} \times \eta$$

↑ forma e tamanho do objeto

↖ coeficiente de viscosidade

B é devido às diferenças de pressão no fluido.



Equação de Bernoulli:

$$\text{Pressão} = \frac{f}{C\pi d^2} = \rho v^2$$

ρ = massa volúmica do fluido

$$f(v) = C\pi d^2 \rho v^2$$

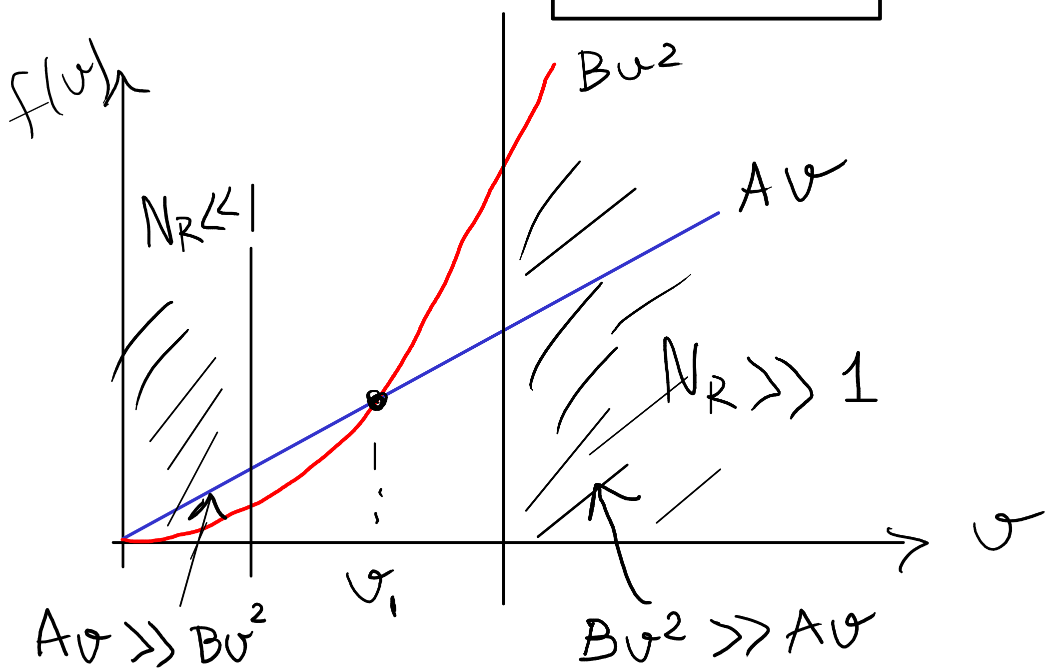
Esfera de raio R.

$$f(v) = 6\pi\eta R v + \frac{\pi}{4}\rho R^2 v^2$$

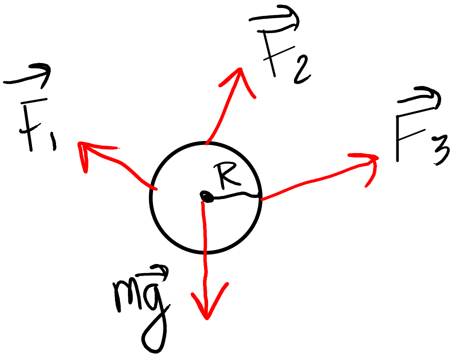
Número de Reynolds

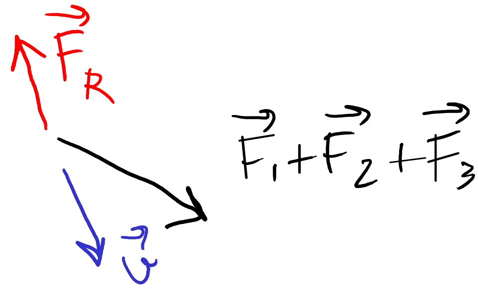
relação $\frac{Bv^2}{Av}$

$$\boxed{N_R = \frac{R\rho v}{\eta}}$$



- $N_R \ll 1 \rightarrow f = Av$ $\quad \boxed{f_{esf.} = 6\pi \eta R v}$
- $N_R \gg 1 \longrightarrow f = Bv^2$ $\quad \boxed{f_{esf.} = \frac{\pi}{4} \rho R^2 v^2}$
  (sem ultrapassar 4000)
- $N_R \gg 4000 \rightarrow$ turbulência.





$$\underbrace{\sum \vec{F}}_{F_R} \longrightarrow \vec{a} \longrightarrow \vec{v}$$

Método:

- admite-se Av ou Bv^2
- determina-se v
- confere-se que N_R seja consistente.