

Měření viskozity kapalin

Dynamická viskozita (Newtonův zákon)

$$\eta = \frac{\tau}{dv/dy} \quad [\text{Pa.s}]$$

Kinematická viskozita

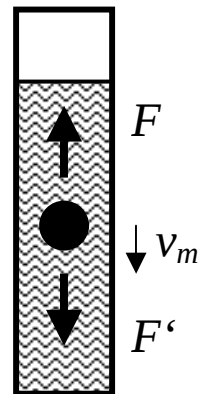
$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad [\text{m}^2\text{s}^{-1}]$$

kinematická viskozita při 15°C

Tekutina	$\nu [\text{cm}^2\text{s}^{-1}]$
Voda	0,01
Vzduch	0,15
Olivový olej	1,0
Glycerín	18
Sirup (melasa)	1200

Newtonovské x nenewtonovské tekutiny

Stokesova metoda



Koule, poloměr r

$$F = 6\pi\eta r v$$

Platí pro $Re \ll 1$ (laminární obtékání), $\rho < \rho_T$,

Vztlak:

$$F' = G - V \rho g = \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_T - \rho) g$$

Rovnovážný stav: $v = v_m$ (mezní) $\Rightarrow$ rovnoměrný pohyb

$$F = F'$$

$$6\pi\eta r v_m = \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_T - \rho) g \quad \Rightarrow \quad \eta = \frac{2}{9} g (\rho_T - \rho) \frac{r^2}{v_m}$$

$$v_m = \frac{2}{9} \frac{g (\rho_T - \rho)}{\eta} r^2$$

korekce na rozměry nádoby (válec o průměru R):

$$\eta = \frac{2}{9} g \frac{(\rho_T - \rho)}{(1 - 2,4r/R)} \frac{r^2}{v_m}$$

Kapilární viskoskozimetry

Založeny na Poisellově vztahu:

$$V = \frac{\pi r^4 p t}{8 \eta l}$$

V je objem kapaliny, která proteče trubicí kruhového průřezu o poloměru r a délky l za dobu t při přetlaku p

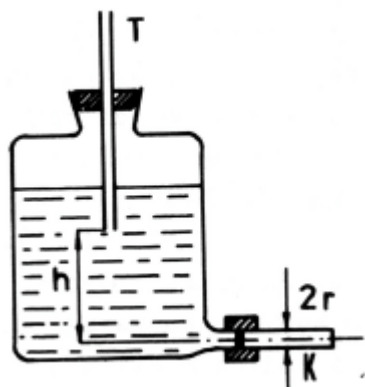
Platí pro laminární proudění $Re < 1000$

Pro větší rychlosti Hagenova oprava:

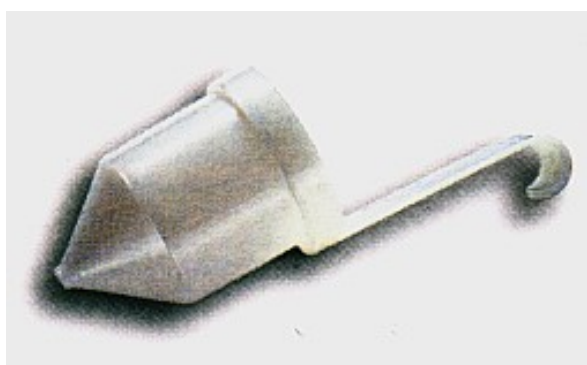
$$\eta = \frac{\pi r^4 p t}{8 V l} - n \frac{\rho V}{8 \pi l t}$$

kde $n \approx 1,1$

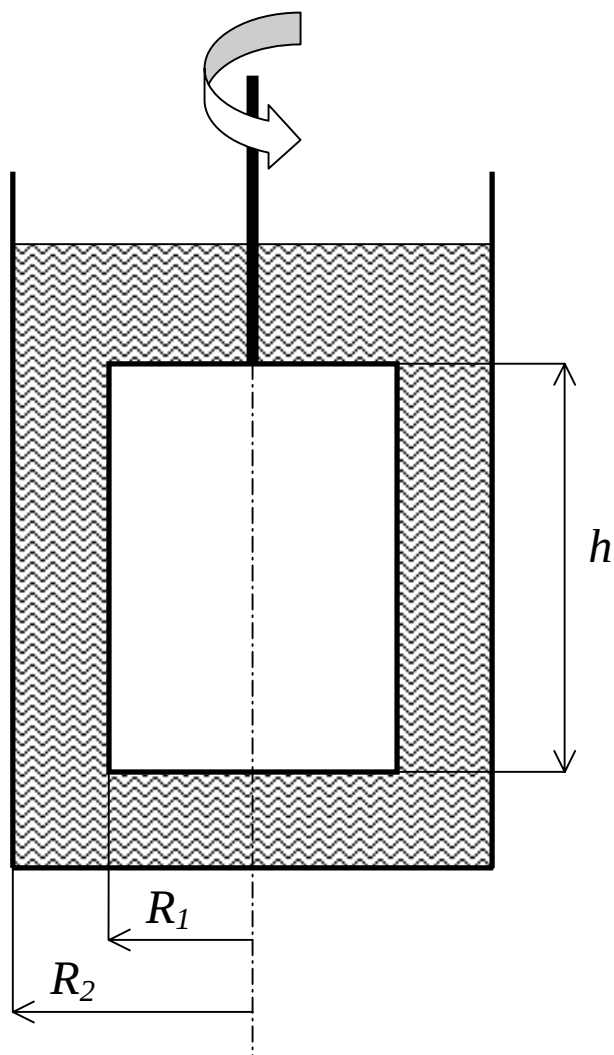
Mariotteova láhev



$$p = h \rho g$$



Rotační viskozimetry



frekvence otáčení 0,1Hz – 1Hz

$$T(r) = \tau \cdot 2\pi r h \cdot r$$

$$\tau = \eta \frac{dv}{dx}$$

$$\tau(r) = \frac{T}{2\pi r^2 h} \quad \frac{dv}{dx} = r \frac{d\omega}{dr}$$

okrajové podmínky:

$$\omega = 0 \quad \text{pro} \quad r = R_1$$

$$\omega = f \quad \text{pro} \quad r = R_2$$

integrace: $T = \frac{4\pi R_1^2 R_2^2 h}{R_2^2 - R_1^2} \eta f = C \eta f$

C je empirická konstanta

Fig. 4: Moment of rotation as a function of the frequency for
a Newtonian liquid
+ Glycerine
o Liquid paraffin

