

{ hydrostatika (ťažisko je v pokoji)
hydrodynamika (pohyb kvapalín)

... ideálna kvapalina je **nestlačiteľná** a pri pohybe **nie je vnútorné trenie**

Kvapalina	$\kappa \cdot 10^{10} \text{ Pa}^{-1}$
Ortuť	0,385
Voda	4,8
Benzén	9,3
Etylalkohol	11,1
Acetón	12,3
Pentán	24,0

κ ... Stlačiteľnosť kvapalín

Molekuly v kvapalinách sú blízko, kde sú veľké atomárne sily a zmena polohy si vyžaduje oveľa väčšie silové pôsobenie ako v prípade plynov.

Takže v ideálnej kvapaline sa považujú za **nestlačiteľné**.

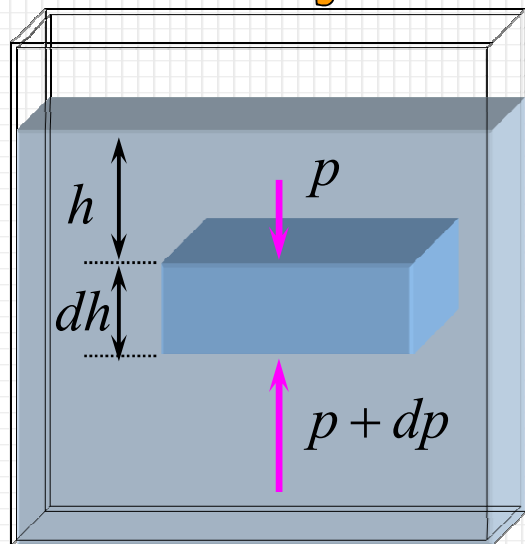
Hydrostatika ideálnej kvapaliny

$$\boxed{p = \frac{F}{S}} \quad \xrightarrow{\text{v kvapalinách}} \quad \boxed{p = \frac{F}{S}} \quad \boxed{p = \frac{dF}{dS}}$$

$p \perp S, \mathbf{p} \parallel \mathbf{F}$

jednotka $[Pa] = [Nm^{-2}]$

Rovnica hydrostatiky - hydrostatický tlak



tiažová sila:

$$dF_g = gdm$$

$$dF_g = g\rho dV$$

$$dF_g = g\rho Sdh$$

$$dF = Sdp$$

$$~~g\rho Sdh = Sdp~~$$

$$\int_0^h g\rho dh = \int_{p_0}^p dp$$

$$g\rho \int_0^h dh = \int_{p_0}^p dp$$

$$g\rho h = p - p_0$$

$$\text{konšt.} = p_0 + \rho gh$$

v grav. poli

$$\text{konšt.} = p_0 + \rho\varphi$$

Všeobecné
potenciálové pole

Pascalov zákon

$$p = p_0 + g\rho h$$

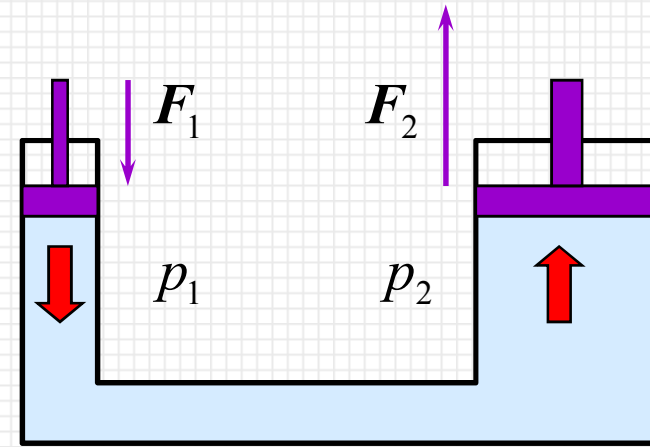
$$p_0 \gg g\rho h$$

$$p = p_0$$

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$$



... výsledná sila je úmerná pomeru plôch

Výsledná sila je väčšia ako iniciačná, ako je to s prácou ?

$$V_2 = V_1$$

$$S_2 h_2 = S_1 h_1$$

$$h_1 = \frac{S_2}{S_1} h_2$$

$$A_2 = F_2 h_2 \quad ?$$

$$A_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1} h_2$$

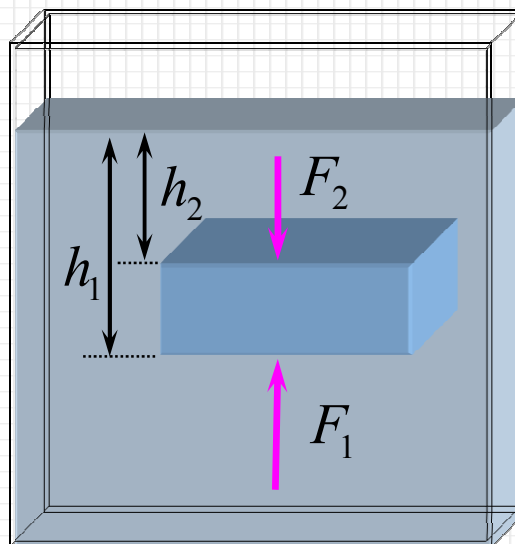
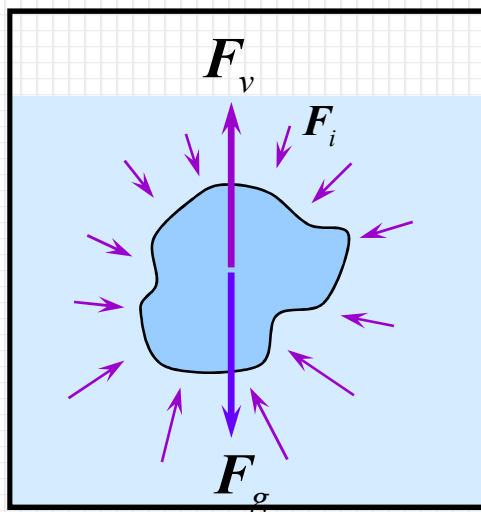
$$A_2 = F_1 h_1$$

$$A_1 = F_1 h_1$$

Získali sme väčšiu silu ale na úkor dráhy!!!

Využitie v praxi: kvapalinové brzdy, hydraulický zdvihák, hydraulický lis

Archimedov zákon



$$F_v = F_1 - F_2$$

$$F_v = p_1 S - p_2 S$$

$$F_v = \rho g h_1 S - \rho g h_2 S$$

$$F_v = \rho g S (h_1 - h_2)$$

$$F_v = \rho g V_k$$

$$\rho_t > \rho_k$$

teleso padá ku dnu

$$\rho_t = \rho_k$$

teleso sa vznáša

$$\rho_t < \rho_k$$

teleso sa čiastočne vynorí

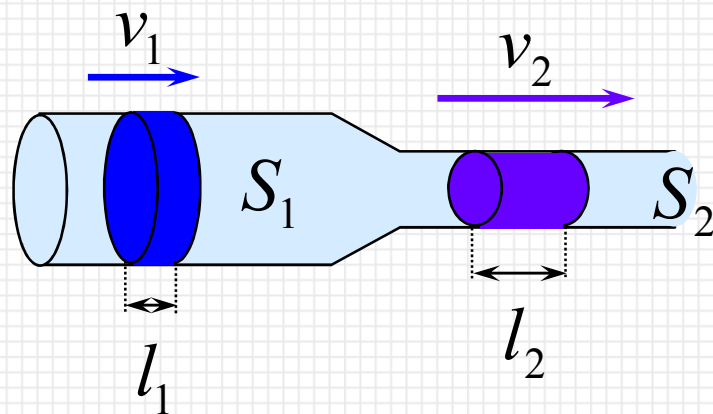
Hydrodynamika - rovnica kontinuity

\mathbf{v} ... rýchlosť Neuvažuje sa prúdenie jednotlivých častí ale pohyb spojitého prostredia – **prúdnice**.

$$\mathbf{v} = f(\mathbf{r}, t)$$

$\mathbf{v} = f(\mathbf{r})$... **ustálené prúdenie, stacionárne** (nie je funkciou času)

ideálna kvapalina = nestlačiteľná
za čas t pretečie rovnaký objem kvapaliny



$$V_1 = V_2$$

$$S_1 l_1 = S_2 l_2$$

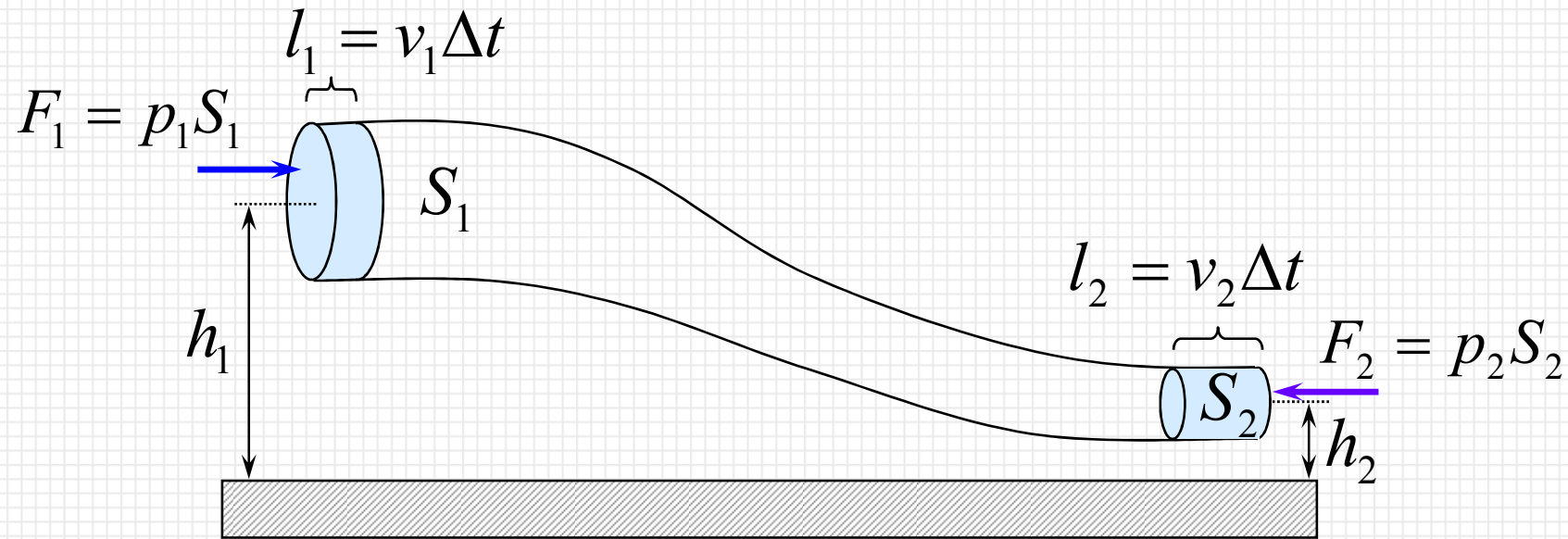
$$S_1 v_1 t = S_2 v_2 t$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

zovšeobecnenie:

$$Sv = \text{konšt.}$$

Bernoulliho rovnica



$$A = F_1 l_1 - F_2 l_2$$

$$A = p_1 S_1 l_1 - p_2 S_2 l_2$$

$$A = p_1 S_1 v_1 \Delta t - p_2 S_2 v_2 \Delta t$$

$$S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t = V$$

$$A = p_1 V - p_2 V$$

$$E = \frac{1}{2} m v_2^2 + m g h_2 - \frac{1}{2} m v_1^2 - m g h_1$$

$$(p_1 - p_2) V = m \left(\frac{1}{2} v_2^2 + g h_2 - \frac{1}{2} v_1^2 - g h_1 \right)$$

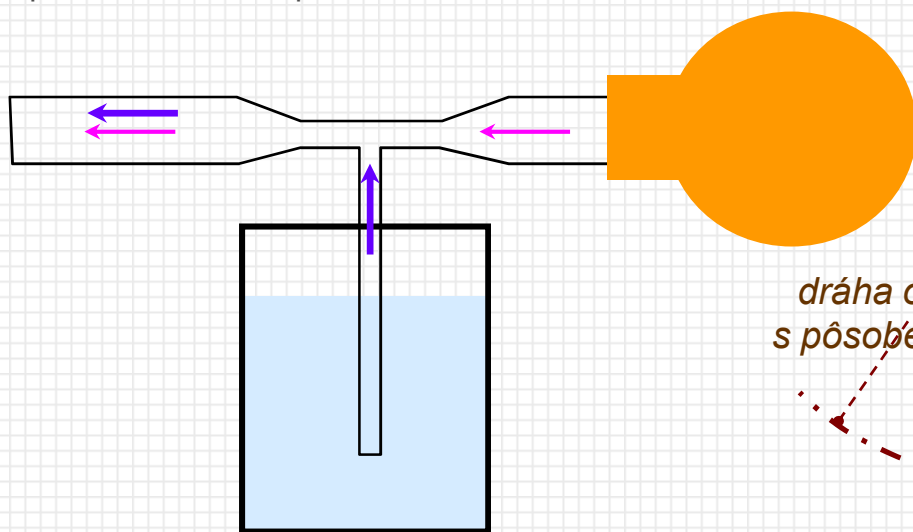
$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2$$

Bernoulliho rovnica v praxi

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h + p = \text{konšt.}$$

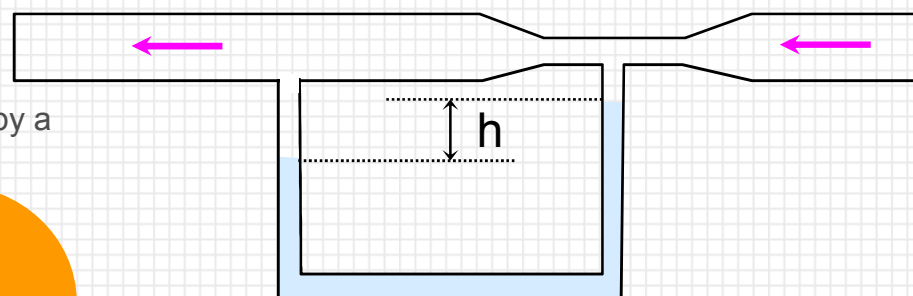
Postrekovače na hmyz, flakóny, striekacie pištole.

Pokles tlaku v zúženom mieste vyťahuje kvapalinu z nádoby a spolu so vzduchom prúdi k ústiu.



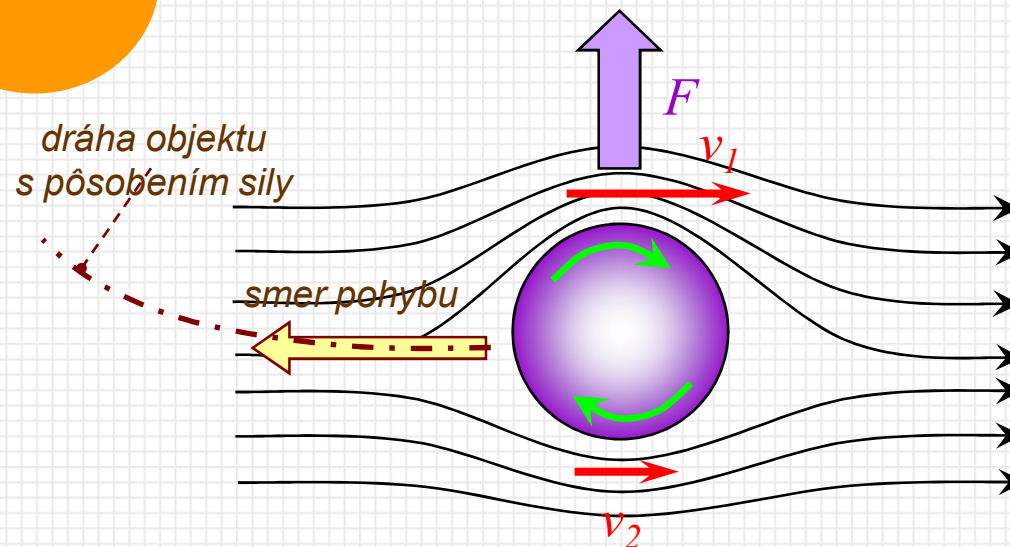
Venturiho meter, Venturiho trubica

Z rozdielu výšok sa dá stanoviť rýchlosť prúdiaceho vzduchu, ak sú známe prierezy zúženého a nezúženého miesta. Podobný princíp sa využíval v automobiloch s karburátorom na nasávanie paliva.



dráha objektu
s pôsobením sily

smer pohybu



Bernoulliho rovnica v praxi

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_a = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_a$$

$$S_1 \gg S_2 \quad v_1 = 0$$

$$\cancel{\rho g h_1} = \frac{1}{2} \cancel{\rho v_2^2} + \cancel{\rho g h_2}$$

$$g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h_2$$

$$v_2 = \sqrt{2 g h}$$

$$h = h_1 - h_2$$

Výtok kvapaliny otvorom v stene nádoby

