

### 3.1.9 Hydrostatický tlak II

**Předpoklady:** 030108

**Pomůcky:** průhledná hadička, obarvená voda, spojené nádoby

**Př. 1:** Dopln tabulku.

kapalina	výška [m]	hustota [ $\text{kg/m}^3$ ]	tlak u dna [Pa]	plocha dna [ $\text{m}^2$ ]	síla na dno [N]
voda	1,25	1000		400	
olej	0,3		2 550		51
rtuť		13500		0,002	108

Stejné postupy jako v minulé hodině.

kapalina	výška [m]	hustota [ $\text{kg/m}^3$ ]	tlak u dna [Pa]	plocha dna [ $\text{m}^2$ ]	síla na dno [N]
voda	1,25	1000	12 500	400	5 000 000
olej	0,3	850	2 550	0,02	51
rtuť	0,4	13500	54 000	0,002	108

**Př. 2:** Z vany plné teplé vody se nikomu nechce. Proto mnohdy i po vytáhnutí špuntu člověk zůstane ve vodě ležet, dokud ji větší část nevyteče. Porovnej dobu, za kterou vyteče voda z vany, když v ní po vytažení špuntu zůstaneš ležet, a dobu, za kterou voda vyteče, když z ní ihned po vytažení špuntu vylezeš. Vysvětli výsledek.

Vana s ležícím fyzikářem vyteče 3:20.

Vana bez ležícího fyzikáře vyteče za 5:35.

Pokud zůstaneme ve vaně ležet, voda vyteče rychleji. Naše tělo vytlačuje vodu  $\Rightarrow$  vodní hladina je výše  $\Rightarrow$  na vodu u odtoku působí větší hydrostatický tlak  $\Rightarrow$  voda vytéká větší rychlostí a vana je dříve prázdná.

**Př. 3:** Jirka si chtěl předchozí příklad ověřit a dobu, po kterou voda vytéká z vany si změřil. Nejdříve měřil vodu bez sebe a po třech dnech vodu v situaci, kdy ve vaně zůstal. Oproti předpokladům podruhé naměřil delší čas. Kde se mohla stát chyba?

Možné příčiny:

- při druhém vypouštění bylo ve vaně víc vody,
- špatně fungující hodinky,
- mezi oběma měřeními se ucpal odpad a voda vytékala pomaleji.

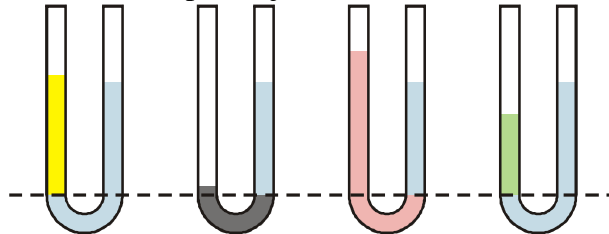
**Př. 4:** Vysvětli, proč se na obou stranách hadičky voda vystoupá do stejné výšky? Na by šlo tento jev využít?

Na obou stranách musí být stejný hydrostatický tlak. Kdyby v jedné z hadiček byla kapalina výše, v dolním oblouku by byl z této strany větší hydrostatický tlak a voda by začal natékat do druhé strany.

Pokus s hadičkou se používá při vyznačování vodorovných čar nebo označování míst ve stejné výšce pomocí **hadicové vodováhy**.

Nádoby spojené dohromady označujeme jako **spojené nádoby**, hladina kapaliny v nich se vždy ustálí (kvůli hydrostatickému tlaku) ve stejné výšce.

**Př. 5:** Do čtyř U-trubic byla nalita voda a jedna z následujících kapalin: olej, líh, rtuť a med. Která kapalina je která?



Hustoty kapalin: voda  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , olej  $\rho = 950 \text{ kg/m}^3$ , líh (ethanol)  $\rho = 790 \text{ kg/m}^3$ , rtuť  $\rho = 13\,500 \text{ kg/m}^3$ , med  $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$ .

Čím má kapalina větší hustotu, tím nižší sloupec kapaliny stačí k tomu, aby vyrovnal tlak sloupce vody  $\Rightarrow$

- šedá a zelená kapalina mají větší hustotu než voda (jde o rtuť a med),
  - rtuť má větší hustotu než med  $\Rightarrow$ 
    - rtuťový sloupec bude nejkratší  $\Rightarrow$  má šedou barvu,
    - medový sloupec bude druhý nejkratší  $\Rightarrow$  má zelenou barvu,
- žlutá a červená kapalina mají menší hustotu než voda (jde o olej a líh),
  - líh menší hustotu než olej  $\Rightarrow$ 
    - líhový sloupec bude nejdelší  $\Rightarrow$  má červenou barvu,
    - olejový sloupec bude druhý nejdelší  $\Rightarrow$  má žlutou barvu.

**Př. 6:** Jak vysoko musí vystoupat v U-trubici nad společné rozhraní s vodou líh, jestliže voda vystoupala do výšky 12 cm.

Kapaliny v obou sloupcích musí působit stejným hydrostatickým tlakem  $\Rightarrow$

$$h_1 = h_1 \rho_1 g = h_2 = h_2 \rho_2 g$$

Upravíme rovnici:  $h_1 = h_1 \rho_1 g = h_2 = h_2 \rho_2 g \quad /: g$

$$h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2 \quad /: \rho_2$$

$$h_2 = \frac{h_1 \rho_1}{\rho_2} = \frac{0,12 \cdot 1000}{790} \text{ m} = 0,15 \text{ m}$$

Líh vystoupá nad společné rozhraní do výšky 15 cm.

**Př. 7:** Urči hustotu neznámé kapaliny, která vystoupila nad společné rozhraní s vodou do výšky 9 cm. Vodní sloupec by o 1 cm vyšší.

Kapaliny v obou sloupcích musí působit stejným hydrostatickým tlakem  $\Rightarrow$

$$h_1 = h_1 \rho_1 g = h_2 = h_2 \rho_2 g$$

Upravíme rovnici:  $h_1 = h_1 \rho_1 g = h_2 = h_2 \rho_2 g \quad /: g$

$$\text{Vyjadřujeme } \rho_2: h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2 \quad /: h_2$$

$$\rho_2 = \frac{h_1 \rho_1}{h_2} = \frac{0,1 \cdot 1000}{0,09} \text{ kg/m}^3 = 1100 \text{ kg/m}^3$$

Neznámá kapalina má hustotu  $1100 \text{ kg/m}^3$ .

**Shrnutí:** Kapaliny vystoupají vždy do takové výšky, aby na jejich rozhraní byl stejný hydrostatický tlak.