

### 3.2.1 Jak tlačí voda?

**Předpoklady:** 030105

**Pomůcky:** sáčky, průhledný obal na spindle CD, akvárium, skleněná trubice s dírou na obou stranách, děravá duše, pumpička, stříkačky, děravá PET láhev na Pascalův zákon

**Př. 1:** Kapaliny a plyny označujeme slovem tekutiny. Jaké vlastnosti mají kapaliny i plyny shodné? V jakých vlastnostech se liší?

Shodné vlastnosti: Plyny i kapaliny nemají stálý tvar, získají od nádoby.

Rozdílné vlastnosti:

- plyny jsou stlačitelné, vyplňují prostor,
- kapaliny jsou téměř nestlačitelné.

**Př. 2:** Vezmi dva stejné pytlíky. Do jednoho naskládej na sebe několik kostek, do druhého nalij vodu o přibližně stejné hmotnosti. Zvedni oba pytlíky. Jaký je rozdíl v jejich tvaru? Co to znamená pro působení kostek na pytlík? Co to znamená pro působení vody na pytlík?

Kostky působí na pytlík pouze směrem dolů, voda tlačí na pytlík i do stran.

**Pedagogická poznámka:** Pokusy v třetím a čtvrtém příkladu dělám rychle za sebou, žáci si dělají poznámky, výsledky rozebíráme a komentujeme vždy až po posledním bodu.

**Př. 3:** Sleduj následující pokusy. Zformuluj tři pravidla, která popisují způsob, jakým tlačí tekutiny.

a) Do pytlíku zavaž vodu. Poté pytlík propíchni, hýbej s ním tak, aby dírka byla chvíli dole, chvíli v boku, chvíli nahoře. Jakým způsobem z dírky vytéká voda?

Jakým směrem tlačí voda na pytlík? Co se stane, když pytlík uzavřeš a zatlačíš na něj?

b) Jakým směrem utíká vzduch z píchlé duše? Jakým směrem vzduch tlačí na duší? Co se stane, když zbývající část duše smáčkneš?

c) Proraž do stěny a dna umělohmotné průhledné nádoby dírky. Ponoř nádobu do vody tak, aby do ní vrchem nenatekla voda. Jakým směrem do nádoby teče voda? Co to říká o směru jejího působení? Co se stane, když dírku ponoříme do větší (menší hloubky)?

d) V tetrapackové krabici od mléka jsou v různých vzdálenostech ode dna dírky. Co se stane, když krabici naplníme vodou?

a) Voda vytéká z dírky vždy kolmo k povrchu pytlíku  $\Rightarrow$  voda tlačí vždy kolmo na pytlík. Pokud pytlík uzavřeme a zatlačíme na něj, voda vytéká rychleji  $\Rightarrow$  zatlačením na pytlík se zvýší tlak vody v pytlíku (zřejmě všude).

b) Vzduch utíká z duše kolmo k povrchu duše. Když zbývající část duše zmáčkneš, vzduch uniká rychleji (zvýšil se tlak).

c) Voda natéká dovnitř kolmo ke stěnám  $\Rightarrow$  voda tlačí kolmo na stěny nádoby (i když tlačí zvenku). Čím větší je hloubka, ve které je ponořená dírka, tím rychleji voda do nádoby natéká  $\Rightarrow$  tlak okolní vody se zvětšuje s hloubkou.

d) Voda vytéká kolmo ze všech dírek. Čím níže je dírka (čím hlouběji pod hladinou), tím rychleji voda vytéká. Jak klesá hladina vody, zmenšuje se rychlost vytékání vody ze všech dírek.

Tři pravidla:

- Tekutiny tlačí do všech směrů kolmo na stěny nádoby.
- Když tlačíme na tekutinu v uzavřené nádobě, vzroste tlak ve všech místech stejně.
- I v nádobě, na kterou netlačíme silou, působí na tekutinu tlak, který s hloubkou roste.

Tekutiny tlačí na okolí do všech směrů vždy kolmo na směr nádoby v daném místě.

Když tlačíme na tekutinu v uzavřené nádobě, vzroste tlak tekutiny ve všech místech stejně.

Gravitační síla působící na tekutinu způsobuje vznik tlaku, který s hloubkou tekutiny roste.

**Př. 4:** Sleduj následující pokusy. Které z předchozích tří pravidel demonstrují? Najdi ke každému z pravidel jeden pokus, nakresli si ho do sešitu a spoj ho s pravidlem, ke kterému patří.

a) Na tlusté trubici je připevněna blanka z balónku. Co se bude dít, když do trubice začneme nalévat vodu? Co se bude dít, když prázdnou trubici ponoříme do vody?

b) Na dno trubice přitiskni destičku a ponoř do vody. Poté destičku uvolni. Co se stane. Proč?

c) V PET láhvi je několik malých dírek. Do PET láhve napustíme vodu, která začne vytékat. Co se stane, když láhev zmáčkeme rukama? Ve kterém z předchozích pokusů jsme mohli sledovat stejný efekt?

d) Na výtoku ze stříkačky je nasazena dutá koule s otvory (takzvaný ježek). Co se děje, když tlačíme vodu se stříkačky do koule?

a) Nalévání vody: blanka z balónku se vyboulí směrem ven. Čím více vody nalijeme, tím více se vyboulí.

Když prázdnou trubici ponoříme do vody, blanka se vyboulí dovnitř. Čím větší je hloubka ponoření tím více se blanka vyboulí.

Demonstrace prvního (voda tlačí kolmo na stěny) a třetího pravidla (tlak s hloubkou roste).

b) Destička zůstane přitlačena ke dnu trubice  $\Rightarrow$  působí na ní síla, která ji tlačí nahoru k trubici (a je větší než gravitace, která ji přitahuje dolů). Tato síla je zřejmě důsledkem tlaku vody.

Demonstrace prvního (voda tlačí kolmo na stěny) pravidla.

c) Voda stříká kolmo ze všech otvorů. Z otvorů, které jsou níž, stříká rychleji. Při zmáčknutí voda začne ze všech otvorů stříkat rychleji. Podobnou věc jsme viděli už v pokusu s pytlíkem naplněným vodou s jednou dírkou. Když jsme na pytlík zatlačili, voda stříkala rychleji.

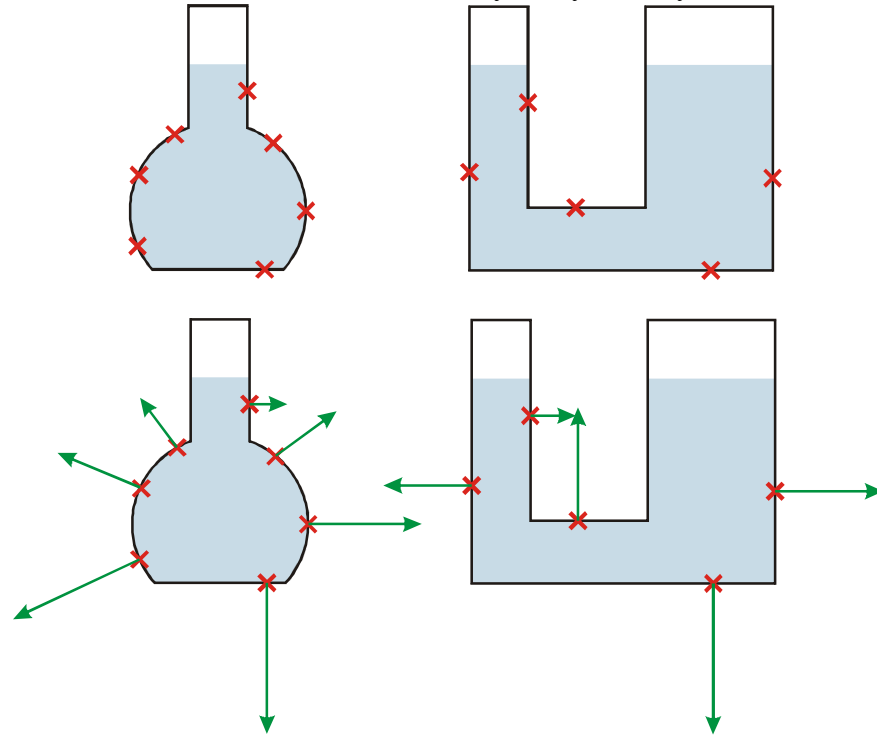
Demonstrace všech tří pravidel (voda tlačí kolmo, tlak se ve vodě šíří, tlak roste s hloubkou).

d) Na výtoku ze stříkačky je nasazena dutá koule s otvory (takzvaný ježek). Co se děje, když tlačíme vodu se stříkačky do koule?

Z otvorů vytéká kolmo na směr povrchu voda. Čím více tlačíme na píst stříkačky, tím rychleji voda ze všech otvorů tryská (roste tlak vody u jednotlivých dírek).

Demonstrace prvního (voda tlačí kolmo) a druhého (tlak se ve vodě šíří) pravidla.

**Př. 5:** Zakresli do obrázku tlak vody ve vyznačených místech.



Ve všech místech tlačí voda kolmo na stěnu nádoby. Velikost tlaku se zvětšuje s hloubkou nádoby.

**Př. 6:** Vzduch tlačí na povrchu země tlakem 100 000 Pa. Jak velkou silou působí seshora na desku lavice? Jak je možné, že to lavice vydrží?

Rozměry lavice: 60 cm x 2,5 m  $\Rightarrow S = ab = 0,6 \cdot 2,5 \text{ m}^2 = 1,5 \text{ m}^2$

$$p = \frac{F}{S} \quad | \cdot S$$

$$F = p \cdot S = 100\,000 \cdot 1,5 \text{ N} = 150\,000 \text{ N}$$

To je obrovská síla, stejná jako kdybychom na desku tabule položili 15 tun (deset osobních aut). Deska to vydrží, protože stejně velká síla na ni působí i ze spodní strany směrem nahoru (vzduch je z obou stran).

**Př. 7:** Tlak v pneumatice auta je přibližně 220 kPa. Jak velkou plochou se musí každá z pneumatik automobilu dotýkat vozovky, když auto včetně nákladu váží 1,8 tuny?

Auto o hmotnosti 1,8 tuny, přitahuje Země silou  $F_g = m \cdot g = 1800 \cdot 10 \text{ N} = 18\,000 \text{ N}$ .

$$p = \frac{F}{S} \quad | \cdot S$$

$$pS = F \quad | : p$$

$$S = \frac{F}{p} = \frac{18\,000}{220\,000} = 0,08 \text{ m}^2 = 800 \text{ cm}^2$$

Plocha jedné pneumatiky:  $S_1 = \frac{S}{4} = \frac{800}{4} \text{ cm}^2 = 200 \text{ cm}^2$ . - Poměrně malá plocha (například obdélník 10 x 20 cm).

**Př. 8:** Otestuj si, zda je silnější palec nebo malíček. Poté vezmi do ruky stříkačku, malíčkem ucpi její otvor a palcem začni stlačovat píst. Proč se palci nedaří malíček přetlačit a píst úplně zatlačit? Změř si rozměry pístu i průměr dírky. Předpokládej, že dokážeš palcem působit silou 150 N. Spočti, jaký je tlak uvnitř stříkačky a jakou silou působí vzduch ve stříkačce na malíček.

Otvoru stříkačky:  $d = 2 \text{ mm} \Rightarrow r = 1 \text{ mm} \Rightarrow S = \pi r^2 = \pi \cdot 0,001^2 = 0,00000314 \text{ m}^2$

Píst:  $d = 16 \text{ mm} \Rightarrow r = 8 \text{ mm} \Rightarrow S = \pi r^2 = \pi \cdot 0,008^2 = 0,000201 \text{ m}^2$

Tlak vytvářený palcem:  $p = \frac{150}{0,000201} \text{ Pa} = 750\,000 \text{ Pa}$ .

Síla, kterou působí vzduch ve stříkačce na malíček:  $F = pS = 750\,000 \cdot 0,00000314 = 2,36 \text{ N}$

**Pedagogická poznámka:** Správnější by bylo, aby žáci zkusili stříkačky s vodou, ale k tomu zatím nemám odvalu.

**Shrnutí:** Tekutiny tlačí na stěny nádoby kolmo, tlak vyvolaný stlačením nádoby se v nich šíří do všech bodů stejně.