

1.5.2 Jak tlačí voda

Předpoklady: 010501

Pomůcky: mikrotenové pytlíky, kostky, voda, vysoký odměrný válec, trubička, TetraPackové krabice

Domácí úkol z minulé hodiny

Př. 1: Jakým tlakem tlačíš na podlahu, když stojíš na obou nohách?

Určení plochy nohy:

- překreslíme nohu co nejpřesněji na milimetrový (čtverečkovaný papír) a spočteme počet čtverečků,
- překreslíme nohu co nejpřesněji na papír o známé hustotě (například běžný kancelářský papír má hustotu 80 g/m^2), obrázky noh vystříhneme a zvážíme. Z hmotnosti vystřižených otisků vypočteme jejich plochu.

Vystřižená šablona měla hmotnost 1,5 g.

80 g	...	$1 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$
1 g	...	$10\,000 : 80 = 125 \text{ g}$
1,5 g	...	$125 \cdot 1,5 = 187,5 \text{ g} \doteq 190 \text{ g}$

Plocha jednoho chodidla: $190 \text{ cm}^2 \Rightarrow$ dvě chodidla $2 \cdot 190 = 380 \text{ cm}^2$.

Hmotnost 78 kg \Rightarrow gravitační síla $F_g = mg = 78 \cdot 10 = 780 \text{ N}$.

380 cm^2	...	780 N
1 cm^2	...	$780 : 380 = 2,1 \text{ N/cm}^2$

Když stojím na obou nohách, působím na podlahu tlakem $2,1 \text{ N/cm}^2$.

Př. 2: Zkus vymyslet, jak s vybavením dostupným ve škole, demonstrovat tlak vyvolaný slonem.

Můžeme zatížit nějaký předmět s malou plochou tak, aby působil tím správným tlakem a položil si ho na ruku.

Př. 3: Na zátce PET láhve je přidělaný kovový váleček, jehož podstava má plochu $0,8 \text{ cm}^2$. Kolik vody musíme do láhve nalít, aby působila na ruku stejným tlakem jako slon na zem (tedy $13,5 \text{ N/cm}^2$)?

1 cm^2	...	13,5 N
$0,8 \text{ cm}^2$...	$0,8 \cdot 13,5 = 10,8 \text{ N}$

Víme, že 1 litr vody má hmotnost 1 kg a Země ho přitahuje silou 10 N.

10 N	...	1 litr
1 N	...	$1 : 10 = 0,1 \text{ litru}$

10,8N ... $10,8 \cdot 0,1 = 1,08$ litru

Do láhve musíme nalít 1,08 litru vody, aby kovový váleček tlačil na ruku tlakem $13,5 \text{ N/cm}^2$.

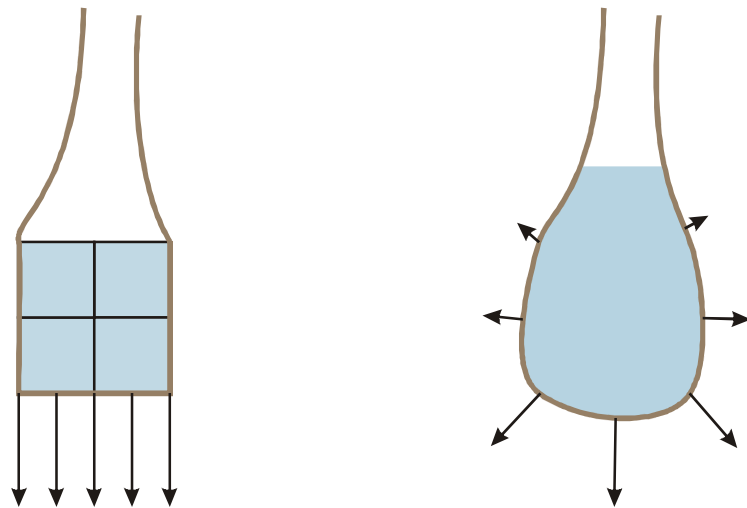
Dodatek: Působení lahve samozřejmě není stejné jako působení sloní nohy. Ruka není jednolitá placka, kterou by sloní noha zatěžovala všude stejně, v místech, kde jsou kosti, by tlak byl samozřejmě větší.

Pedagogická poznámka: Kromě válečku v příkladu mám na dalších zátkách přidělané i konce s menší plochou, takže mohu demonstrovat i podstatně větší tlaky (ostré dřevěné párátko projde bez problémů kůží).

Př. 4: V jednom mikrotenovém pytlíku jsou na sobě nakládány kostky, ve druhém je nalitá voda. Najdi rozdíly mezi tím, jak na pytlík tlačí kostky, a tím, jak na něj tlačí voda. Nakresli obrázek znázorňující tyto rozdíly.

Kostky: Dokud jsou na sobě naskládány a nezhroutí se, tlačí pouze na dno pytlíku.

Voda: Tlačí nejen na dno, ale i do stran. Můžeme se o tom přesvědčit tím, že do pytlíku uděláme díry. Pokud pytlík položíme na stůl a dobře ho zkroutíme, můžeme snadno ukázat, že voda tlačí i směrem vzhůru.



Př. 5: Urči tlak, kterým působí voda na dno akvária o ploše dna $20 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$, ve kterém je napuštěno 40 cm vody. Jak velkým tlakem působí voda na dno akvária o rozměrech $50 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$, ve kterém je napuštěno 40 cm vody. Vysvětli výsledek.

Akvárium o ploše $20 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$, 40 cm vody

Objem akvária: $V = abc = 20 \cdot 50 \cdot 40 = 40000 \text{ cm}^3 = 40 \text{ dm}^3 = 40 \text{ l}$.

Hmotnost vody 40 kg (1 litr vody má hmotnost 1 kg).

Gravitační síla Země na vodu: $F_g = mg = 40 \cdot 10 = 400 \text{ N}$.

Plocha dna: $S = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ cm}^2$.

Tlak vody na dno: $400 : 1000 = 0,4 \text{ N/cm}^2$.

V akváriu o ploše dna $20 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ bude 40 cm vody tlačit na dno tlakem $0,4 \text{ N/cm}^2$.

Akvárium o ploše $50 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$, 40 cm vody

Objem akvária: $V = abc = 50 \cdot 100 \cdot 40 = 200\,000 \text{ cm}^3 = 200 \text{ dm}^3 = 200 \text{ l}$.

Hmotnost vody 200 kg (1 litr vody má hmotnost 1 kg).

Gravitační síla Země na vodu: $F_g = mg = 200 \cdot 10 = 2\,000\text{ N}$.

Plocha dna: $S = 50 \cdot 100 = 5\,000\text{ cm}^2$.

Tlak vody na dno: $2\,000 : 5\,000 = 0,4\text{ N/cm}^2$.

V akváriu o ploše dna 50 cm x 100 cm bude 40 cm vody tlačit na dno tlakem $0,4\text{ N/cm}^2$.

V obou případech jsme získali stejný výsledek, protože větší akvárium se stejnou výškou vody znamená větší množství vody s větší hmotností tlačící na dno větší silou, ale tato větší síla se rozloží na větší plochu. Například dvakrát větší plocha dna vede k dvakrát větší síle rozprostřené na dvakrát větší plochu a tedy i stejnému tlaku.

Pedagogická poznámka: U předchozího příkladu se nepředpokládá, že by všichni spočítali obě varianty. Jakmile pomalejší žáci dokončí první variantu a alespoň několik z těch nejrychlejších má spočteno všechno, přerušujeme výpočty a začneme si povídat o výsledcích.

Pedagogická poznámka: Ti nejbystřejší si asi všimnou toho, že plochou dna násobili (při výpočtu objemu) i dělili (při výpočtu tlaku) a proto na něm výsledek nezáleží.

Př. 6: Jak by se výsledek předchozího příkladu změnil, kdyby byla hloubka vody:

- a) poloviční, b) dvojnásobná, c) desetkrát větší?

a) poloviční hloubka vody

Při poloviční hloubce vody bude v akváriu poloviční množství vody o poloviční hmotnosti, které bude na dno tlačit poloviční silou. Plocha se nezmění a proto bude tlak poloviční.

b) dvojnásobná hloubka vody

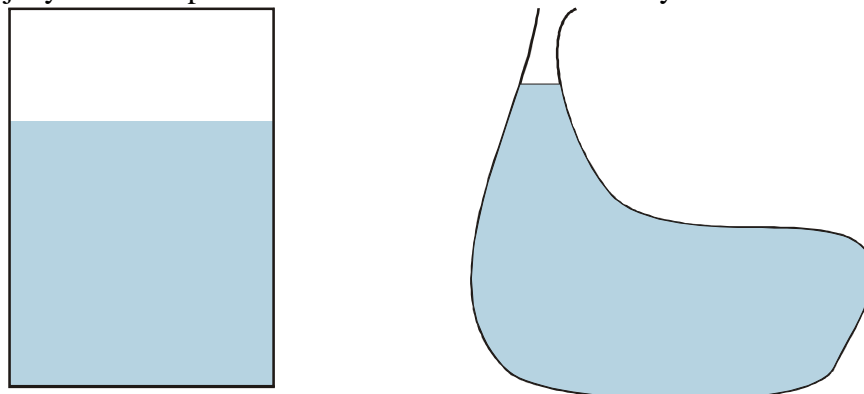
Při dvojnásobné hloubce vody bude v akváriu dvojnásobné množství vody o dvojnásobné hmotnosti, které bude na dno tlačit dvakrát větší silou. Plocha se nezmění a proto bude tlak dvojnásobný.

c) desetkrát větší hloubka vody

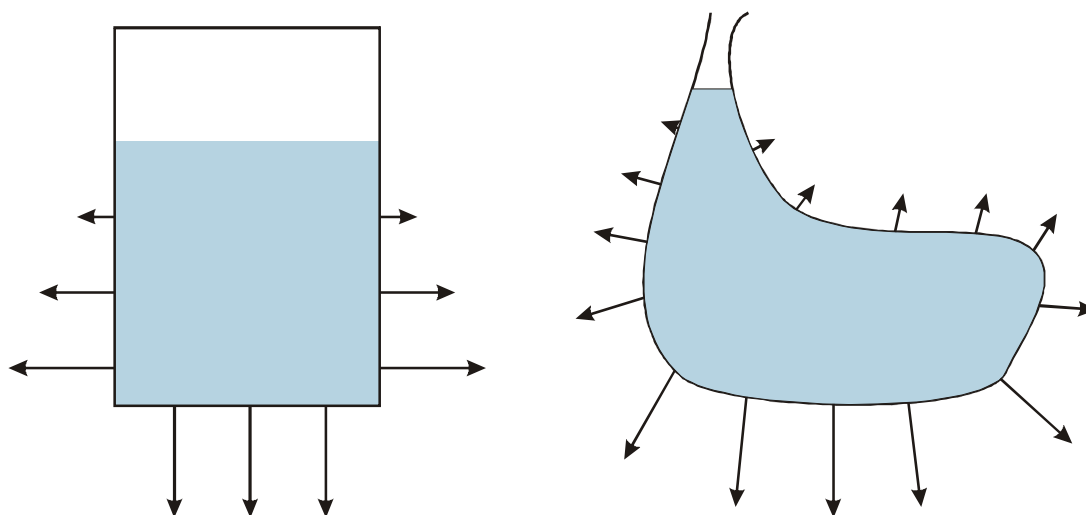
Při desetinásobné hloubce vody bude v akváriu desetinásobné množství vody o desetinásobné hmotnosti, které bude na dno tlačit desetkrát větší silou. Plocha se nezmění a proto bude tlak desetkrát větší.

Př. 7: Na levém obrázku je nakreslena krabice mléka částečně naplněná vodou, na pravém pytlík také naplněný vodou. Obrázky překresli do sešitu a zakresli co nejpřesněji,

jakým tlakem působí v obou situacích voda na stěny.



Voda tlačí kolmo na stěny krabice i na pytlík. Čím hlouběji jsme pod hladinou, tím je tlak větší.



Pedagogická poznámka: Je potřeba hlídat, aby obrázky splňovaly dva požadavky - tlak působí všemi směry a jeho velikost s hloubkou roste (v první fázi žáci kreslí většinou správně jenom směry, což chválím, ale připomínám, že tomu ještě něco chybí).

Poznámka: Dírky do TetraPacku i pytlíku je lepší dělat rozžhaveným kulatým bodlem (nebo hřebíkem), aby se vytvořil kulatý otvor bez odštěpků, které potom zatáčejí směr vytékající vody.

Voda tlačí do všech směru (i nahoru) tlakem, který roste s hloubkou pod hladinou (čím větší je hloubka, tím větší množství vody tlačí).

Př. 8: Udělej malou papírovou nadýchanou kuličku a šlápni na ni. Pozoruj vodní bubliny v bazénu <https://www.youtube.com/watch?v=mfOlQAjI9Eo> (čas 2:00, nejlépe 2:55). Jak je možné, že je tlak vody nerozmáčkne stejně jako tys rozšlápl papírovou kuličku?

Šlapání na papírovou kuličku: působíme na ní pouze jedním směrem (dolů) \Rightarrow kuličku rozšlápneme.

Bublina ve vodě: voda působí na kuličku ze všech směrů \Rightarrow nemůže ji rozšlápnout.

Př. 9: Bublina vzduchu stoupající k hladině se postupně zvětšuje. Proč?

Čím větším tlakem na vzduch působíme, tím více ho můžeme stlačit (pumpování kola, stlačování

Tlak, kterým na bublinu působí okolní voda, postupně klesá \Rightarrow vzduch je čím dál méně stlačován \Rightarrow bublina je čím dál větší.

Př. 10: Ani nejmodernější vojenské ponorky se nemohou potápět do nejhlubších míst světových oceánů. Proč je to tak obtížné?

Tlak vody s hloubkou roste \Rightarrow ve velkých hloubkách je zřejmě tak vysoký, že by ponorku rozdrtil.

Domácí bádání: Vezmi nafukovací míč (v nejhorším i tenisák, ale raději něco většího) a pokus se ho ponořit do napuštěné vany (v horším případě kýblu s vodou). Jak se mění síla, kterou musíš míč do vody tlačit během ponořování? Pohybuj zcela ponořeným míčem pod hladinou. Mění se síla, kterou musíš míč držet pod hladinou, když už je zcela ponořený?

Shrnutí: Voda tlačí vždy kolmo na stěnu nádoby (klidně i směrem nahoru).