

34_Mechanické vlastnosti kapalin.....	2
Pascalův zákon	2
35_Tlak - příklady.....	2
36_Hydraulické stroje	3
37_PL: Hydraulické stroje - řešení	4
38_Účinky gravitační síly Země na kapalinu	6
Hydrostatická tlaková síla	6
39_Hydrostatická tlaková síla – příklady	7
40_Hydrostatický tlak	8
41_Hladina kapaliny ve spojených nádobách	9
42_Vztlková síla působící na těleso v kapalině.....	9
43_Archimédův zákon.....	10
43_Chování těles v kapalině	11
44_Plování nestejnorodých těles.....	11
45_PL: Vztlková síla - řešení.....	13
46_Mechanické vlastnosti plynů	14
47_Atmosférický tlak - příklady.....	14
48_Vztlková síla působící na těleso v atmosféře Země	16
49_Tlak plynu v uzavřené nádobě	17

34_Mechanické vlastnosti kapalin

- ⊙ jsou tekuté, dělitelné
- ⊙ volná hladina je vodorovná, ve spojených nádobách ve stejné výši,
- ⊙ ideální kapalina je nestlačitelná
- ⊙ kapalně těleso má stálý objem, tvar se přizpůsobuje tvaru nádoby.

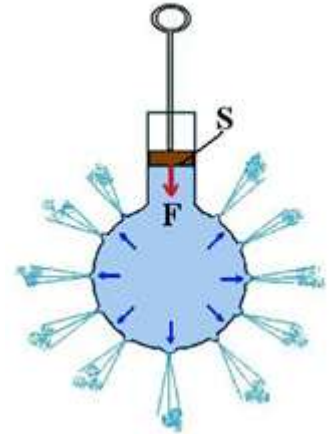
Pascalův zákon

Působením vnější tlakové síly na volnou hladinu kapaliny **v uzavřené nádobě** se ve všech místech kapaliny **zvýší tlak stejně**. Zvýšení tlaku vypočteme:

$$p = \frac{F}{S}$$

F – vnější tlaková síla působící na volnou hladinu

S – obsah pístu



35_Tlak - příklady

Př: Kolmo na volnou hladinu kapaliny v nádobě působí píst o obsahu 0,10 m², tlakovou silou 2560 N. Jak velký tlak v kapalině vznikne?

$$S = 0,1 \text{ m}^2$$

$$F = 2560 \text{ N}$$

$$p = ? \text{ [Pa]}$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{2560}{0,1} = 25600 \text{ Pa} = 25,6 \text{ kPa}$$

V kapalině vznikne tlak 25,6 kPa.

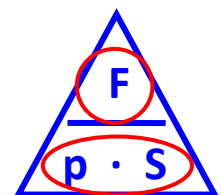
Př: Na píst o obsahu 0,040 m², který se dotýká volné hladiny kapaliny, působí vnější tlaková síla. Určete velikost této síly, jestliže v kapalině vznikne tlak 1,2 kPa.

$$S = 0,040 \text{ m}^2$$

$$p = 1,2 \text{ kPa} = 1\,200 \text{ Pa}$$

$$F = ? \text{ [N]}$$

$$F = p \cdot S = 1200 \cdot 0,04 = 48 \text{ N}$$

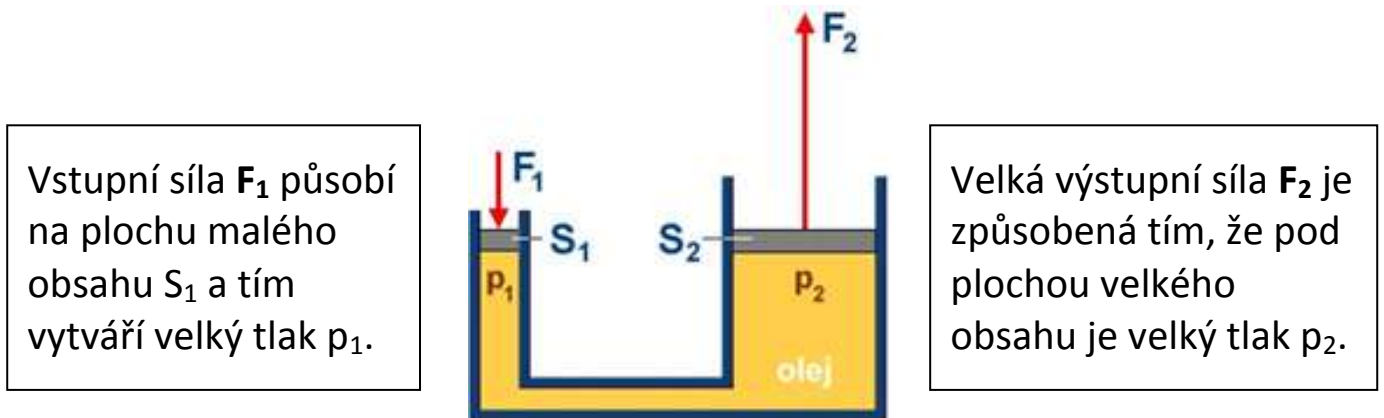


Na píst působí tlaková síla 48 N.

36_Hydraulické stroje

Hydraulické stroje umožňují:

- 1) přenášet tlakovou sílu
- 2) zvětšovat přenášenou tlakovou sílu



Tlak vyvolaný vnější silou F_1 je ve všech místech kapaliny **stejný (Pascalův z.)**

$$p_1 = p_2$$

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

po úpravě

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

Kolikrát je obsah velkého pístu S_2 větší než obsah malého pístu S_1 , tolikrát je síla působící na velký píst F_2 větší než síla působící na malý píst F_1 .

37_PL: Hydraulické stroje - řešení

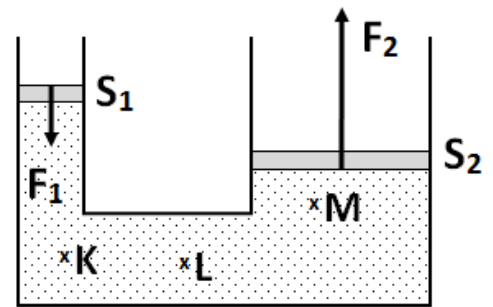
Př: 1

Porovnej tlak vody v místě K, L a M

ve všech místech je tlak stejně velký

Př.: 2

Dopočítej chybějící údaj - řešení úvahou



Kolikrát je obsah velkého pístu S_2 větší než obsah malého pístu S_1 , tolikrát je síla působící na velký píst F_2 větší než síla působící na malý píst F_1 .

Počítáme-li S_1 nebo F_1 , ptáme se: „Kolikrát je **menší?**“.

Počítáme-li S_2 nebo F_2 , ptáme se: „Kolikrát je **větší?**“.

Př.	S_1	S_2	S_2/S_1	F_1	F_2	F_2/F_1
1.	20 cm ²	60 cm ²	3 x ↑	100 N	300 N	3 x ↑
2.	10 cm ²	40 cm²	4 x ↑	200 N	800 N	4 x ↑
3.	1 dm ²	10 dm ²	10 x ↓	200 N	2000 N	10 x ↓
4.	0,2 dm²	2 dm ²	10 x ↓	0,5 kN	5 kN	10 x ↓
5.	4 cm ²	400 cm²	100 x ↑	60 N	6000 N	100 x ↑
6.	5 cm ²	100 cm ²	20 x ↑	30 N	600 N	20 x ↑
7.	2 dm²	800 dm ²	400 x ↓	100 N	40000 N	400 x ↓
8.	1 dm ²	3 dm ²	3 x ↓	2 kN	6 kN	3 x ↓
9.	5 cm ²	1 dm ²	20 x ↑	30 N	600 N	20 x ↑
		100 cm ²				
10.	1 cm ²	400 cm²	400 x ↑	20 N	8 kN	400 x ↑
					8000 N	

Pozn.:

Jsou-li oba obsahy uvedeny ve stejné jednotce např. v cm², nemusíme převádět na m².

Jsou-li obě síly uvedeny ve stejné jednotce např. v kN, nemusíme převádět na N.

Př.: 3

Vypočti tlak v kapalině, má-li malý píst obsah 20 cm^2 a působí na něj síla 50 N . Jak velkou silou působí voda na velký píst, je-li jeho obsah 200 cm^2 ?

$$S_1 = 20 \text{ cm}^2 = 0,002 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F_1 = 50 \text{ N}$$

$$F_2 = ? \text{ [N]}$$

$$p = ? \text{ [Pa]}$$

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{50}{0,002} = 25000 \text{ Pa} = 25 \text{ kPa}$$

V kapalině vznikne tlak 25 kPa .

$$F_2 = p \cdot S_2 = 25000 \cdot 0,02 = 500 \text{ N}$$

Na velký píst působí tlaková síla 500 N .

Úvahou:

Protože je obsah velkého pístu 10 krát větší, bude síla působící na velký píst 10 krát větší, tedy $50 \cdot 10 = 500 \text{ N}$

Př.: 4

Obsah velkého pístu hydraulického lisu je 50 krát větší než obsah malého pístu. Jak velkou tlakovou silou působí velký píst na lisované těleso, je-li velikost vnější síly působící na malý píst 100 N ?

$$\frac{S_2}{S_1} = 50$$

$$F_1 = 100 \text{ N}$$

$$F_2 = ? \text{ [N]}$$

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

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} \cdot F_1 = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ N}$$

Píst působí na lisované těleso silou 5000 N .

Př.: 5

Vodní lis má písty o obsahu 4 cm^2 a 20 cm^2 . Vypočti velikost vnější tlakové síly potřebné pro získání síly 300 N .

$$S_1 = 4 \text{ cm}^2$$

$$S_2 = 20 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = ? \text{ [N]}$$

$$F_2 = 300 \text{ N}$$

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

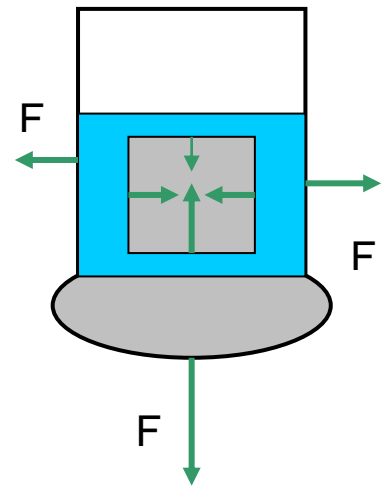
$$F_1 = \frac{S_1}{S_2} \cdot F_2 = \frac{4}{20} \cdot 300 = 60 \text{ N}$$

Úvahou:

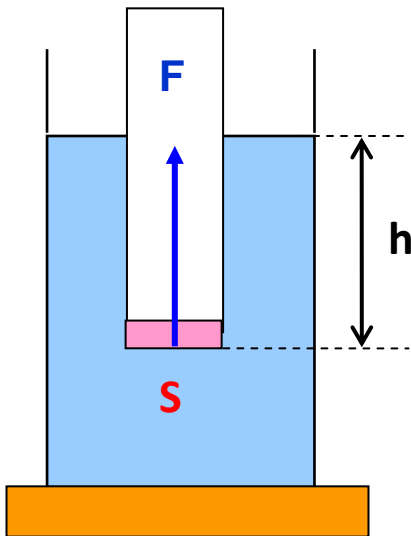
Protože je obsah malého pístu 5krát menší, bude vnější síla také 5krát menší, tedy $300/5 = 60 \text{ N}$.

38_ Účinky gravitační síly Země na kapalinu

- na blánu působí svisle dolů **tlaková síla F** kapaliny, jejíž příčinou je gravitační síla Země působící na kapalinu
- tato tlaková síla **působí kolmo na všechny stěny nádoby, dno nádoby i plochy ponořených těles**



Hydrostatická tlaková síla

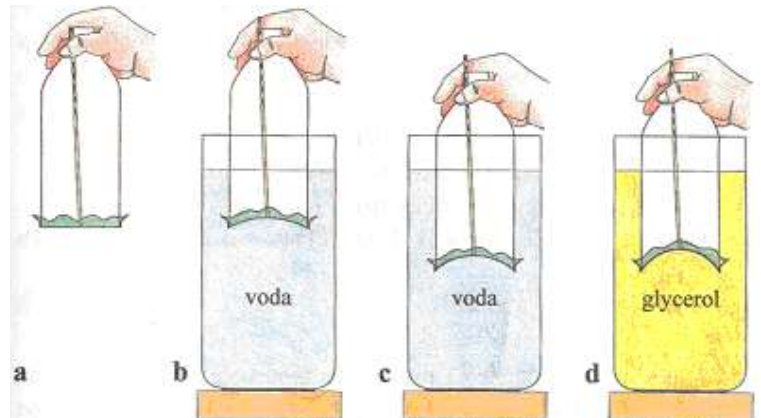


$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

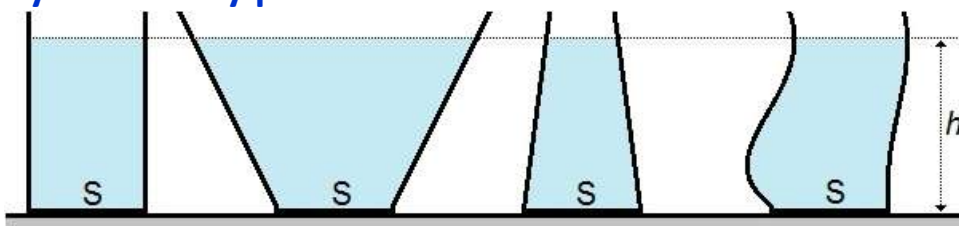
F_h ...	hydrostatická tlaková síla	N
S ...	obsah plochy	m^2
h ...	hloubka	m
ρ ...	hustota kapaliny	kg/m^3
g ...	gravitační zrychlení	

videa: <http://matikaj.webnode.cz/news/hydrostaticka-tlakova-sila-hydrostaticky-tlak/>

- b,c,d) kapalina působí na blánu svisle vzhůru tlakovou silou
- b,c) ve větší hloubce působí větší tlaková síla
- c,d) větší tlaková síla působí v kapalině s větší hustotou (glycerol)



Hydrostatický paradox



Ve všech nádobách působí kapalina na dno stejně velkou tlakovou silou. Velikost hydrostatické tlakové síly **nezávisí na tvaru a celkovém objemu kapalného tělesa.**

39_Hydrostatická tlaková síla – příklady

Př.: Válcová nádrž má obsah dna 250 m^2 a je naplněna naftou do výšky 10 m . Urči tlakovou sílu, kterou působí nafta na dno nádrže. Hustota nafty je 900 kg/m^3 .

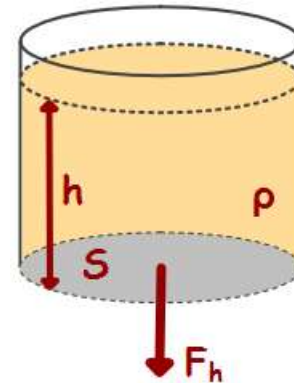
$$S = 250 \text{ m}^2$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_h = ? [\text{N}]$$



$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_h = 250 \cdot 10 \cdot 900 \cdot 10 = 22500000 \text{ N} = 22,5 \text{ MN}$$

Nafta působí na dno nádrže tlakovou silou $22,5 \text{ MN}$.

Př.: Do akvária o délce dna 50 cm a šířce 20 cm je nalita voda do výšky 30 cm . Urči celkovou tlakovou sílu na dno nádoby.

$$a = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

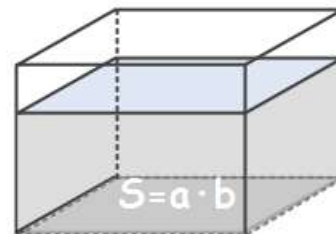
$$b = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$h = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_h = ? [\text{N}]$$



$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_h = a \cdot b \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_h = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,3 \cdot 1000 \cdot 10 = 300 \text{ N}$$

Na dno nádoby působí tlaková síla 300 N .

40_Hydrostatický tlak

značka: p_h jednotka: Pa

výpočet:

$$p_h = \frac{F_h}{S} = \frac{\cancel{S} \cdot h \cdot \rho \cdot g}{\cancel{S}} = h \cdot \rho \cdot g$$

- hydrostatický tlak v kapalině roste s hloubkou h pod hladinou
- ve stejné hloubce je větší hydrostatický tlak v kapalině s větší hustotou

1. Jak velký je hydrostatický tlak v hloubce 10 m pod volnou hladinou vody?

$$h = 10 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$p_h = ? \text{ [Pa]}$$

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_h = 10 \cdot 1000 \cdot 10 = 100000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$$

V hloubce 10 m je tlak 100 kPa.

2. Válcová nádrž má obsah dna 250 m^2 a je naplněna naftou do výšky 9,5 m ode dna. Urči hydrostatický tlak u dna nádrže. Urči tlakovou sílu, kterou působí nafta na dno. Hustota nafty je 800 kg/m^3 .

$$S = 250 \text{ m}^2$$

$$h = 9,5 \text{ m}$$

$$\rho = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$p_h = ? \text{ [Pa]}$$

$$F_h = ? \text{ [N]}$$

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g = 9,5 \cdot 800 \cdot 10 = 76000 \text{ Pa} = 76 \text{ kPa}$$

U dna nádrže je hydrostatický tlak 2 MPa.

$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g = 250 \cdot 9,5 \cdot 800 \cdot 10 = 19000000 \text{ N} = 19 \text{ MN}$$

nebo

$$F_h = p_h \cdot S = 76000 \cdot 250 = 19000000 \text{ N} = 19 \text{ MN}$$

Nafta působí na dno tlakovou silou 19 MN.

3. Hydrostatický tlak u dna řeky je 42 kPa. Jak hluboká je řeka v tomto místě?

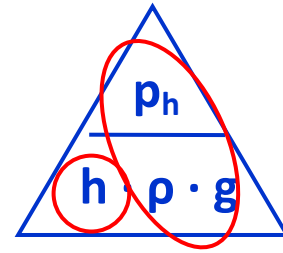
$$\rho_h = 42 \text{ kPa} = 42\,000 \text{ Pa}$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h = ? \text{ [m]}$$

$$h = \frac{\rho_h}{\rho \cdot g} = \frac{42\,000}{1\,000 \cdot 10} = 4,2 \text{ m}$$

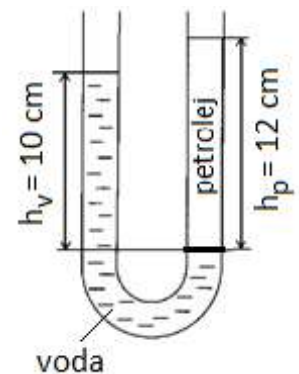


Dno se nachází v hloubce 4,2 m.

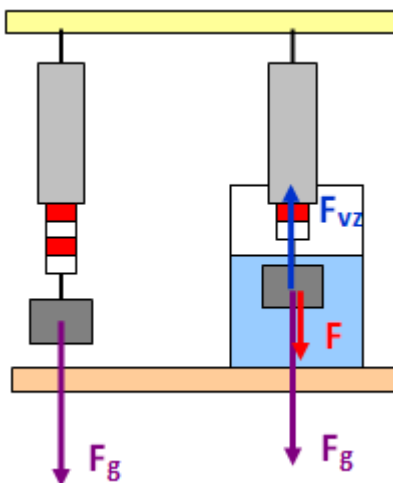
41_Hladina kapaliny ve spojených nádobách

- ve spojených nádobách je hladina jedné kapaliny stejně vysoko
- jsou-li např. v U trubici dvě kapaliny, které se vzájemně nemísí, jsou hladiny v různých výškách
- hydrostatické tlaky na rozhraní kapalin jsou stejné
- lze využít k určení hustoty kapaliny

$h_v > h_p \Rightarrow$ **hustota vody je větší než hustota petroleje**



42_Vztlaková síla působící na těleso v kapalině



F_{vz} vztlaková síla kapaliny

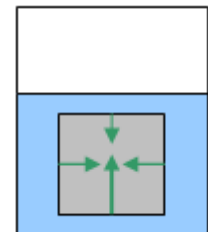
F_g gravitační síla

F ... výslednice sil

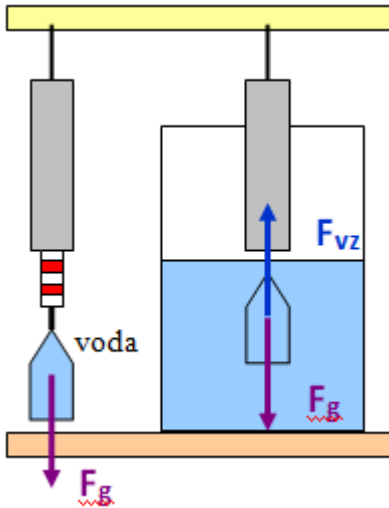
$$F = F_g - F_{vz}$$

Na těleso ponořené do kapaliny působí svisle vzhůru **vztlaková síla F_{vz}** .

Je výslednicí tlakových sil působících na stěny tělesa.



43_Archimédův zákon



Velikost vztlakové síly je rovna gravitační síle působící na kapalinu stejného objemu jakou má ponořená část tělesa.

$$F_{vz} = V_{pč} \cdot \rho_k \cdot g$$

$V_{pč}$ objem ponořené části tělesa

ρ_k hustota kapaliny

vztlaková síla závisí:

- přímo úměrně **na objemu ponořené části tělesa**
- přímo úměrně **na hustotě kapaliny**

1. Dospělý muž má objem asi $0,075 \text{ m}^3$. Jak velká vztlaková síla na něj působí, ponoří-li se zcela do vody?

$$V = 0,075 \text{ m}^3$$

$$\rho_k = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_{vz} = ? \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = V_{pč} \cdot \rho_k \cdot g = 0,075 \cdot 1000 \cdot 10 = 750 \text{ N}$$

Na muže působí ve vodě vztlaková síla 750 N.

2. Na závaží, celé ponořené do vody, působí vztlaková síla o velikosti 0,6 N. Urči objem závaží.

$$F_{vz} = 0,6 \text{ N}$$

$$\rho_k = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

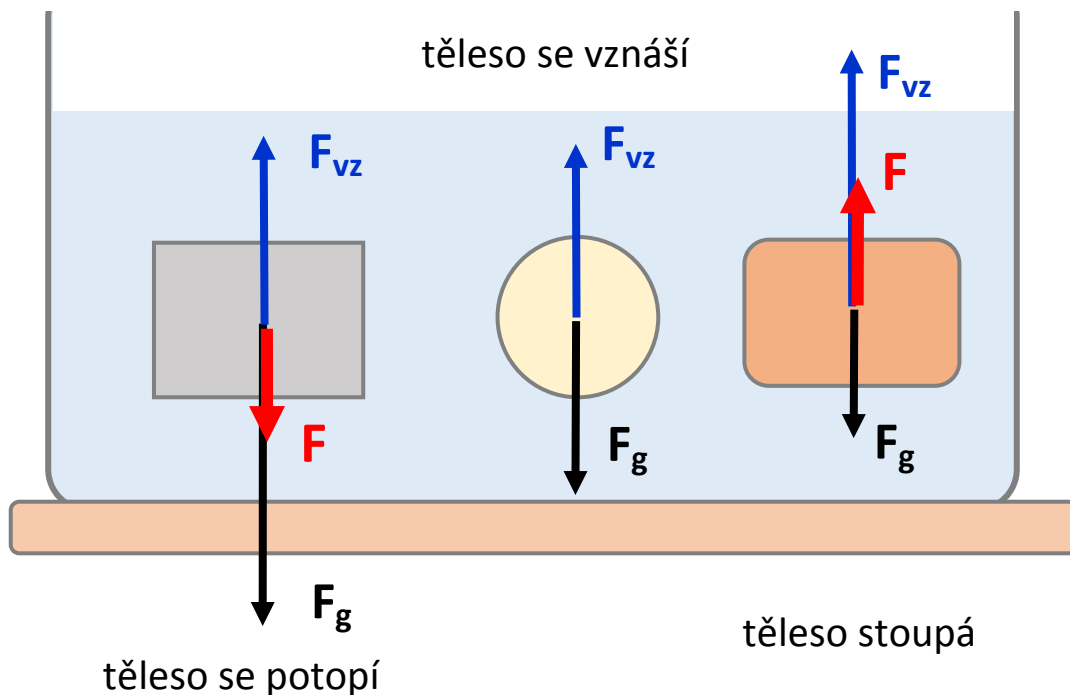
$$V = ? \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V = \frac{F_{vz}}{\rho_k \cdot g} = \frac{0,6}{1000 \cdot 10} = 0,00006 \text{ m}^3 = 60 \text{ cm}^3$$

Objem ponořeného závaží je 60 cm^3 .



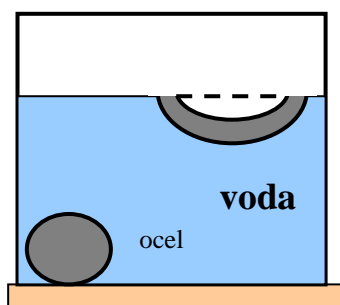
43_Chování těles v kapalině



$F_g > F_{vz}$	$F_g = F_{vz}$	$F_g < F_{vz}$
výslednice ↓	výslednice 0	výslednice ↑
potápí se	vznáší se	stoupá (plove)
$\rho_t > \rho_k$	$\rho_t = \rho_k$	$\rho_t < \rho_k$

- ☉ při vynořování tělesa z kapaliny se vztlaková síla zmenšuje
- ☉ těleso plove, jsou-li gravitační síla a vztlaková síla v rovnováze
- ☉ více se ponoří těleso v kapalině s menší hustotou

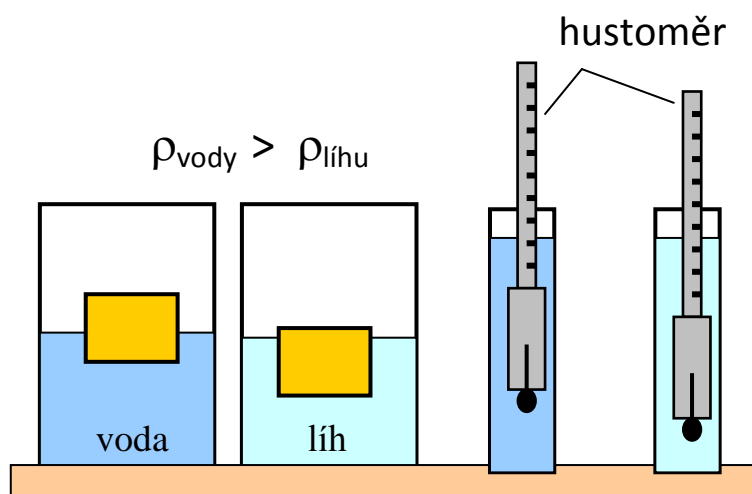
44_Plování nestejnorodých těles



Nestejnorodé těleso je složeno z více látek. Při vhodném tvaru mohou plovat i tělesa, která jsou z látky s větší hustotou než má kapalina, protože ponořenou část tělesa tvoří i vzduch s malou hustotou \Rightarrow **průměrná hustota ponořeného celku je menší než hustota kapaliny - lodě, ponorky, ...**

hustoměr

- ⊗ měříme jím hustotu kapaliny
- ⊗ víc se ponoří v kapalině s menší hustotou

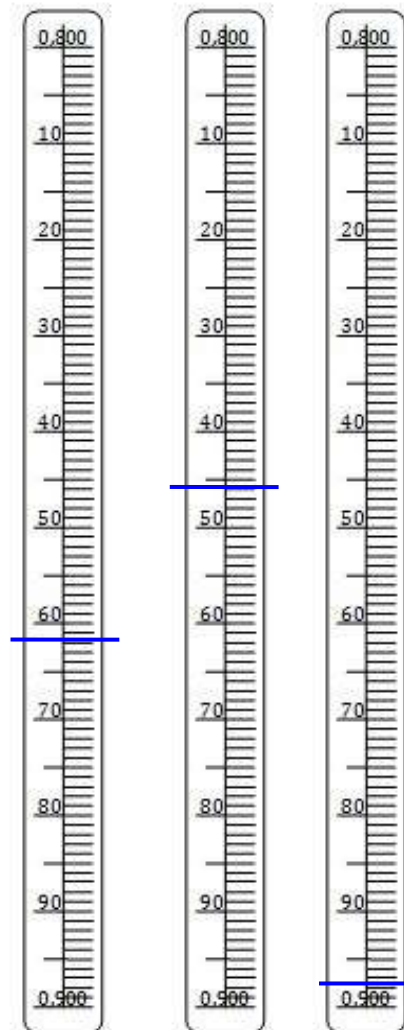


Stupnici hustoměru čteme shora

$$\rho_1 = 0,862 \text{ kg/m}^3$$

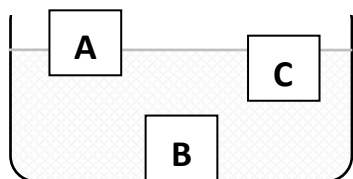
$$\rho_2 = 0,846 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_3 = 0,898 \text{ kg/m}^3$$



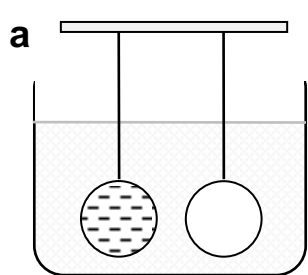
45_PL: Vztlková síla - řešení

1. Všechna tělesa mají stejný objem. Na které působí největší vztlková síla? Vysvětli



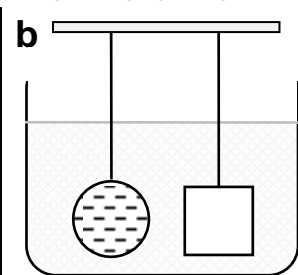
Největší vztlková síla působí **na těleso B**, protože je ponořeno celé.

2. Porovnej velikost vztlkové síly (doplň znaménko $>$, $=$, $<$) a svůj závěr vysvětli. Všechna tělesa mají stejný objem.



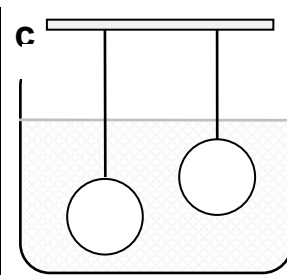
$$F_{vz} = F_{vz}$$

nezávisí na hustotě látky těles



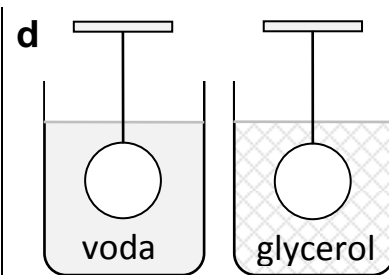
$$F_{vz} = F_{vz}$$

nezávisí na tvaru tělesa



$$F_{vz} = F_{vz}$$

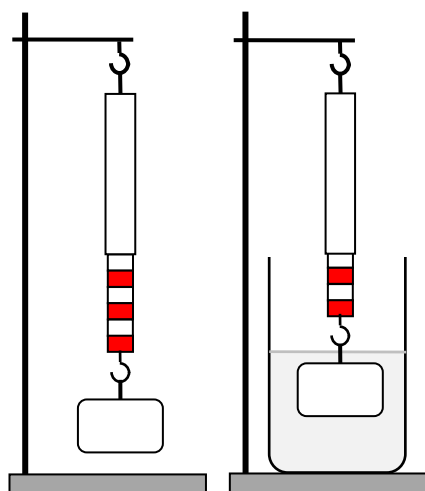
nezávisí na hloubce ponoření



$$F_{vz} < F_{vz}$$

na hustotě kapaliny závisí

3. Pružina siloměru je napínána silou 3 N. Při ponoření tělesa do vody ukazuje siloměr 2 N.



a) Vypočti velikost vztlkové síly

$$F_g = 3 \text{ N}$$

$$F = 2 \text{ N}$$

$$F_{vz} = ? \text{ [N]}$$

$$F = F_g - F_{vz}$$

$$2 = 3 - F_{vz}$$

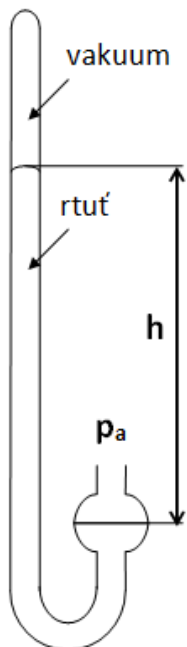
$$F_{vz} = 1 \text{ N}$$

4. V nádobě je kapalina, jejíž hustota je 867 kg/m^3 . Z tabulky vlevo vyber tělesa, která se v kapalině: a) vznášejí b) plovou c) klesnou ke dnu

a	945 kg/m^3	Hustota kapaliny = 867 kg/m^3
b	867 kg/m^3	a) vznášejí $\rho_t = \rho_k$ těleso b
c	1036 kg/m^3	b) plovou $\rho_t < \rho_k$ těleso d
d	380 kg/m^3	c) klesnou ke dnu $\rho_t > \rho_k$ tělesa a, c

46_Mechanické vlastnosti plynů

- ☉ částice plynu se neustále neuspořádaně pohybují
- ☉ plyny jsou stlačitelné, rozpínavé, tekuté
- ☉ plyny nemají vlastní tvar ani objem



Atmosféra Země

Atmosférický tlak vzduchu je způsoben působením horních vrstev atmosféry na spodní vrstvy.

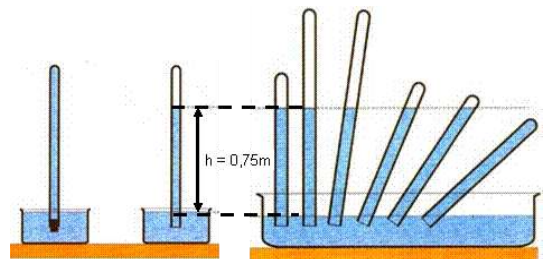
značka: p_a jednotka: **Pa**

výpočet: $p_a = h \cdot \rho_{rtuti} \cdot g$

hustota rtuti: 13 500 kg/m³

měření: rtuťový tlakoměr, aneroid, barograf

atmosférický tlak určíme pomocí hydrostatického tlaku sloupce rtuti (**Torricelliho pokus**)



Změny atmosférického tlaku:

- ☉ největší je u hladiny moře (přibližně 1013 hPa) normální tlak: **101 325 Pa**
- ☉ se stoupající výškou klesá
- ☉ mění se s časem

47_Atmosférický tlak - příklady

Př. 1: Rozdíl hladin rtuti v rtuťovém tlakoměru je 75 cm. Jakou hodnotu má atmosférický tlak vzduchu? Hustota rtuti je 13 500 kg/m³.

$$h = 75 \text{ cm} = 0,75 \text{ m}$$

$$\rho_{rtuti} = 13\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$p_a = ? \text{ [Pa]}$$

$$p_a = p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_a = 0,75 \cdot 13\,500 \cdot 10 = 101\,250 \text{ Pa} = \mathbf{101,25 \text{ kPa}}$$

Atmosférický tlak vzduchu je 101,25 kPa.

Př. 2: Určete, jak vysoký by musel být sloupec vody v trubici, aby jeho hydrostatický tlak u dna odpovídal tlaku atmosférickému (101 kPa).

$$p_a = p_h = 101 \text{ kPa} = 101\,000 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{vody}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$h = ? \text{ [m]}$$

$$h = \frac{p_h}{\rho \cdot g} = \frac{101\,000}{1000 \cdot 10} = 10,1 \text{ m}$$

Sloupec vody v trubici by musel měřit 10,1 m.

Př. 3: Jakou silou působí zemská atmosféra na střechu domu o rozměrech 10 m x 14 m, je-li hodnota atmosférického tlaku 100 kPa?

$$p_a = 100 \text{ kPa} = 100\,000 \text{ Pa}$$

$$a = 10 \text{ m}$$

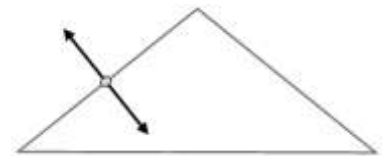
$$b = 14 \text{ m}$$

$$F = ? \text{ [N]}$$

$$F = p_a \cdot S = p_a \cdot a \cdot b$$

$$F = 100\,000 \cdot 10 \cdot 14 = 14\,000\,000 \text{ N} = 14 \text{ MN}$$

Vzduch působí na střechu silou 14 MN. Na střechu působí síla z obou stran, výslednice sil je nulová.



Př. 4 Rozdíl tlaků na úpatí a na vrcholu 660 Pa. Průměrná hustota vzduchu je 1,09 kg/m³.

$$\text{(rozdíl tlaků)} \quad \Delta p = 660 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{vzduchu}} = 1,09 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{(rozdíl výšek)} \quad \Delta h = ? \text{ [m]}$$

$$\Delta h = \frac{\Delta p_h}{\rho \cdot g} = \frac{660}{1,09 \cdot 10} = 60,55 \text{ m}$$

Kopec je vysoký přibližně 60,55 m.

48_Vztlaková síla působící na těleso v atmosféře Země

podle Archimédova zákona:

$$F_{vz} = V \cdot \rho_{vzduchu} \cdot g$$

V – objem tělesa

ρ_v – hustota vzduchu = **1,3 kg/m³**

Př.1: V roce 1783 vypustili bratři Montgolfierové veřejně první balón plněný horkým vzduchem. Balón měl objem asi 1 440 m³. Jak velkou vztlakovou silou působil na balón atmosférický vzduch o hustotě 1,3 kg/m³?

$$V = 1440 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_{vz} = ? [\text{N}]$$

$$F_{vz} = V \cdot \rho_{vzduchu} \cdot g$$

$$F_{vz} = 1440 \cdot 1,3 \cdot 10 = 18\,720 \text{ N}$$

Vzduch působí na balón vztlakovou silou 18 720 N.

Př.2: Heliem plněný balón má vynést sondu o hmotnosti 40 kg do výšky 27 km, kde je hustota vzduchu asi 0,035 kg/m³. Vlastní hmotnost balónu včetně náplně je 15 kg. Určete, jaký objem musí balón v této výšce mít.

$$m_{sondy} = 40 \text{ kg}$$

$$h = 27 \text{ km} = 27\,000 \text{ m}$$

$$\rho_{vzduchu} = 0,035 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{balónu} = 15 \text{ kg}$$

$$V = ? [\text{m}^3]$$

$$F_{vz} = F_g = m \cdot g = (m_s + m_b) \cdot g = (40 + 15) \cdot 10 = 550 \text{ N}$$

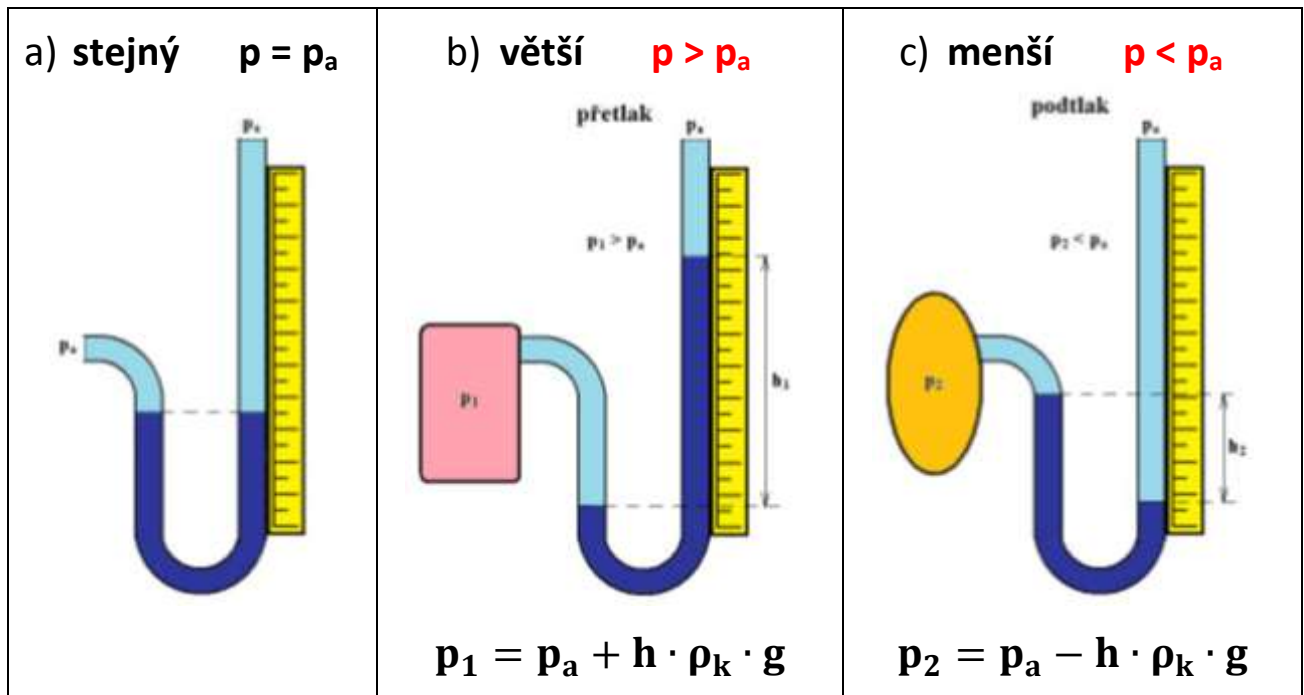
$$V = \frac{F_{vz}}{\rho_{vz} \cdot g} = \frac{550}{0,035 \cdot 10} = 1571 \text{ m}^3$$

V této výšce musí mít balón objem 1571 m³.

49_Tlak plynu v uzavřené nádobě

měříme jej: - **otevřeným kapalinovým manometrem**
 - **deformačním manometrem**

V uzavřené nádobě může být tlak plynu v porovnání s atmosférickým tlakem vzduchu



1. Jak velký je rozdíl tlaku plynu uvnitř a vně nádoby?
 Rozdíl hladin rtuti je 20 cm?

$$\rho_{\text{rtuti}} = 13500 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

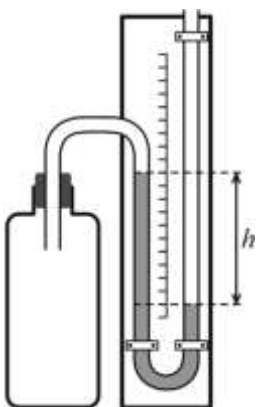
$$\Delta p = h \cdot \rho_k \cdot g = p_1 - p_a? \quad [\text{Pa}]$$

rozdíl tlaků = **podtlak** = hydrostatickému tlaku v hloubce h:

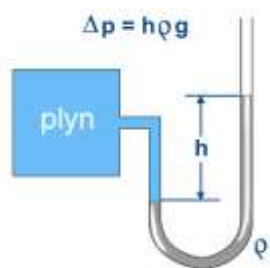
$$\Delta p = h \cdot \rho_{\text{rtuti}} \cdot g$$

$$\Delta p = 0,2 \cdot 13\,500 \cdot 10 = 27\,000 \text{ Pa} = 27 \text{ kPa}$$

V nádobě je tlak **o 27 kPa menší** než okolo nádoby.



2. Rozdíl hladin rtuti v otevřeném kapalinovém tlakoměru je 15 cm. Jak velký je tlak plynu v uzavřené nádobě, je-li atmosférický tlak 100 kPa.



$$\rho_{\text{rtuti}} = 13\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$p_a = 100 \text{ kPa} = 100\,000 \text{ Pa}$$

$$p = ? \text{ [Pa]}$$

$$p = p_a + \Delta p = p_a + h \cdot \rho_{\text{rtuti}} \cdot g$$

$$p = 100\,000 + 0,15 \cdot 13\,500 \cdot 10 = 120\,250 \text{ Pa} = 120,25 \text{ kPa}$$

V uzavřené nádobě je tlak plynu 120,25 kPa.