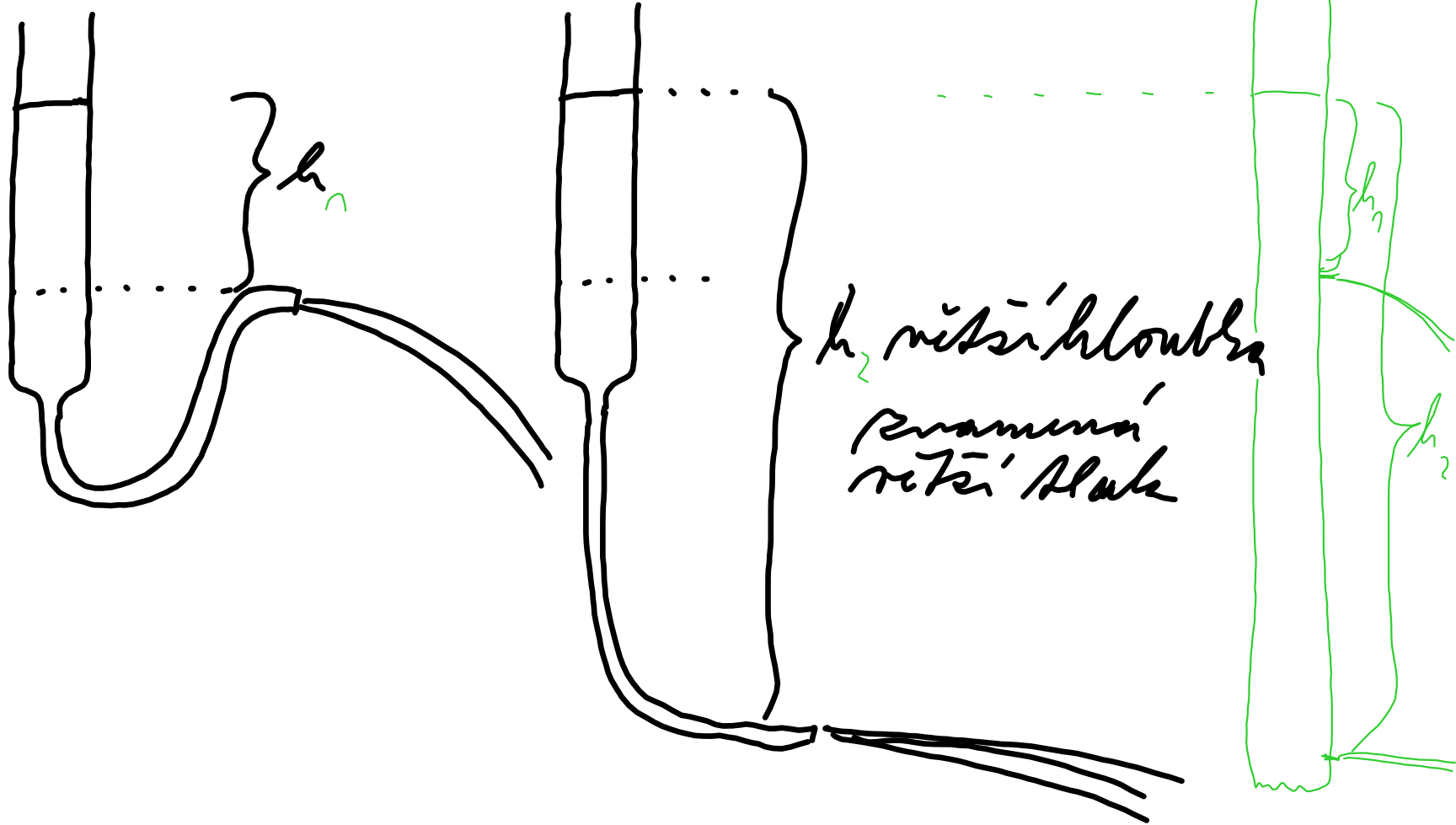


- Sklo nemá směr
- směr (kolmo ke směru nádoby) má sklovní alba



Sklo rotáční má směr  
odvrouť - bublic - voda vystoupí  
na všech šedivých do stejné  
výšky

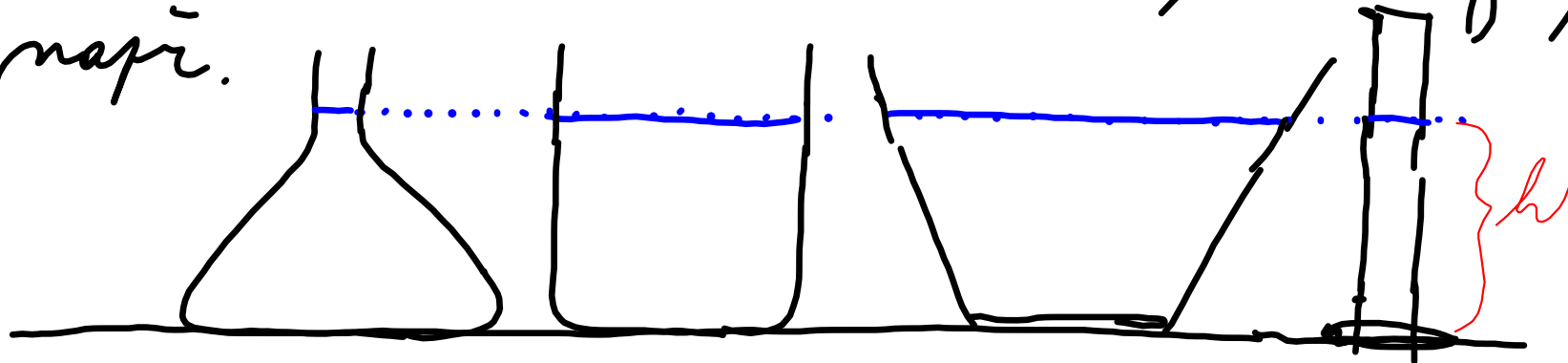
Pokus



Skla (včetně tyčů) uzavřít na bránu nádoby.

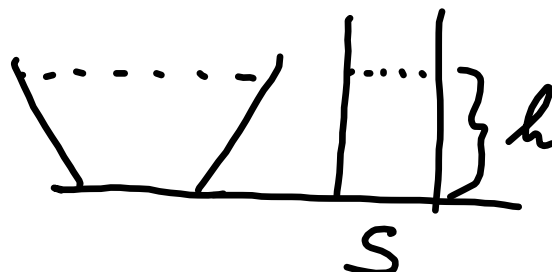
- Závisí pouze na hloubce (pod rovinou hladiny)

např.



v dva různých nádob bude stejná hydrostatická  
 tlak (při stejné výšce hladiny se stejnou  
 hustotou)

$h$  ... hloubka vody o hustotě  $\rho$   
 - ve všech nádobách bude u dna  $\tau$



$$\tau = \frac{F_c}{S} = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho \cdot h \cdot g$$

$$F_c = m \cdot g = \rho \cdot S \cdot h \cdot g$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h$$

$$V = S \cdot h$$

rovnice pro výpočet hydrostatického tlaku:

$$\tau = h \cdot \rho \cdot g$$

$h$  ... hloubka (pod rovinnou hladinou)

$\rho$  ... hustota kapaliny

$$g \doteq 10 \text{ m/s}^2$$

$$(g = 9,81 \text{ m/s}^2)$$



Spočtete tlakovou sílu, která působí na hrudník plavce, který se ponoří do hloubky 1 m. Může talkový potápeč dýchat trubicí, která sahá nad hladinu? (D.Ú. rozměr svého hrudníku nahradte rozměry odhadnutého obdélníka.)

$$S \approx 6 \text{ dm}^2 \text{ (odhad)} \quad S = 0,06 \text{ m}^2$$

$$F = ?$$

$$h = 1 \text{ m}$$

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

---

$$F = p \cdot S \quad ; \quad p = h \rho g = 1 \cdot 1000 \cdot 10 = 10\,000 \text{ Pa}$$

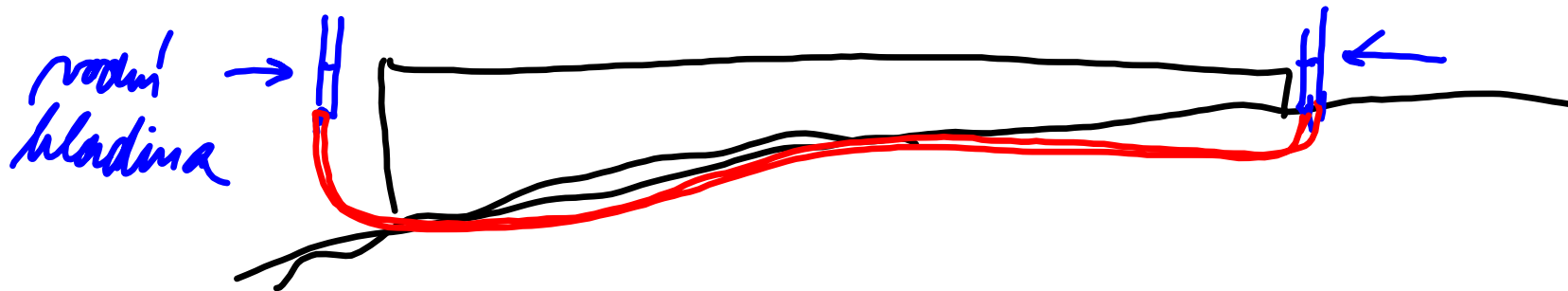
$$F = p \cdot S = 10\,000 \cdot 0,06 = \underline{\underline{600 \text{ N}}}$$

F III

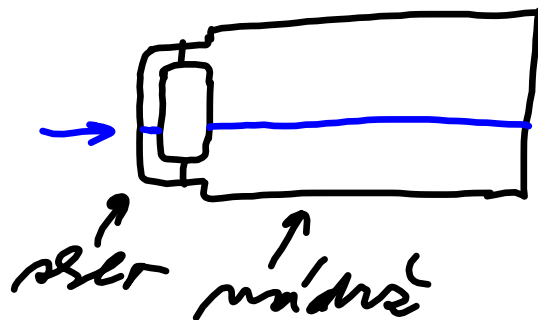
Úvod

opár: stav  $\rho = \frac{F}{S}$  jedn. Pa ( Pascal)

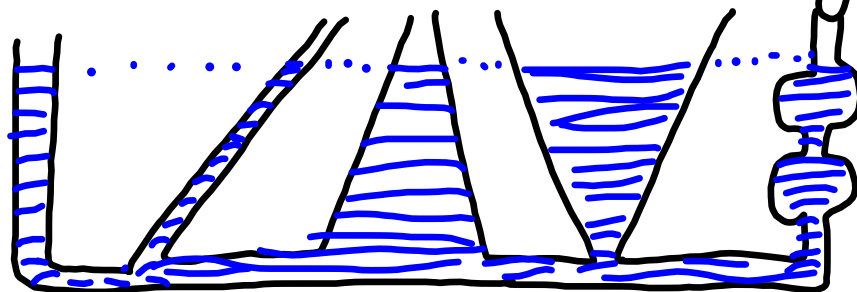
rodováha - hadicová



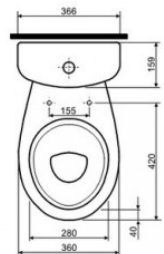
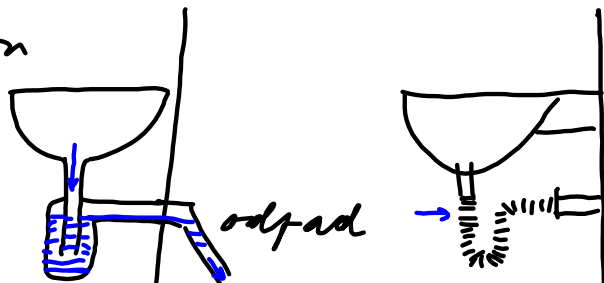
Kodosnal



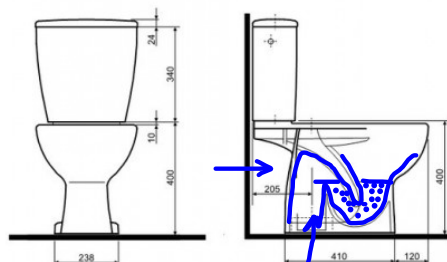
Spojenci mádro - hladina v zakovjeh,  
mádrovách vysoupe  
do stejni výšky



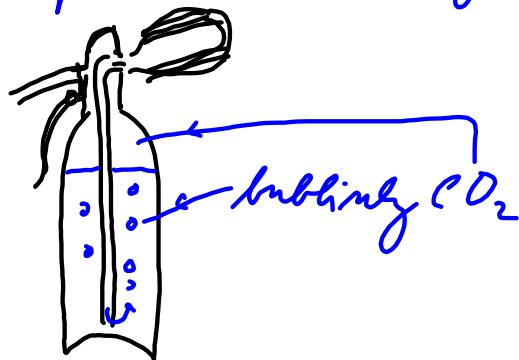
Sifon

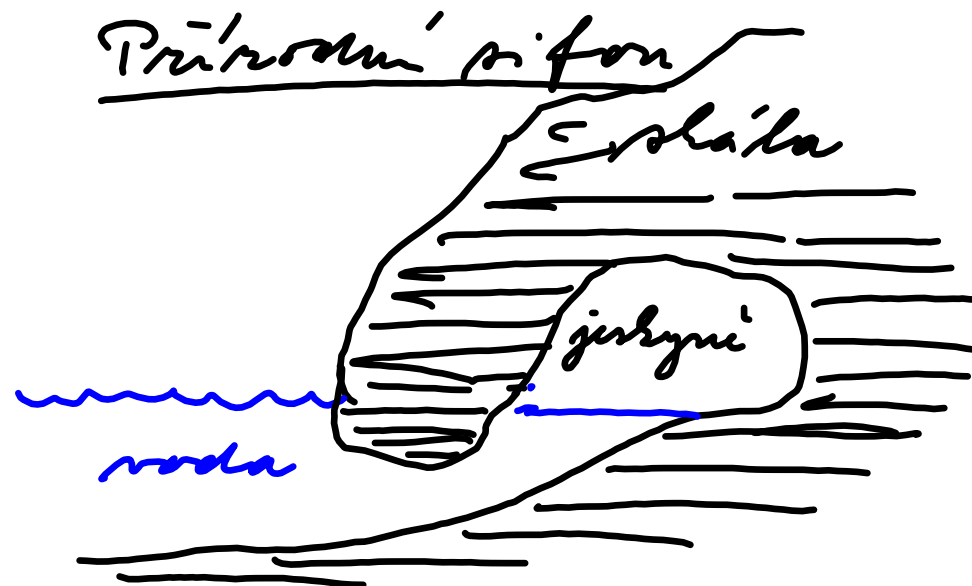


Dů sifon - W Ráčhodoví misy  
- přirodní



pozn. sifonová láhev (na výrobu sycevé limonády)

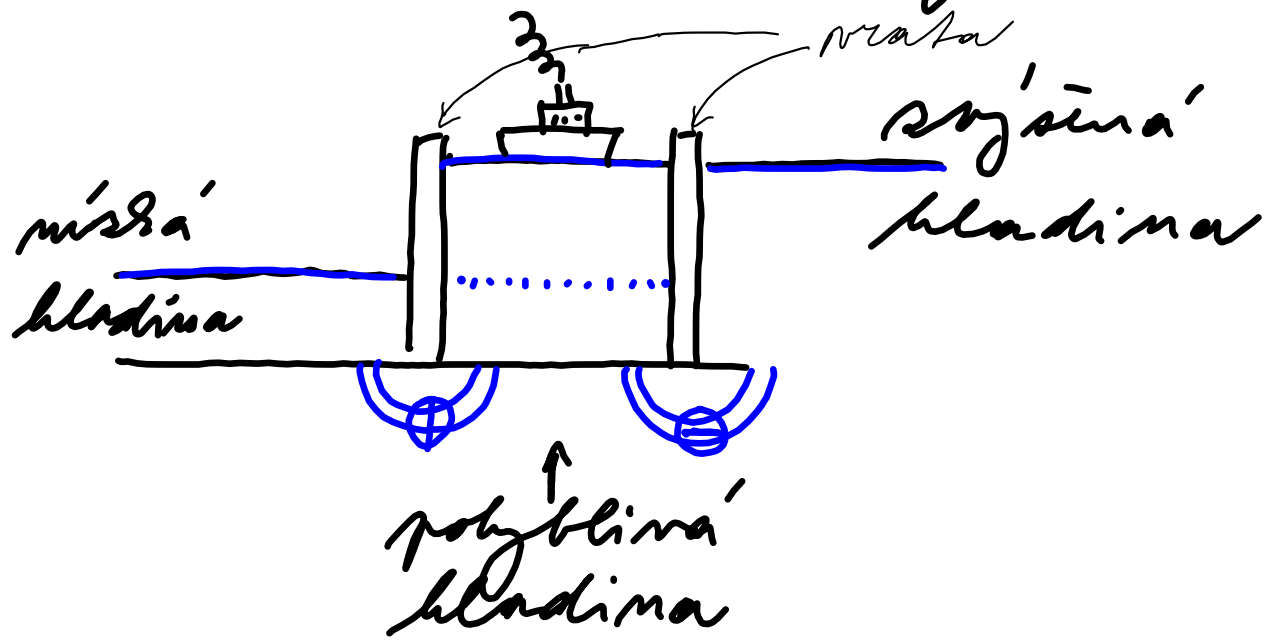




viz žirkyne na Pombrovi:

<http://www.stranypotapecske.cz/potapeni/objevy-punkva.asp>

# Plavební komora - schéma



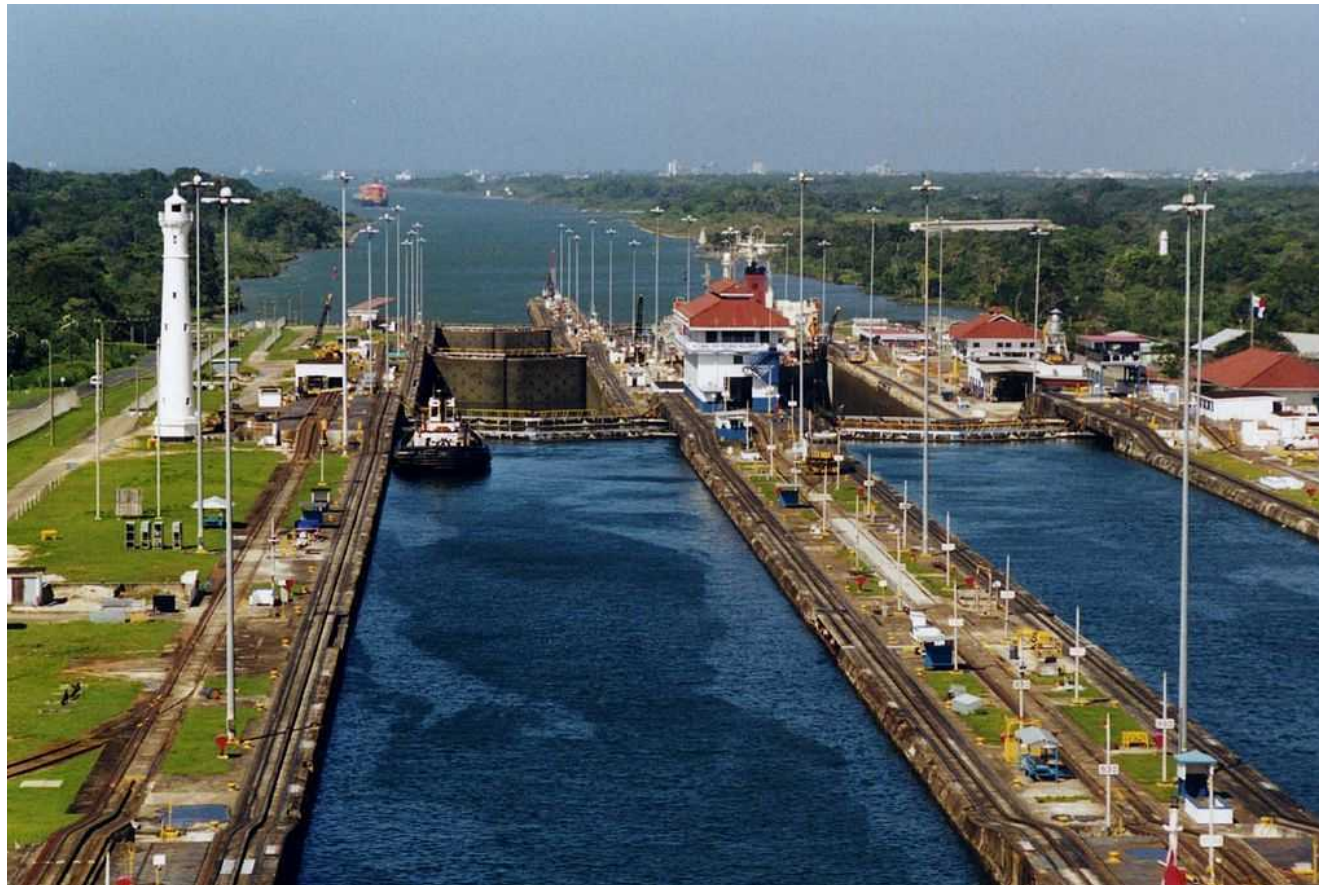
## Zdymadlo

<http://www.animfyzika.wz.cz/zdymadlo.swf>



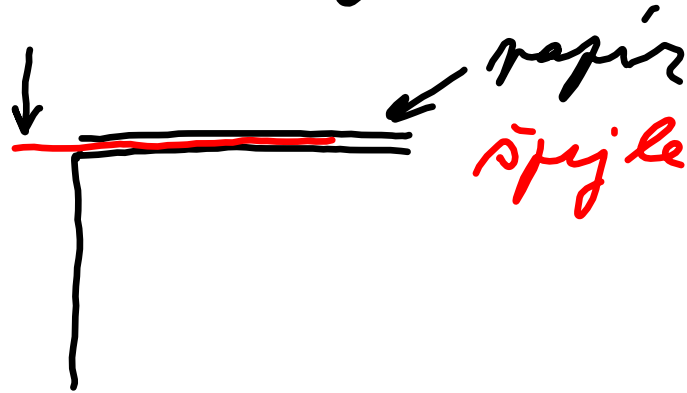
Pohled na zdymadla na Panamském průplavu

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Panamsk%C3%BD\\_pr%C5%AFplav#mediaviewer/File:Panama\\_Canal\\_Gatun\\_Locks.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Panamsk%C3%BD_pr%C5%AFplav#mediaviewer/File:Panama_Canal_Gatun_Locks.jpg)



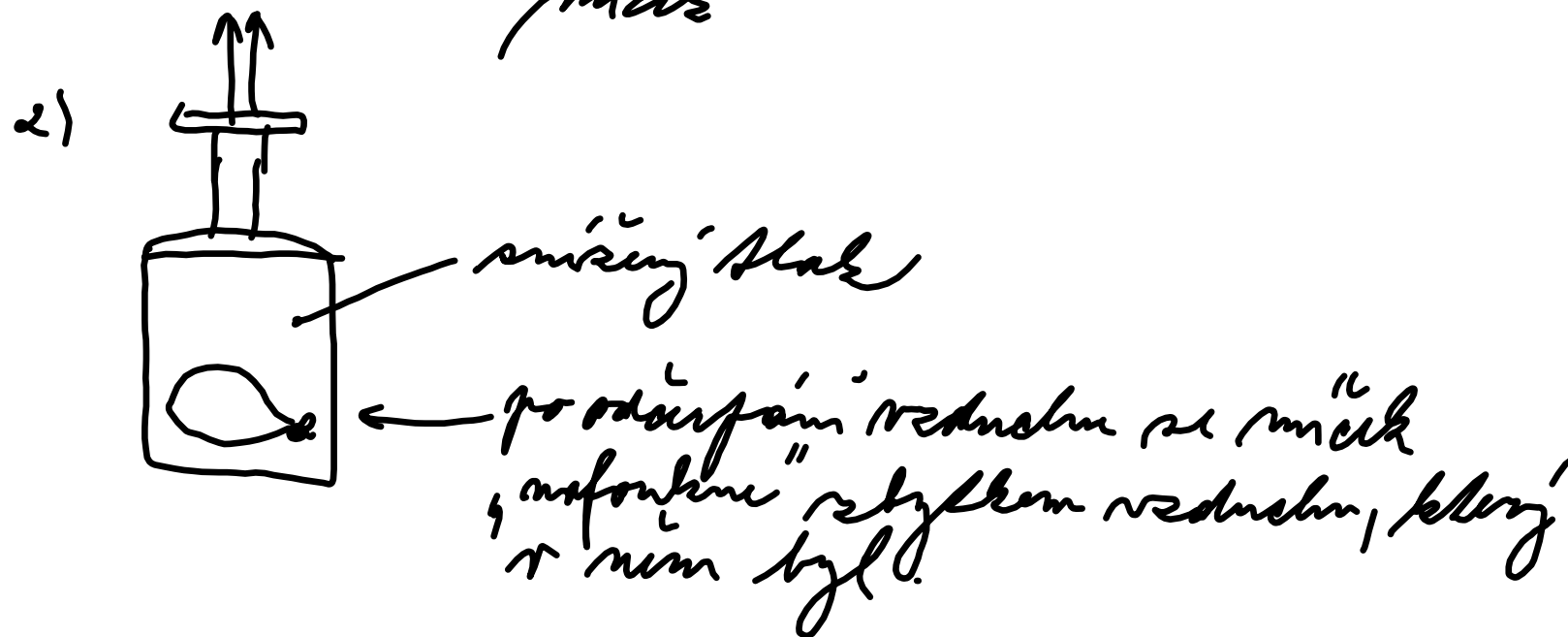
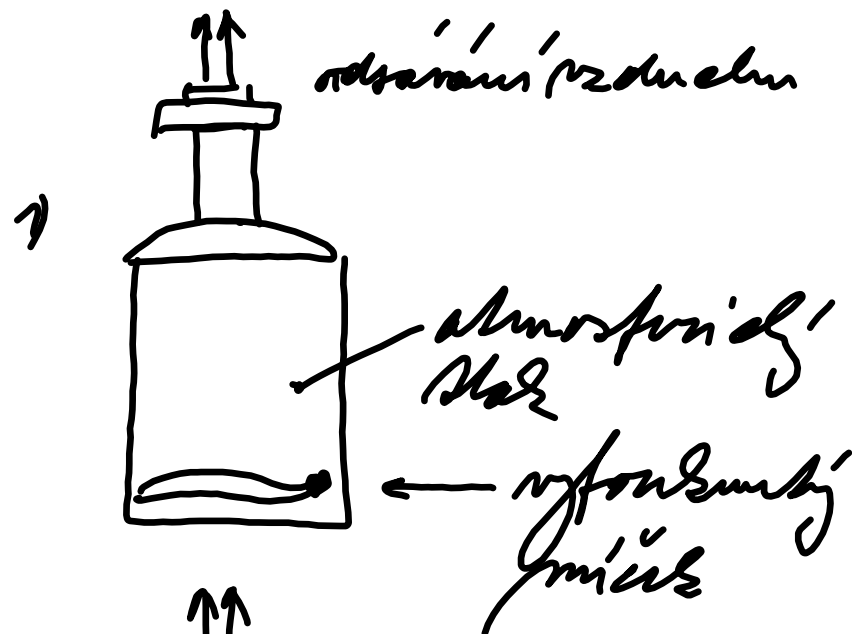


# Atmosférický tlak




pozn.  $1 \text{ m}^3$  má hmotnost  
přibližně  $1 \text{ kg}$

klepnutím na špijli  
(přesahující okraj  
stolu) se špijle  
vymaže  
špijle překryje  
papírem se **plamě**  
(papír je dřevem, vzduchem<sup>1</sup>)

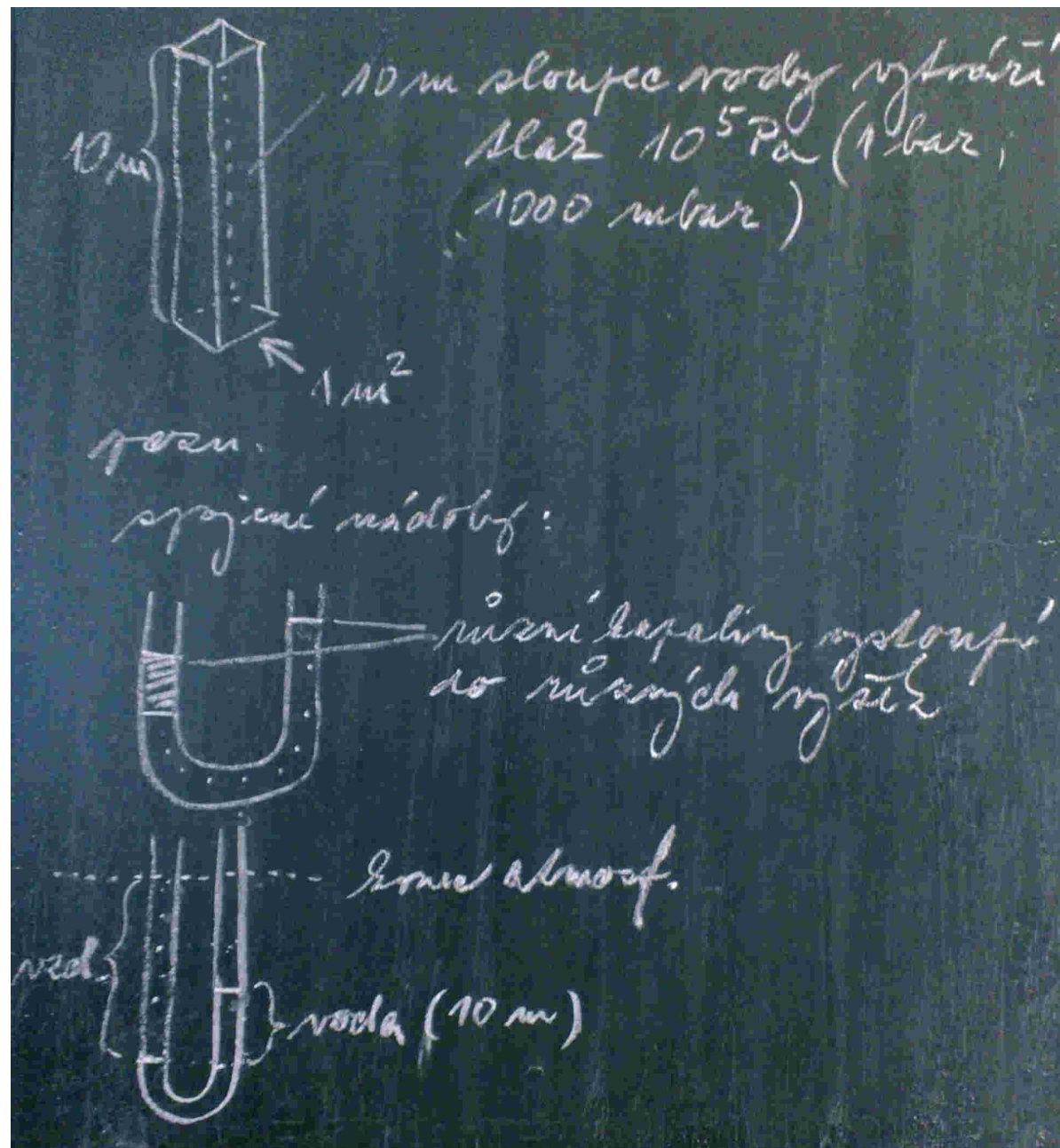


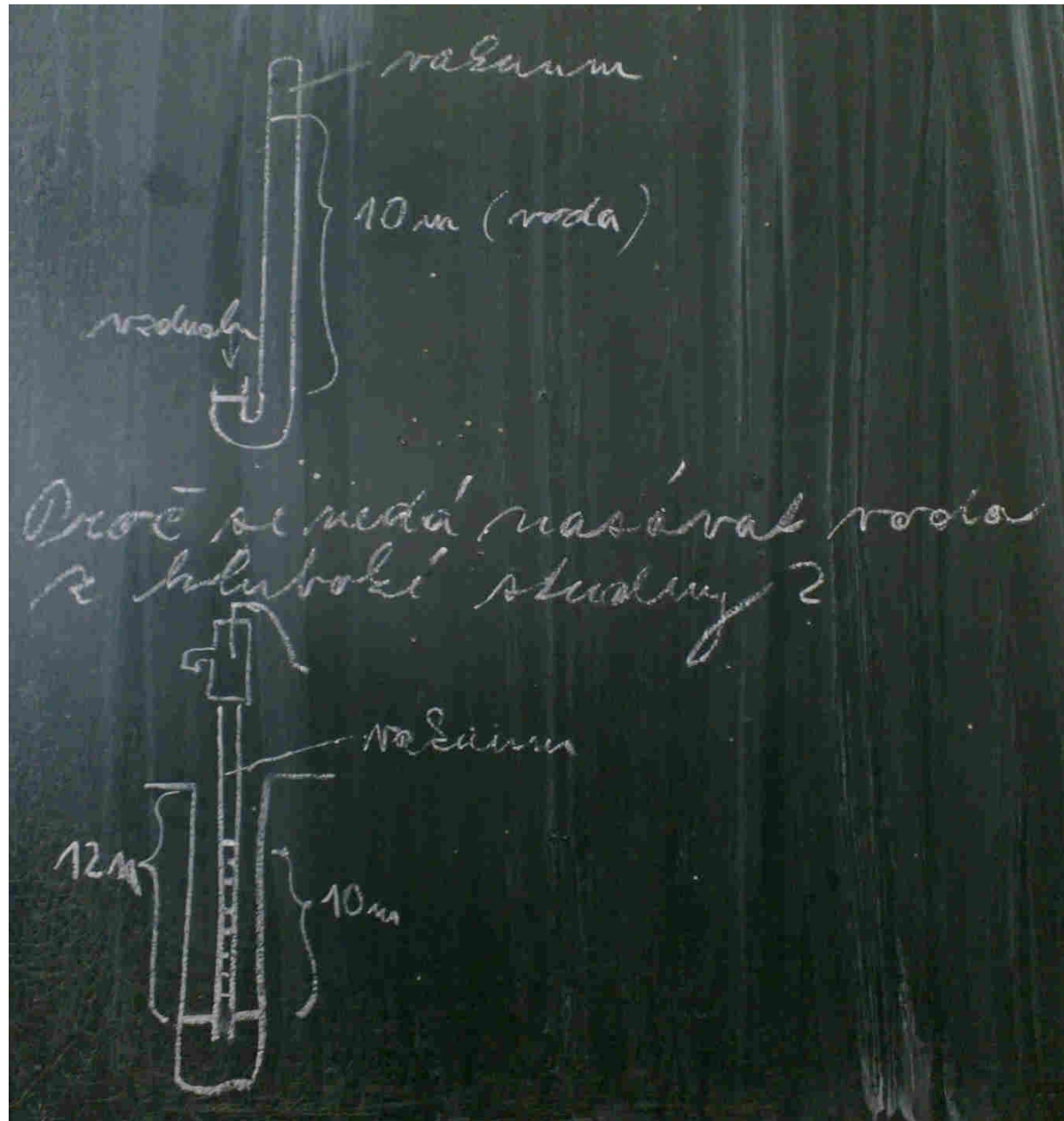
5.



10 000 kg vzduchu  
hmí obzajatoť  
1 m<sup>2</sup>

Vzdor vlastnej tíhovej vytrácať  
Aká 100 000 Pa = 10<sup>5</sup> Pa =  
= 0,1 MPa = 1000 hPa =  
= 1 bar = 1000 mbar  
(1000 milibarů)





Normální tlak -  $10^5 \text{ Pa}$

přetlak ... vznikáme jeho zvýšení  
normálního tlaku

Tlak vzduchu  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nafoukaný do pneumatky  
je vlastně přetlak - skutečný tlak  
v pneumatice je  $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

podtlak - nižší tlak než normální  
(největší podtlak je  $-1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )

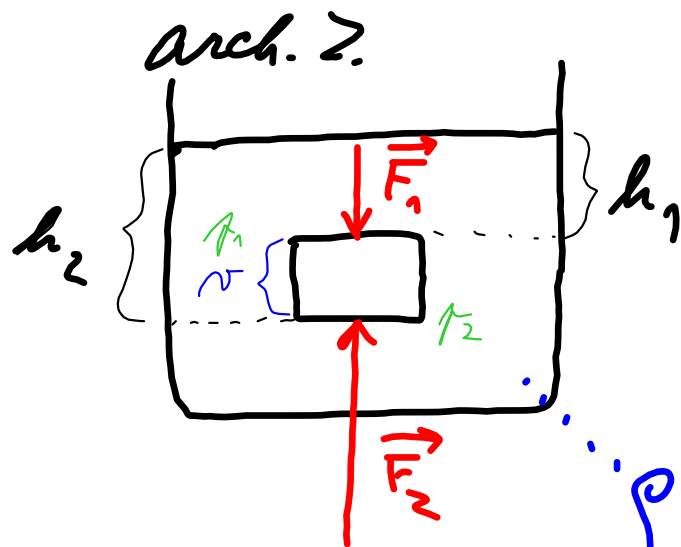
---

Atm. tlak - plyn s roduin, barometrem"

- Magdebarská polokoule

- Slevice s rodu "druhem vzhuru"





$S$  ... plocha podstavy kvádra

$v$  ... výška kvádra

$$F_1 = S \cdot p_1$$

$$F_2 = S \cdot p_2$$

vztlaková síla  $F_v = F_2 - F_1$

hydrostatický tlak  $p_1 = h_1 \rho g$

$$p_2 = h_2 \rho g$$

$$F_v = F_2 - F_1 = p_2 \cdot S - p_1 \cdot S = h_2 \rho g \cdot S - h_1 \rho g \cdot S =$$

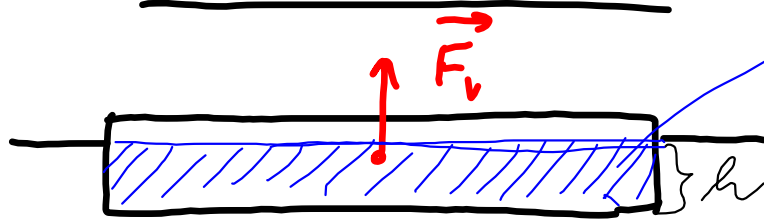
$$= (h_2 - h_1) \cdot \rho g S = v \cdot \rho \cdot g \cdot S = \underbrace{S \cdot v}_{V} \cdot \rho \cdot g$$

$$F_v = \underbrace{V \cdot \rho}_{m} \cdot g = \underbrace{m \cdot g}_{\text{síla tíhnutí o objemu } V \text{ (o objemu ponořené části tělesa)}}$$

Př: Na vodní hladině plove dřevěná deska ("na plocho") s rozměry 1m, 20cm a 5cm. Jak velká síla ji nadlehčuje, jestliže je ponořena do hloubky 4cm?

$$\begin{array}{l}
 a = 1\text{ m} \\
 b = 20\text{ cm} = 0,2\text{ m} \\
 c = 5\text{ cm} = 0,05\text{ m} \\
 F_v = ?
 \end{array}
 \left.
 \begin{array}{l}
 \rho \dots \text{ hustota vody} \\
 \rho = 1000\text{ kg/m}^3 \\
 g = 10\text{ m/s}^2
 \end{array}
 \right\}$$

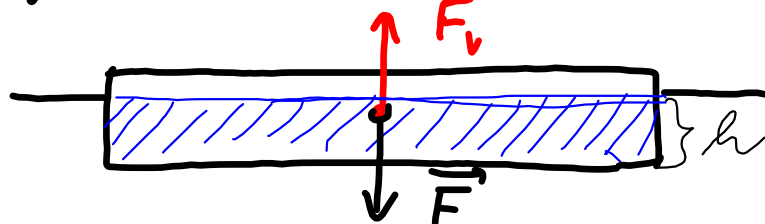
$$h = 4\text{ cm} = 0,04\text{ m}$$



objem ponořené části tělesa  $V$

$$F_v = V \cdot \rho \cdot g = a \cdot b \cdot h \cdot \rho \cdot g = 1 \cdot 0,2 \cdot 0,04 \cdot 1000 \cdot 10 = \underline{\underline{80\text{ N}}}$$

Spočítejte hustotu dřeva desky.



$$F_G = F_v (= 80 \text{ N})$$

$$F_G = m \cdot g$$

$$80 = m \cdot g$$

$$80 = m \cdot 10$$

$$m = 8 \text{ kg}$$

$$V_D = a \cdot b \cdot c = 1 \cdot 0,2 \cdot 0,05 = 0,010 \text{ m}^3$$

$\rho_D = ?$  ... hustota dřeva desky

$V_D = a \cdot b \cdot c$  ... objem desky

$$\rho_D = \frac{m}{V_D} = \frac{8}{0,01} = \underline{\underline{800 \text{ kg/m}^3}}$$

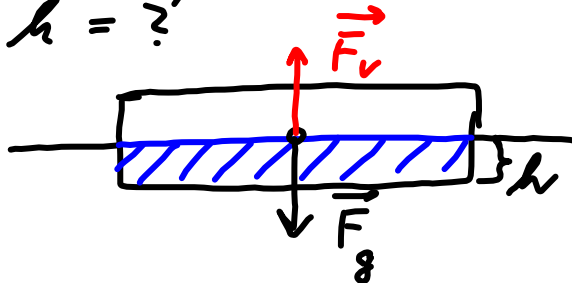
D.Ú.

Do jaké hloubky se ponoří dřevěná deska (s rozměry z minulého příkladu), jestliže bude vyrobena a) ze smrkového dřeva (o hustotě  $470 \text{ kg/m}^3$ ); b) z balzového dřeva (o hustotě  $200 \text{ kg/m}^3$ ).

D.Ú.

Do jaké hloubky se ponoří dřevěná deska (s rozměry z minulého příkladu), jestliže bude vyrobena a) ze smrkového dřeva (o hustotě  $470 \text{ kg/m}^3$ ); b) z balzového dřeva (o hustotě  $200 \text{ kg/m}^3$ ).

$$\begin{array}{l}
 a = 1 \text{ m} \\
 b = 0,2 \text{ m} \\
 c = 0,05 \text{ m} \\
 h = ?
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{a) } \rho = 470 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{b) } \rho = 200 \text{ kg/m}^3
 \end{array}
 \quad
 \rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$



$$\begin{array}{l}
 F_v = F_g \\
 F_g = m \cdot g \\
 F_g = V \cdot \rho \cdot g \\
 F_g = a \cdot b \cdot c \cdot \rho \cdot g
 \end{array}$$

$$\text{b) } F_g = 1 \cdot 0,2 \cdot 0,05 \cdot 200 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

$$\text{a) } F_g = 1 \cdot 0,2 \cdot 0,05 \cdot 470 \cdot 10 = 47 \text{ N}$$

$$F_v = V \cdot \rho_v \cdot g$$

$$47 = a \cdot b \cdot h \cdot \rho_v \cdot g$$

$$47 = 1 \cdot 0,2 \cdot h \cdot 1000 \cdot 10$$

$$47 = 2000 \cdot h$$

$$h = \frac{47}{2000} = 0,0235 \text{ m} = \underline{\underline{23,5 \text{ mm}}}$$

$$F_v = V \cdot \rho_v \cdot g$$

$$20 = 1 \cdot 0,2 \cdot h \cdot 1000 \cdot 10$$

$$20 = 2000 \cdot h$$

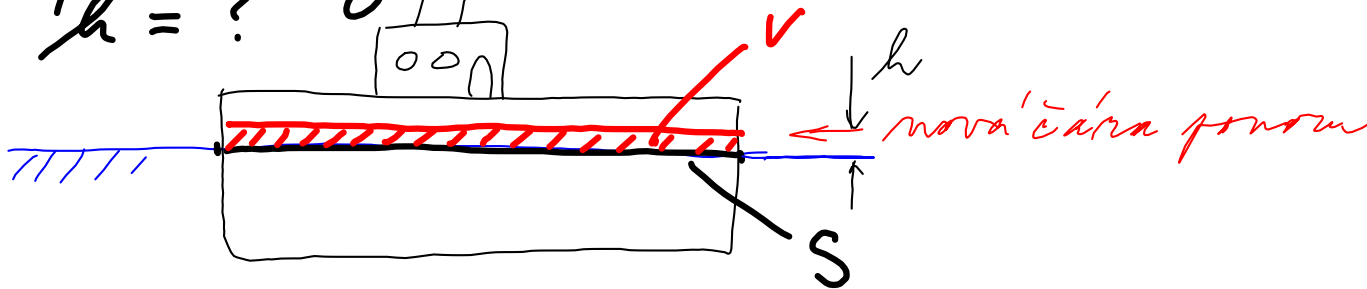
$$h = \frac{20}{2000} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

Př.:

O kolik centimetrů se zvětší ponor lodě, když na ni přidáme náklad o hmotnosti 500 kg? Vodorovný průřez v místě hladiny má obsah 22 m<sup>2</sup>.

*Zjednodušíme úvahu: tíže nákladu odpovídá (F<sub>G</sub> | F<sub>V</sub>)  
zvětšením objemu (V)*

$$\begin{aligned} m &= 500 \text{ kg} \\ S &= 22 \text{ m}^2 \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ h &= ? \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V &= S \cdot h & F_G &= F_V \\ F_V &= S \cdot h \cdot \rho \cdot g & F_G &= m \cdot g = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ N} \\ 5000 &= 22 \cdot h \cdot 1000 \cdot 10 \\ 5000 &= 220\,000 \cdot h \\ 220\,000 \cdot h &= 5000 \\ h &= \frac{5000}{220\,000} = 0,023 \text{ m} = \underline{\underline{2,3 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

Př: Kolik % objemu ledovce vyčnívá nad mořskou hladinou?

$$\rho_i = 917 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_M = 1025 \text{ kg/m}^3$$

objem ledovce si můžeme zvolit; pro výpočet a procenty se hodí  $V_L = 1000 \text{ m}^3$ .

(Postup: 1. objem ledovce  $V_L$ ; 2. hmotnost ledovce; 3. tíha ledovce  $F_G$ ; 4. z Arch. zákona objem ponořené části ledovce - ten číselně odpovídá i počtu procent ponořené části ledovce.)

Př.: Jakou silou tlačí na dno bazénu v hloubce 1,5 m kámen o objemu 3 litry. Kámen má hmotnost 8 kg.

$$V = 3 \text{ dm}^3 = 0,003 \text{ m}^3$$

$$m = 8 \text{ kg}$$

$$F_g \neq F_v$$

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

$$F_v = V \cdot \rho \cdot g$$

$$F_g = m \cdot g = 8 \cdot 10 = 80 \text{ N}$$

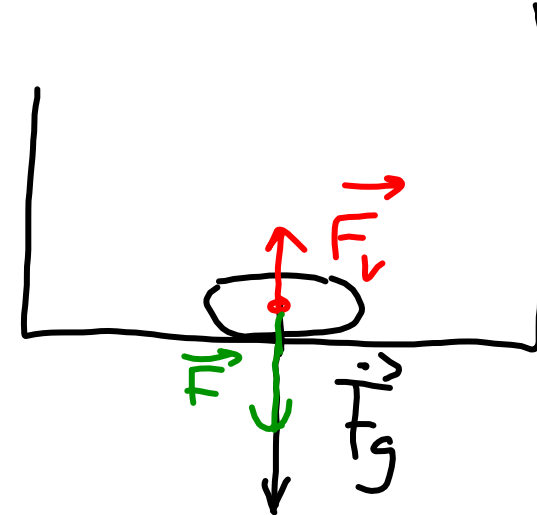
$$F_v = 0,003 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$F_v = 30 \text{ N}$$

$$F = F_g - F_v$$

$$F = 80 - 30$$

$$F = \underline{50 \text{ N}}$$



b) kámen nemá hmotnost 8 kg, ale má hustotu  $2500 \text{ kg/m}^3$ .  
- pěstle - prověřka



Př.: Jaká síla působí na zátku umyvadla? Plocha zátky je  $12 \text{ cm}^2$  a hloubka je  $36 \text{ cm}$ .  $[4,32 \text{ N}]$

Př.: Jaká je vztlaková síla, působící na zcela ponořený kámen o objemu  $3 \text{ litry}$ ? Kámen je v hloubce  $1,5 \text{ metru}$ .

$[30 \text{ N}]$

Př.: Kolikrát násobí sílu hydraulický lis s písty o ploše  $1,5 \text{ cm}^2$  a  $2,5 \text{ dm}^2$ ?

$[166,6 \text{ krát}]$

Optika - zalyra'se vlastnostmi svetla

⋮

Škvetlo v různých prostředí  
prostředí může být:

- průhledné - paprsky se šíří přímočaře

(vzduch, voda, sklo)

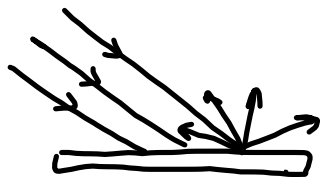
- průsvitné - paprsky se rozptylují

(mléčné sklo, kalná voda, mlha)

- neprůhledné

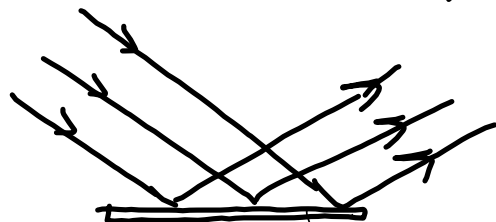
na hranici dvou látek (na povrchu) se  
světlo může:

- rozptylovat (většinou se odráží do  
všech stran)



list papíru

- odrážet

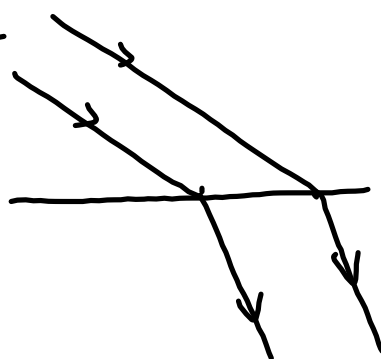


zrcadlo (vodní hladina,  
vyšleštěný plech)

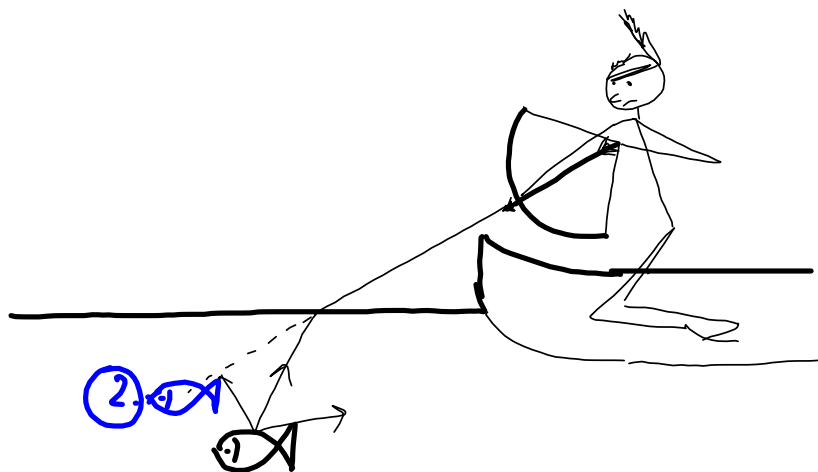
- lámat

1. látky

2. látka



(může vzduch a sklo  
vzduch a voda)

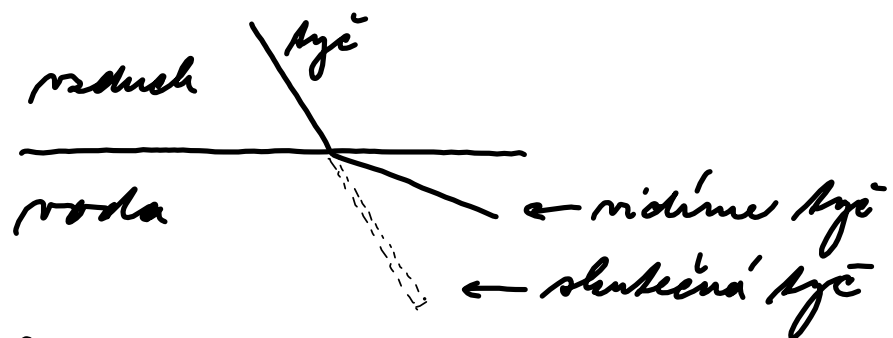


① v tomto mieste ryba je

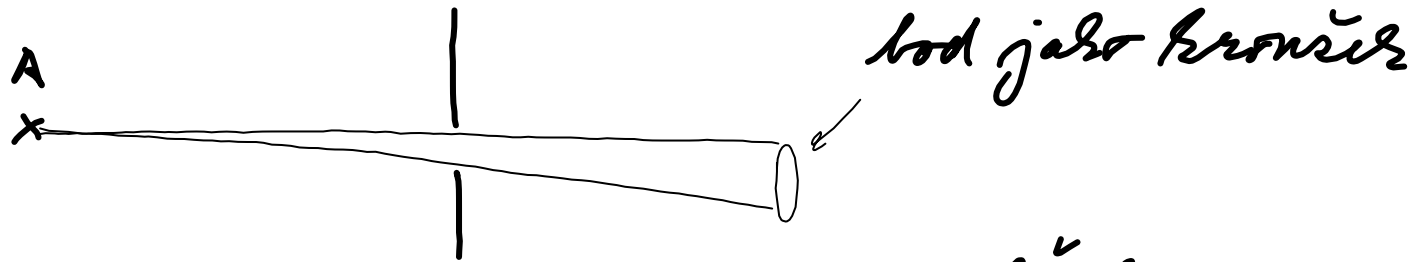
② v tomto mieste rybu indicián vidí

V tomto prípade šíp rybu mine nad jej hlavou  
 Práve bude indicián myslieť, že pod miesto, v  
 ktorom rybu vidí.

„Květ do vody ponořena“...



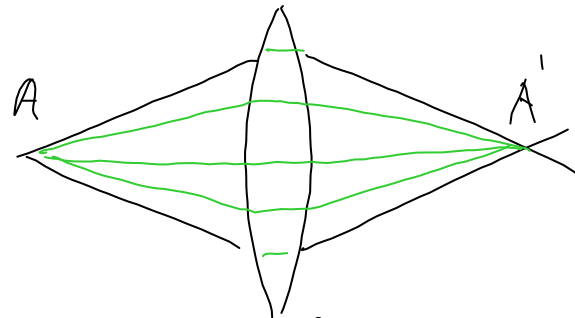
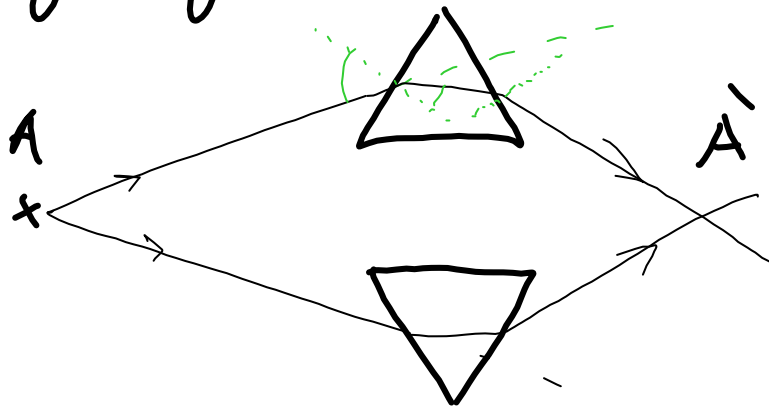
Při pohledu do vody vidíme dno jako by  
bylo vyšší.



arbitrární paprsky potřebujeme spojit

vzávisíme lom světla;

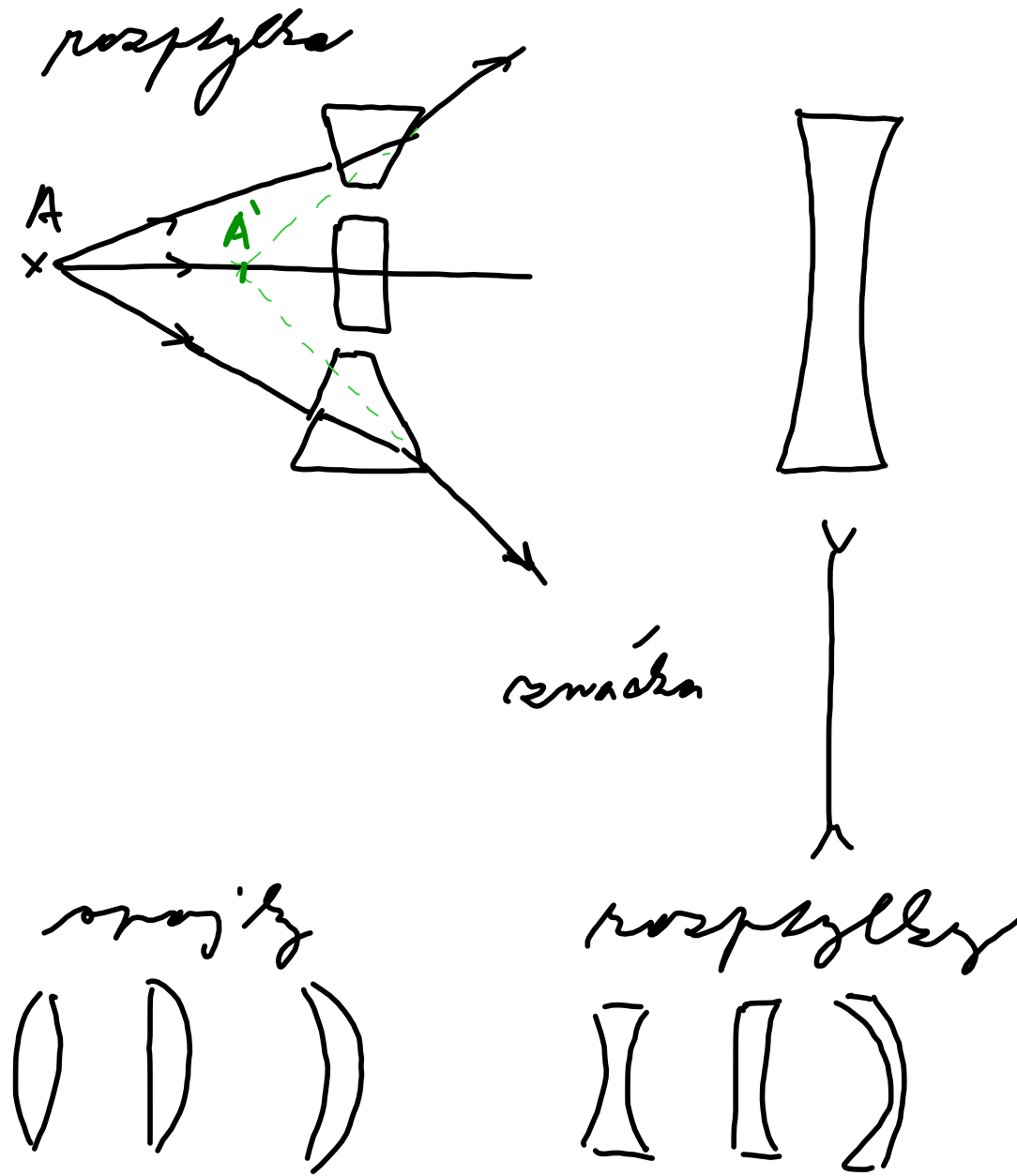
optická čočka



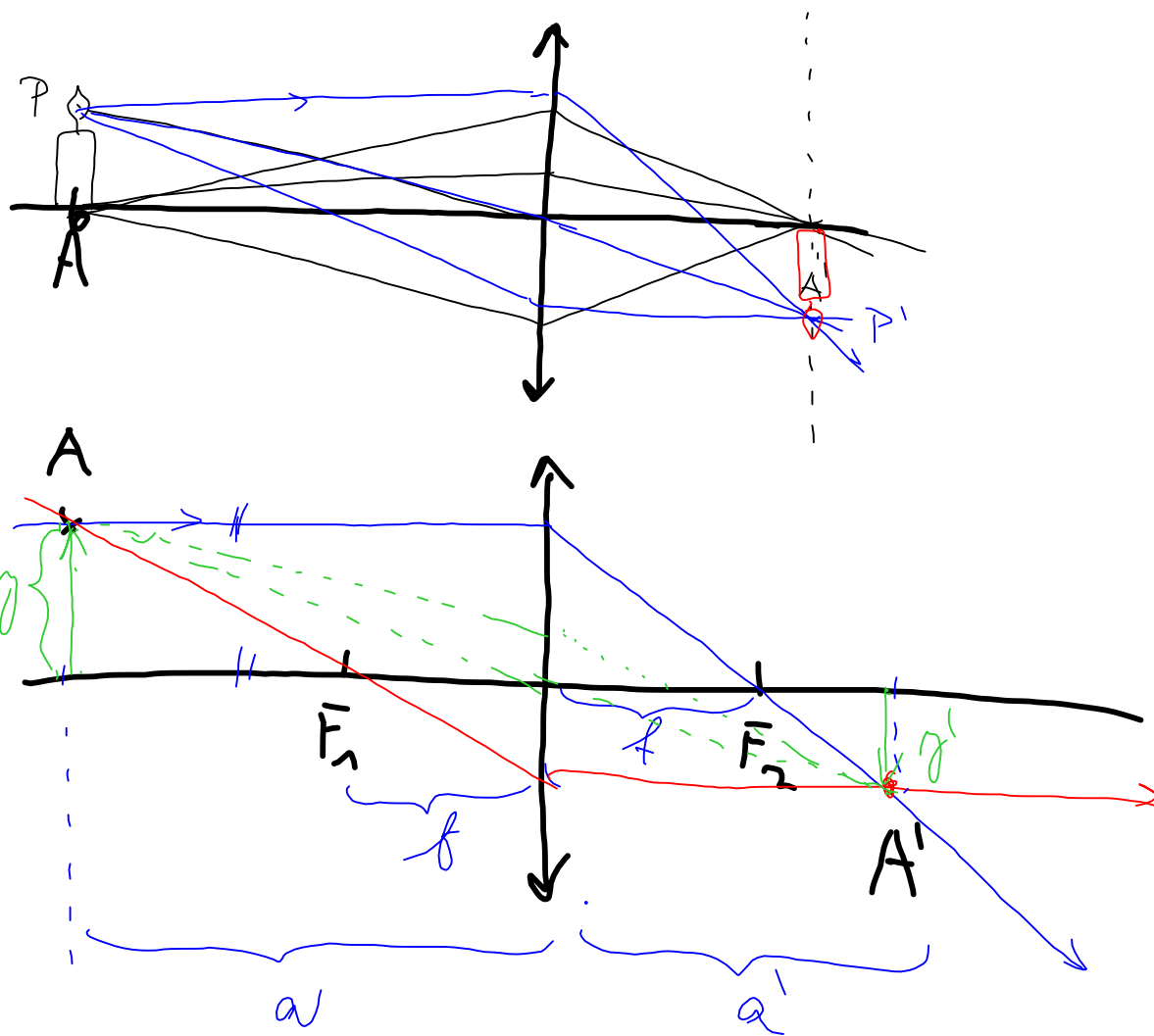
rozšíření

spojka  
↓





# Zobrazování čočkou



úkol:  $f = 5 \text{ cm}$   
 $a' = ?$   
 $a = 15 \text{ cm}$

výsledek:  $a' = 9,5 \text{ cm}$   
 7,7

Pr:  $f = 4 \text{ cm}$  ... více vzdálenost obrazu  
 $a = 9 \text{ cm}$   
 $a' = ?$   
 $y = 1,5 \text{ cm}$

