

# MECHANIKA TUHĚHO TĚLESA

Tuhé těleso

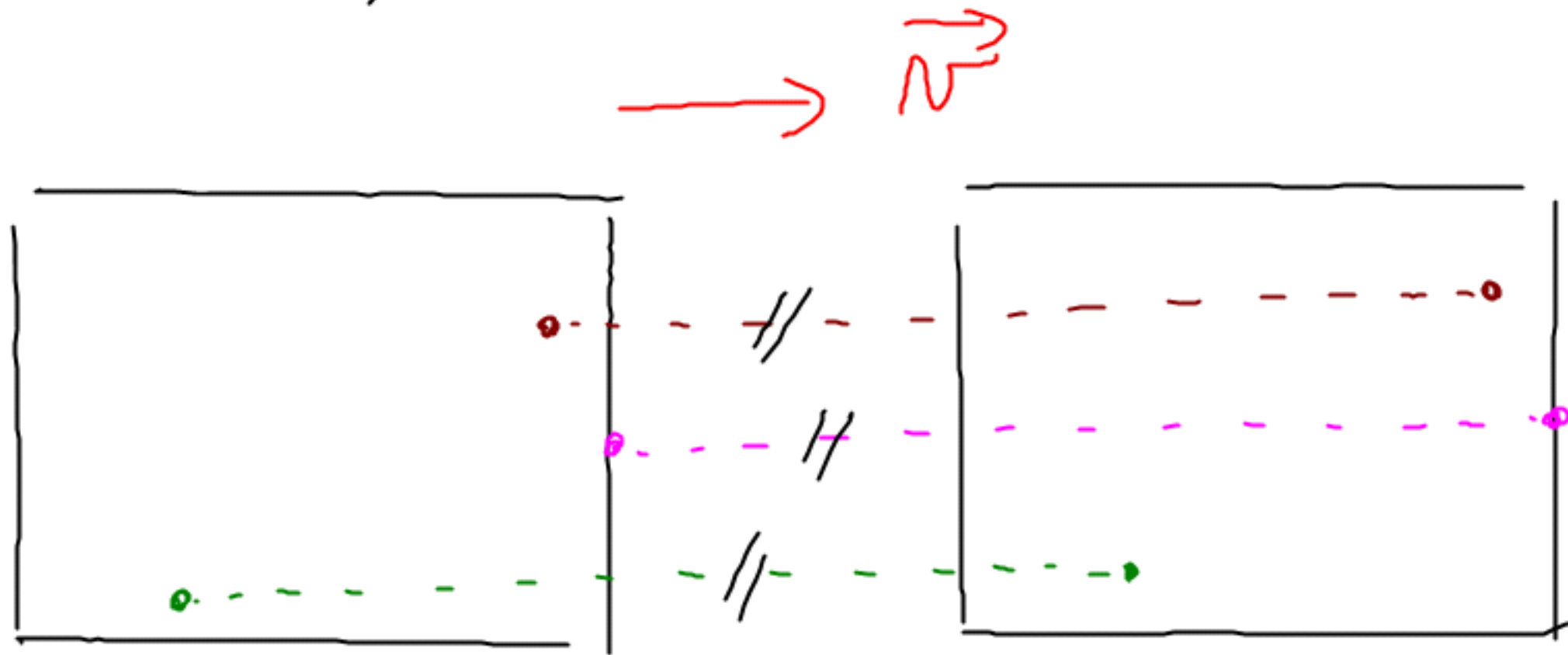
Tuhé těleso – MODEL skutečného tělesa;

těleso nedeformovatelné měřítkem  
libovolně velkých sil

dlouhý zanedlání: ZJEDNODUŠENÍ POPISU měřítkem  
sil

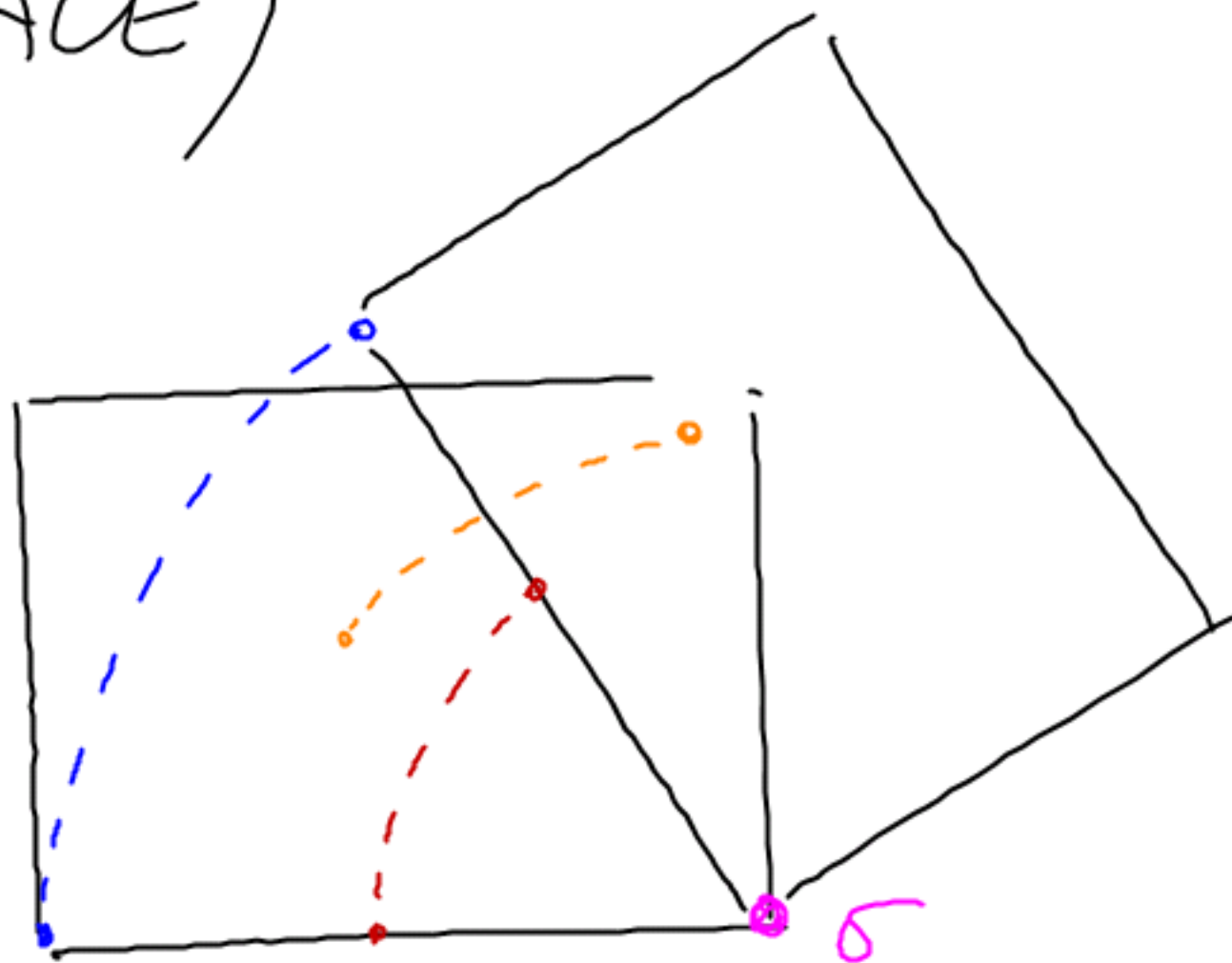
polyby TT:

• POSUVAM' -  
(TRANSLACE)



VŠECHNY BODY TT POKYBUJI' PO VZÁJEMNĚ  
ROVNOBĚŽNĚM UŠEČKÁM **STA'LOU RYCHLOST'**  
(STEJNÝCH TRAJEKTORIÍ)  $E_{kp} = \frac{1}{2} m v^2$

• OTÁČKY  
(ROTACE)



VŠECHNY BODY TT SE POKYBUJÍ PO VĚŠETNĚ  
SOUSTŘEDĚNÝCH KRUŽNICÍCH **STÁLOU ÚHLOVOU RYCHLOSTÍ**

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} J \omega^2$$

$J$  - moment setravnosti

# Moment sil

motivace: honpačka v parku

- může se honpat dítě a molinky?  
tadi ne?



Qa'mi'bi' na:  $\underline{m} \Rightarrow \underline{F}$   
nada'lenoshi' od mi'sta podepiceni' (osy otaceni')

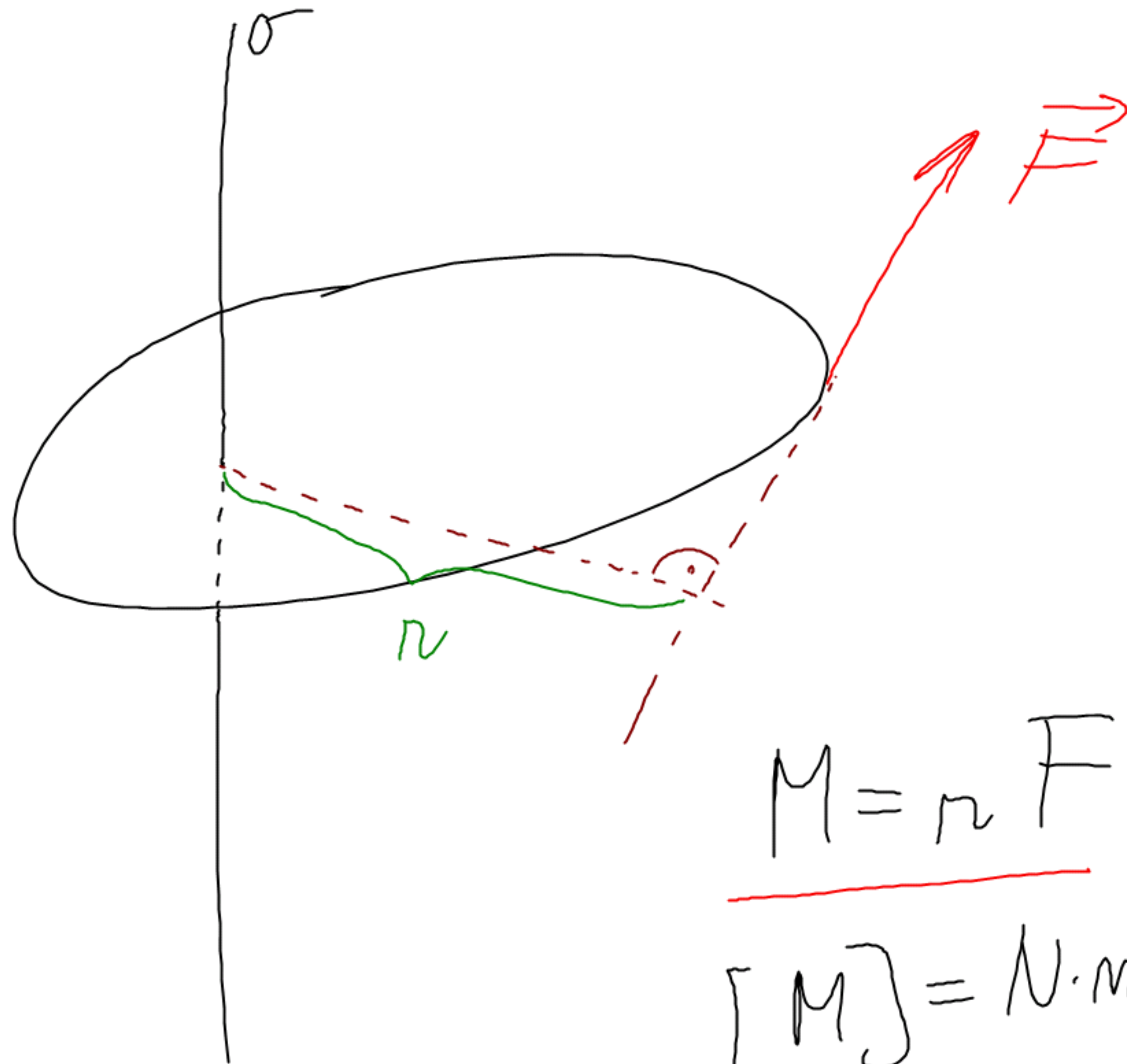
moment sil - na SŠ Rana'dim  
shalaime

- sonim velikost sil < 4

a red'lovshi primy, na m'z sila  
l'at', od osy otat'iem'

└ mosid'elka (sil)

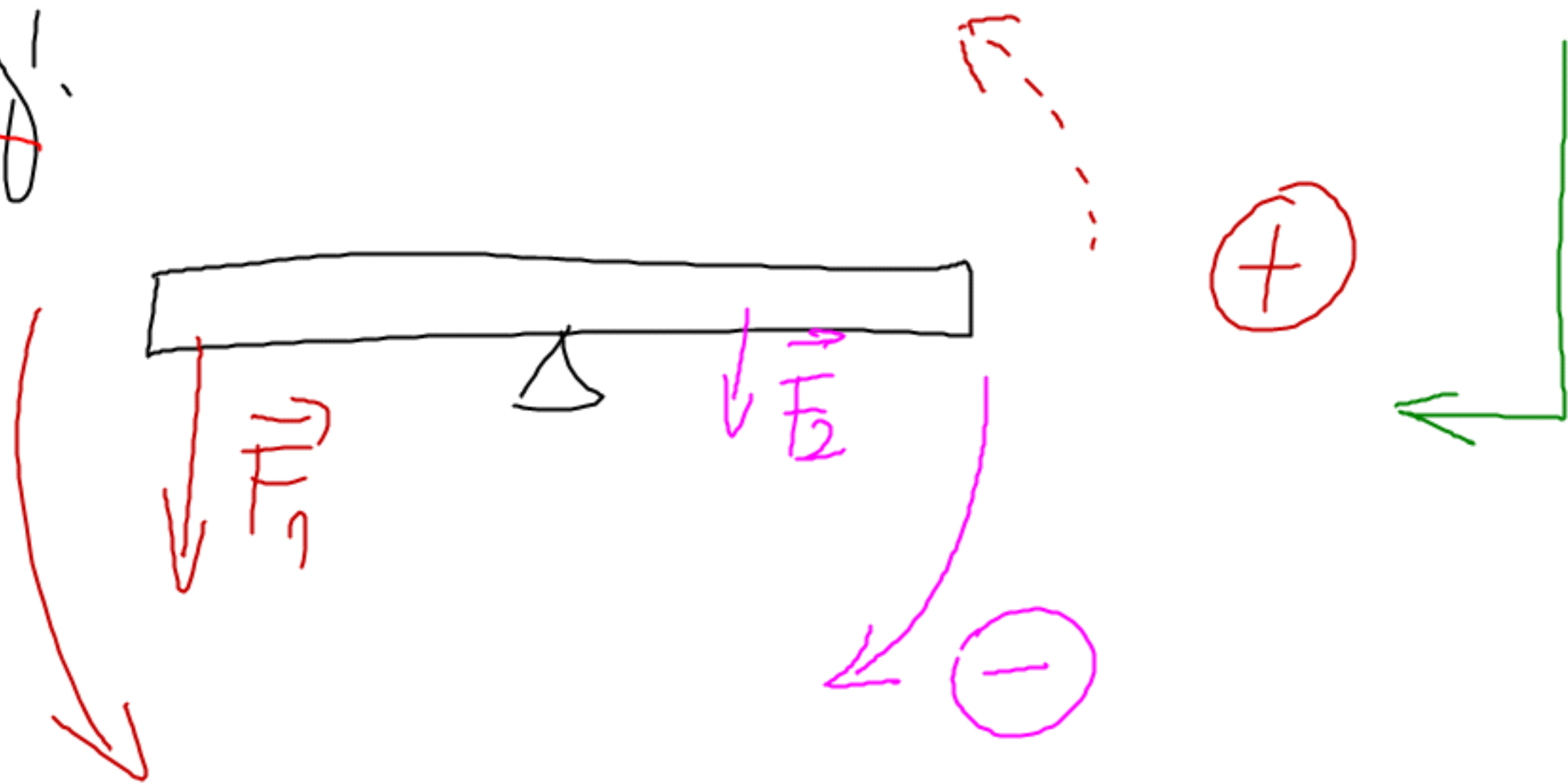
- n'chye m'im otat'iy'ch n'ot'nik'  
sila na II ("jaki moc a p'stli' n'bec se  
II otat'iy'")



$$M = r F$$

$$[M] = \text{N} \cdot \text{m}$$

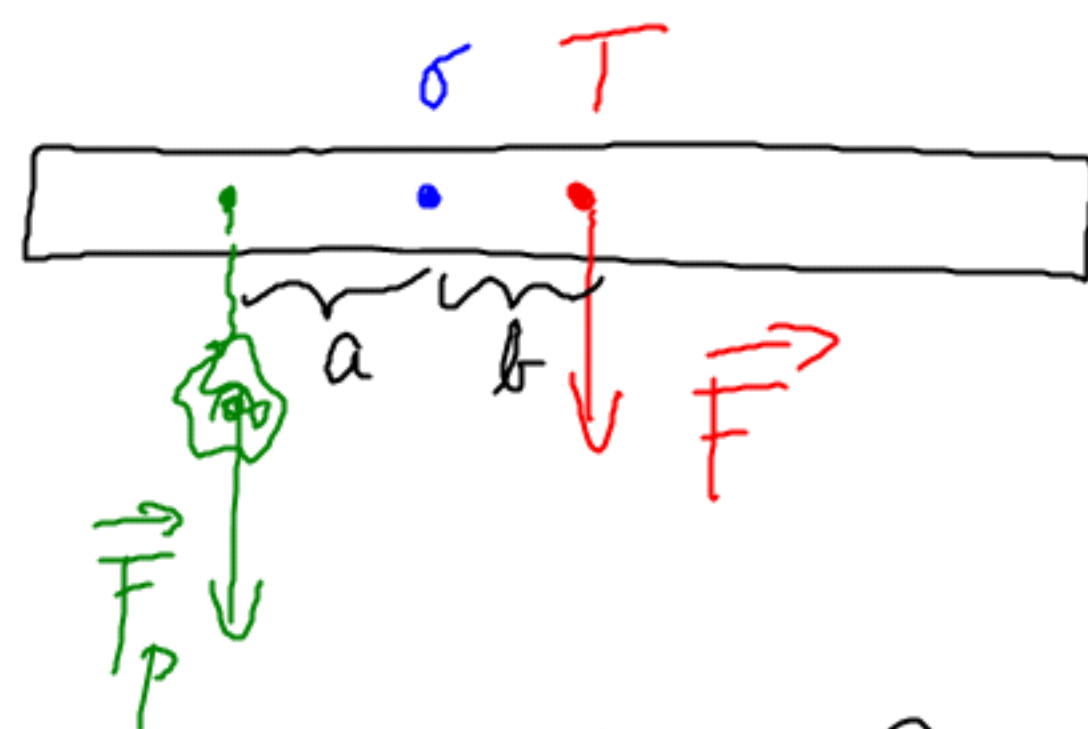
momentová věta: Otáčivý účinek síl působících na  $TT$  se měří (tj.  $TT$  je v rovnovážné poloze), je shledán celkový moment síl (při dohvězení analogické rovnováhy) je nulový.



# Papirnele valky

A4 papir s gramaturi  $80 \frac{g}{m^2}$

16 A4 do  $1 m^2 \Rightarrow m = \frac{80}{16} g = 5 g$



$a, b$  - armuri; momentul vetu la  $\sigma$ :

$$-Fb + F_p a = 0$$

$$F_p = \frac{b}{a} F \Rightarrow \underline{m_p = \frac{b}{a} m}$$



Stabil

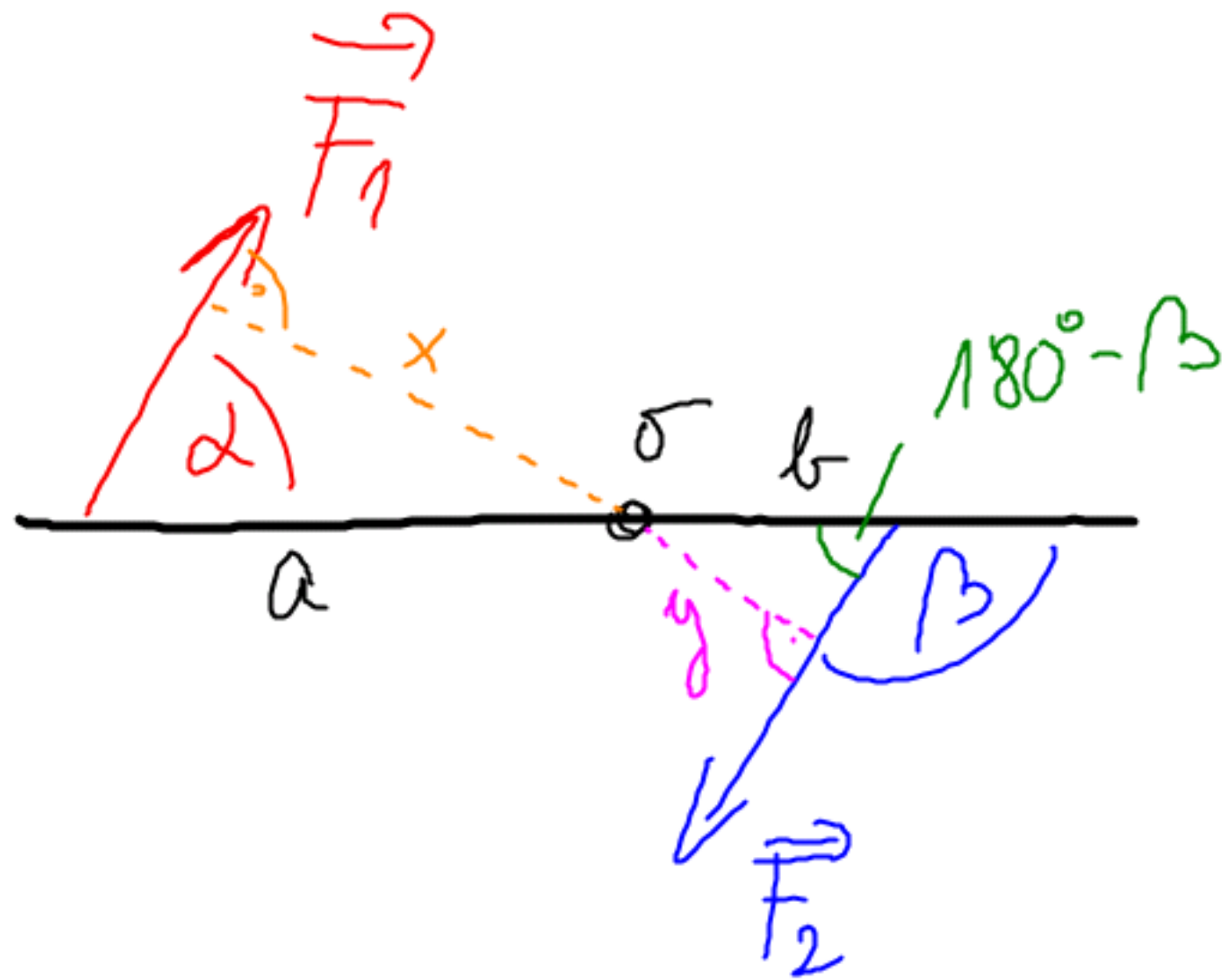
3 krabičky od filmu a litera' malý zrazu  
jimon hučnost

9 krabiček

na 2 vázom' mají ± 2 9 krabiček (8 stejných a  
jedna těžší) In nejtežší

# Pracovní list - momentová věta

obr. 5



$$M = -M_1 - M_2$$

$$\sin \alpha = \frac{x}{a} \Rightarrow x = a \sin \alpha$$

$$\sin(180^\circ - \beta) = \frac{y}{b} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = b \sin(180^\circ - \beta) \\ = b \sin \beta$$

$$M = -F_1 a \sin \alpha - F_2 b \sin \beta$$

# Skla'da'mu' sil

nahradit 2 a více sil silou JEDINOU

(tav. VY'SLEDNICE) tak, aby měla na TI

stejně účinky jako by skla'dane'

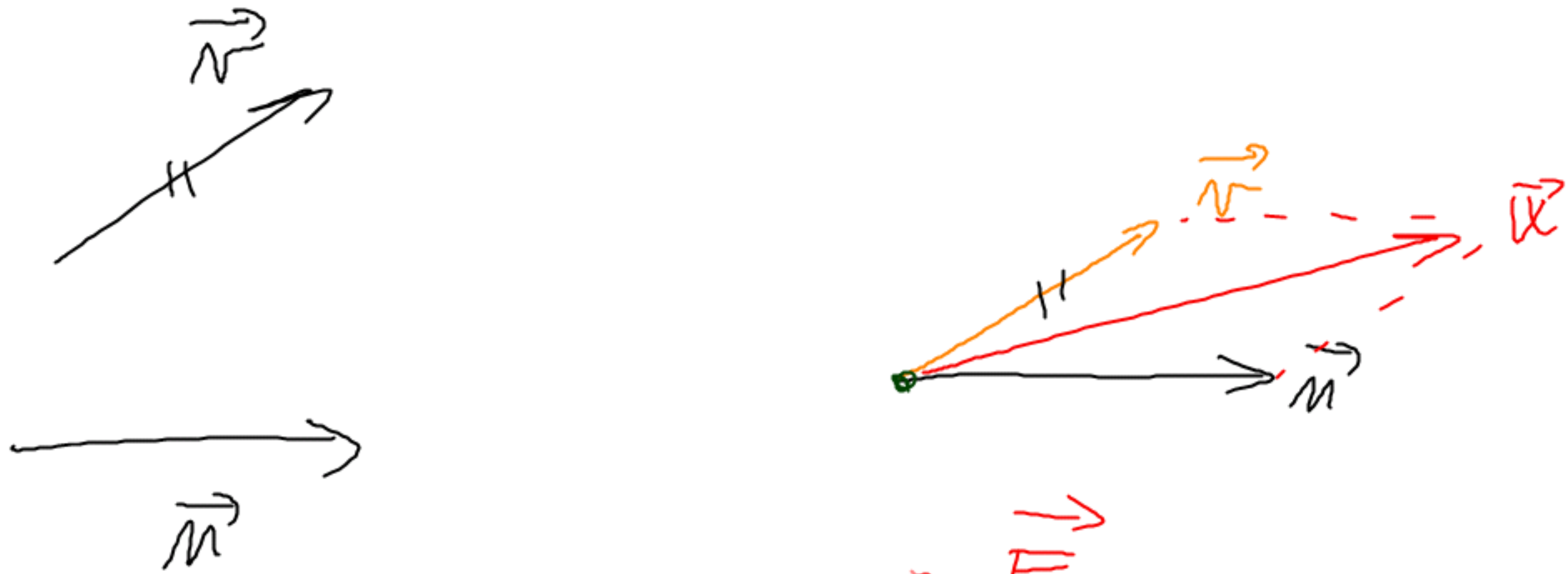
$\vec{F}_V = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$

$M_{F_V} = M_{F_1} + M_{F_2} + \dots + M_{F_n}$

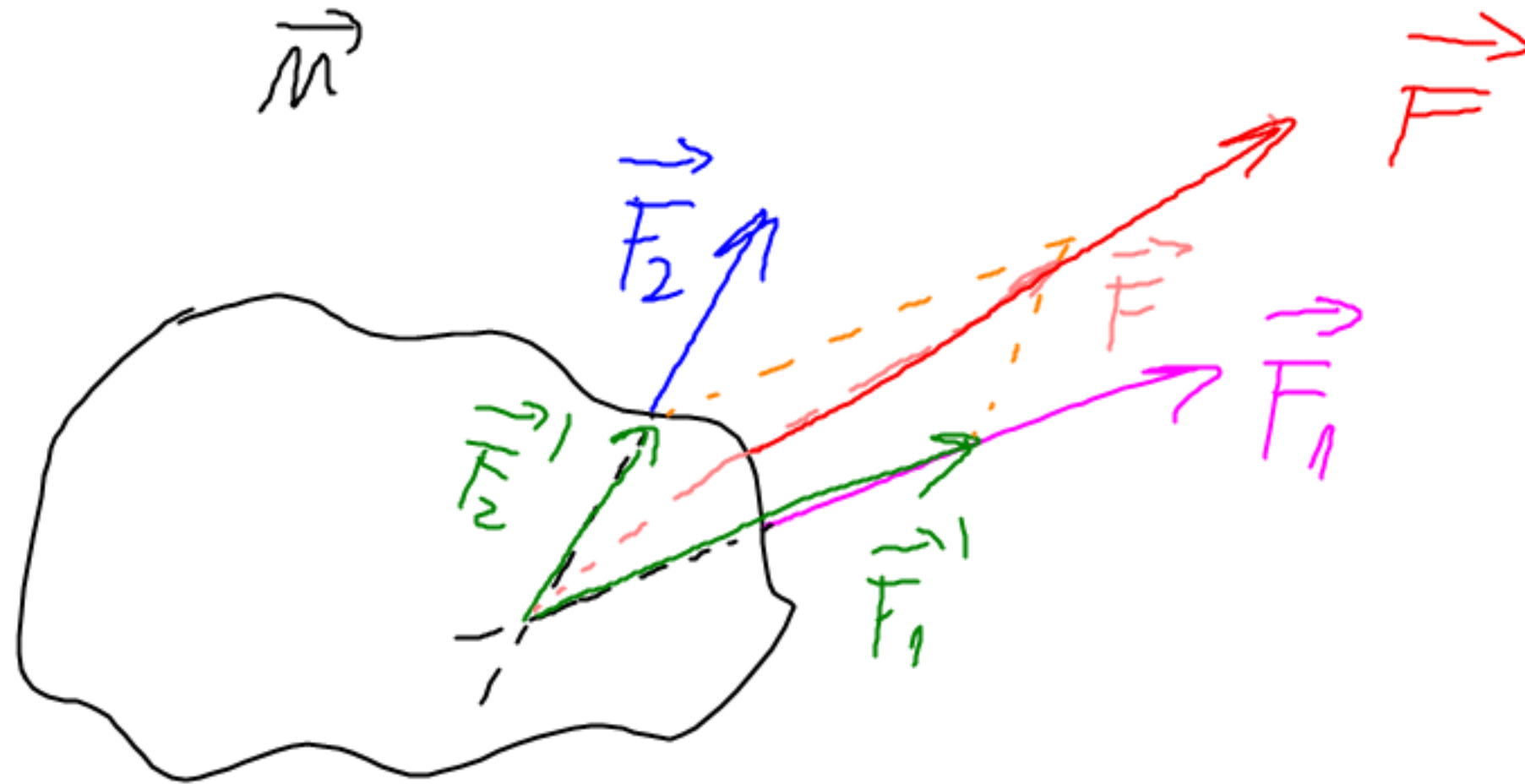
(s konverci  
analogie!)

wmm  $\Rightarrow$  POZOR NA SILY SPUZEMIH  
PUSOBISTEV

МАНАТИКА



ФУЗИКА



Skla'da'm' si'e:

• ROVNOBĚŽNĚ'

- lesi' na te'ze p'ima ..... ✓

Δ shodnĕ orientovane'

Δ opacnĕ — " —

- lesi' na n'ay'de p'inkal'de

Δ shodnĕ orientovane'

Δ opacnĕ — " —

• RŮZNOBĚŽNĚ'

- lesi' v' avnĕ

Δ spol. porā'ke ..... ✓

Δ n'ay' porā'ke

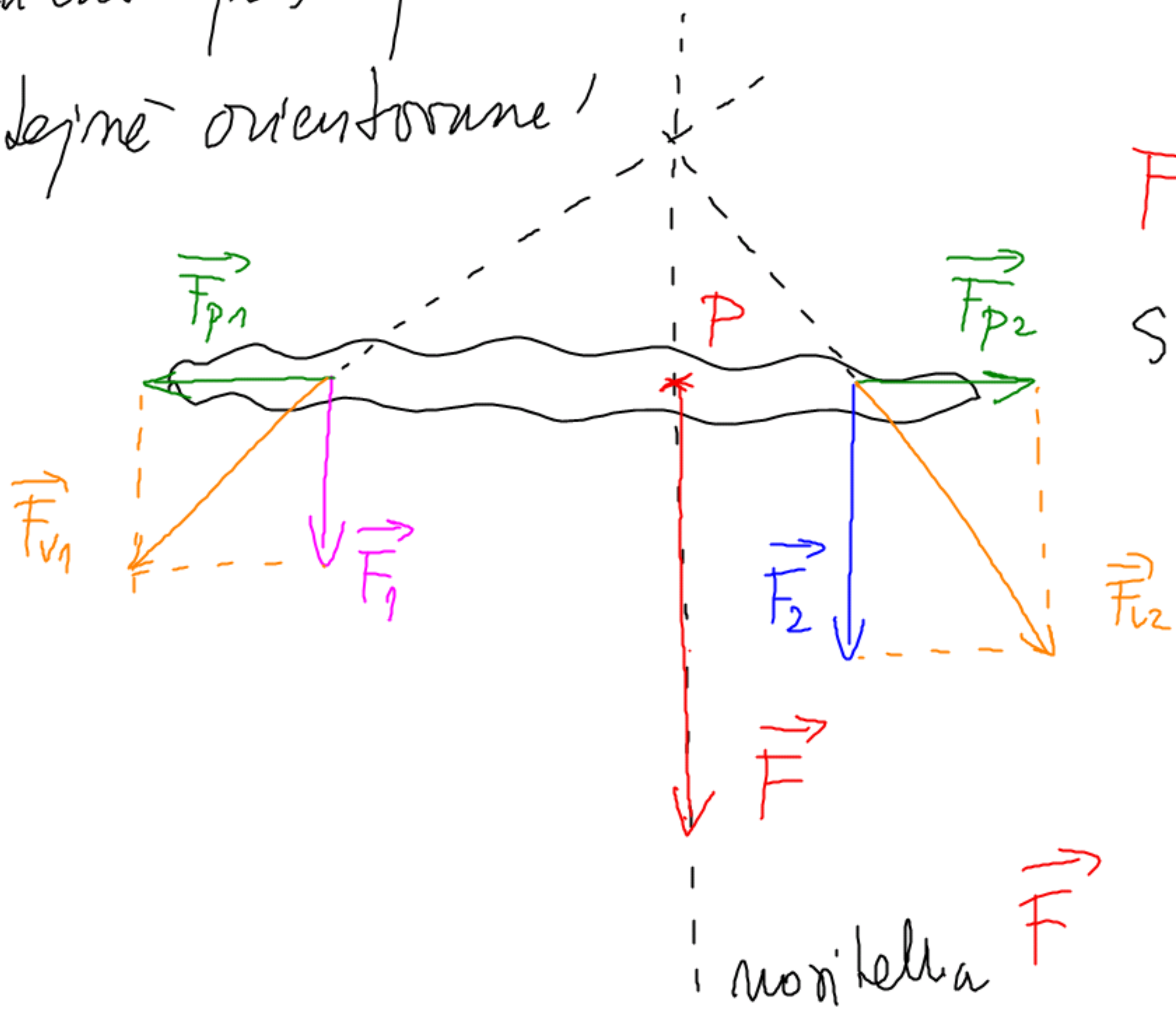
- lesi' v' prostom

Δ spol. porā'ke

Δ n'ay' porā'ke

# Rovnoběžné 'lesťá' na různých přímkách

a) fyzikální postup  
i, stejně orientované



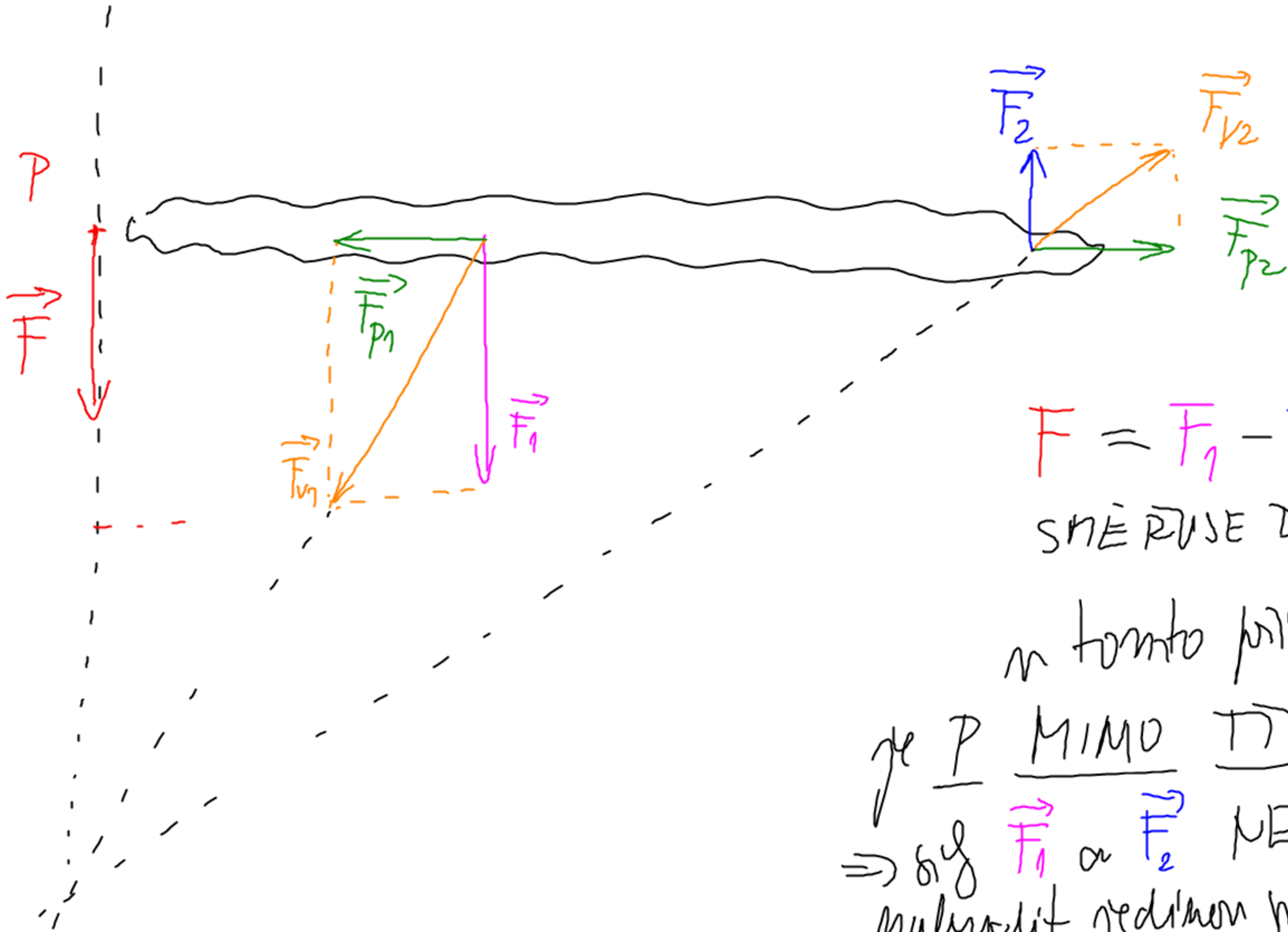
$$F = F_1 + F_2$$

SMĚR: DOLŮ

$\vec{F}_1, \vec{F}_2$  - stejné velkoř, opřimé orientovane,  
přisobri na toleže TT a leže přimce  $\Rightarrow$

- ve svjch nřimcih se muř
- neměmř dan leže ari sřnaci
- arisanoběžmř sklade ari sřy

(c) opaline orientorane'



$$F = F_1 - F_2$$

SHËRUSE DOLU'

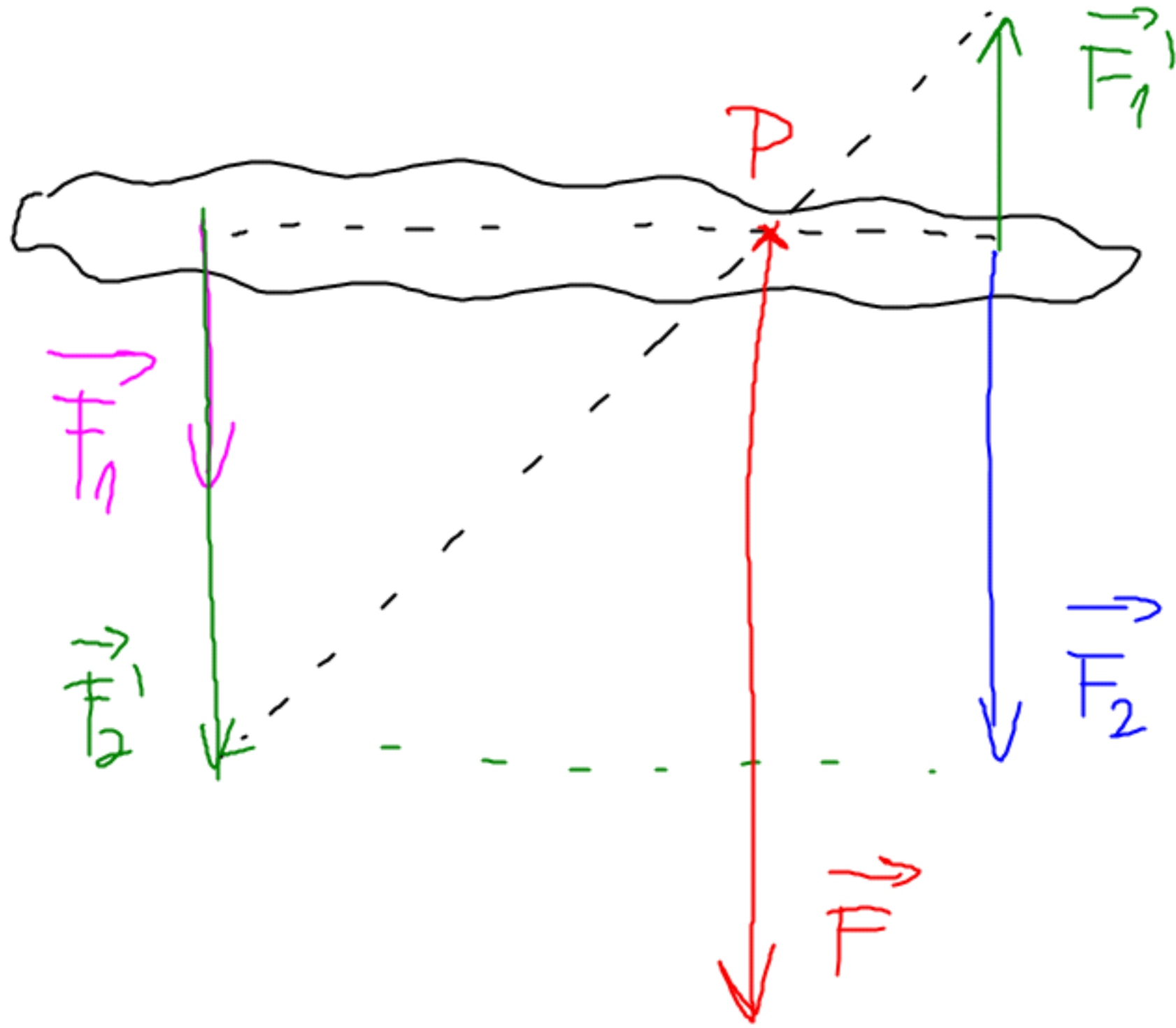
n tomto pri'pade'

je P MIMO TT ⇒  
 ⇒ sig  $\vec{F}_1$  or  $\vec{F}_2$  NEZE  
 makrodit pedimom n'com

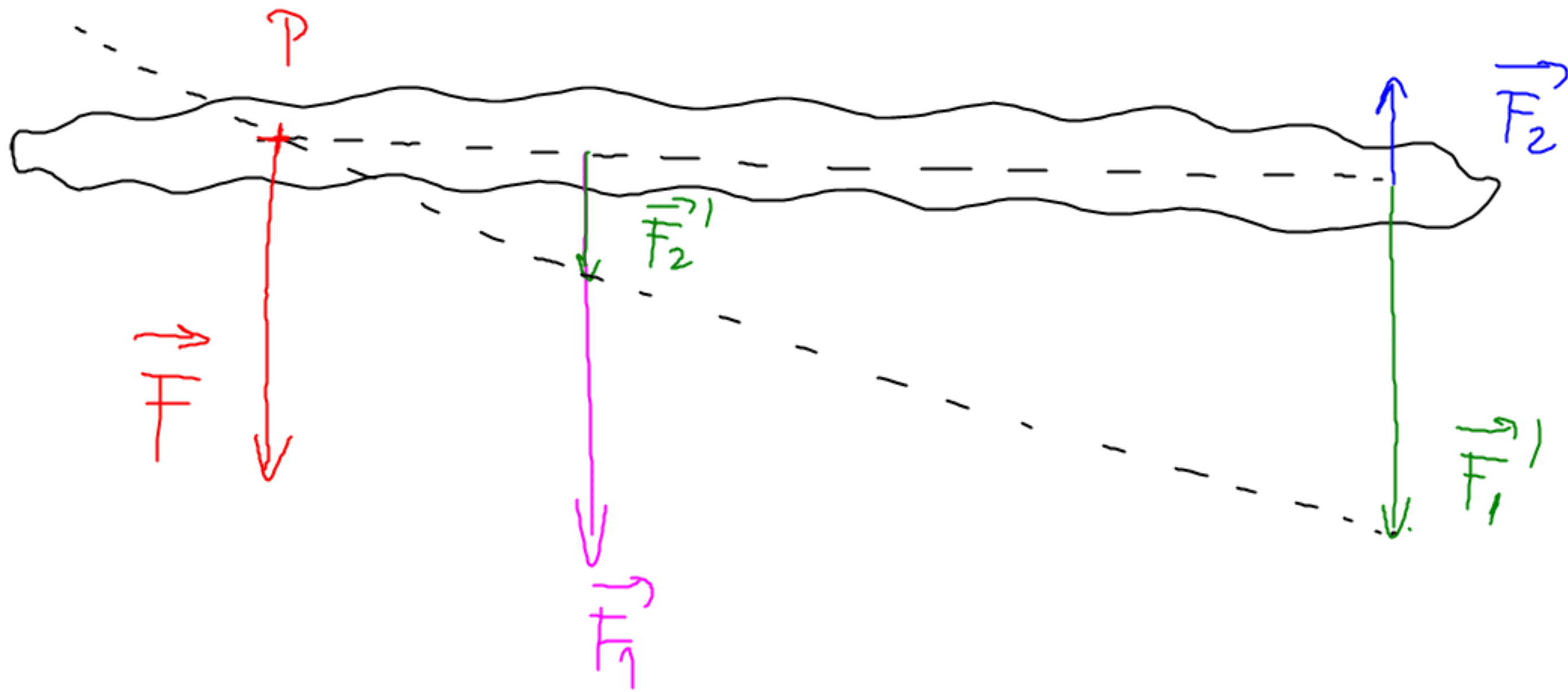


b) "aydnodu senu'nu"

i)

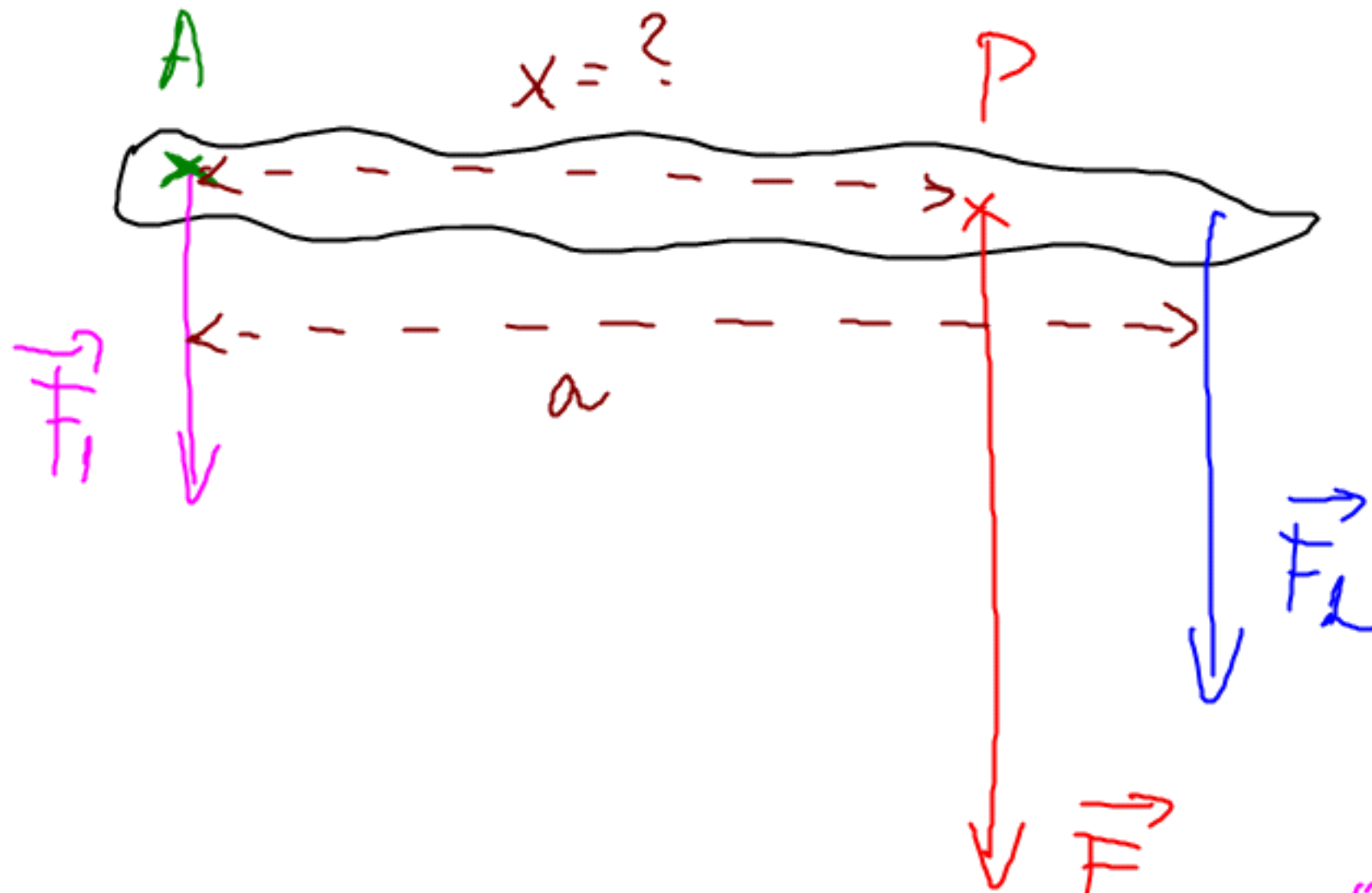


ii)



# Určeni působení výslednice vy'počtem

1)

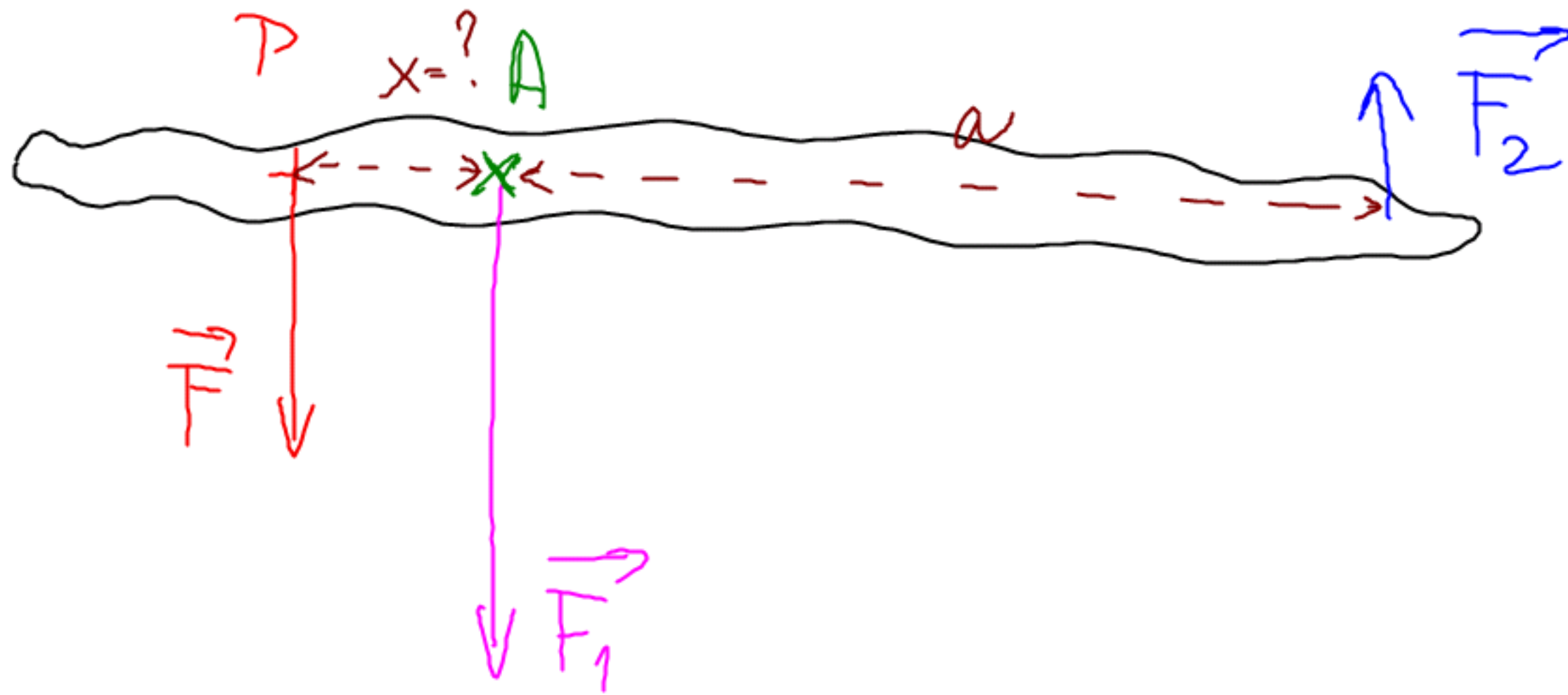


$$F = F_1 + F_2$$

v'icet A:  $M_F = M_{F_2} + M_{F_1} = 0$

$$F x = F_2 a$$
$$x = F_2 \frac{a}{F} = \frac{F_2}{F_1 + F_2} a$$

2,



$$F = F_1 - F_2$$

vrát A:  $M_F = M_{F_1} + M_{F_2}$

$$Fx = F_2 a$$

$$x = a \frac{F_2}{F_1 - F_2}$$

pokud:  $F_1 = F_2$

$\Rightarrow$  x není def'nované!  
(matematická)

$\Rightarrow$  prakticky odlišná  
síla: DVOJICE SIL

# Dvojice síl

jsou 2 síly:

- vzájemně rovnoběžné
- opačně orientované
- ležící na mírných přímkách
- stejné veliké

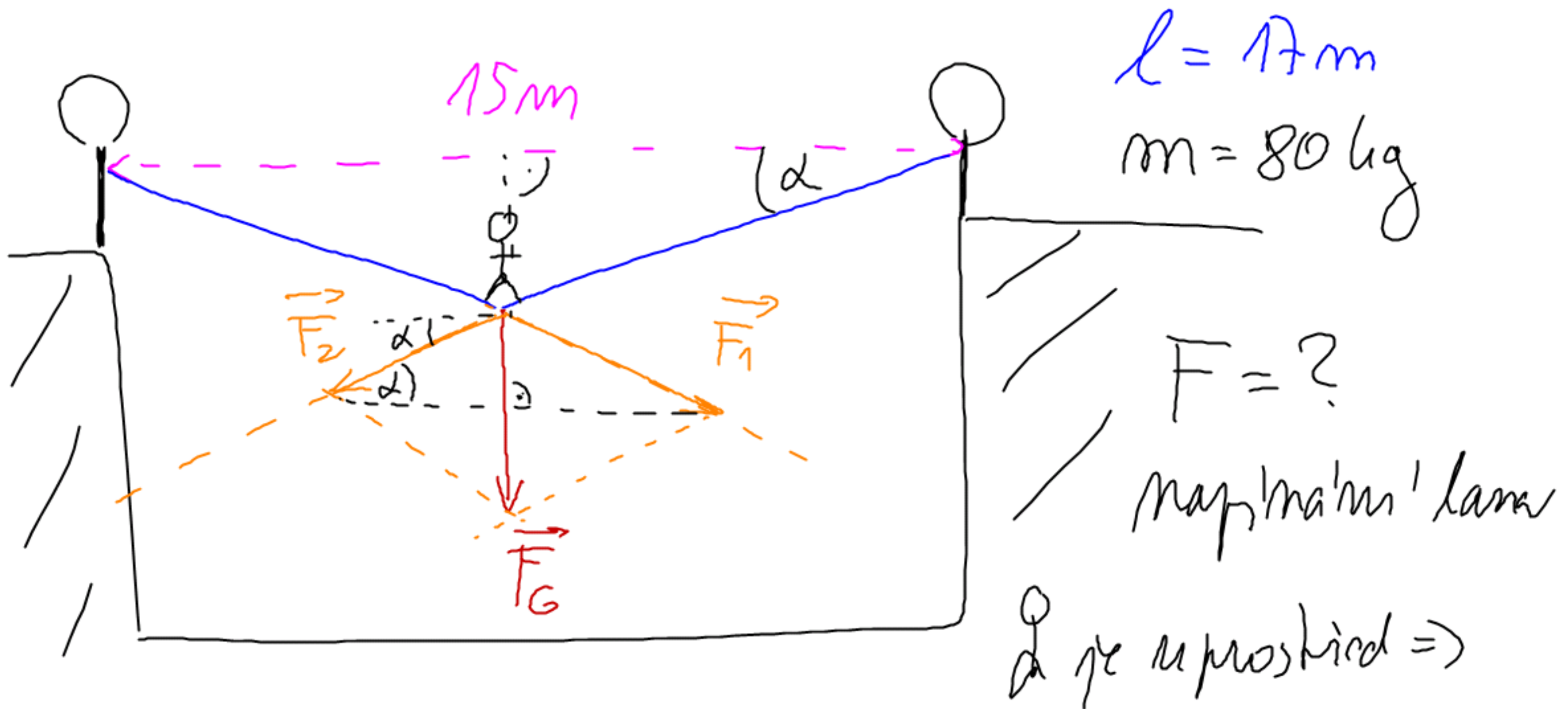
⇒ NEEXISTUJE VÝSLEDNICE, apriorní obhajoba  
přít (volant, řídicí, ...)

# Rozklad sil

umky' pro raj'stenu' namakham' mrity'de  
čash' konstrukce

- konstrukce nysilac'u
- gotické' stavby
- zděné' dřevě' kved'nac'u

Pä.



$$\cos \alpha = \frac{\frac{15}{2}}{\frac{17}{2}} = \frac{15}{17} \Rightarrow \alpha = \dots$$

$$\sin \alpha = \frac{\frac{F_G}{2}}{F_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_G}{2 \sin \alpha} = \frac{800}{2 \cdot \frac{8}{17}} \text{ N} = \underline{\underline{850 \text{ N}}}$$

$= \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2}$

# Jednoduché stroje

jsou to zařízení, která umožňují fyzickou práci člověka zmenšovat:

- velikosti

- směru

- působení

působení  $n \cdot g$  ;

MECHANICKÁ PRÁCE ZŮSTALA STEJNÁ



typy položená na:

• normované momentní síl

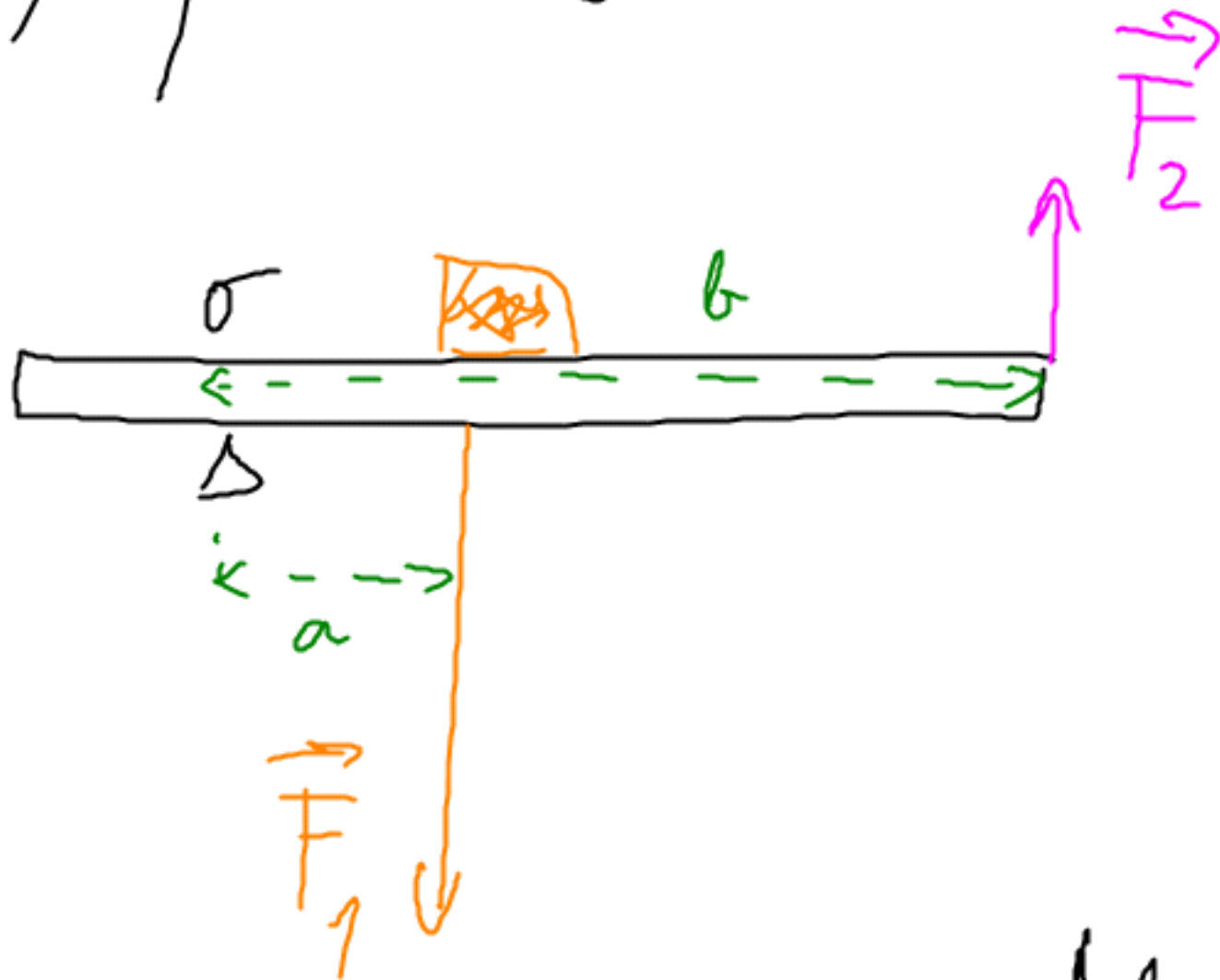
– páky, klady, kolo na hřídeli

• normované síl


– malonárodní rotna, šroub, klín

# Paiky

a) jednosmerná



$$-M_{F_1} + M_{F_2} = 0$$

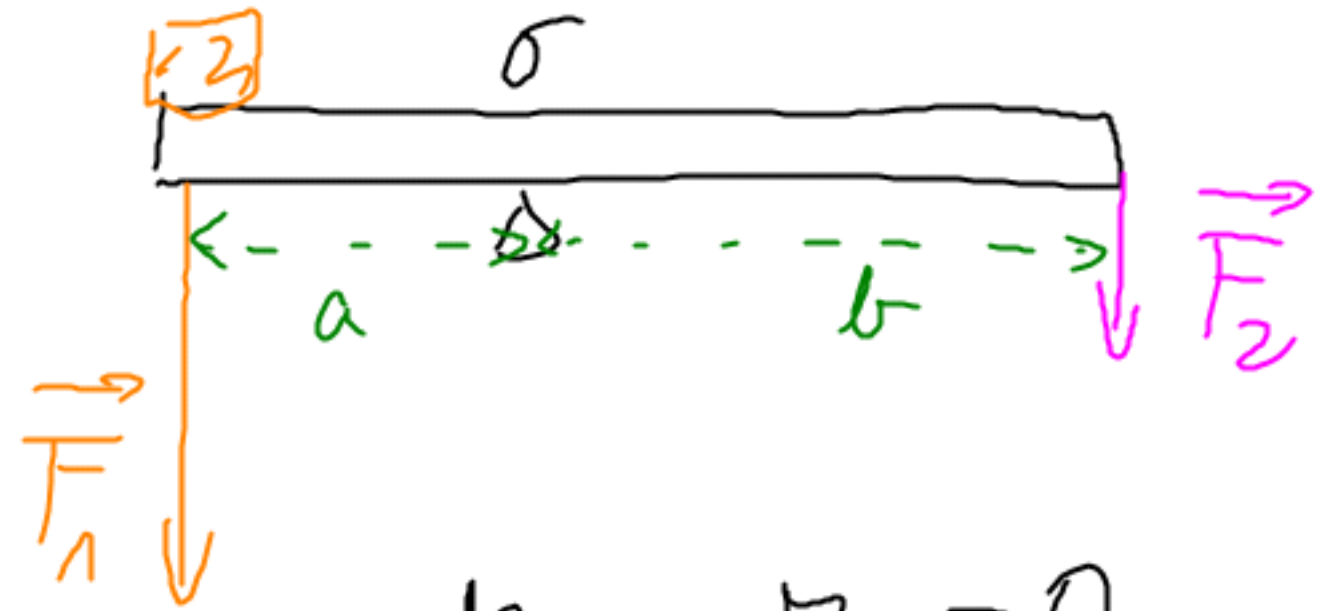
trubár, koleso,  
lenskaček 

$$M_{F_1} = M_{F_2}$$

$$F_1 a = F_2 b$$

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = \vec{\sigma}$$

b) dvostranná



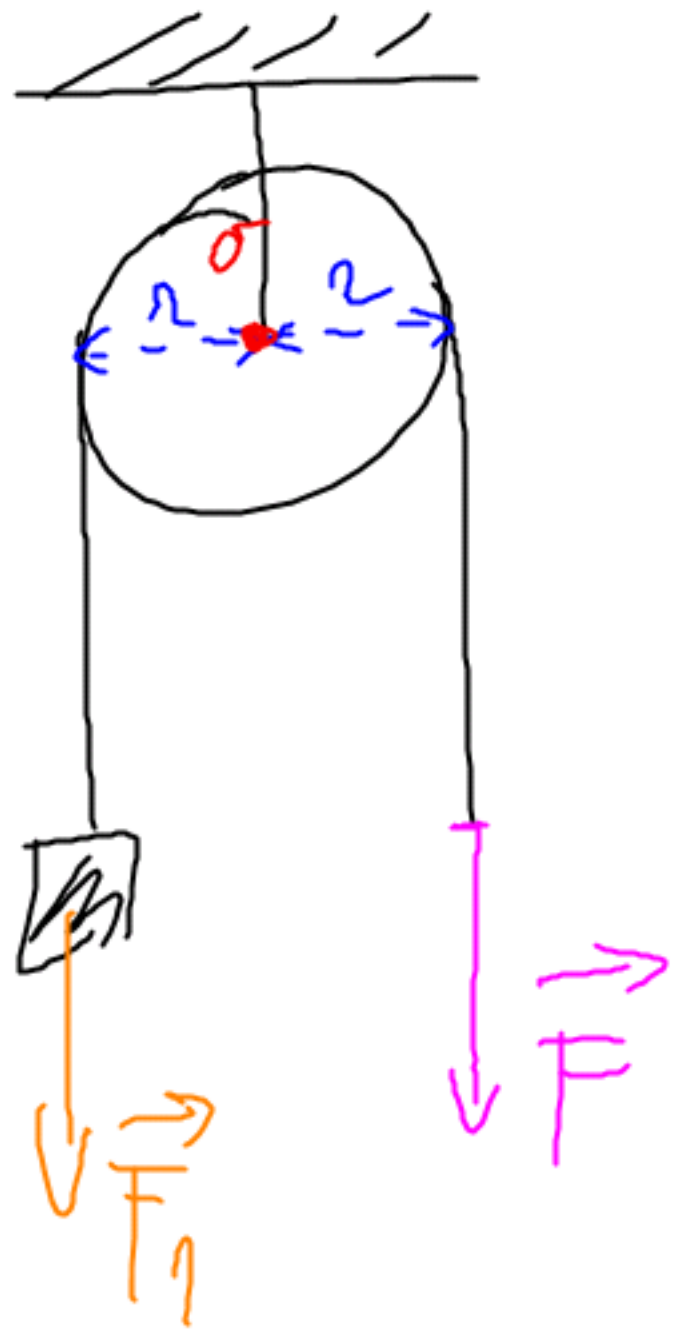
$$M_{F_1} - M_{F_2} = 0$$

lenskaček 

klešče, mižky

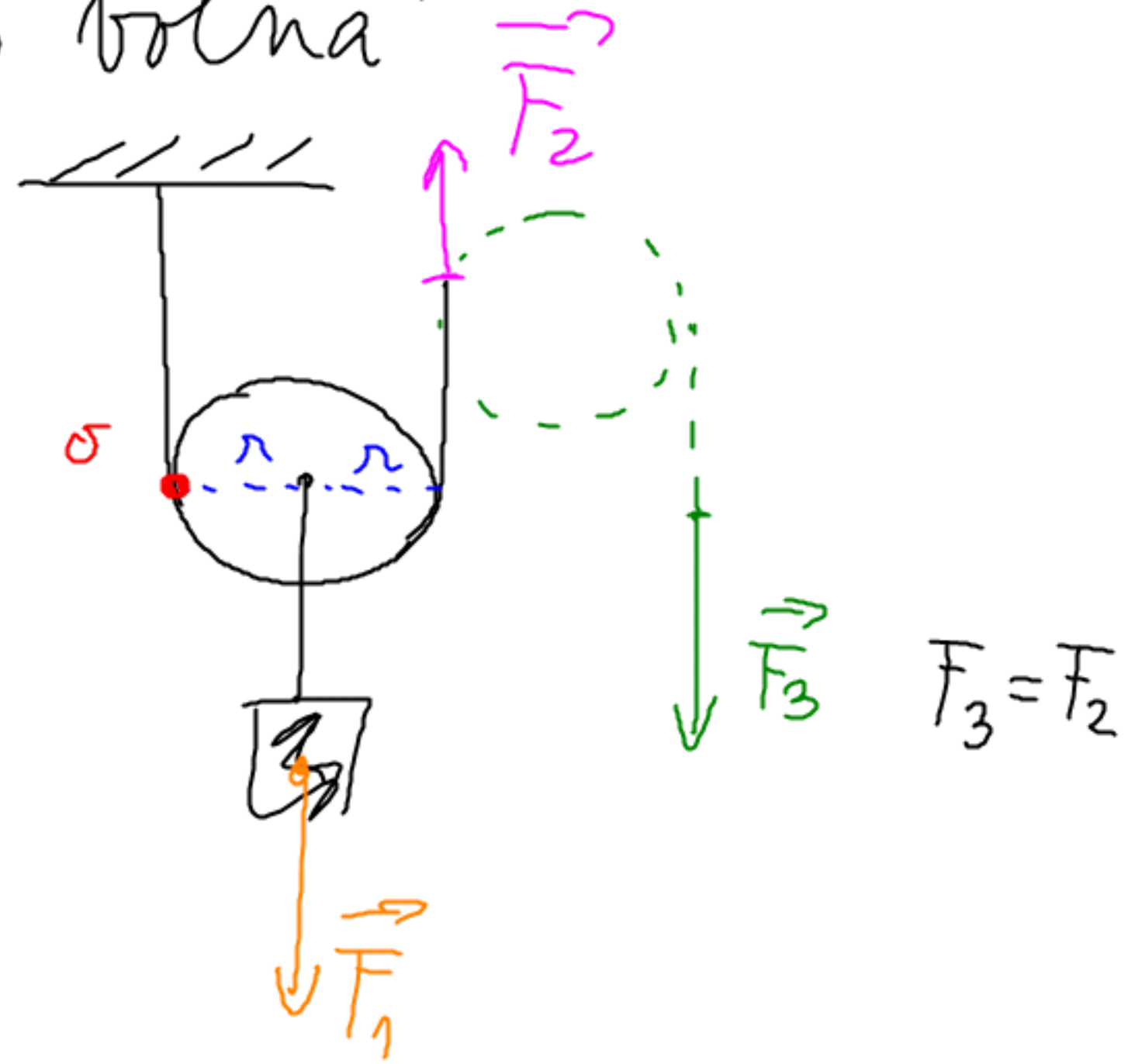
# Kladky

a) první



$$\begin{aligned} M_{F_1} - M_{F_2} &= 0 \\ F_1 r - F_2 r &= 0 \\ \underline{F_1 = F_2} \end{aligned}$$

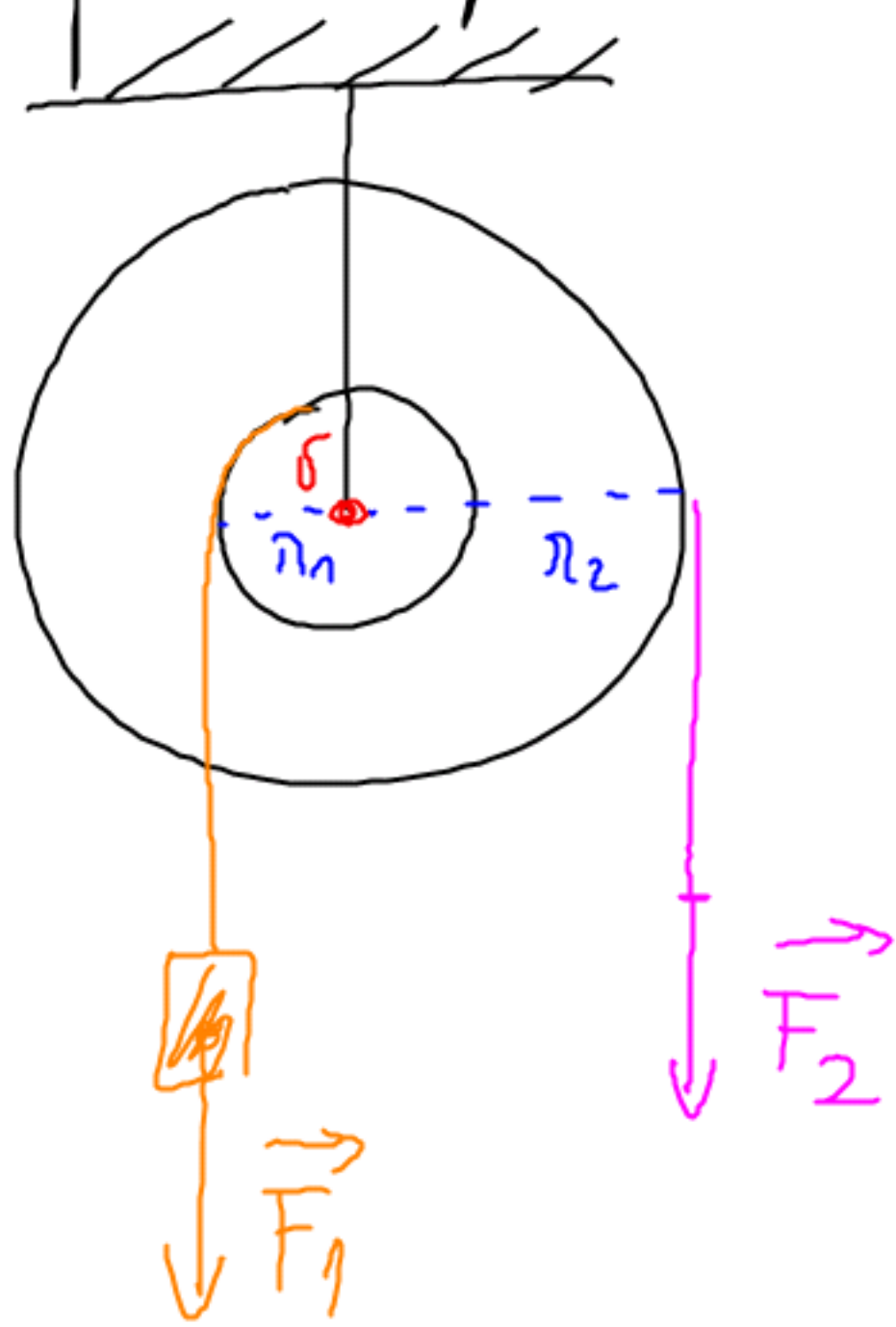
b) volná



$$\begin{aligned} - M_{F_1} + M_{F_2} &= 0 \\ - F_1 r + F_2 \cdot 2r &= 0 \\ \underline{F_2 = \frac{1}{2} F_1} \end{aligned}$$

# Kolo na loži deli

(numpakl, pichasovacia na kole, ...)



$$M_{F_1} - M_{F_2} = 0$$

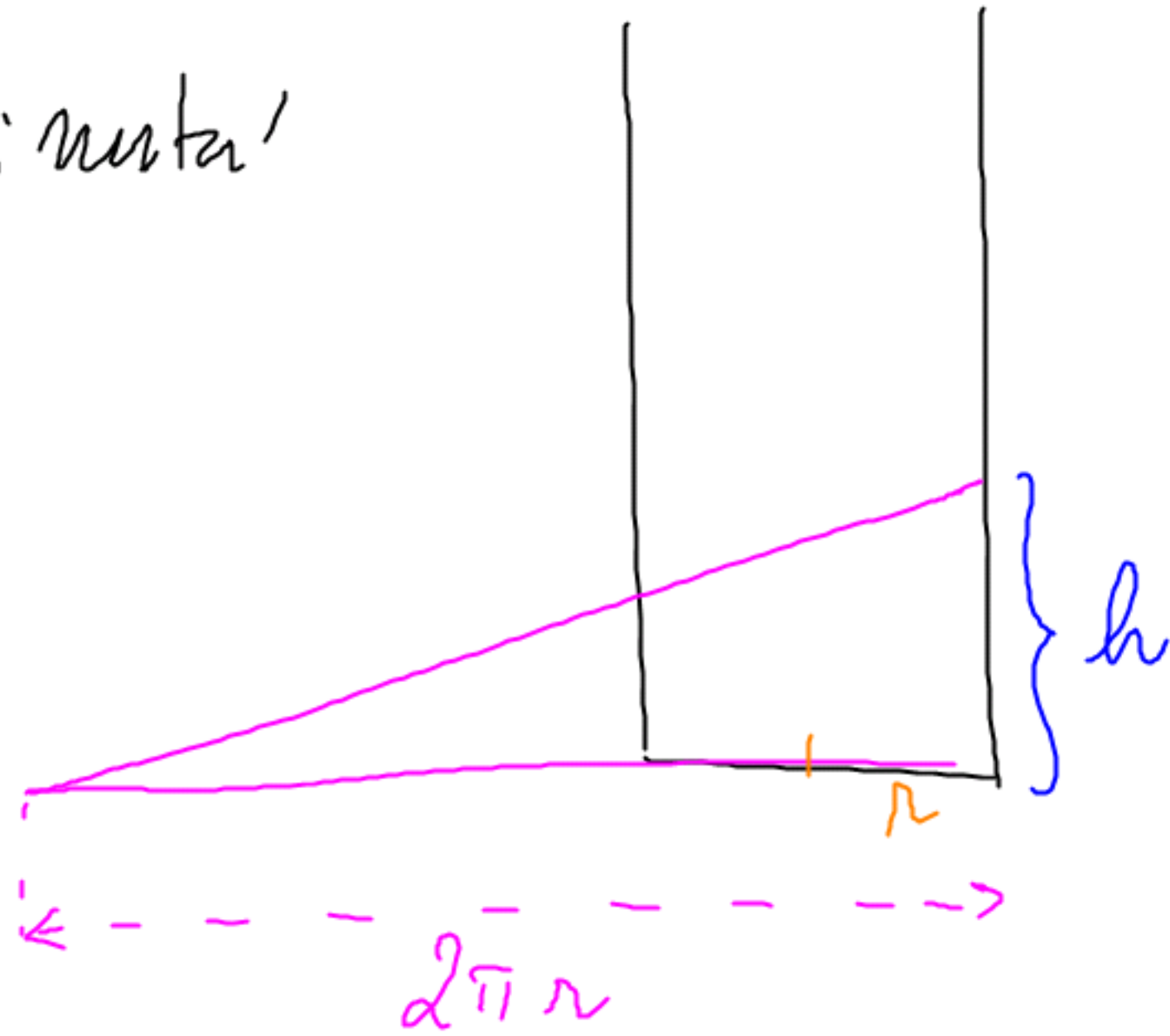
$$F_1 r_1 - F_2 r_2 = 0$$

$$\underline{F_1 r_1 = F_2 r_2}$$

# Šroub

(= nakloněná rovina musím ustát!  
"na váleček")

$h$  - výška šroubitu



$$W_{F_1} = W_{F_2}$$
$$F_1 2\pi r = F_2 h$$

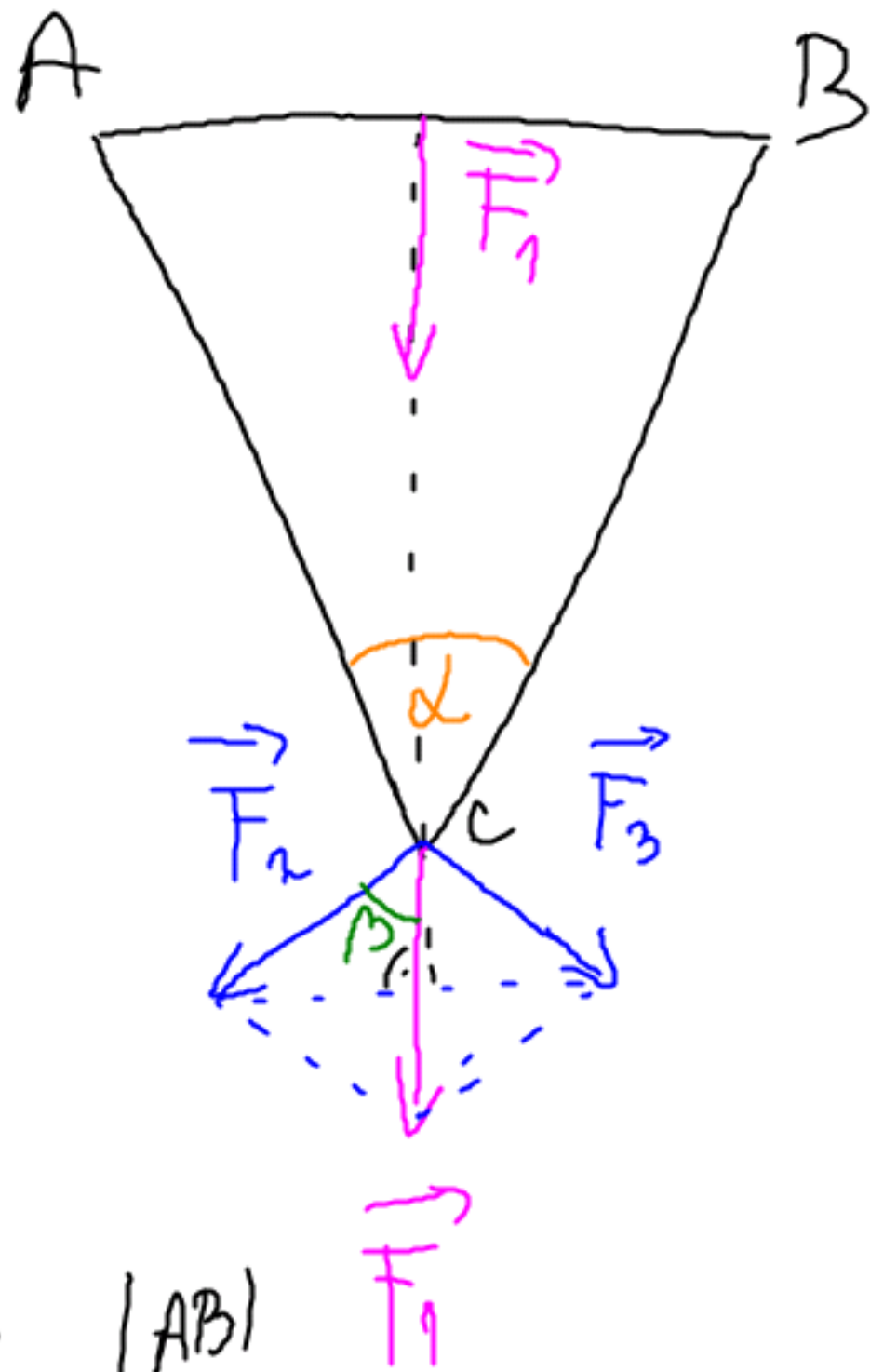
---

$F_1$  - síla působící podél šroubitu o délce  $2\pi r$  ("šroubováč")

$F_2$  - síla způsobující posun po dráze  $h$  ("šroub lezeš do edi")

klím

(selyzha, majstik, ...)



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{|AB|}{|AC|}$$

$F_1$  ~ kládivo

$F_2, F_3$  - kolone! ke stěnam  
klím

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{|AB|}{2}}{|AC|} = \frac{|AB|}{2|AC|}$$

$$\frac{\alpha}{2} + 90^\circ + \beta = 180^\circ \Rightarrow \beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

$F_1 \perp AB$ ; přímohled  $\Rightarrow F_3 = F_2$

$$\cos \beta = \frac{\frac{F_1}{2}}{F_2} = \cos\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) = \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{|AB|}{2|AC|}$$

$\Leftarrow$

# Tēziste Jēkasa

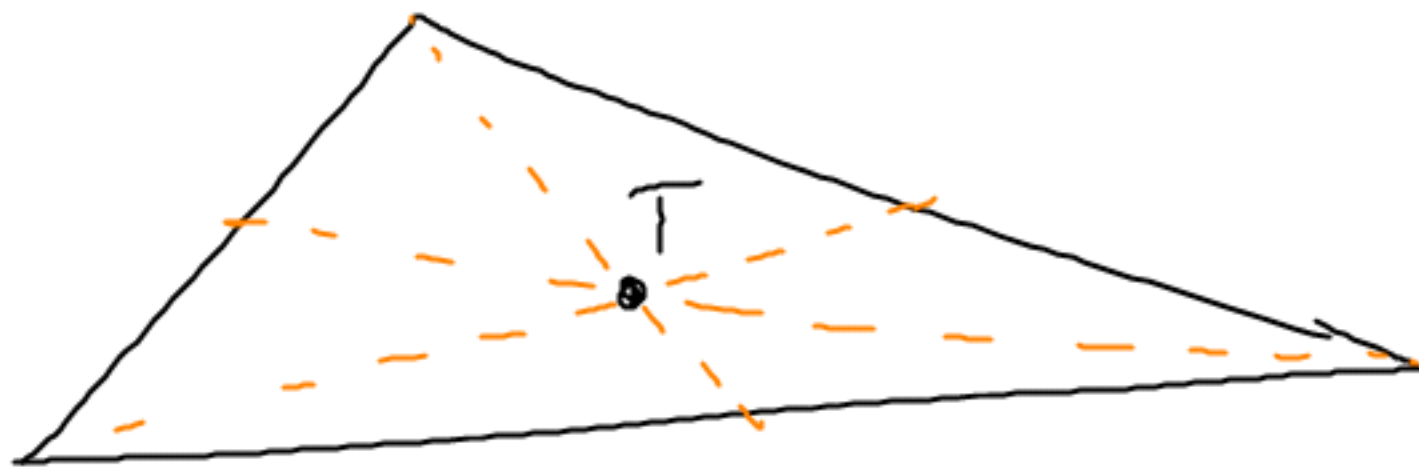
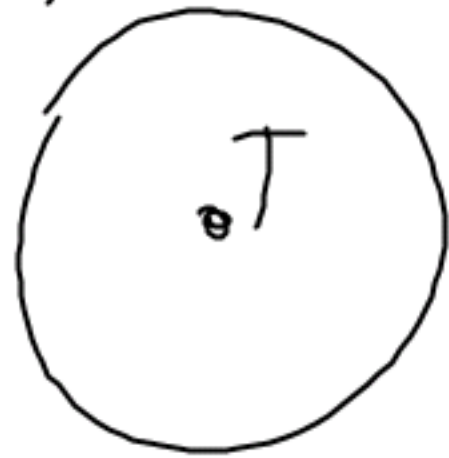
metodiska ja sma'

• pūsbūstē d'huve' s'f

• dūlezīte' p'ro nornerāzīne' folohy

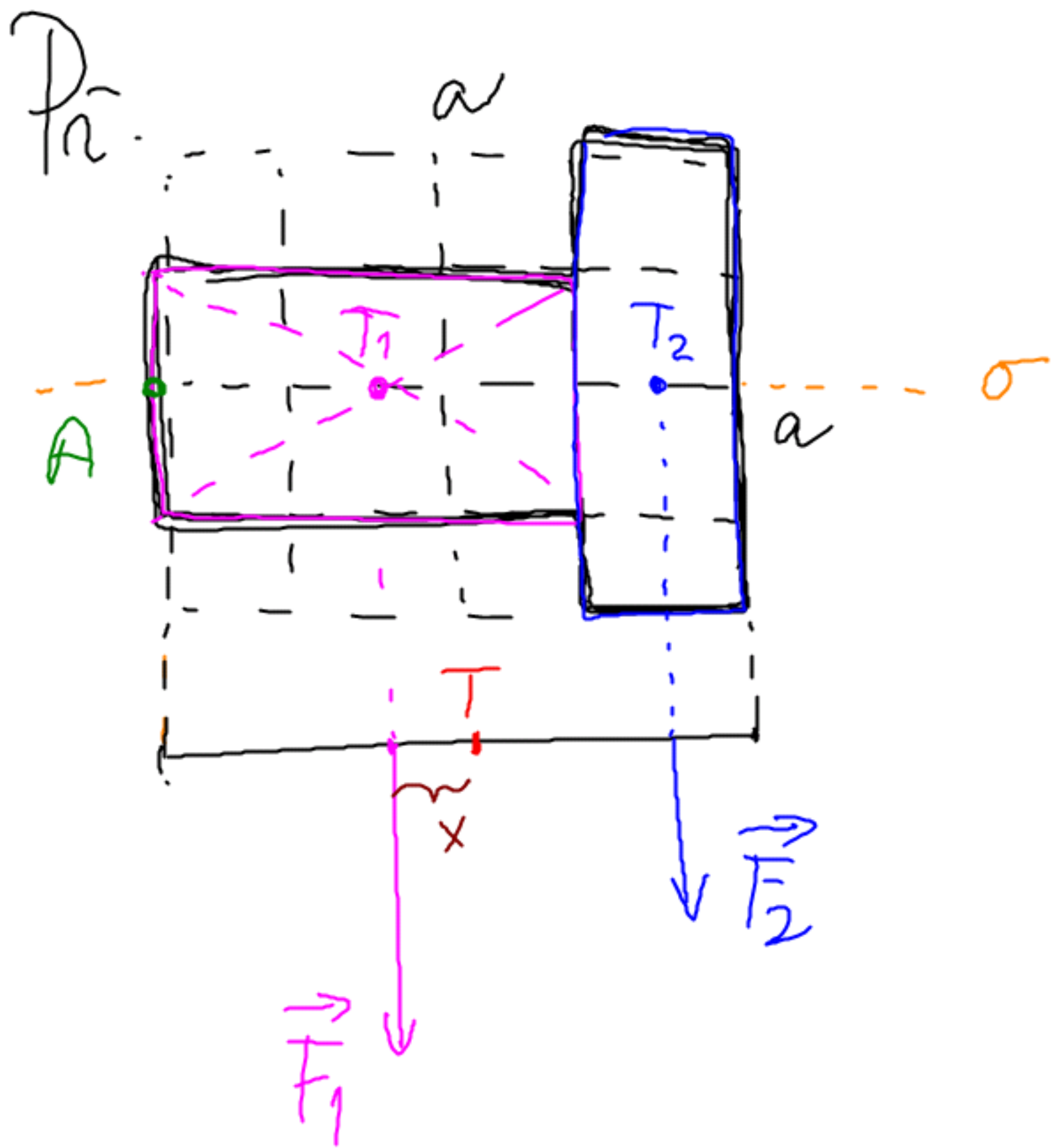
Výpočet polohy těžiště TT:

- jednoduché geom. obrysy



- složitější obrysy - kombinace užte uvedených +  
+ momentová věta





momentoza reda meo  $T$ :

$$M_{F_1} - M_{F_2} = 0$$

$$F_1 x - F_2 \left( \frac{a}{2} - x \right) = 0$$

$$F \sim m \sim S$$

$$\frac{3}{4} a \cdot \frac{a}{2} x - \frac{a^2}{4} \left( \frac{a}{2} - x \right) = 0 \quad / \cdot \frac{8}{a^2}$$

$$3x - a + 2x = 0$$

$$5x = a$$

$$x = \frac{a}{5}$$

$$|T_1 T_2| = \frac{a}{4} + 2 \cdot \frac{a}{8} = \frac{a}{2}$$

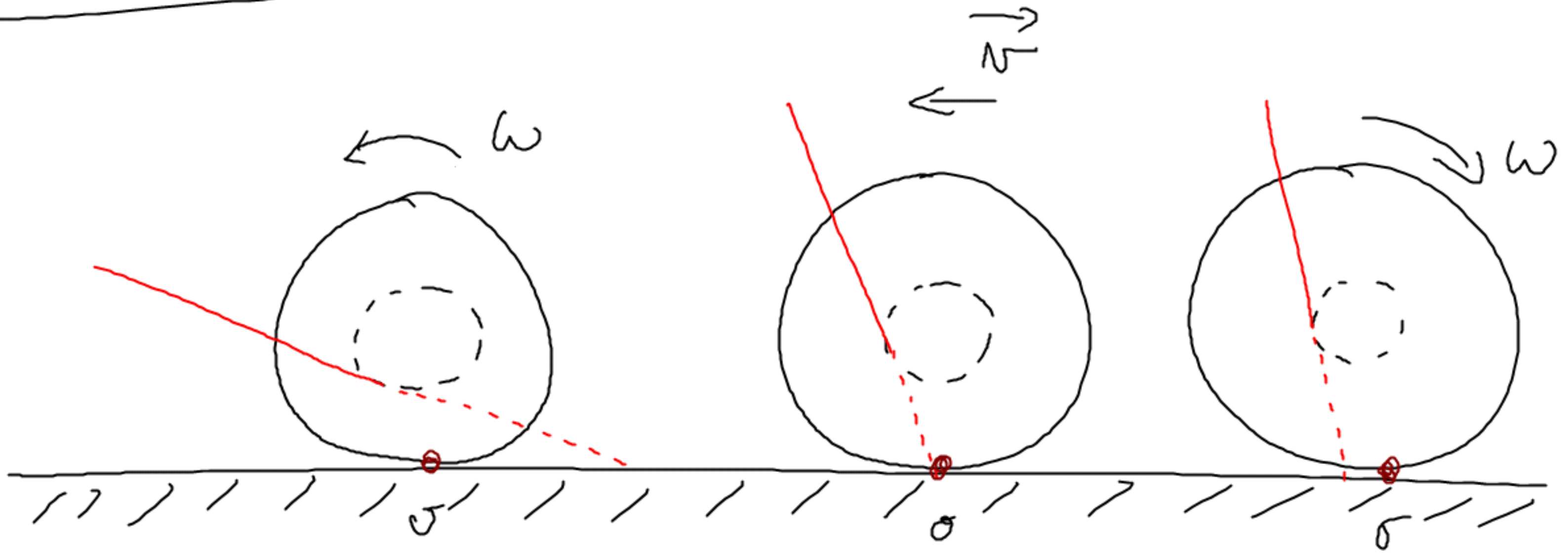
$$I_{\text{od A}}: \frac{3}{8} a + \frac{a}{5} = \frac{23}{40} a$$

---



---

# "Poslušna" rolička



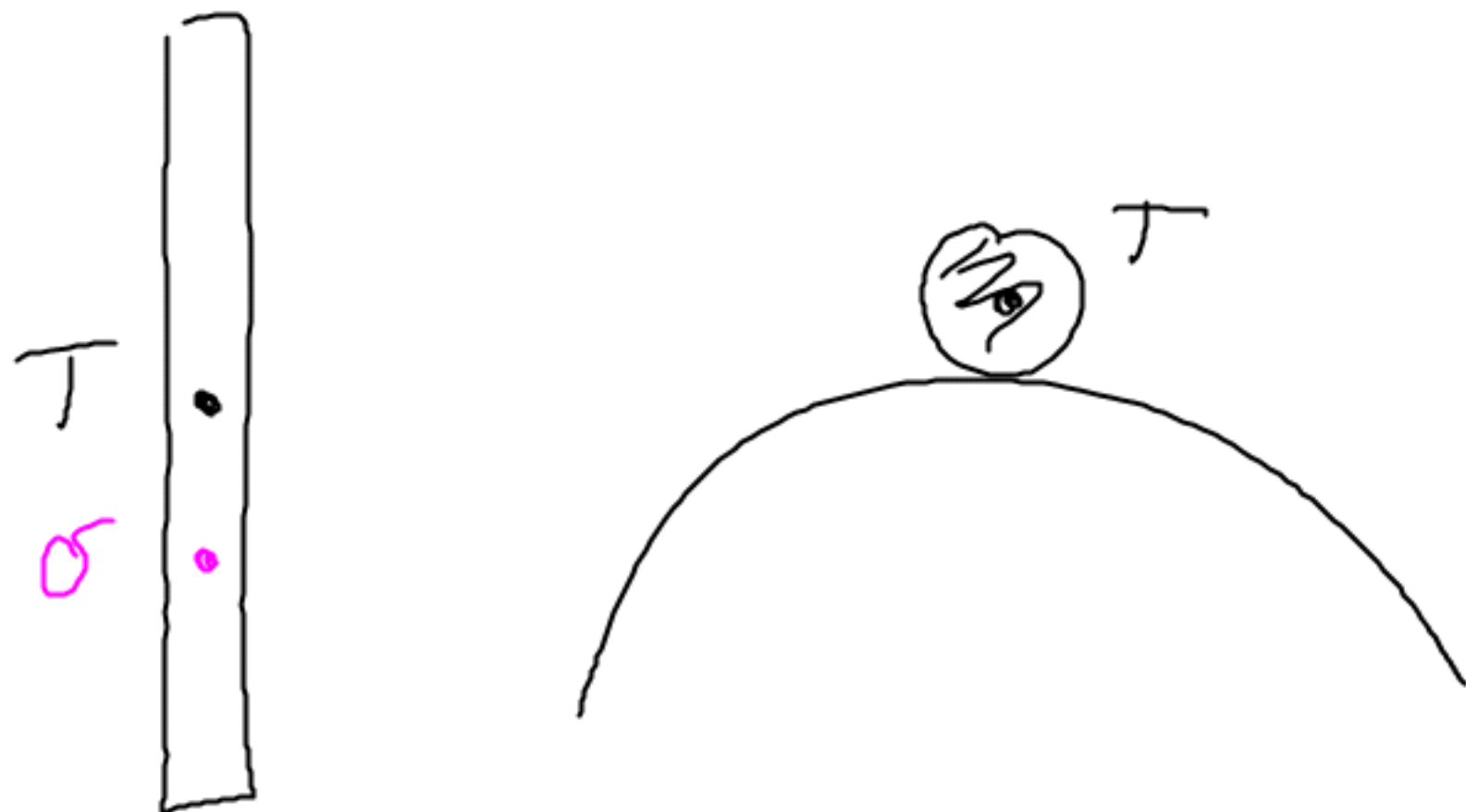
# Rovnovážné polohy

- STABILNÍ  
(sta'la')



po vyjítí TT se samovolně vrací do  
původní polohy;  $E_p$  ... minimální

◦ LAP/LA1'  
(matha')



pro vyj'leni' II se děloso neuraci' samovolně apét;

$E_p$  ... maximální'

◦ INDIFERENTNÍ  
(volná)

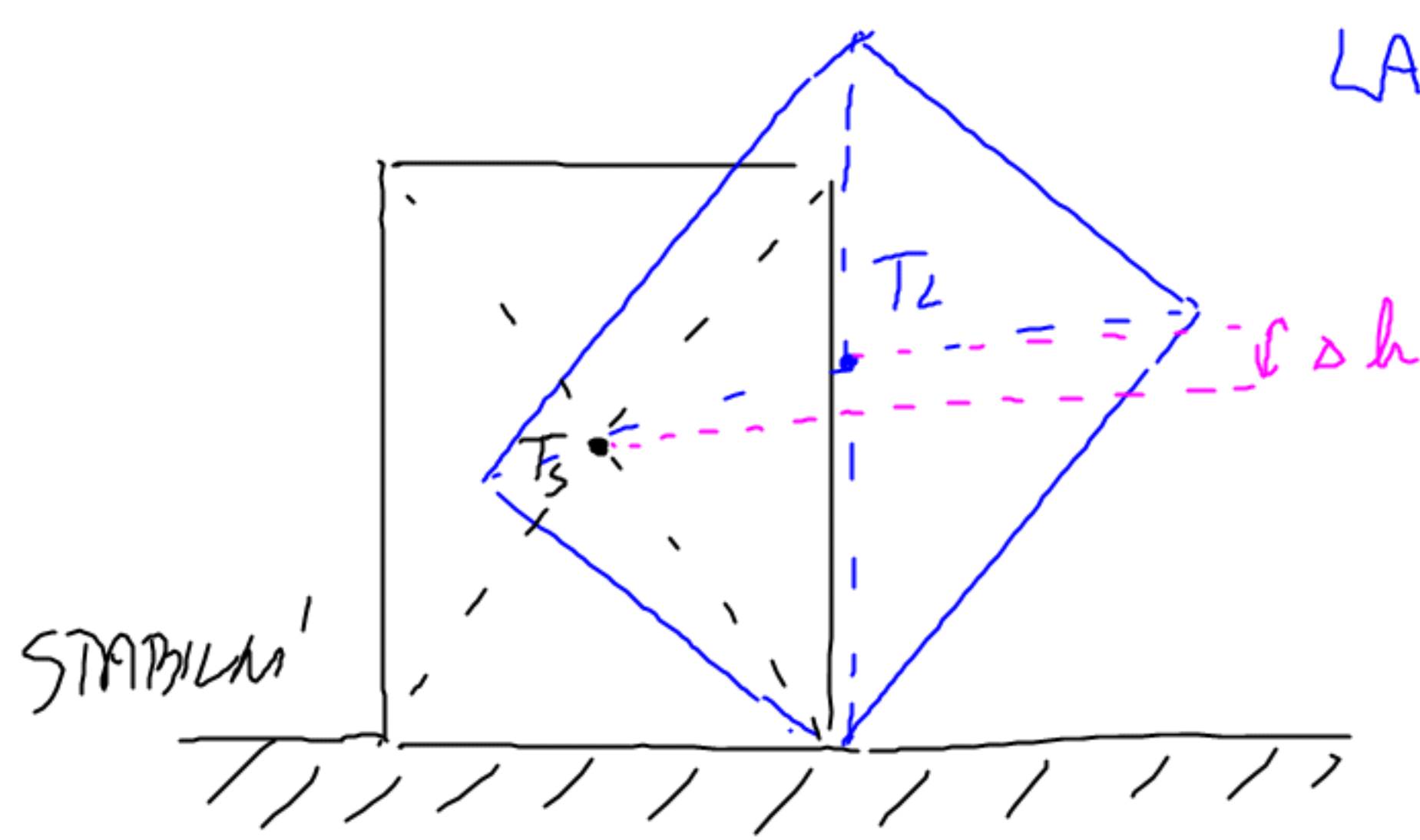


$$E_p = \text{konst.}$$

TATO POLOHA JE KUTNÉ CHA'PAT LOKA'LNĚ



Stabilita ķēlesa - da'na praci, k'eron  
 jē m'udne' y'konat p'i p'iek'ozem'  
 ķēlesa ar stabilitu do labilum' polo'z



LABILUM'

$$\underline{W = F_G \cdot sh}$$

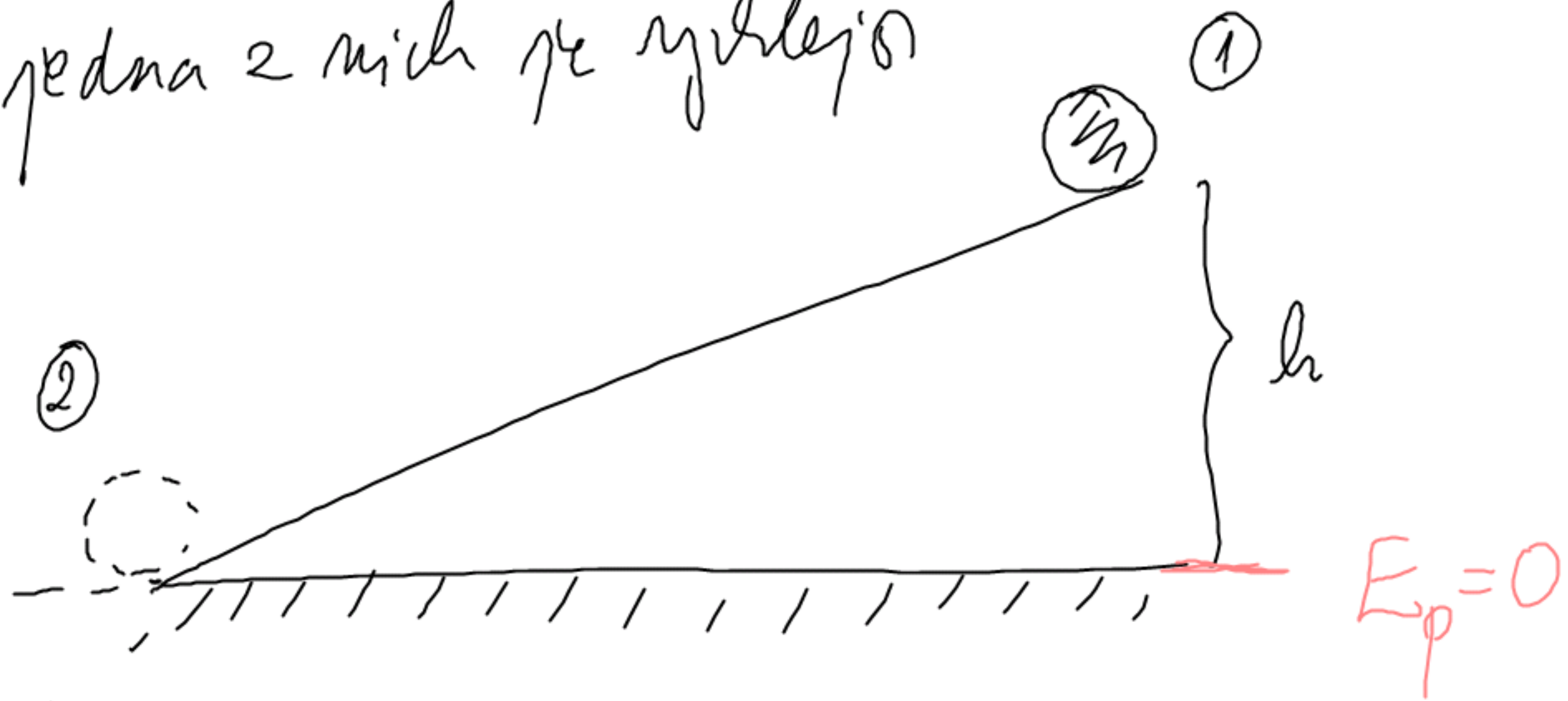
Stabilum' paloha  $\Leftrightarrow$  svista' ķēz'om'ice pro'ke'iz' p'odstavom

# Kinetická energie TT

experiment: 2 lalwe fe'ze lmo dnozd'  
& val' a malo neme' rovny

předpoklad: dojedon na konec mal. rovny me stejny' cas

experiment: jedna z nich je rychlejsi'



$$22E: E_{p1} = E_{k2}$$

La'bre konoz' 2 tygy pažli°:

- posunuy' .....  $E_{kp}$

- rotaciu' .....  $E_{kr}$

$$\exists \exists E: E_{p1} = E_{kp} + E_{kr}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$$

$$\underline{mgh} = \frac{1}{2}\underline{mv^2} + \frac{1}{2}J\left(\underline{\frac{v}{r}}\right)^2$$

- konst.

$$\Rightarrow v \sim J$$

$$J_{y'ic} > J_{rod} \Rightarrow v_{y'ic} < v_{rod}$$



J - rozložení látky v tělese;  
"jak moc se TT brát v rotaci"

moment setrvačnosti;  $[J] = \text{kg} \cdot \text{m}^2$

pro "nečíslo" tělesa:  $J = k \cdot m \cdot r^2$

malé číslo

lim. normen

lõelosa s veelgiin momentum sehvainost,  
— SETR VACAMIKS

# MECHANIKA KAPALIN A PUSMI

Zahladni' p'g'ny

Jelundina = sonbrny' maker pro kazaliny a p'g'ny

- n'son Jelundel'
- lse re p'iale'vat
- - - -

Model — IDEALNĀI KAPALĀ

- nestla o' telna'

- bez mitināho trēm'

- relatīvē dabīg' pī'hlod: voda

— IDEALNĀI PLŠN

- stla o' telu'

- bez mitināho trēm'

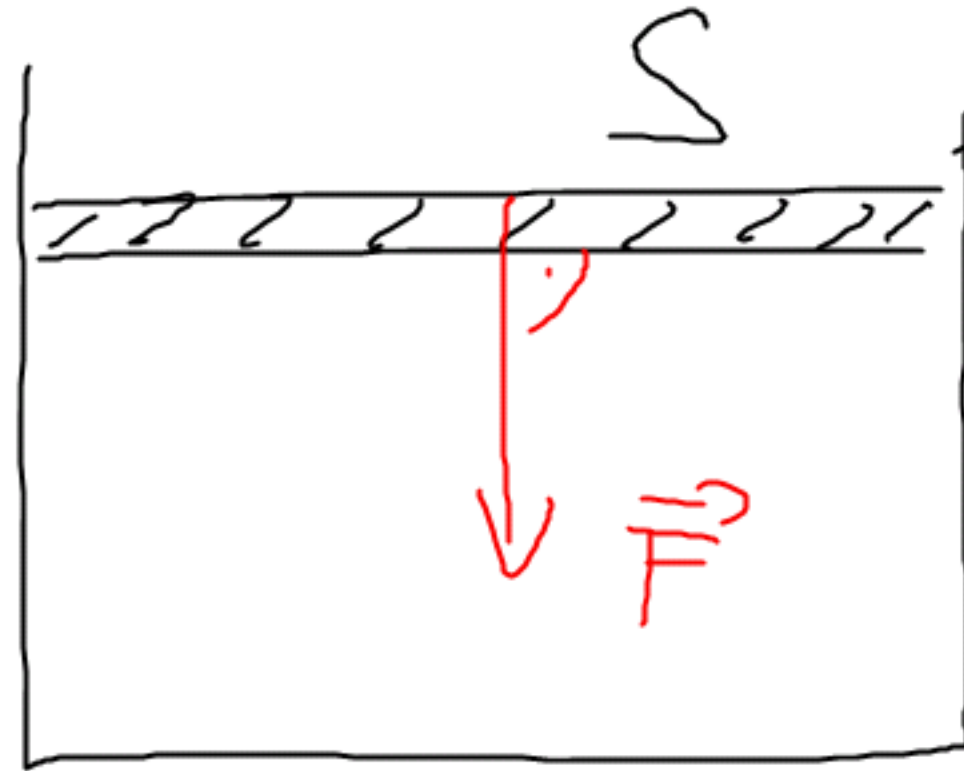
- relatīvē dabīg' pī'hlod: vāduh

NESOUVISI' S HUSTOTU; VISKOZĪTA

# Tlak Jekudim

1) Definice

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



$\vec{F}$  - působí KOLMO na píst o ploše S

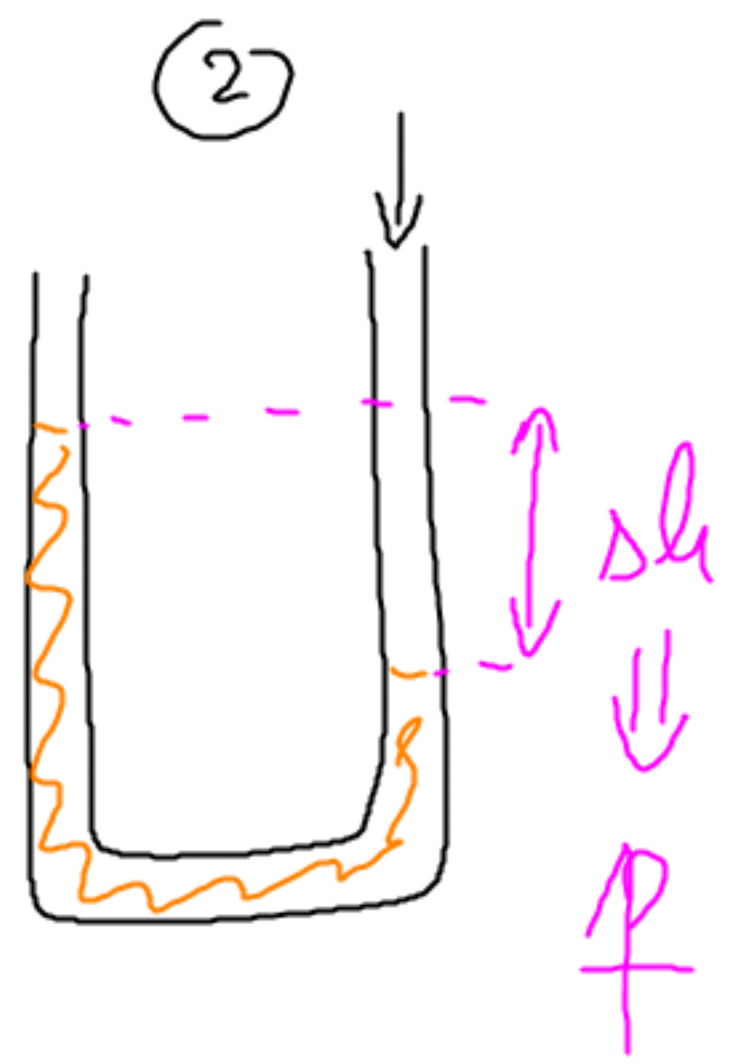
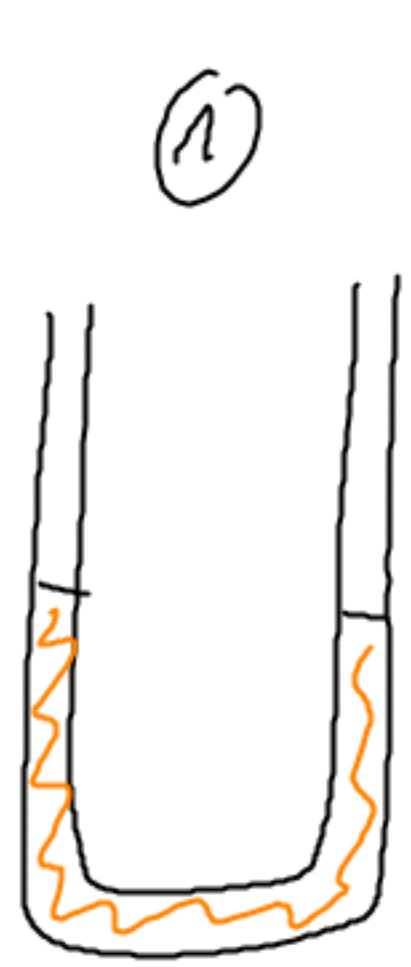
$$[p] = \frac{N}{m^2} = Pa \text{ (pascal)}$$

2, Менем' हालу  
помоч' Халоннеу (MANOMETRU)

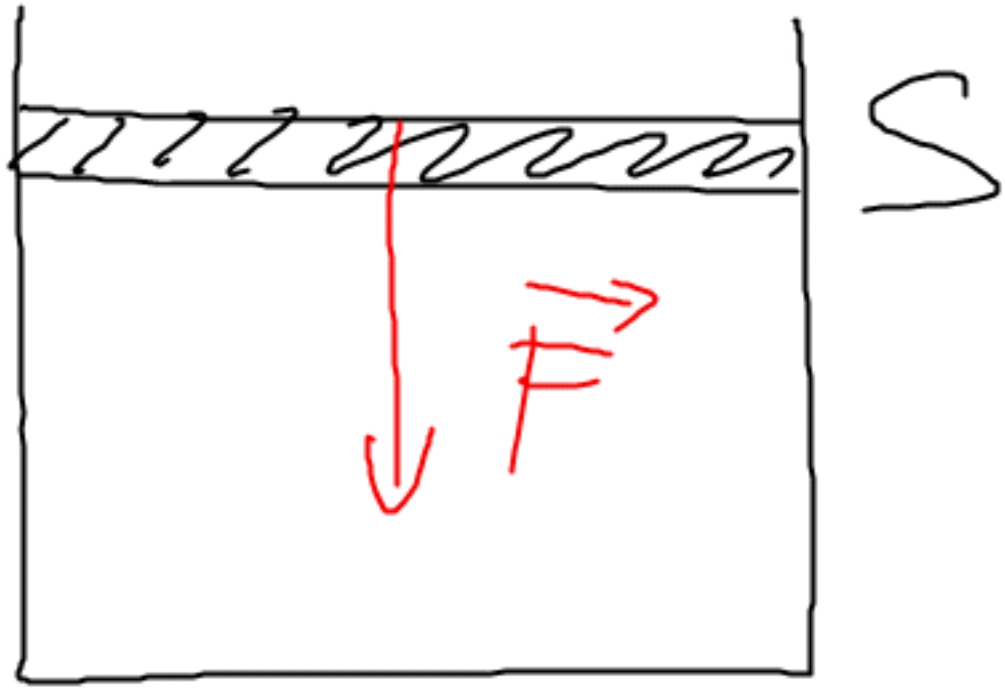
2 сахладн' тыпу:

• ОТЕВРЕНС' КАПАЛНОВС'  
- U-трубце

• ДЕФОРМАЦЫЯ



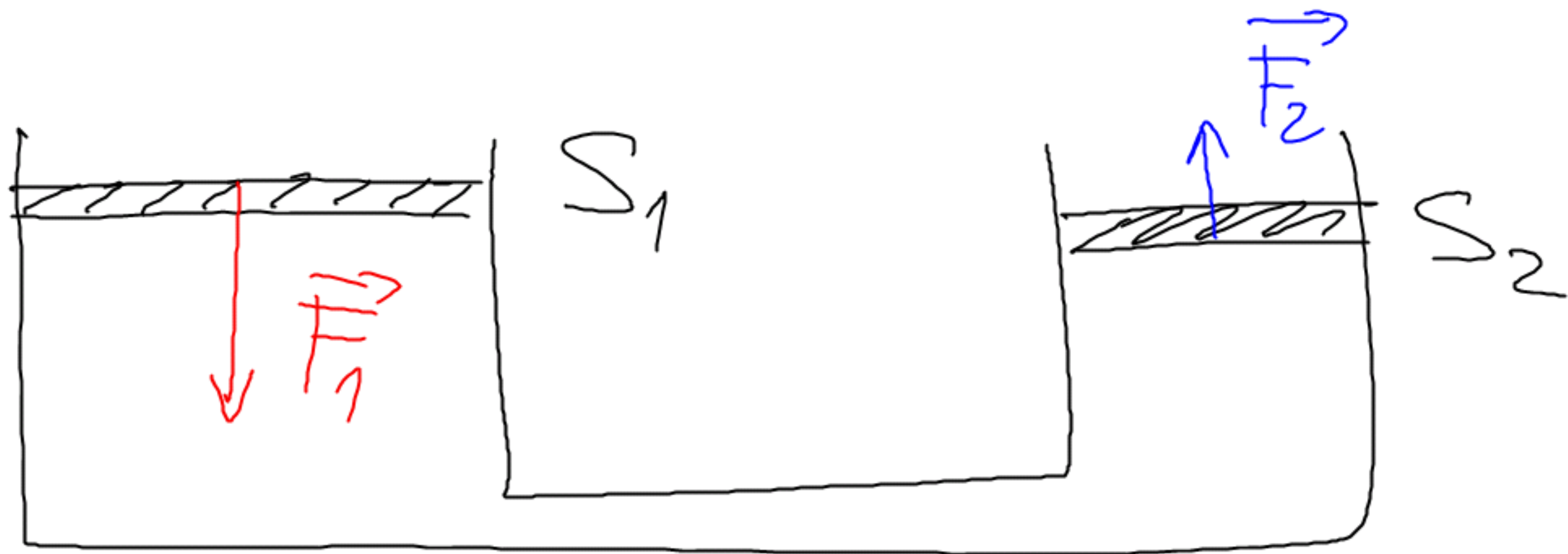
### 3, Tlak vyvolany vnější sílou



Pascalův zákon: Tlak vyvolany vnější sílou

v uzavřené nádobě s tekutinou, je ve všech místech tekutiny stejný.

aplikace: hydraulická zařízení (hever, lis, brzd...)



$$p_1 = p_2$$

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

abr.:  $S_1 > S_2$

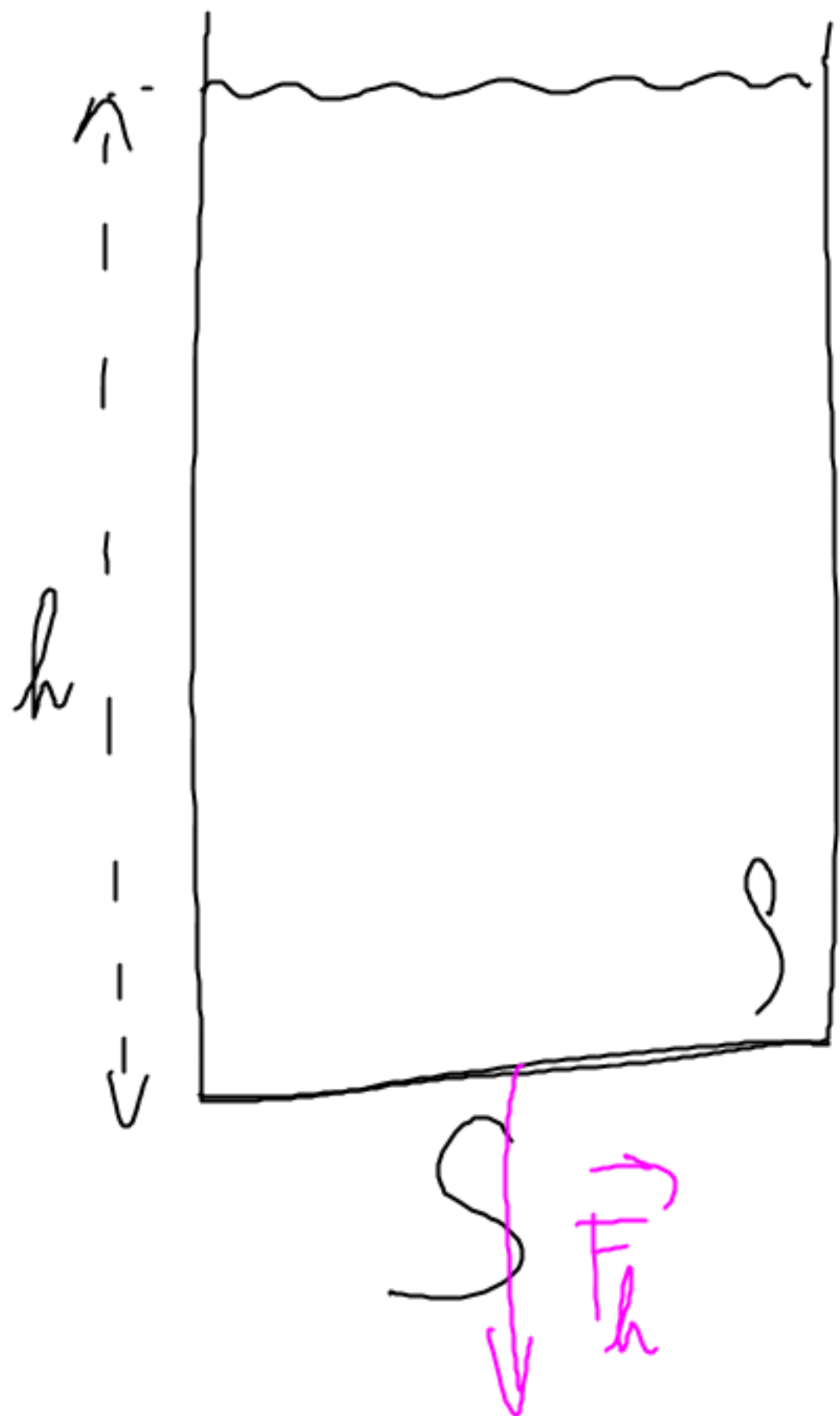
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

$\rightarrow \Downarrow$   
 $F_1 > F_2$



# 4) Tlak vyzvolany' h'kovou v'leou

a) Kapaliny



$F_h$  - síla hydrostatická;  
~ voda

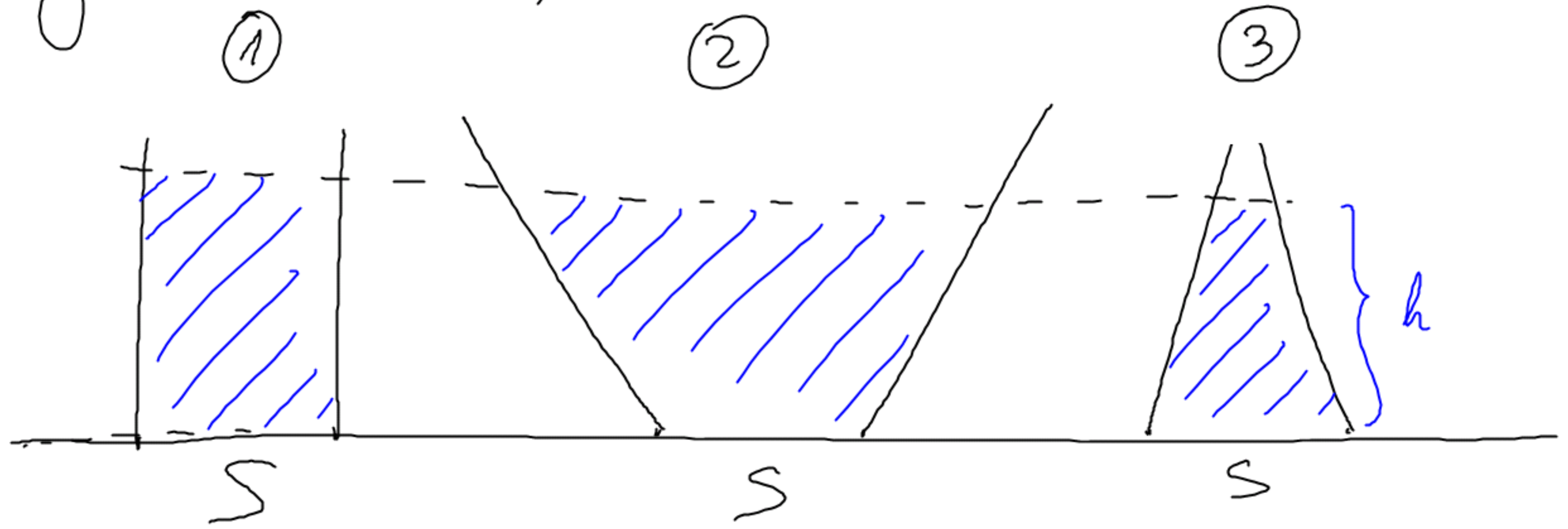
platí pro v'leky kapaliny

$$F_h = F_G = mg = V \rho g = S h \rho g$$

$$F_h = S h \rho g$$

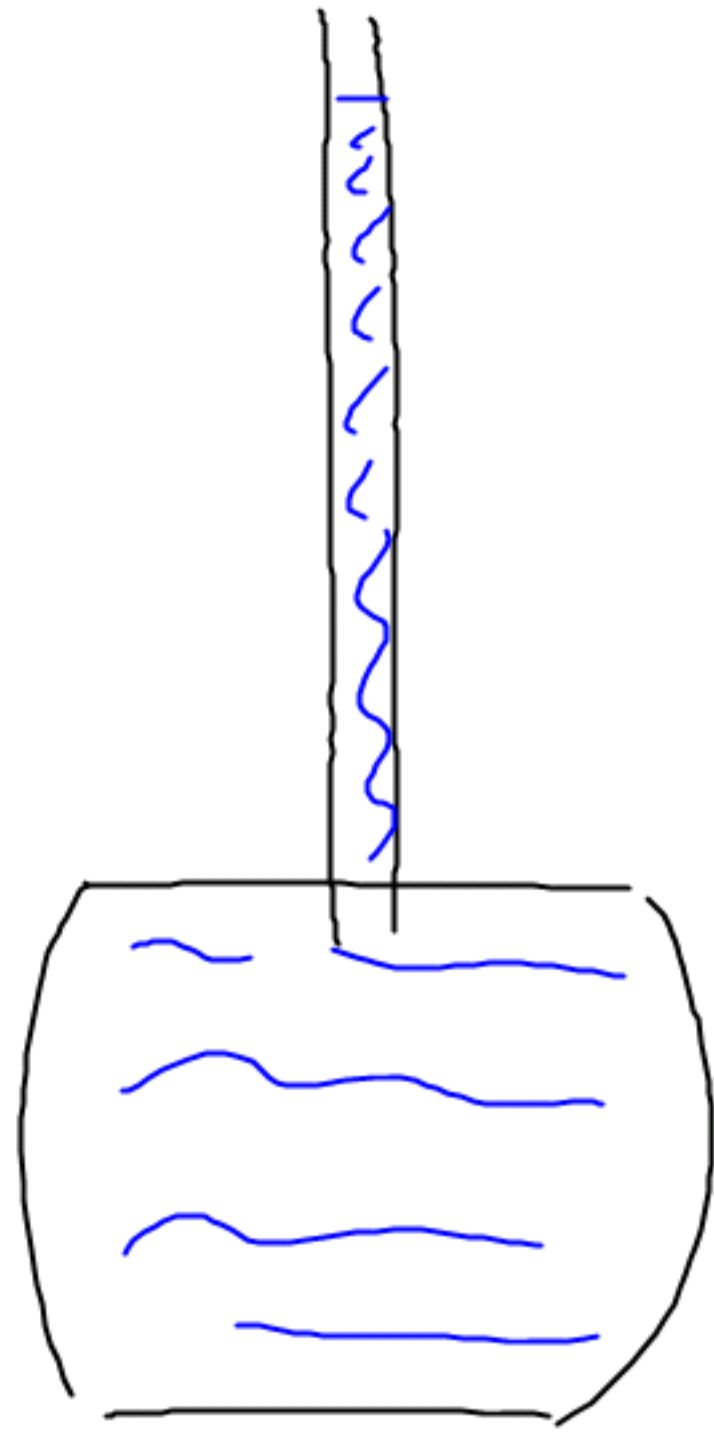
hydrostatický tlak:  $\underline{p_h} = \frac{F_h}{S} = \frac{S h \rho g}{S} = \underline{h \rho g}$

hydrostatic paradox:



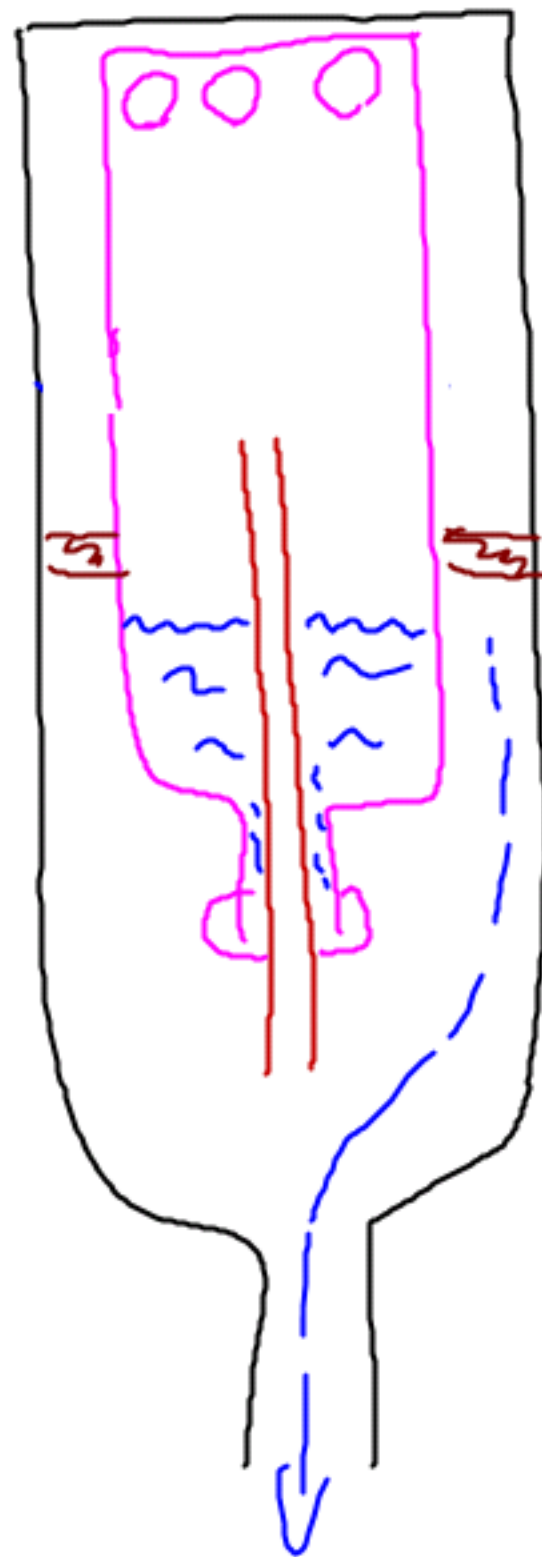
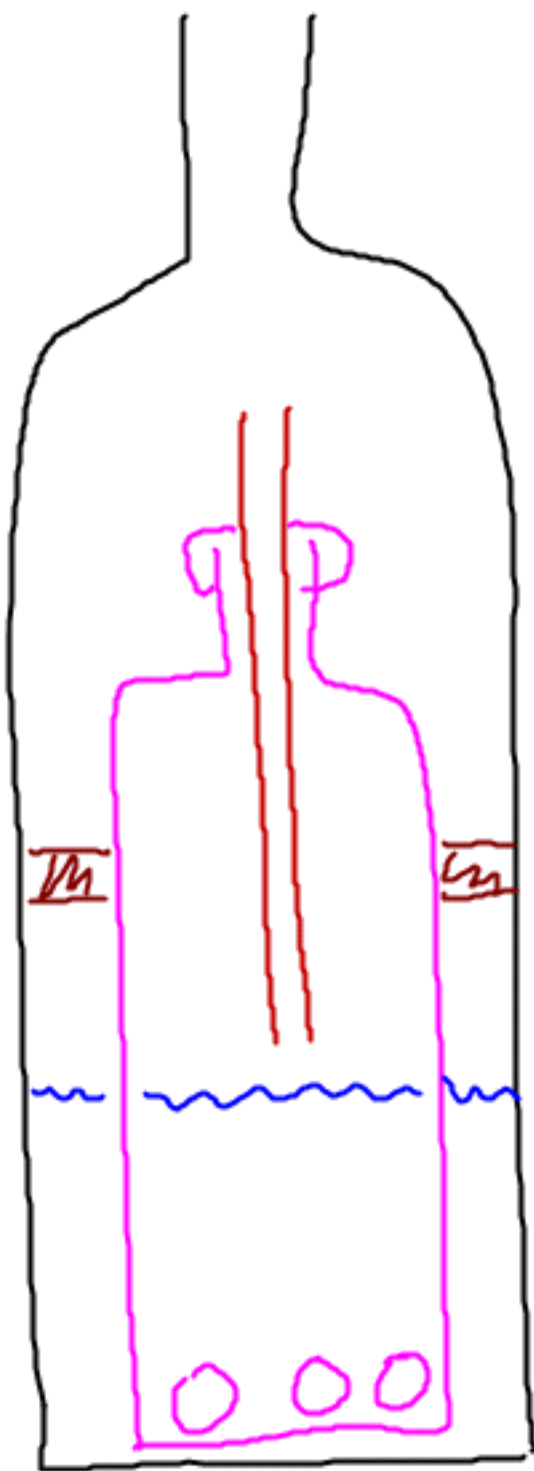
$F_G$  only  $\propto$  ma'dolot:  $F_{G2} > F_{G1} > F_{G3}$   
 $F_G \sim m \sim V$

$F_h$  (resp.  $P_h$ ):  $F_{h1} = F_{h2} = F_{h3} \sim P_{h1} = P_{h2} = P_{h3}$

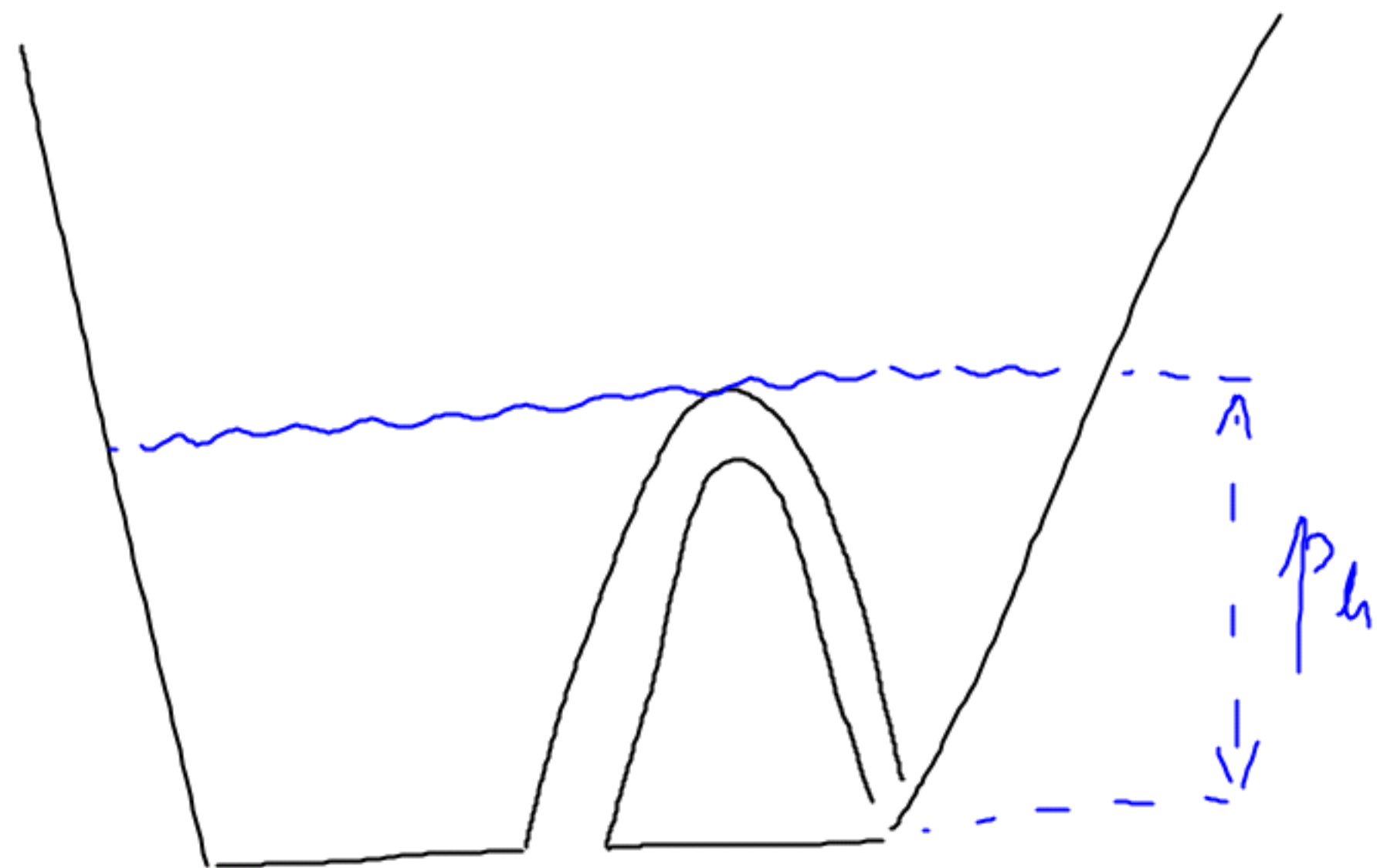


hæ snc  
am'c'7

# "Boredna" lathu



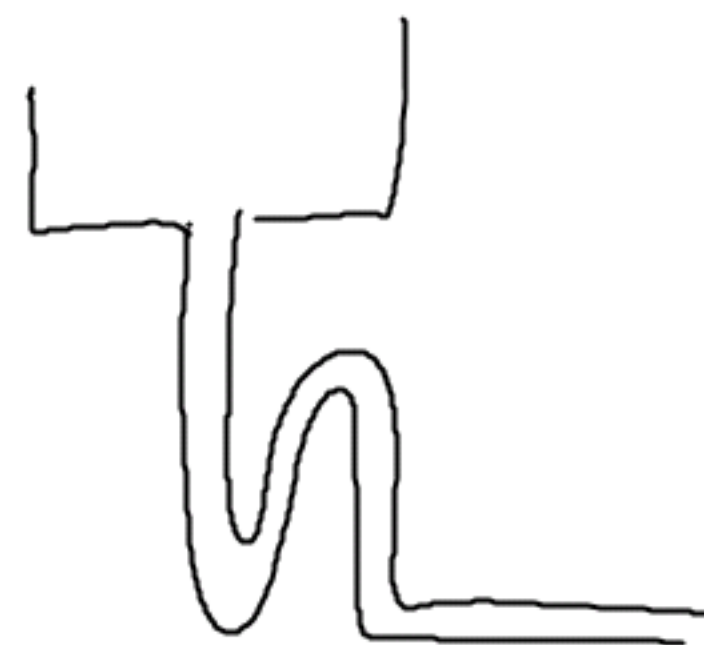
# "Kowalezy" "heli'mek"



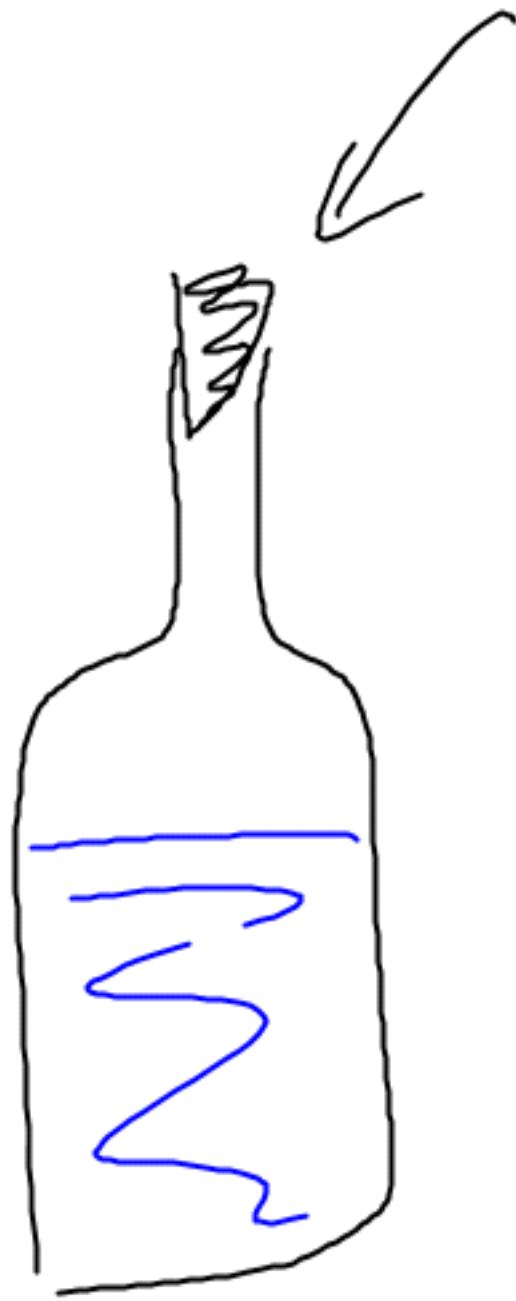
woda zawsze  
wzle'kat odro'em  
pote', co wystompa'  
ke "kolim'mu"

$p_a$

praxe: SIFON



# Oferintul lătrăe s nimen



$p_1 > p_2 \Rightarrow$  exye  $\begin{matrix} \uparrow \\ \text{F} \\ \downarrow \end{matrix}$   
mirta' dolu

$p_2$

## b) Phyzy (atmosfera)

neplad'  $p = h \rho g$ , protože  $f$  se  
VYRAZME měm'  $h$  a  $\rho$

plad':  $p = p_0 e^{-\rho g h}$

$p_a$  bá'm' n' ma:  $z, \rho, h, \dots$

$\Rightarrow$  NORMÁLM' ATMOSFÉRICK' TLAK:  $p_a = 101 \text{ kPa}$

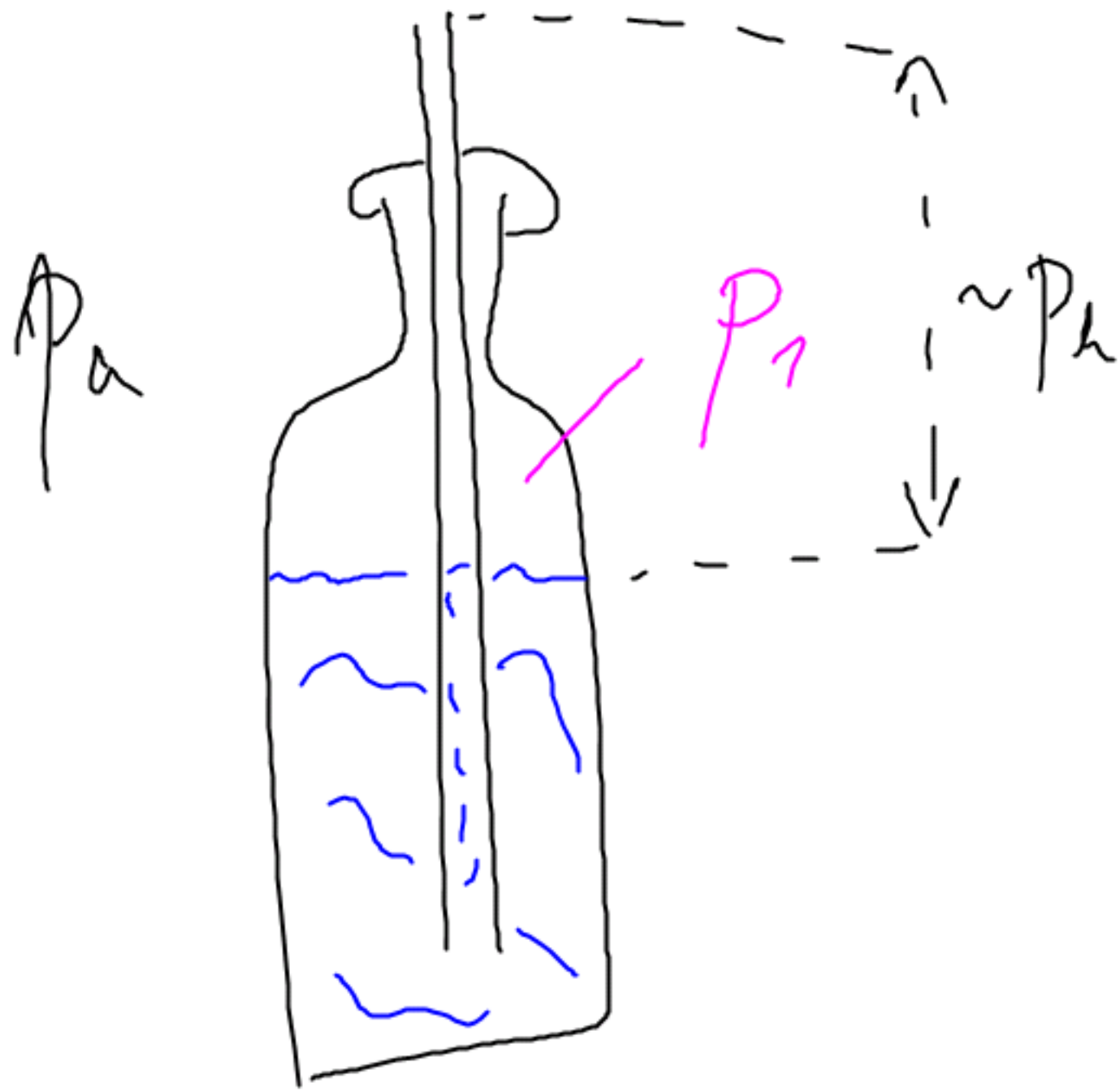
merit!

- GUERICKE - Magdeburg

- TORRICELLI



# Vodokrysh n- PET



вода скрива!  
 $\Downarrow$

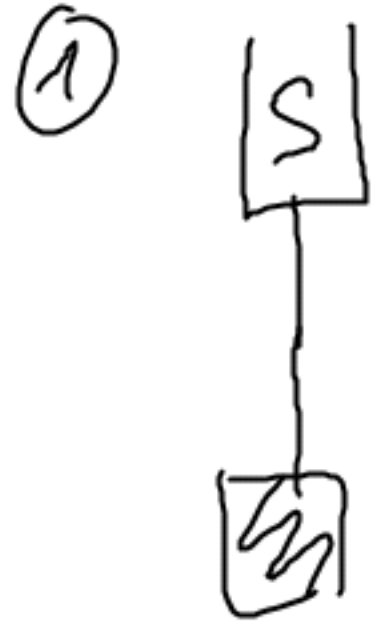
$$P_1 \cong P_a + P_h$$

$$(P_1 > P_a)$$

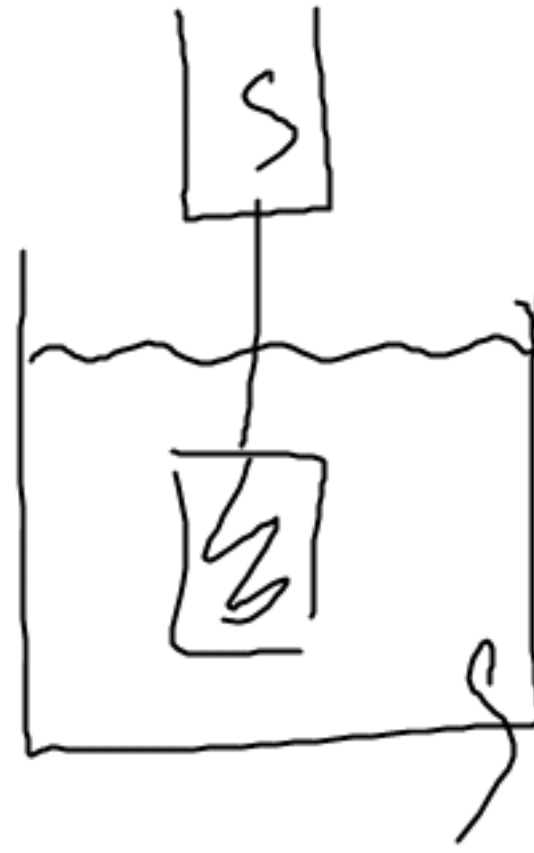
PET pada!  $\Rightarrow$  вода скрива! protože  $P_h = 0$   
(bezhiznyj stran)

# Взвешивание в воде

experiment:



②



силы:  $F_G$

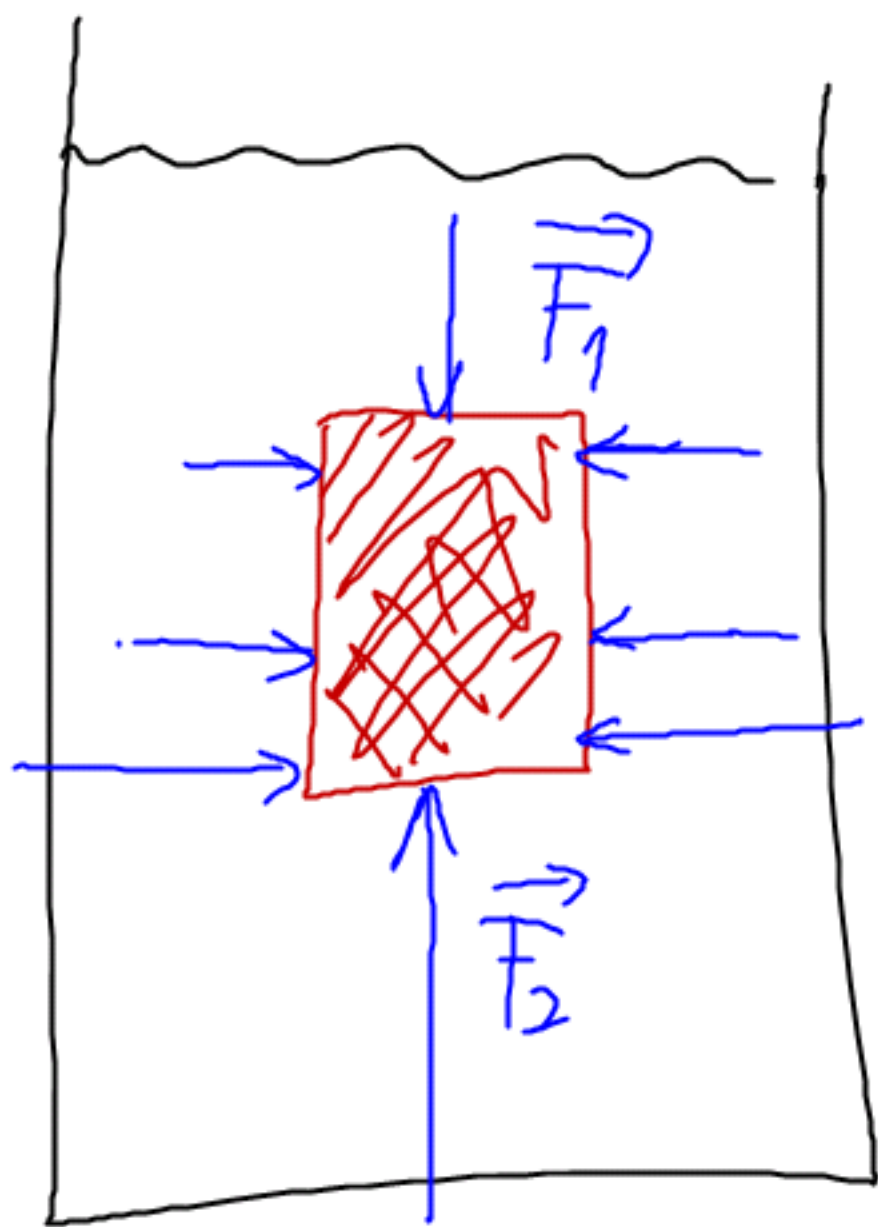
$$F_G - \Delta F;$$

$\Delta F$ : НЕЗАВИСИМА на

ЗАВИСИМА U

ЗАВИСИМА g

další odvození pro těleso tvaru kvádru,  
ale platí OBECNĚ



kapalina působí na těleso

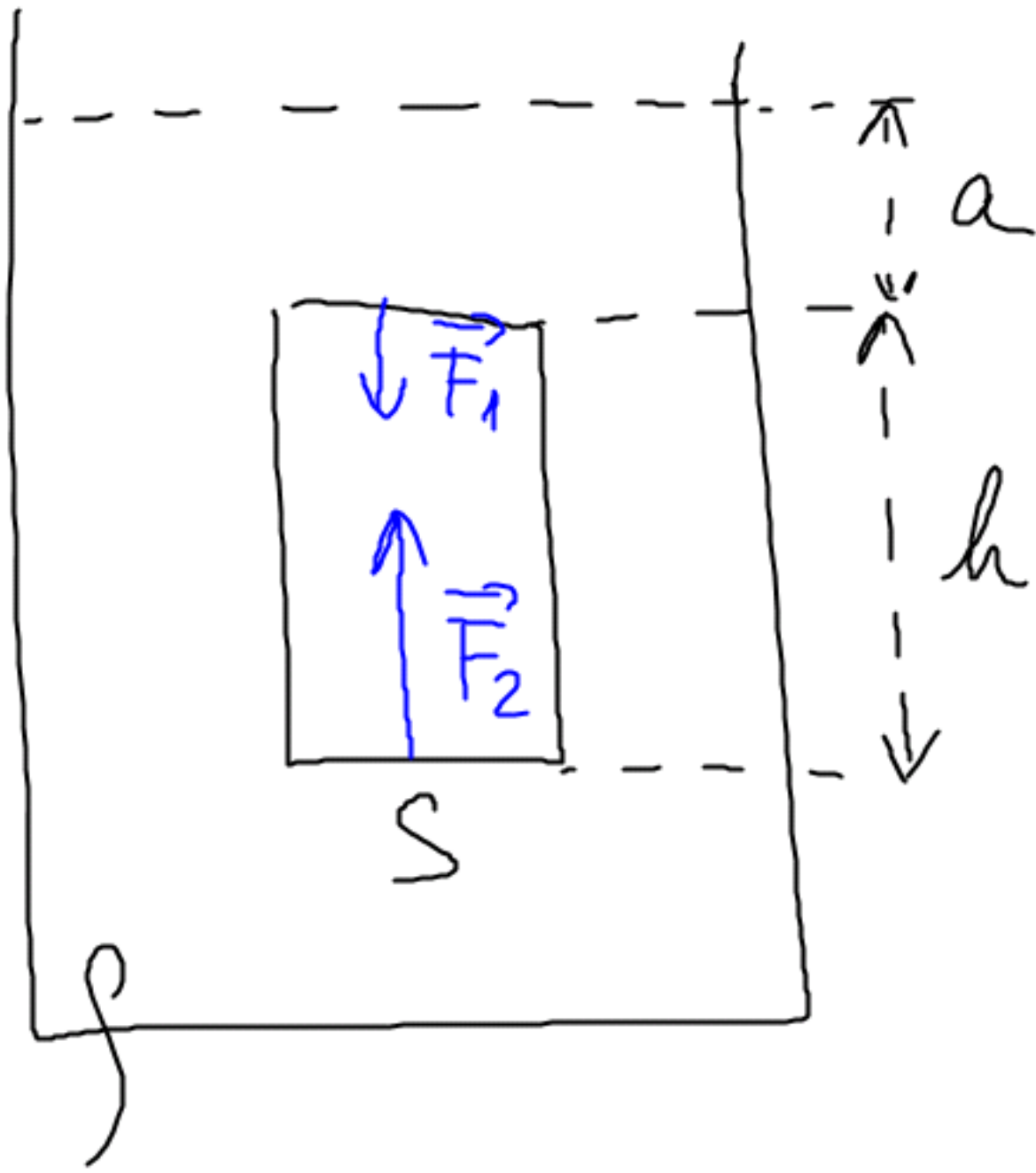
POUZE SHORA A ZDOLA,

u ostatních směrů se síly  
nejednotlivě kompenzují

VZTLAKOVÁ SÍLA:

$$\vec{F}_{vz} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F_{vz} = F_2 - F_1$$



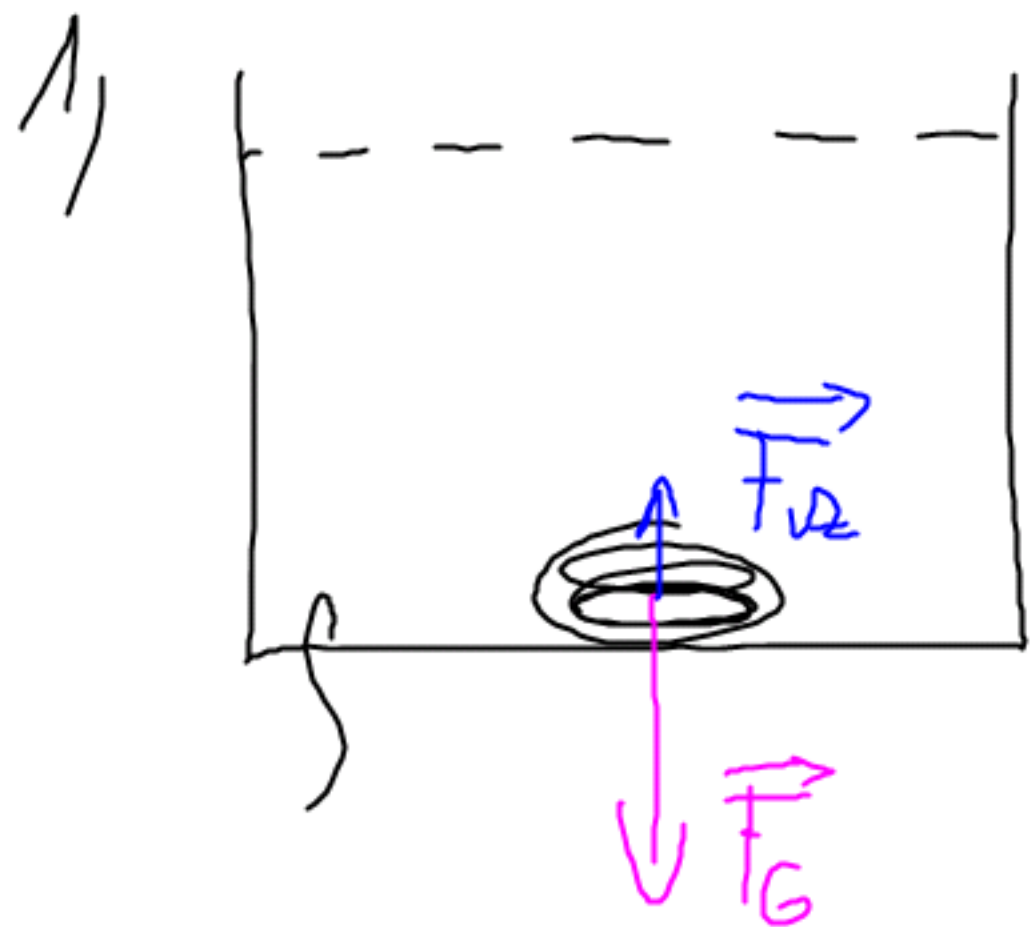
$$\begin{aligned}
 F_{v2} &= F_2 - F_1 = \\
 &= S(h+a)g\rho - S a g\rho = \\
 &= S h g\rho + \cancel{S a g\rho} - \cancel{S a g\rho} = \\
 &= \underline{S h g\rho} = \underline{V} g\rho = \underline{m g} = F_G
 \end{aligned}$$

$V$  - objem pomorene' c'asti tela sa  
 $m$  - hmotnost kopuliny se stejnym objemem teku je pomorena' c'ast tela sa  
 $F_G$  - velkost tlaku' s'ig kopuliny se stejnym objemem teku pomorena' c'ast tela sa

# ARCHIMEĐUŃV ZAKON

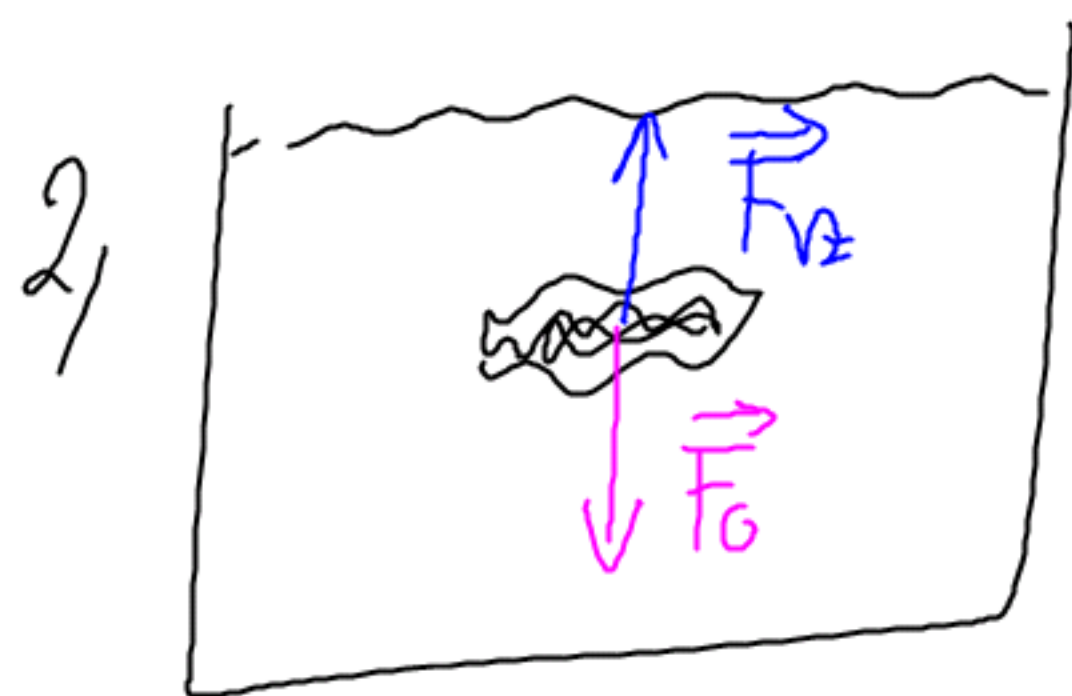
Telo so povisene' do delunkin je nadlehmano  
nadlakovon silon, jez'iz velikost je  
norna velikosti dily (dihore' sil) delunkin o  
stejnem olpenn jalo je povisena' c'ist' tela.

# Plouvalm' fēles



$$F_G > F_{vz}$$
$$\cancel{mg} > \cancel{Vsg}$$
$$\cancel{S_T} > \cancel{S}$$
$$S_T > S$$

fēlso lēsa  
ke dnu

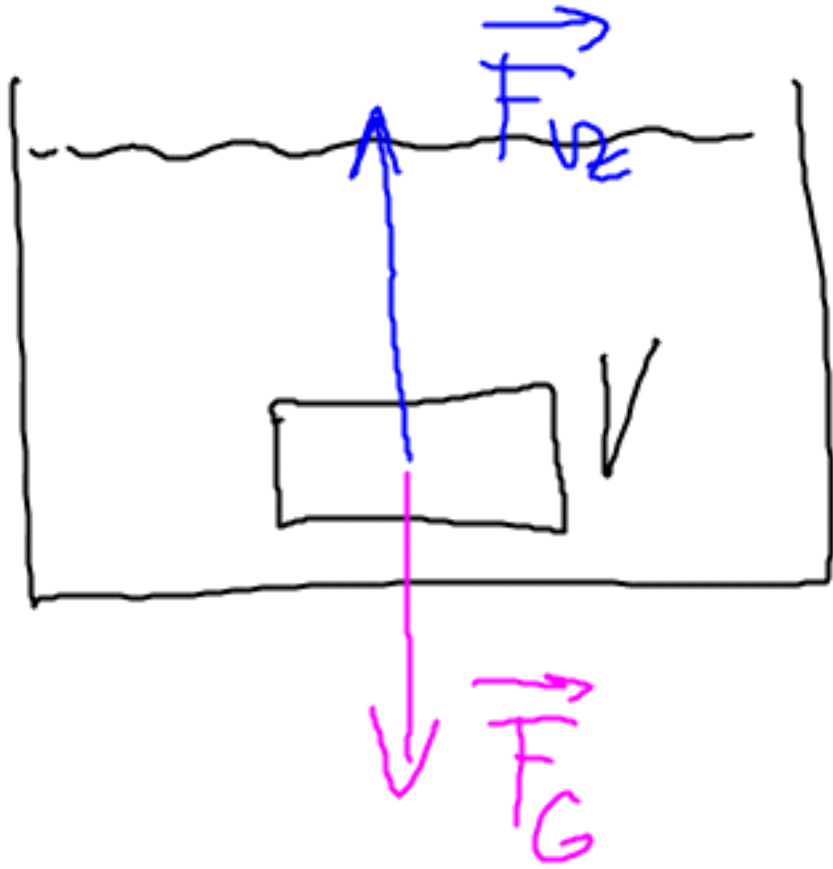


$$F_G = F_{vz}$$
$$\vdots$$
$$S_T = S$$

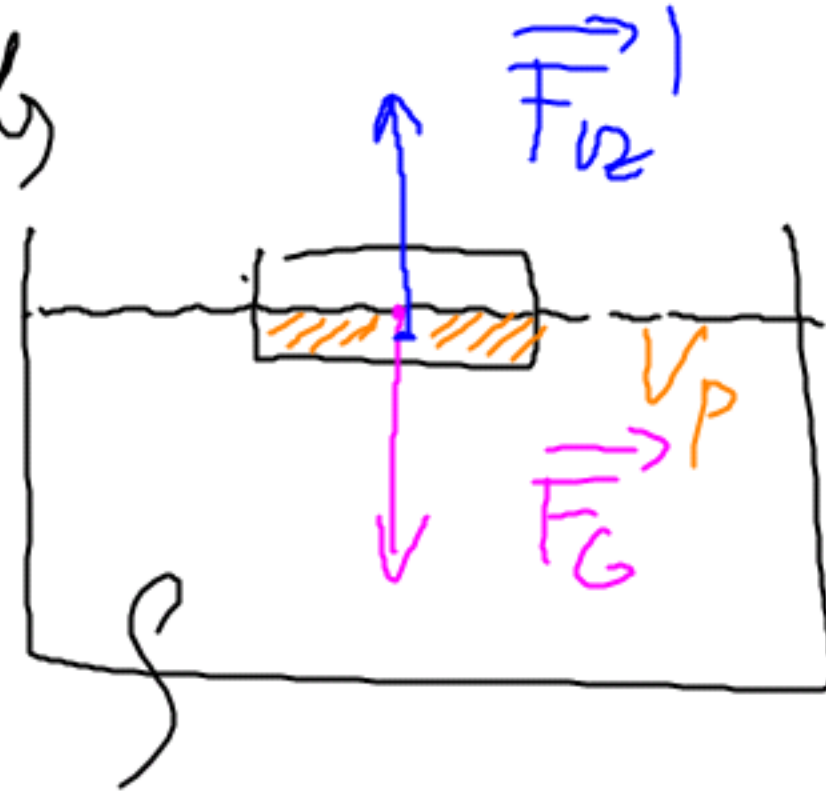
fēlso se vana'si'

31

a)



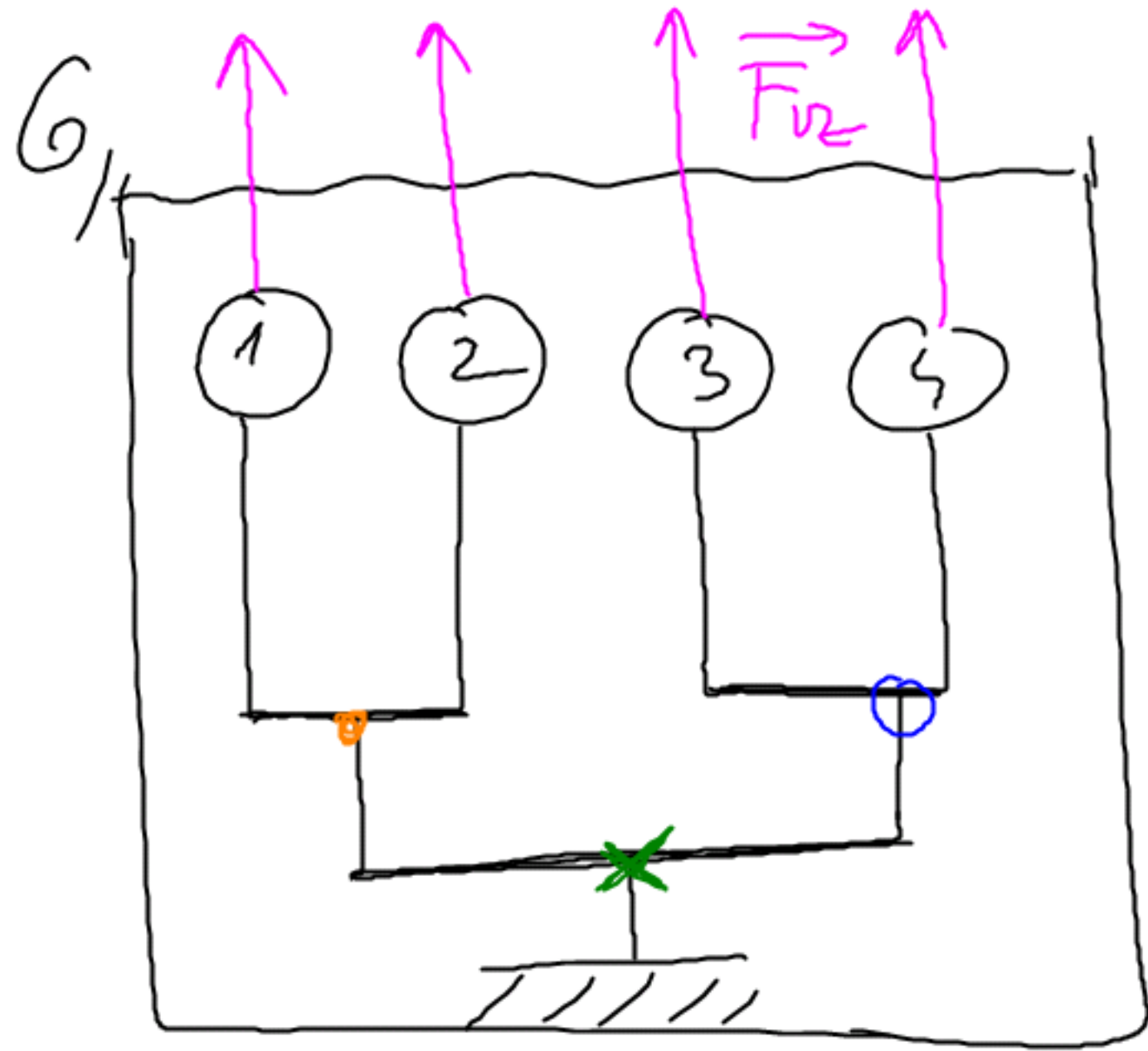
b)



dēļeso se ca'stecimū ņymot' a PLOVE

$$\begin{aligned} \hookrightarrow F_G &= F_{vz}' \\ mg &= V_p \rho g \\ V_{ST} &= V_p \rho \\ V_p &= V \frac{\rho_{ST}}{\rho} \end{aligned}$$

# PRACOVNI LIST - VZTRAJONA SILA



$$V = \text{konst.} \downarrow$$

•  $\vec{F}_G, \vec{F}_{vz}$

•  $F_{vz} = \text{konst.}$

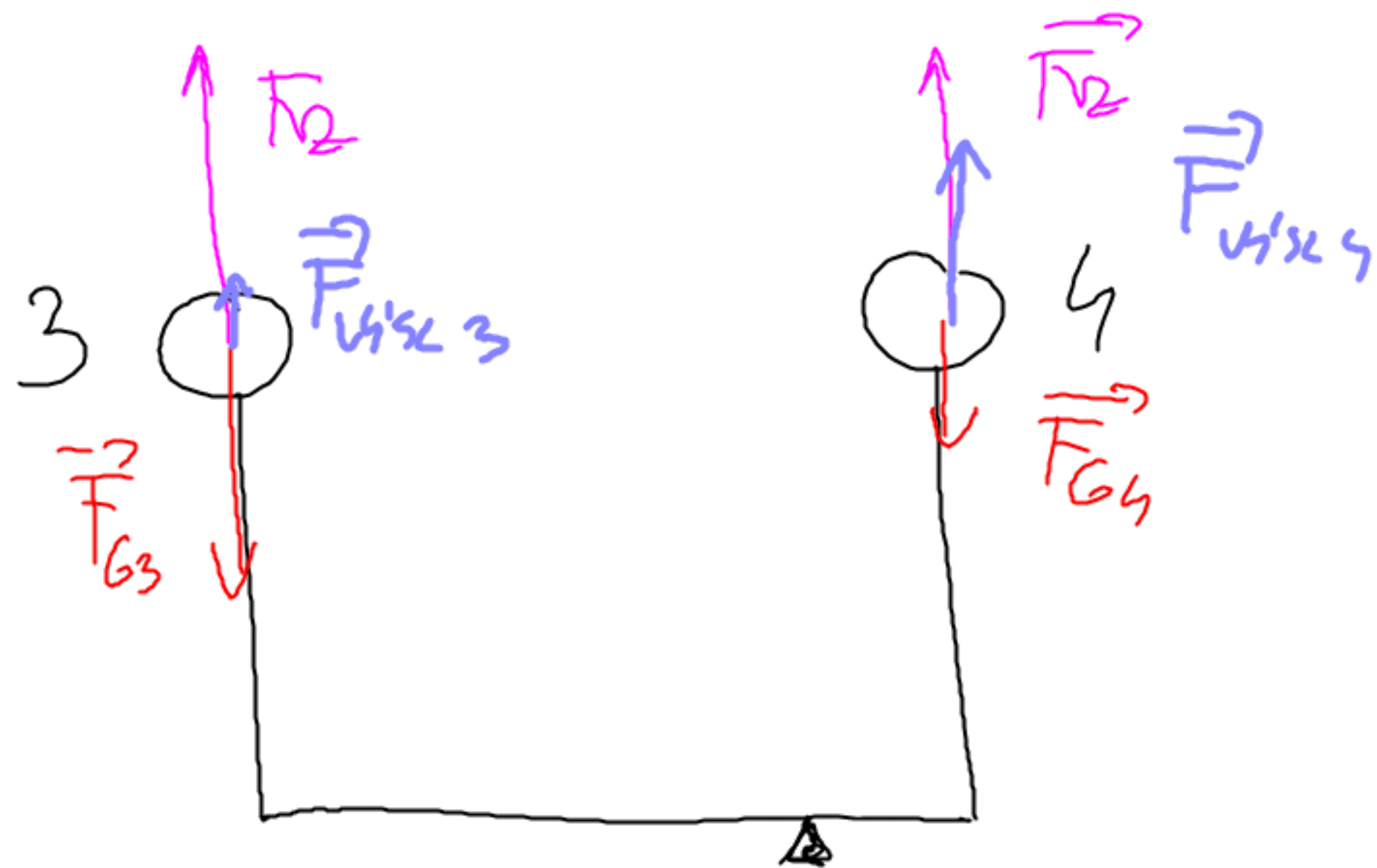
•  $F_{vz} > F_G$  po risuly konle

$$\underline{m_1 = m_2}$$

$$m_1 + m_2 = m_3 + m_4$$

• konstantna hitrost  $\sim$  neto sila; posledna sila VZTRAJU  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow F_{G3} > F_{G4} \Rightarrow m_3 \dots$  maksimalni,  $m_4 \dots$  minimalni



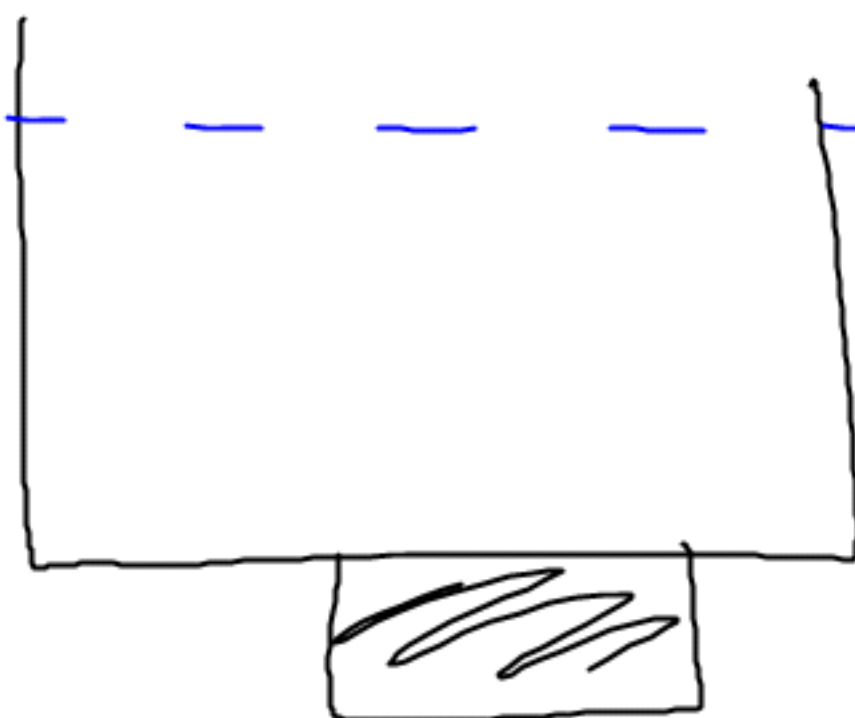


8)

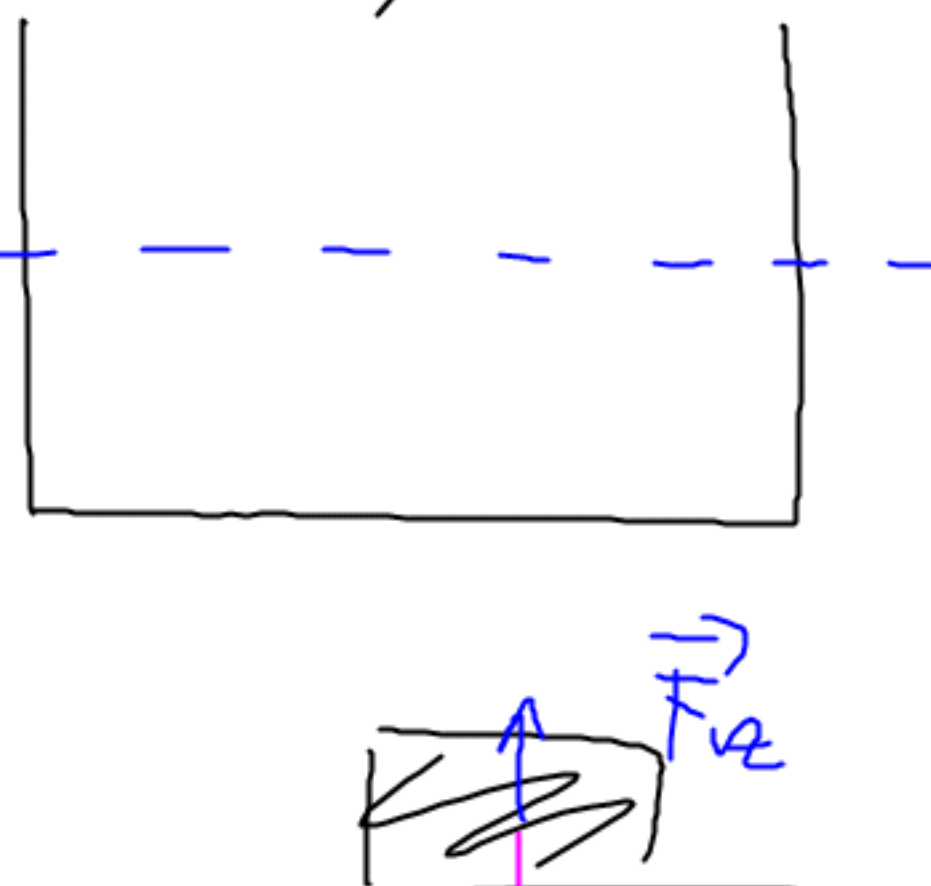
a)



b)



c)



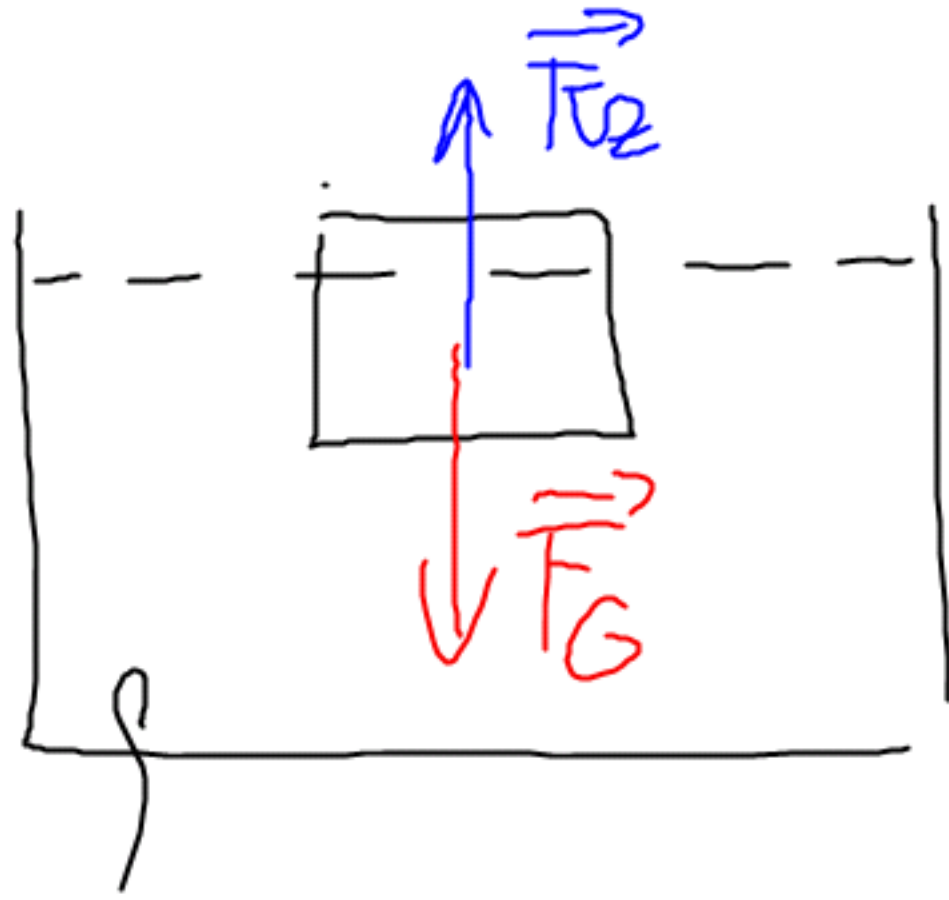
a, b stejno! : sonstova lod + bedna

delo, ktere! PLOVE:  $F_G = F_{Uz}$   
 $mg = V_p \rho g$   
 $m = V_p \rho$

$$F_{Uz} = V_p \rho g$$

11)

led



$$F_{vz} = F_G$$

$$V_{pS} = m$$

hladina zústane

led + kulička ~ nie 8)

hladina klesne

Pb

Al

$$\rho_{Pb} > \rho_{Al}$$

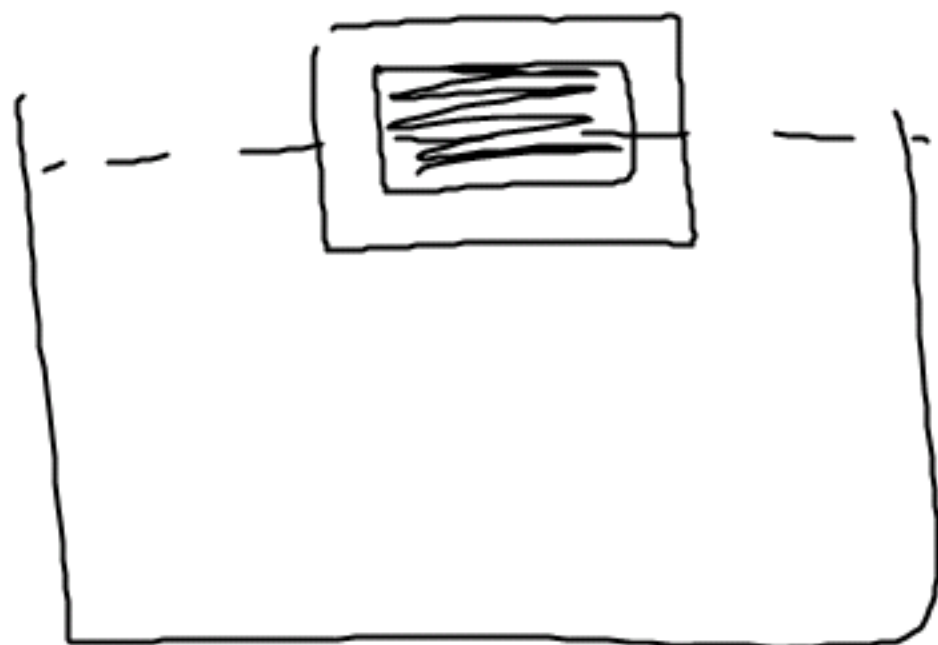
$$\bullet V_{Pb} = V_{Al}$$

$$\bullet m_{Pb} = m_{Al}$$

$\Rightarrow$  hladina klesne

$\Rightarrow$  hladina klesne

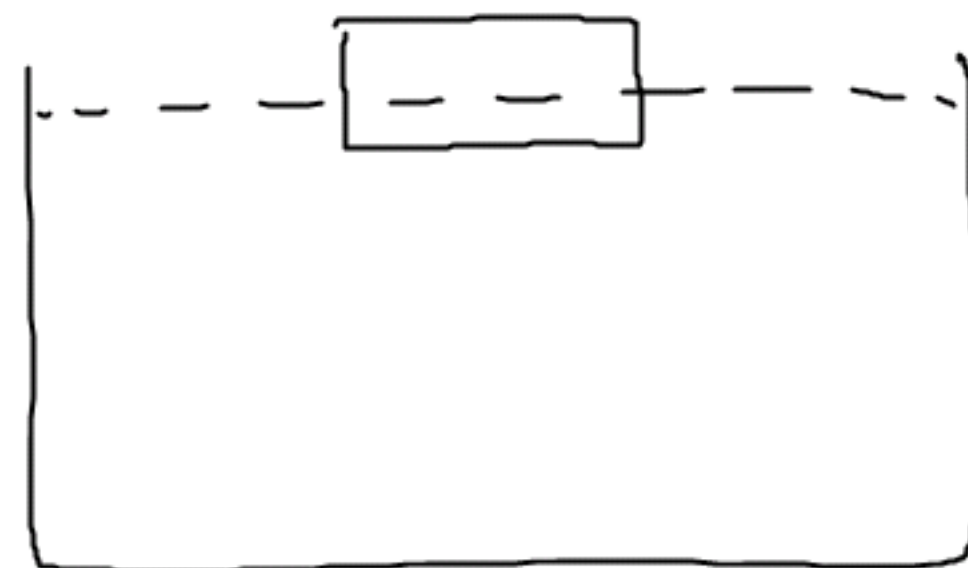
led + korek



$$F_{iz} = F_c$$

$$V_{pS} = m$$

$$V_{pS} = V_{S_{L+K}}$$



Samotný korek  
vyhlací vodič  
o objemu  $V_{punch}$

# Prondēnē' Jelundim

pašb Jelundim v padrom smēr

Qa'lo dū' tygy:

• LATINAM'RM' - pro male' v  
- neramikaj' m'gy

• TURBULENTM' - velhe' v  
- nerikaj' m'gy  
- komplikovaj' pap'is

prondnice - myšlena' čára taková, že  
velikost rychlosti je k m' v každém  
bode' DEJN'

Př. šelblo brany hozeno' do potůčku (něj)



pomůcka pro  $\vec{E}$  v el. st. poli

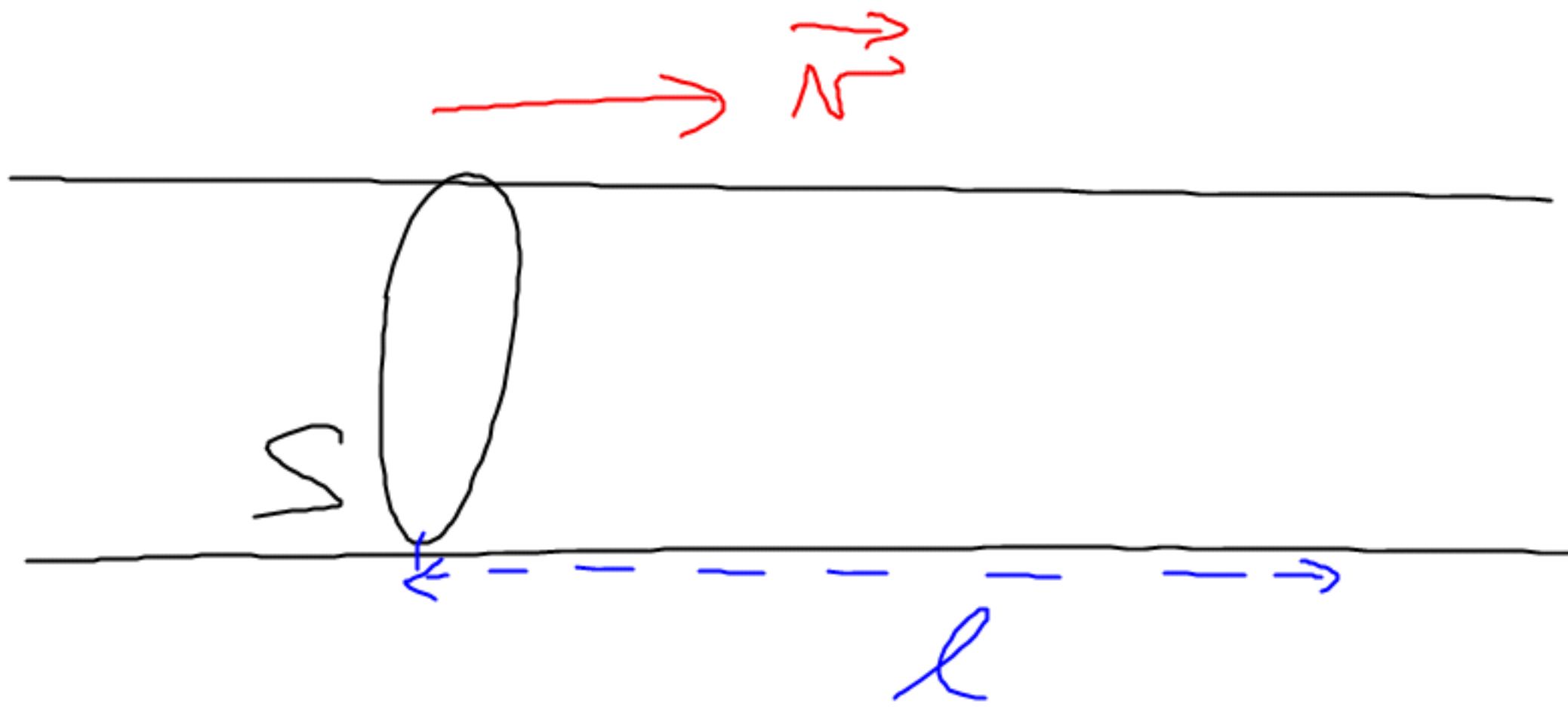
# Objemový průtok

$$Q_V = \frac{V}{t}$$

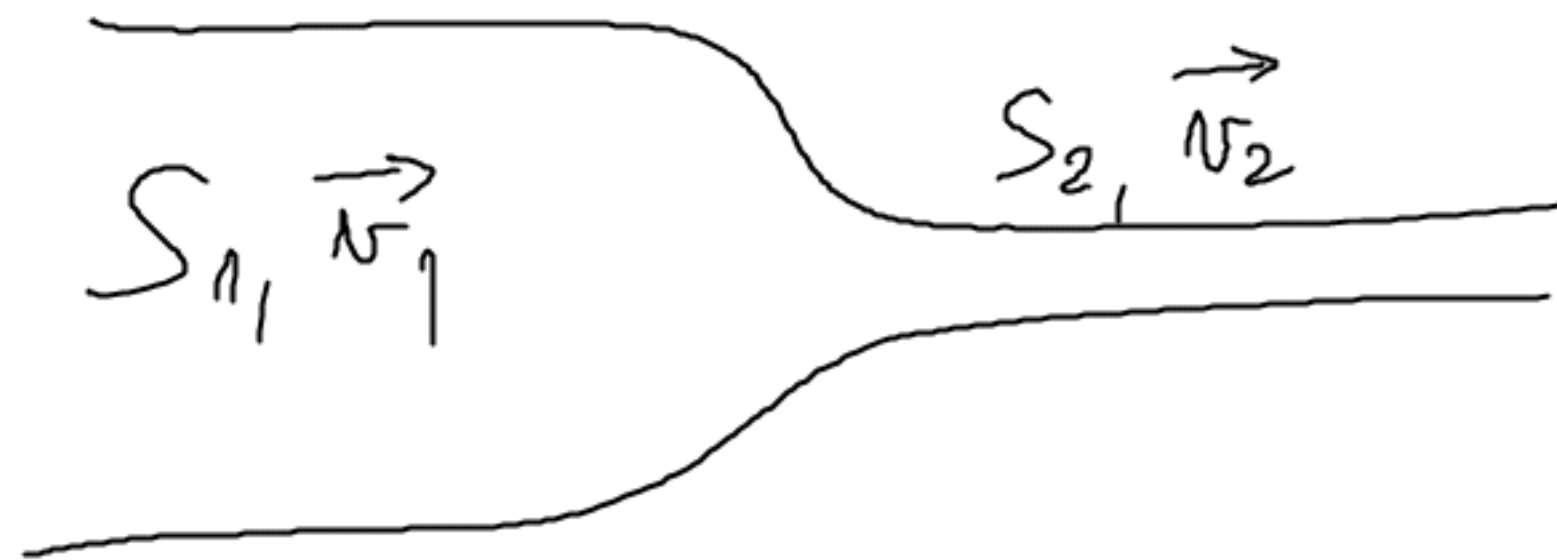
$V$  - objem, který protече daným průřezem trubice za čas  $t$

$$[Q_V] = \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

praxe: vodotměř, plynoměry  
průtokový sondový systém, elektroměr



$$Q_V = \frac{V}{t} = \frac{S l}{t} = S v$$



$$S_1 > S_2 \Rightarrow v_1 < v_2$$

$$Q_V = \text{konst}$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

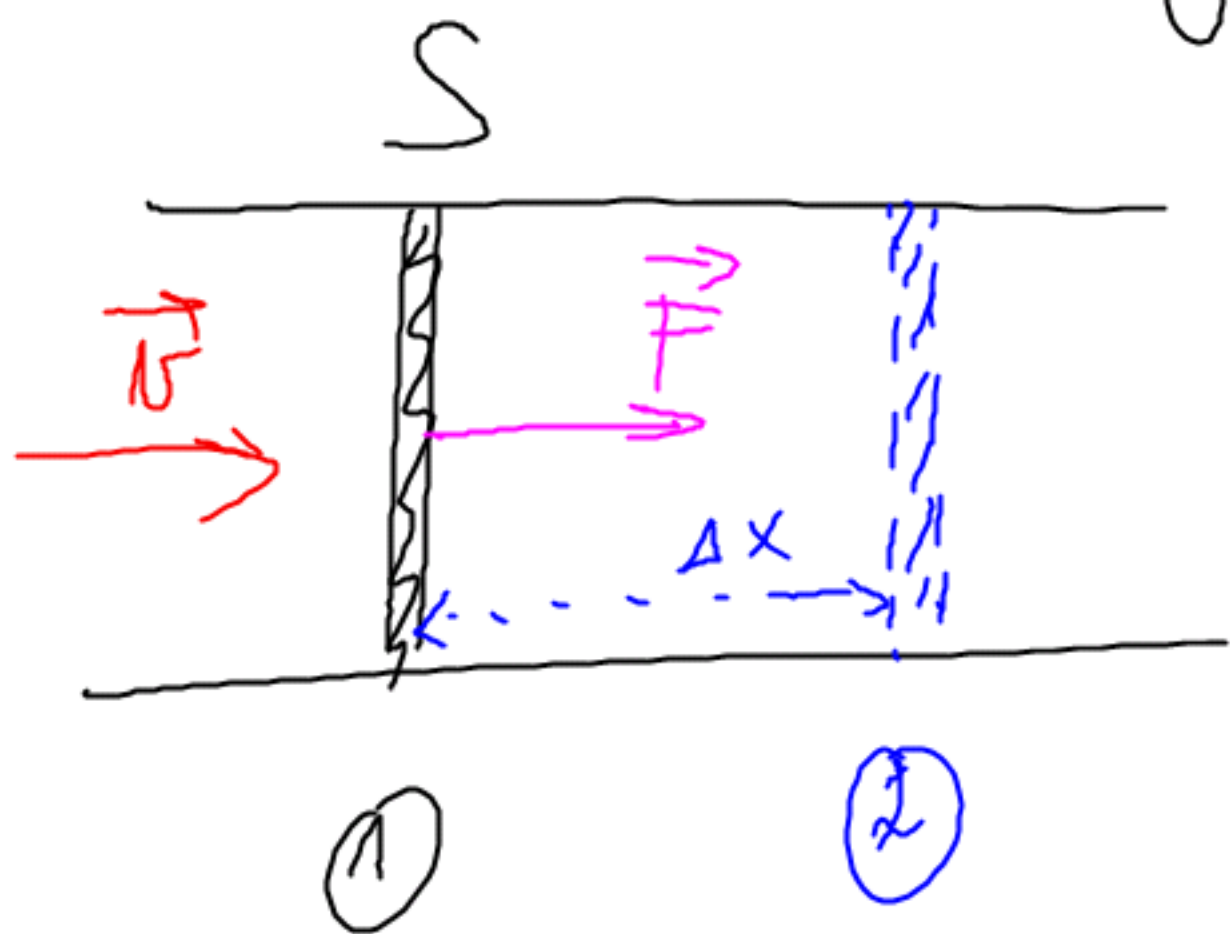
RCE KONTINUITÄT  
(SPOSIITION)



# Bernoulliho ra

Daniel BERNOLLI (1700 - 1782)

a) Práce poudici' tekutiny (skalova' energie)



$$W = F \cdot \Delta x$$

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

$$\Rightarrow \underline{W} = p \cdot S \cdot \Delta x = \underline{p \cdot \Delta V}$$

Pr. voda a kadiice odplavuje zemian  
poškodené' pokrubi'; ...

g) Odvodzenie

Bernoulliho rovnice je zřejmě pro

IDEÁLNÍ KAPALINOU VE UDRŽOVANÉM

POTRUBÍ

$\hookrightarrow \Leftrightarrow \rho = \text{konst.}$

~ podmínkou, aby  $v$  či  $u$  nemusel být člen  $p_h$

ZZME:  $E_k + E_p = \text{konst.}$

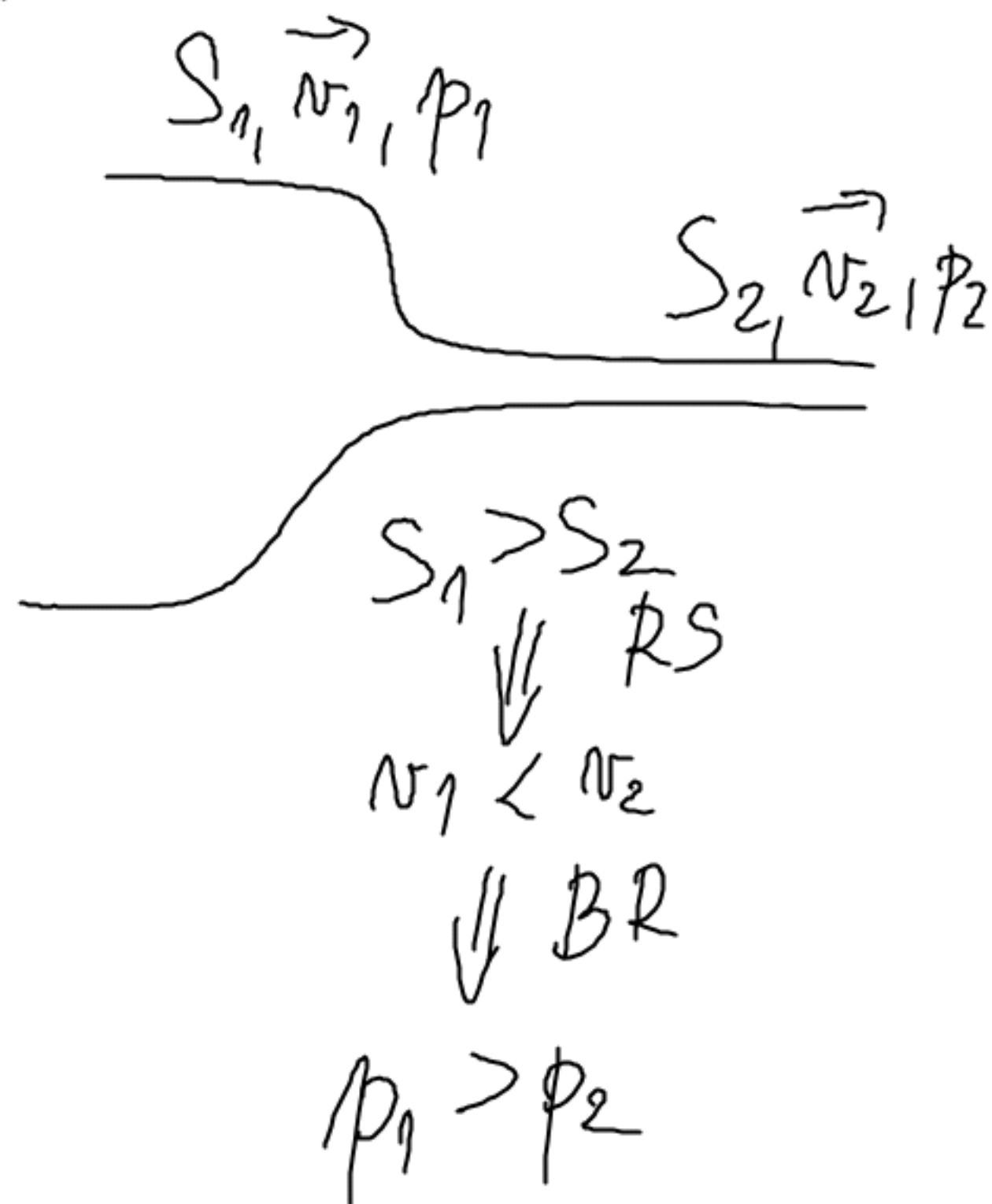
$$\frac{1}{2} m v^2 + mgh = \text{konst.} \quad /: V$$

$$\frac{1}{2} \frac{m}{V} v^2 + \frac{m}{V} gh = \text{konst.}$$

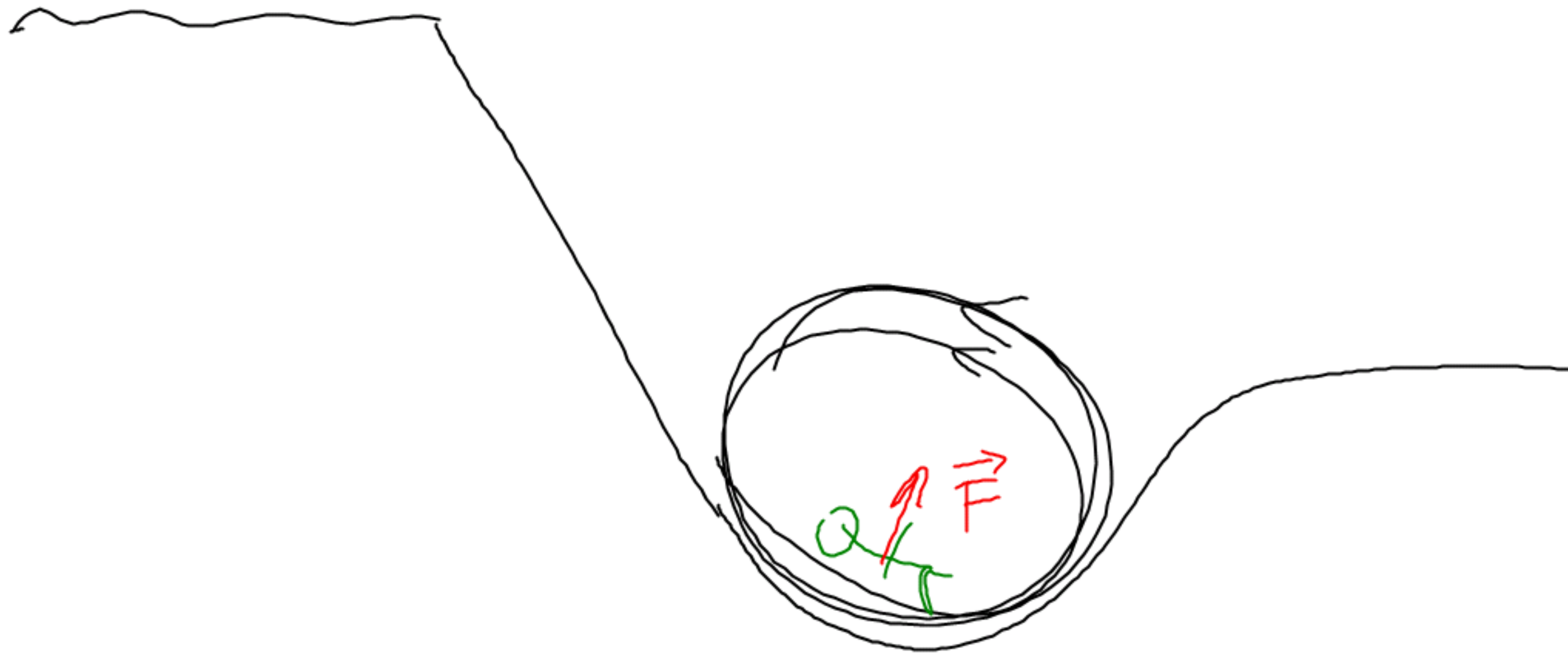
$$\frac{1}{2} g v^2 + h g g = \text{konst.}$$

$$\frac{1}{2} g v^2 + p = \text{konst.}$$

$$\frac{1}{2} g v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} g v_2^2 + p_2$$



rodla'ci' na pesu

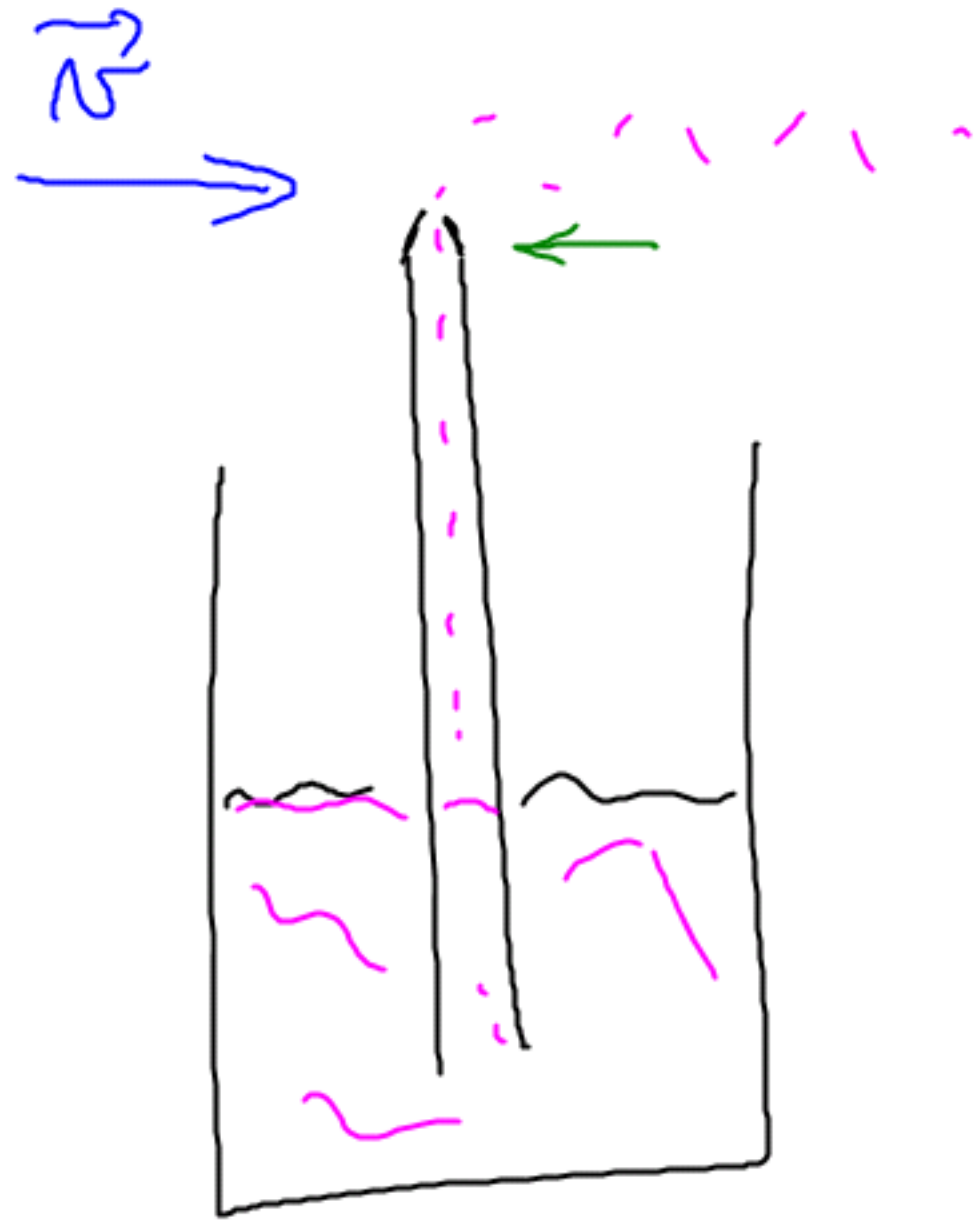


$\frac{1}{2} \rho v^2$  --- dynamic' tlak  
 $p$  --- static' tlak

BR lze považovat i "k přívodu"  $v \leftrightarrow p$

PITOTOVA TRUBICE

# Rozprašovacína kveding, fixirka, ...



podtlak vně  $p_a$

⇒ kapalina se tlakem  $\vec{F}_a$   
vzhůru

Odparova' sila

dajma RELATIVNIM POTISBEN

delesa a tekundny

— : gylista ped v besveti' a vlaye nu netvorka  
stojite na marnish' a vlaye vahn netvorka  
vlinem netvork

mirabi' PROT SMERU POKYBN

velikost odporové síly:

$$F_0 = \frac{1}{2} C S \rho v^2$$

$v$  - velikost rychlosti tělesa vůči tekutině

$\rho$  - hustota tekutiny

$C$  - koeficient odporu

$S$  - plocha přičných průřezů tělesa



Parāšuhista škalīcē 2 letadla. Zābre slīt s'g:

a) tēsne po opuštēmī letadla

b) tēsne pīd oterīemum padalēm

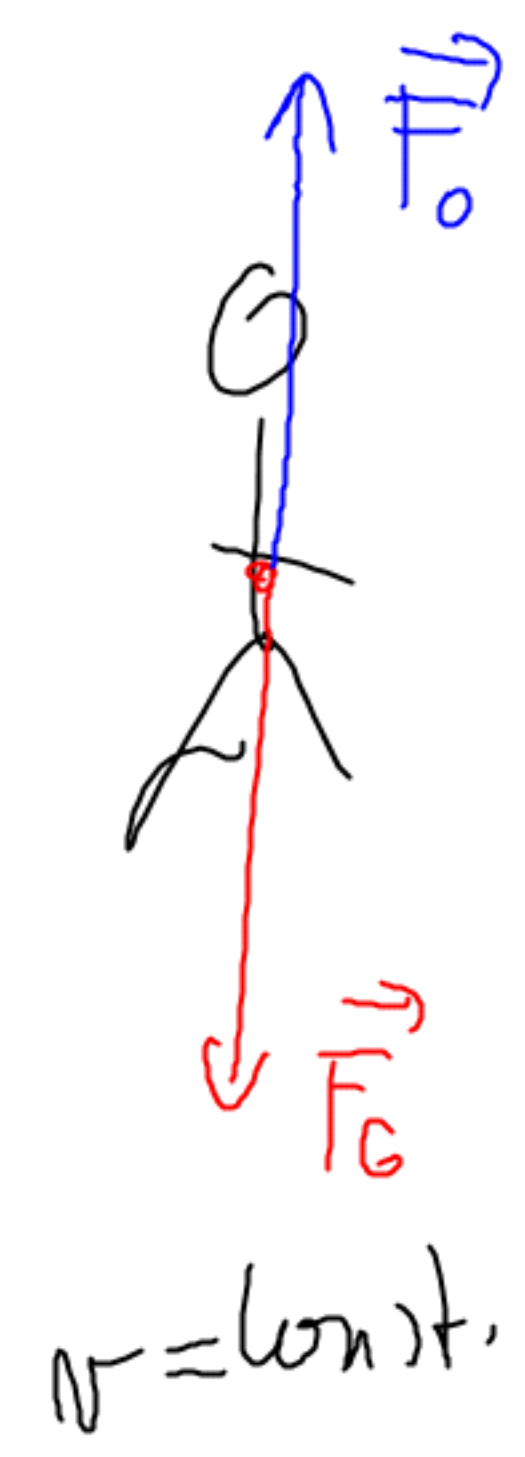
c) tēsne po oterīemī padalēm

d) tēsne nad zemī'

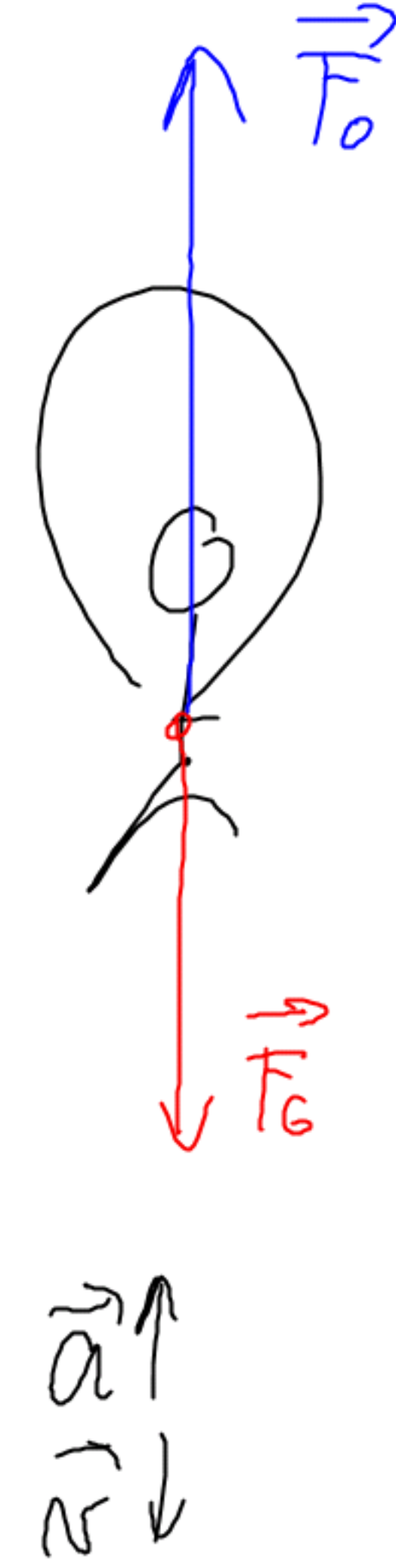
a)



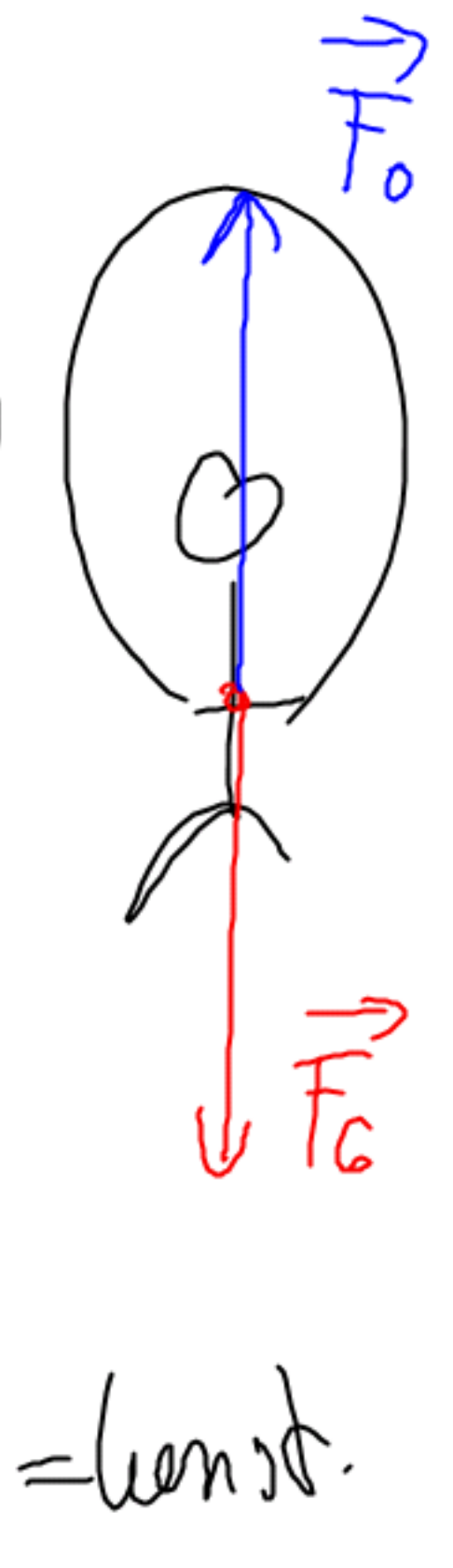
b)



c)



d)



$N_d < N_b$ , protože  $v_d$  má větší  $S$   
+ větší  $C$

má větší  $C$  ... aerodynamicky horší letos  
větší  $C$  ... padá, ...