

MECHANIKA (hmotného bodu, soustavy hmot. bodů, tuhého tělesa)

- Kinematika - popisuje pohyb
(jako polohu, rychlost
během času)
- Dynamika - popisuje příčiny
pohybu těles

Fyzikální veličiny a jednotky

- popisují fyz. vlastnosti kvantitativně
a kvantitativně

Hodnota veličiny X je dána její číselnou
hodnotou $\{X\}$ · měřicí jednotka $[X]$

$$X = \{X\} \cdot [X]$$

např. rychlost $v = 3 \text{ m/s}$

$$\{v\} = 3$$

$$[v] = \text{m/s}$$

Pro zjednodušení popisu používáme
příslušná označení veličin (při použití
jiného označení můžeme přidat popis
tohoto označení - legendu)

např. s dráha
 v rychlost
 V objem ...

některé jednotky jsou odvozené - např.
rychlost $[v] = m/s$ (z jednotky délky a času)
 $[\rho] = kg/m^3$ (- " - hustota a délky)

Mezímase o sjednocení a zjednodušení
jednotek používáme

Mezinárodní soustava jednotek SI

(zkratka z francouzského Le Système International d'Unités)

7 základních jednotek +

odvozené jednotky (a násobky a díly)

(SI akceptuje rovněž používání
mimosoustavních jednotek - minuta,
hodina, úhlový stupeň ...

a také jednotek, odvozených z měření jako eV, AU)

za'hl. jedn.

veličina

délka

hmotnost

čas

el. proud

termodyn. teplota

látkové množství

světelnost

značka jednotka značka

l

m³

m

m

litry

kg

s

sekunda

s

A

ampér

A

T

kelvin

K

m

mol

mol

l

bandela

cd

nášobky a díly

Díly, násobky a díly
+ přičtení p množením

násobky:	T	tera	10^{12}	TW	desítki
	G	giga	10^9	GJ	
	M	mega	10^6	MW	
	k	kilo	10^3	km, kV, kW	
	h	hecto	10^2		
	da	deka			
	-				
	d	deci			
	c	centi			
	m	mili			

Př: Spočítejte hmotnost olověného svádku
s rozměry 0,05 cm, 100 μm , 0,01 m
a hustotou 1130 kg/m^3 . (převést na mg)

$$a = 0,05 \text{ cm} = 0,05 \cdot 10^{-2} \text{ m} (= 5 \cdot 10^{-4} \text{ m})$$

$$b = 100 \mu\text{m} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ m} (= 10^{-4} \text{ m})$$

$$c = 0,01 \text{ m} (= 10^{-2} \text{ m})$$

$$\rho = 1130 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot a \cdot b \cdot c = 1130 \cdot 0,05 \cdot 10^{-2} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 0,01 =$$

$$= 5 \cdot 11,3 \cdot 10^{-2-6} = 56,5 \cdot 10^{-8} \text{ kg} = 56,5 \cdot 10^{-2}$$

$$= \underline{\underline{0,565 \text{ mg}}}$$

PF: jakou rychlostí se pohybují vozíky, které

za 250 ms urazí 1 μm?

$$v = \frac{\Delta}{\Delta t} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{250 \cdot 10^{-9}} = \frac{1 \cdot 10^{-6+9}}{250} = \frac{10^3}{250} = \frac{1000}{250} = \underline{\underline{4 \text{ m/s}}}$$

príklady odvodených jednotiek

rychlosť $v = \frac{s}{t}$ $[v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{m}{s}$

hustota $\rho = \frac{m}{V}$ $[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{kg}{[a] \cdot [b] \cdot [c]}$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$= \frac{kg}{m \cdot m \cdot m} = \frac{kg}{m^3} = kg \cdot m^{-3}$$

energie $E = m \cdot h \cdot g \Rightarrow [E] = [m] \cdot [h] \cdot [g] =$

$$= kg \cdot m \cdot m/s^2 = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$$

$$\underline{\underline{J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}}}$$

rychlení má jednotku m/s^2 $[g] = m \cdot s^{-2}$

odvodte jednotku síly

$$F = m \cdot g = [m] \cdot [g] = kg \cdot m \cdot s^{-2}$$

Skalární a vektorové veličiny

Skalární veličina je úplně dána svou velikostí (např. hmotnost, energie, rychlost, hustota, tlak ...)

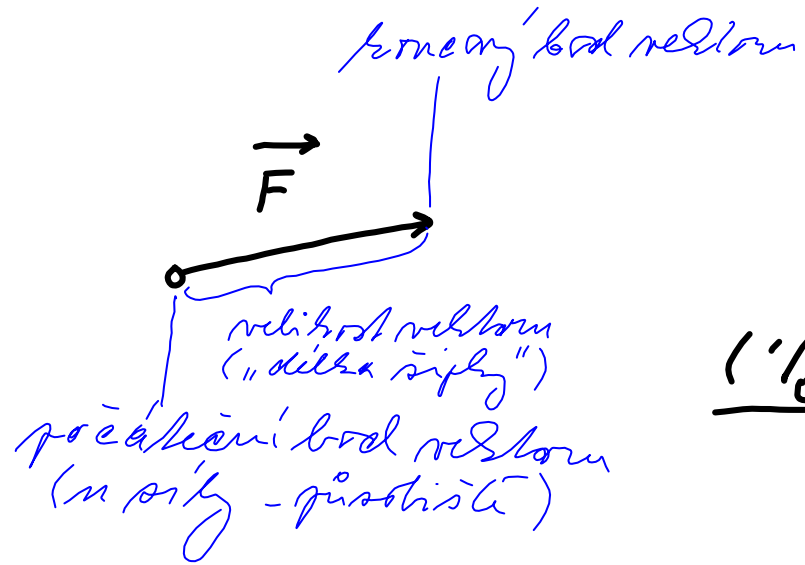
Vektorová veličina je úplně popsána svou velikostí a směrem (např. rychlost, síla, zrychlení ...)

Vektorovou veličinu (vektor) oznámujeme šipkou nad písmenem např. \vec{v} ... vektor rychlosti
 \vec{F} vektor síly

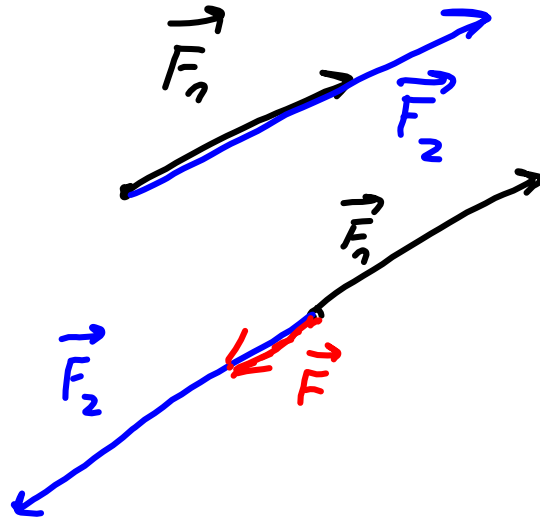
v ... velikost rychlosti $|\vec{v}|$

F ($= |\vec{F}|$) ... velikost síly

Vektorovou veličinu znázorňujeme šipkou



Ukladání a rozklad vekt. veličin
(např. sil)

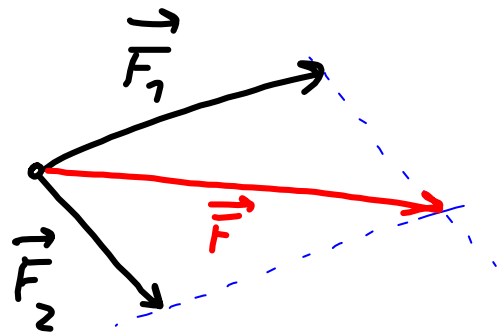


$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F = F_1 + F_2$$

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

$$F = F_2 - F_1$$



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

(ale $F < F_1 + F_2$)

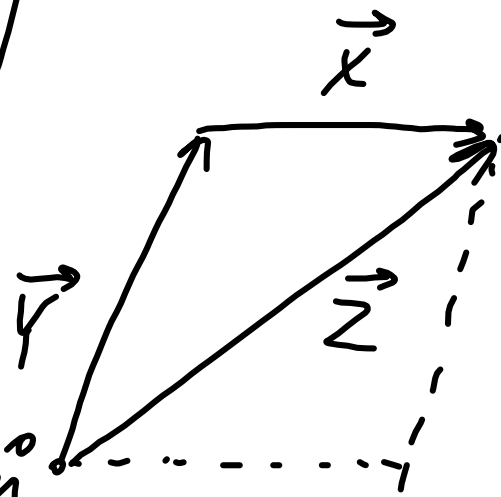
... Dů rozklad síly do daných směrů

Rozdíl vektorů $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \dots \text{vektory})$

$$\text{máme } \vec{x} + \vec{y} = \vec{z} \quad | - \vec{y}$$

$$\vec{x} + \vec{y} - \vec{y} = \vec{z} - \vec{y}$$

$$\underline{\underline{\vec{x} = \vec{z} - \vec{y}}}$$



\vec{x} je rozdílem vektorů
 $\vec{z} - \vec{y}$

Směna relativity - jaks rozdíl

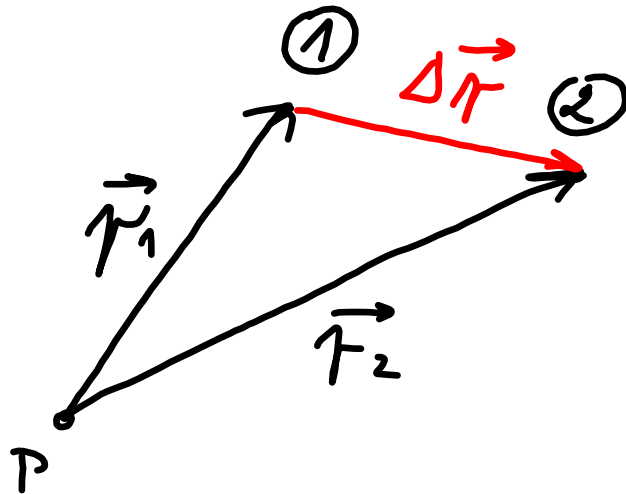
(např. $\vec{v}_1 \dots$ poč. rychlost
 $\vec{v}_2 \dots$ výsled. rychlost

Směna rychlosti ... $\Delta \vec{v}$

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

Polohový vektor ... \vec{r}

- má počiatkový bod vo zvoleném počiatku (P)
a koncový bod v mieste polohy telesá



$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

① poloha 1

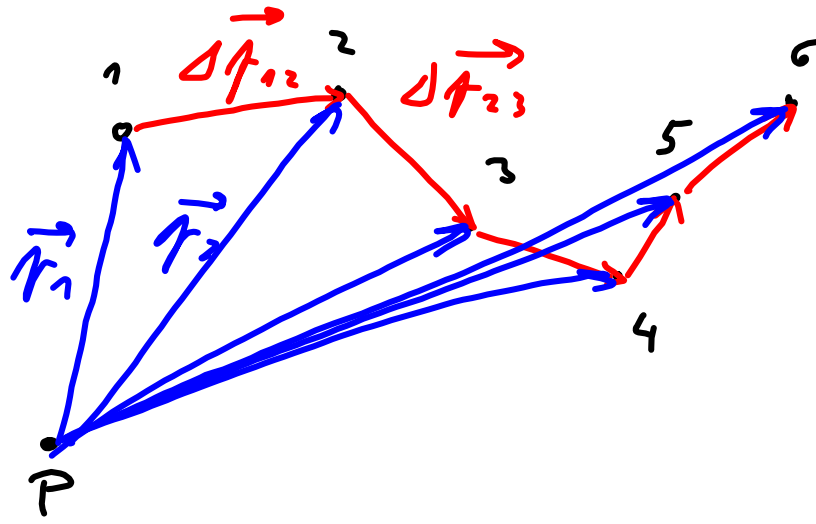
② poloha 2

\vec{r}_1 polohový vektor 1. polohy

\vec{r}_2 - " - 2. polohy

$\Delta \vec{r}$ vektor posunutia

(má počiatok v prv. polohe
a koncový bod vo 2. polohe)



Kinematika hmotného bodu

Mechanika' pohyb - vzájemná změna
polohy těles v čase

Hmotný bod - model tělesa, u kterého
zanedbáváme jeho rozměry

opis polowy:

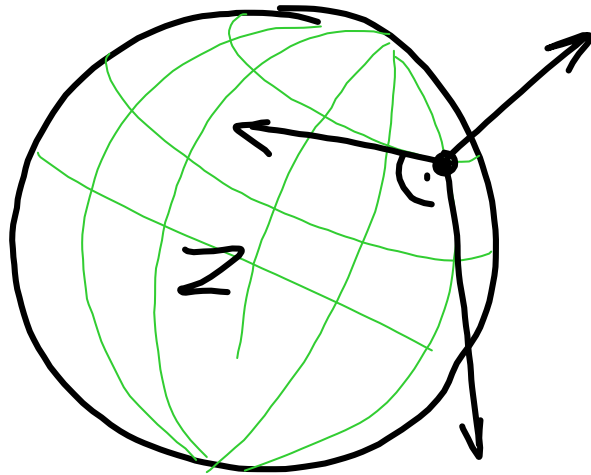
stazni' tleso

stazny' bod

stazni' p.owiacnie

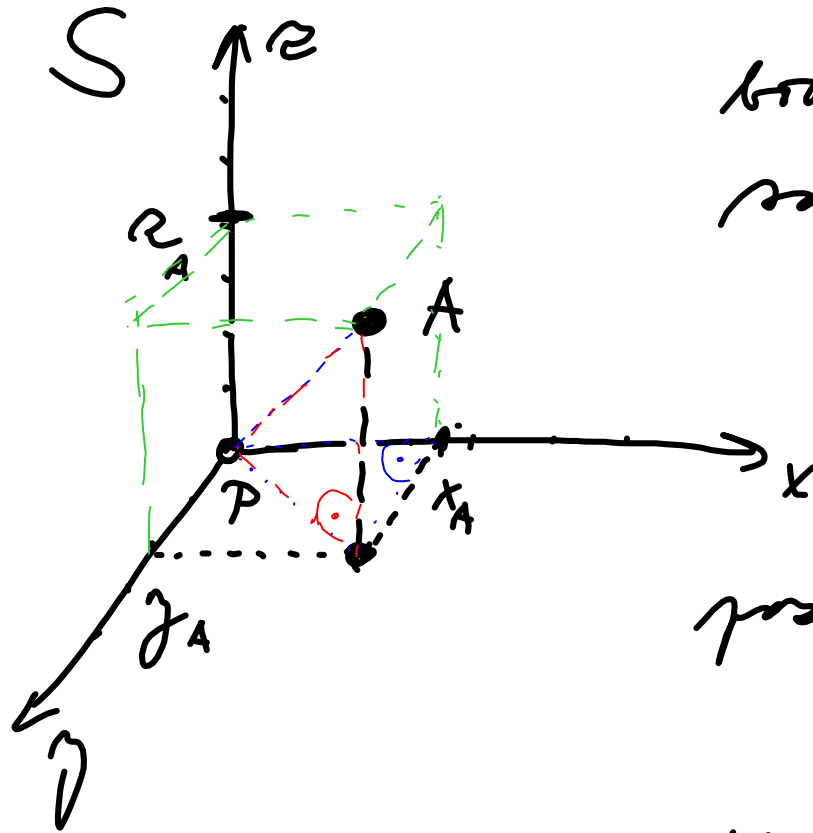
} stazni' stozara

6 4 17



vztažný úhel
 vztažný bod
 systém souřadnic

vztažná soustava



bod A má v soustavě S
soustavice $[x_A, y_A, z_A]$

posm. hmotná
prostor
čas

klasická fyzika (klas. prostor,
klas. čas
klas. pojetí hmoty)

Druhy pohybu

dělení & hlediska - rychlosti - rovnoměrný
 - nerovnoměrný
 - vřadná - přímočarý¹⁰
 - křivočarý

Trajektorie

dráha - délka trajektorie

Polyl translaci -

polyl rotaci -

Rychlost hmotného bodu

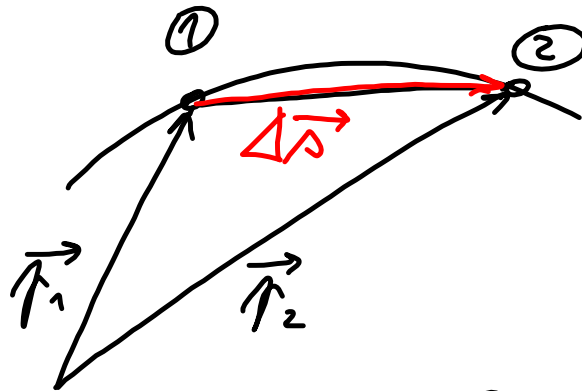
$$\text{příměrná rychlost } v_p = \frac{\rho}{A}$$

(ρ ... celková dráha
 A ... celková doba pohybu)

obměněná rychlost - rovnom. přímoč.
 pohyb - je rovna průměrné rychlosti

obměněná rychlost - rovnom. přímoč.
 pohyb - je rovna průměrné rychlosti
 přímoč. pohyb

Obamžitá rychlost nerovnom. přímočarého pohybu



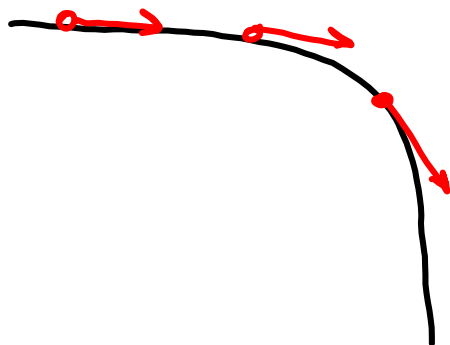
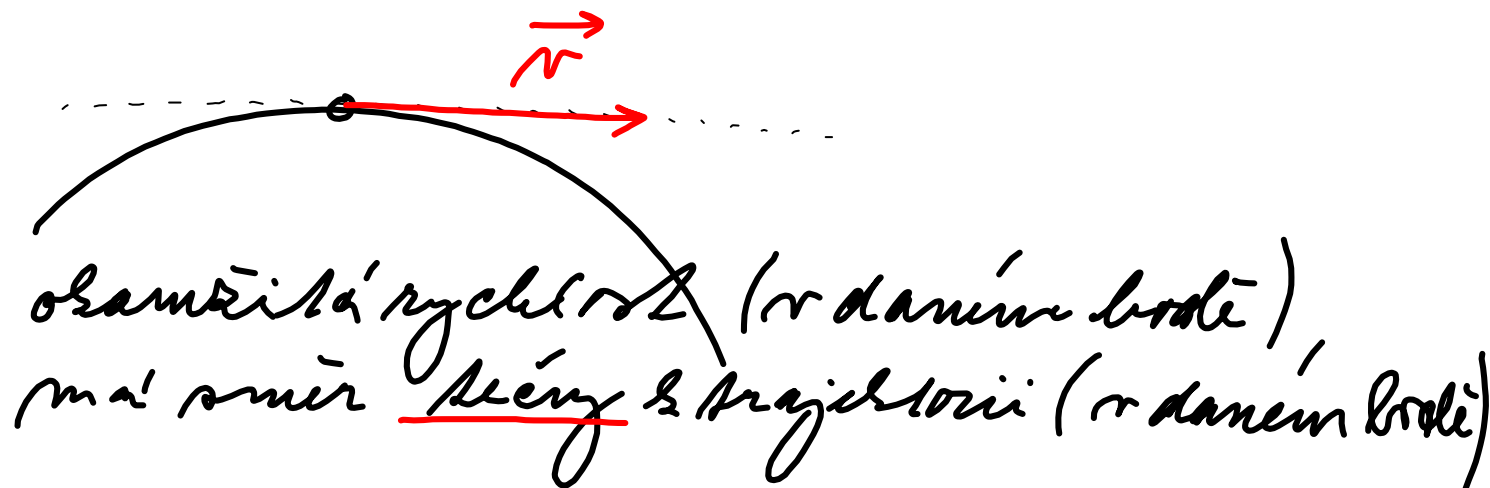
$$\Delta \vec{s} \dots \text{posunutí (z 1 do 2)} \quad (\Delta s = |\Delta \vec{s}| \dots \text{velikost})$$

$$v_p = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \left(= \frac{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}{t_2 - t_1} \right)$$

$$\text{nebo } \vec{v}_p = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta t} \dots \text{ když budeme zkracovat časový interval } \Delta t, \text{ bude se } \vec{v}_p \text{ blížit okamžitá rychlost}$$

$$\Delta t \rightarrow 0 \text{ potom } \vec{v}_p \rightarrow \vec{v}$$

\vec{v} ... vektor okamžitá rychlosti



úlohy str 33, 34
27/40 ↓ 77

Dílení pohybů:

podle tvaru trajektorie: - přímý pohyb

- křivý pohyb

podle rychlosti:

- rovnoměrný pohyb
(stálou rychlostí)

- nerovnoměrný pohyb

Rovnoměrný pohyb

- Rovný ...

s ... dráha (délka trajektorie)

t ... čas (doba pohybu)

$$s = v \cdot t$$

konst. měřenost

v ... rychlost

$$v = \frac{s}{t}$$

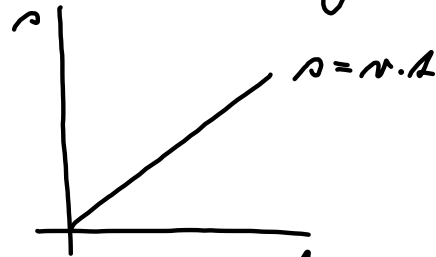
(přímá úměrnost:

$$y = a \cdot x$$

↑

konstanta úměrnosti)

graf závis. dráhy na čase:



pozn. přímá úměrnost rovnoměrného pohybu
 je rovni rychlost rovnom. pohybu,
 její křivky si lze nahlédnout jako
 dráhu za určitý čas.

Obamiera' rychlosť rovnováha. p'ímäčarého pohybu
je rovná p'ímäčarého rychlosti a má smäer
p'osunuti'.

p'íklady: $s, v, a \dots$ p'ozor na jednotky

PF: Za jak dlouho vrazí automobil dra'ku
50 cm, jidliže má rychlosť 25 km/h?
(čas vrazu v sekundách)

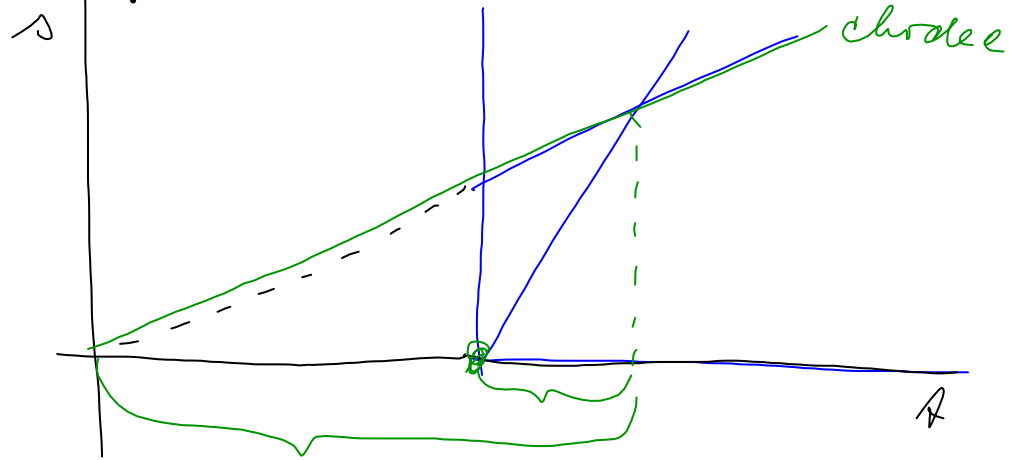
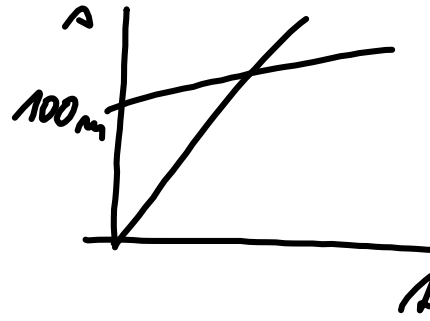
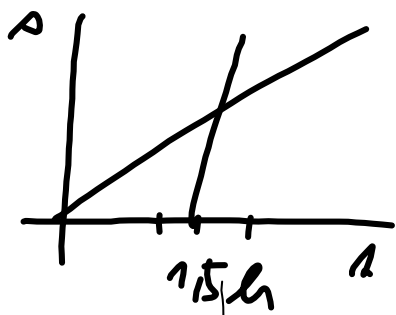
$$s = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$v = 25 \text{ km/h} = 6,94 \text{ m/s} \left(= \frac{25}{3,6} \right)$$

$$a = \frac{s}{v} = \frac{0,5}{6,94} \left(= \frac{0,5 \cdot 3,6}{25} \right) = \underline{\underline{0,072 \text{ s}}}$$

Automobil dra'ku 50 cm vrazí za 0,072 s.
(za 72 ms)

qozu. $P = 100 - 3Q$



Movúce body:http://msr.vsb.cz/sites/msr.vsb.cz/files/pdf/kp_zaklad_pozn_4096_1619_0.pdf

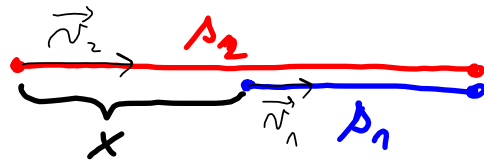
$$3/39 \quad v_1 = 2 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 4 \text{ m/s}$$

$$s_0 = 12 \text{ m}$$

$$t = ? \quad (t_1 = t_2 = t)$$

$$s_2 = ? \quad (\text{dráha rychlejšího})$$



hledáme rovnici - např.:

$$s_2 - s_1 = x \quad (\text{dosadíme a řešíme})$$

$$v_2 \cdot t - v_1 \cdot t = x$$

$$4t - 2t = 12$$

$$2t = 12$$

$$t = 6 \text{ s}$$

(jižli dráhu s_2)

$$s_2 = v_2 \cdot t = 4 \cdot 6 = 24 \text{ m}$$

Hnutí body se setkají za 6 s 24 m od počáteční polohy rychlejšího (druhého) bodu.

$$4/39 \quad v_T = 36 \text{ km/h}$$

$$v_A = 54 \text{ km/h}$$

$$\Delta L = 10 \text{ min} = \frac{1}{6} \text{ h}$$

$$L_A = ?$$

$$P_A = ?$$

maximální rozdíl rovnic: $P_A = P_T$

$$v_A \cdot L_A = v_T \cdot L_T \quad (\text{minimální } L_T = L_A + \Delta L)$$

$$v_A \cdot L_A = v_T \cdot (L_A + \Delta L)$$

$$54 L_A = 36 \left(L_A + \frac{1}{6} \right)$$

$$54 L_A = 36 L_A + 6 \quad / -36 L_A$$

$$18 L_A = 6 \quad / \cdot \frac{1}{18}$$

$$L_A = \frac{1}{3} \text{ h}$$

$P_A = v_A \cdot L_A = 54 \cdot \frac{1}{3} = 18 \text{ km}$

Automobil pojedí 18 km 20 minut, aby dosáhl svého
bratrance.

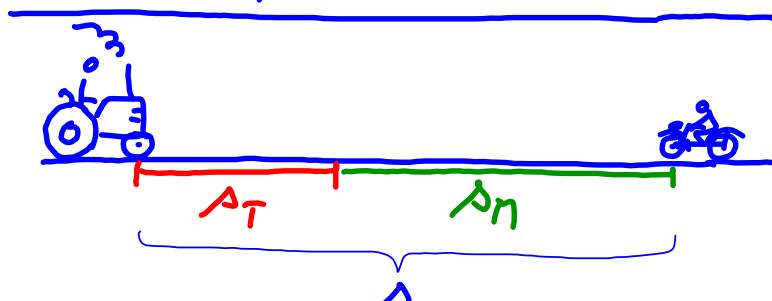
$$5/39 \quad A = 15 \text{ km}$$

$$v_T = 10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$$

$$v_M = 20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$$

$$A = ? \quad (A_T = A_M = A)$$

$$A_T = ?$$



uskavne rovnici napi:

$$A = A_T + A_M$$

$$A = v_T \cdot A + v_M \cdot A$$

$$15 = 36A + 72A$$

$$15 = 108A$$

$$A = \frac{15}{108} = 0,138 \text{ h} = \underline{8 \text{ min } 20 \text{ s}} \quad (= 500 \text{ s})$$

$$A_T = v_T \cdot A = 36 \cdot \frac{15}{108} = \frac{15}{3} = \underline{5 \text{ km}}$$

Budova se ruší za 8 min a 20 s
5 km od místa, kde bylo ruší budova.

Dů - navrhování kade':

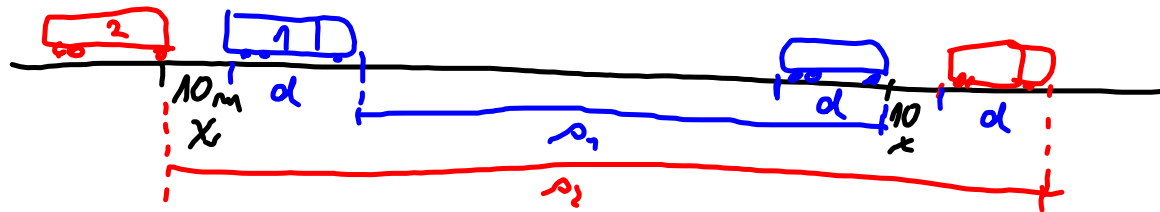
http://msr.vsb.cz/sites/msr.vsb.cz/files/pdf/kp_zaklad_pozn_4096_1619_0.pdf
 6/44 (navrhování kade')

Př.: Předjíždění kamionů... Dva kamiony jedou po dálnici, 1. rychlostí 80 km/h a 2. 85 km/h. Délka každého kamionu je 16 m. Kolik času bude potřebovat druhý kamion na předjetí, jestliže na vyjetí z jízdního pruhu a opětovné zařazení potřebuje 10 metrů? Jakou dráhu při tom urazí?

$$K1 \quad v_1 = 80 \text{ km/h} \quad a) \quad t = ?$$

$$K2 \quad v_2 = 85 \text{ km/h} \quad b) \quad t = ?$$

$$d = 16 \text{ m (délka kamionu)} = 0,016 \text{ km}$$



$$s_1 = v_1 t \quad ; \quad s_2 = v_2 t \quad ; \quad x = 10 \text{ m} = 0,01 \text{ km}$$

$$s_2 = s_1 + 2x + 2 \cdot d$$

$$s_1 = 80 \cdot 0,0104 = 0,832 \text{ km} = \underline{832 \text{ m}}$$

$$v_2 t = v_1 t + 2x + 2 \cdot d$$

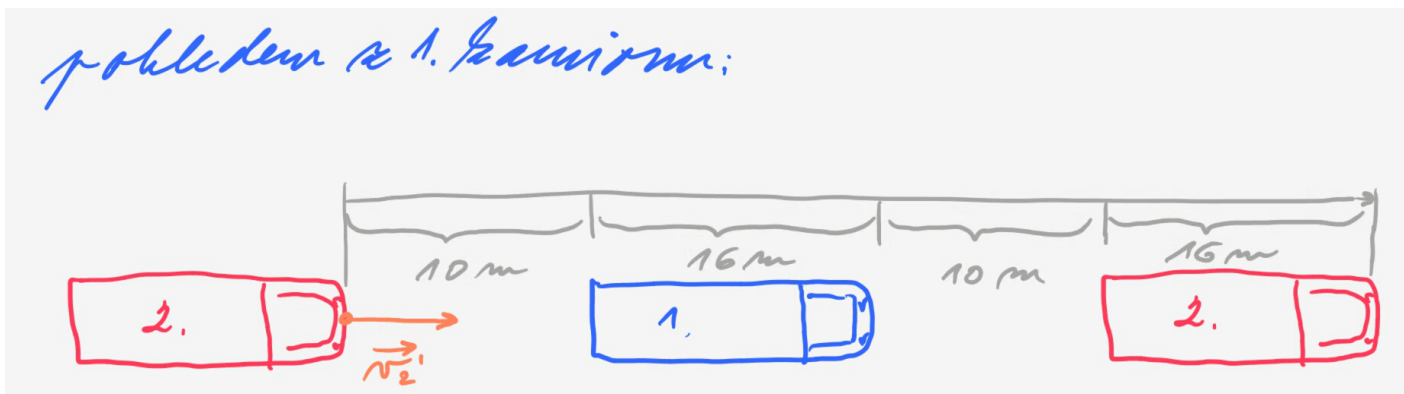
$$s_2 = 85 \cdot 0,0104 = 0,884 \text{ km} = \underline{884 \text{ m}}$$

$$85t = 80t + 2 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,016$$

$$5t = 0,052$$

$$t = 0,0104 \text{ h} = \underline{37,44 \text{ s}}$$

Předjíždění bude trvat 37,44 sekund a druhý kamion k tomu bude potřebovat dráhu 884 metrů.



nvařujme pohyb vzhledem k 1. kam. .
 $v_2' = 5 \text{ km/h}$ - rychlost vzhledem k prvnímu
 draha vzhledem k 1. kamionu:

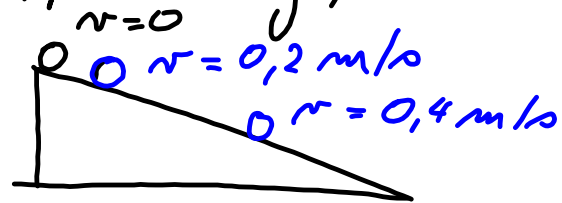
$$s' = 10 + 16 + 16 + 10 = 52 \text{ m}$$

$$t = \frac{s}{v_2'} = \frac{52}{1,38} = \underline{\underline{37,44 \text{ s}}}$$

$$v_2' = 5 \text{ km/h} =$$

$$v_2' = 1,38 \text{ m/s}$$

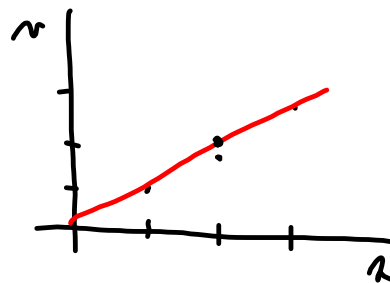
Rovnoměrně zrychlený pohyb (přímá čára)



Pro pohyb žulíčky na nakl. rovině můžeme říci, že v čase 0 ji rychlost 0 m/s, v čase 1 s ji $v = 0,2$ m/s ... viz tabulka:

t s	v m/s
0	0
1	0,2
2	0,4
3	0,6

... pohyb, u kterého rychlost
narůstá rovnoměrně
a časem



$$v = a \cdot t$$



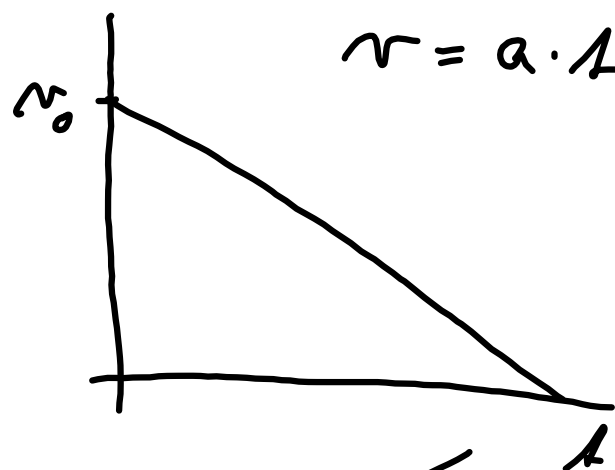
konst. úměrnosti - zrychlení!

... takový pohyb říkáme
rovnoměrně zrychlený!

11.5.17

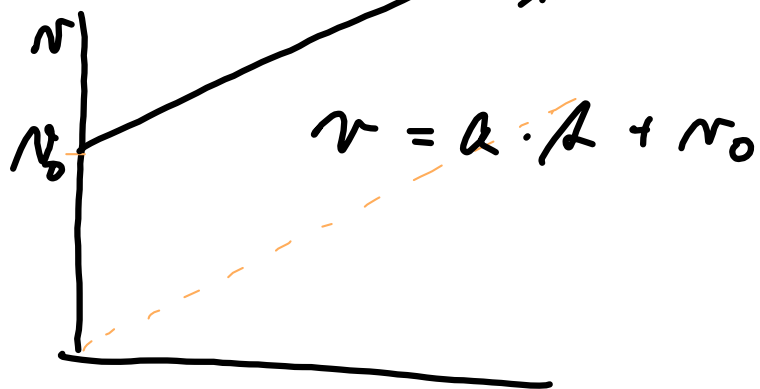
pozn. "záporné zrychlení".

$v = at + v_0$ v_0 ... počáteční rychlost
pro $a > 0$... rovnoměrně zrychlený pohyb.



$v = a \cdot t + v_0$ pro $a < 0$... rovnoměrně zpomalený pohyb.

pro $a > 0$... rovnoměrně zrychlený pohyb



$$v = a \cdot t + v_0$$

Př: Automobil jede rychlostí 54 km/h
a začne se pohybovat

a) rovnoměrným zrychlením pohybem

b) " zpomalením " "
s zrychlením 8 m/s^2 (resp. zpomalením
a velikostí 8 m/s^2).

Určete jeho rychlost za 1,5 s pohybu.

a) $v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$
 $a = 8 \text{ m/s}^2$
 $t = 1,5 \text{ s}$

$$v = a \cdot t + v_0 = 8 \cdot 1,5 + 15 = 12 + 15 = 27 \text{ m/s}$$

$$v = 27 \text{ m/s} = 97,2 \text{ km/h}$$

b) $v_0 = 15 \text{ m/s}$

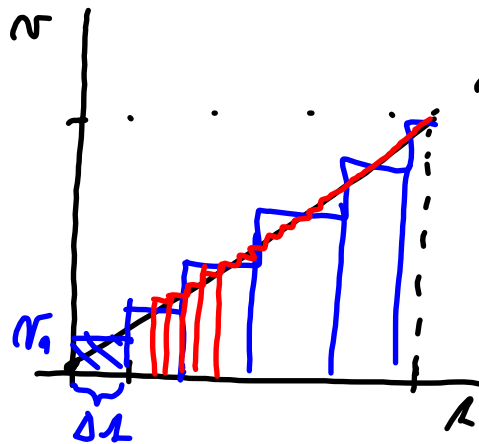
$$t = 1,5 \text{ s}$$

$$a = -8 \text{ m/s}^2 \quad (\text{zpomalení} \dots 8 \text{ m/s}^2 = \text{akcelerace, jako zrychlení } a = -8 \text{ m/s}^2)$$

$$v = a \cdot t + v_0 = -8 \cdot 1,5 + 15 = -12 + 15 = \underline{\underline{3 \text{ m/s}}}$$

$$v = 3 \text{ m/s} = \underline{\underline{10,8 \text{ km/h}}}$$

Dráha rovnoměrně zrychleného pohybu



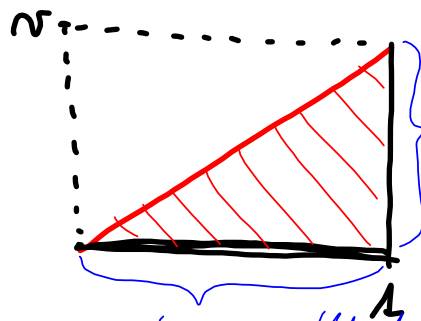
$$v = a \cdot t \quad \Delta A_1 = v_1 \cdot \Delta t$$

$$\Delta A_2 = v_2 \cdot \Delta t$$

$$A = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots$$

$$(S =) A = \frac{1}{2} \cdot t \cdot a \cdot t$$

$$A = \frac{1}{2} a t^2$$



(v_2 ... výška na straně a)

$$S = \frac{a \cdot v_2}{2}$$

(a ... základna trojúh.)

dráha rovnom. zrychl. pohybu (s nulovou poč. podminutkou)

$$A = \frac{1}{2} a t^2$$

U 3/49

$$v_0 = 408 \text{ km/h} \left(= \frac{400}{36} \right) = 11,1 \bar{1} \text{ m/s}$$

$$s = 12,5 \text{ m}$$

$$A = ?$$

$$a = ?$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t$$

$$12,5 = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + 11,1 \bar{1} \cdot t$$

$$12,5 = \frac{1}{2} \left(-\frac{11,1 \bar{1}}{t} \right) \cdot t^2 + 11,1 \bar{1} t$$

$$12,5 = -\frac{11,1 \bar{1}}{2} \cdot t + 11,1 \bar{1} t$$

$$12,5 = \frac{11,1 \bar{1}}{2} t \quad | \cdot \frac{2}{11,1 \bar{1}}$$

$$t = \frac{25}{11,1 \bar{1}} \quad \Rightarrow$$

$$t = 2,25 \text{ s}$$

$$a = -4,9 \text{ m/s}^2$$

0 m/s doba pohyb
 ↓ ↓

$$v = a \cdot t + v_0$$

$$0 = a \cdot t + 11,1 \bar{1}$$

... drě m/s.
 a drě m/s.
 m/s².

$$a = -\frac{11,1 \bar{1}}{t}$$

$$a = -\frac{11,1 \bar{1}}{\frac{25}{11,1 \bar{1}}} = -\frac{11,1 \bar{1}^2}{25} = -4,938 \text{ m/s}^2$$

meto - jiny' potkup:

$$v_0 = 40 \text{ km/h} \left(= \frac{400}{36} \right) = 11,1 \text{ m/s}$$

$$R = 12,5 \text{ m}$$

$$A = ?$$

$$a = ?$$

poen. pium. my chloz
 rovnom. sry chl. poh.

$$v_p = 20 \text{ km/h} = 5,5 \text{ m/s} \quad \text{ji} \quad v_p = \frac{v - v_0}{2}$$

$$R = \frac{R}{v_p} = \frac{12,5}{5,5} = 2,25 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 11,1}{2,25} = -4,9 \text{ m/s}^2$$

Př.: Dva automobily se současně ve stejném směru začnou rozjíždět se zrychlením 2 m/s^2 a $2,5 \text{ m/s}^2$. Za jak dlouho a po kolika metrech bude rychlejší automobil 20 metrů před tím pomalejším?

$$a_1 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2$$

$$s_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2$$



$$\left[\frac{t^2}{5} \cdot 2 = 24 \right]$$

$$\frac{1}{2} a_2 \cdot t^2 = \frac{1}{2} a_1 \cdot t^2 + 20$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot t^2 + 20$$

$$\frac{2,5}{2} t^2 = t^2 + 20 / \cdot 2$$

$$2,5 t^2 = 2 t^2 + 40 \quad | -2 t^2$$

$$0,5 t^2 = 40$$

$$t^2 = 80$$

$$t = \sqrt{80} \approx 8,9 \text{ s} \quad s_2 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot t^2 = \frac{2,5 \cdot 80}{2} = 100 \text{ m}$$

Volný pád

- všechna tělesa padají ve volném páděu
s mají stejný zrychlení (zanedbáme-li
odpor vzduchu)

zkus: Newtonova kulice



kulička i přičto padají ve vakuum
s stejným zrychlením

V. slajd a' d ma' rychlem' $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

$g \dots$ k' hore' rychlem' - p' v' r' i' na mad -
 mo'zke' n' s' e a na zem. p' r' e
 (rozdi'ly jsou v' i' a' s' e' m' b' a' l' u' i')

$g_m = 9,81 \text{ m/s}^2$ - norma'ln' k' hore' rychlem'

Ostrava, $g = 9,81345 \text{ m/s}^2$

Praha $g = 9,81373 \text{ m/s}^2$

Brno $g = 9,81275 \text{ m/s}^2$

Pr: $\Delta = ?$ $v = ?$ $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\Delta = 1,5 \text{ s}$$

$$\Delta = \frac{1}{2} g \Delta^2 \hat{=} \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1,5^2 = \underline{\underline{11,25 \text{ m}}}$$

$$v = g \cdot \Delta \hat{=} 10 \cdot 1,5 = \underline{\underline{15 \text{ m/s}}}$$

Pr: Za jak dlouho klesne letadlo vol. padem rychlostí 100 km/h?

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

$$v = 100 \text{ km/h} = 27,7 \text{ m/s}$$

$$\Delta = ?$$

$$v = g \cdot \Delta$$

$$27,7 = 10 \cdot \Delta$$

$$\underline{\underline{\Delta = 2,77 \text{ s}}}$$

Pf: Rjari'ny'ny musi' radar hilesa,
 aby zishato ny chloa 100 km/h?

(1. mēime dobu pbyba - nira pūdehozi
 pūblad
 2. spocuma dra'hu)

$t = 2,7 \text{ s}$ (nira pūdehozi)

$s = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2,7^2 = 38,58 \text{ m}$

P.F $h = ?$ (jaka kedalaman? $h = s$)

$$t = 2,5 \text{ s}$$

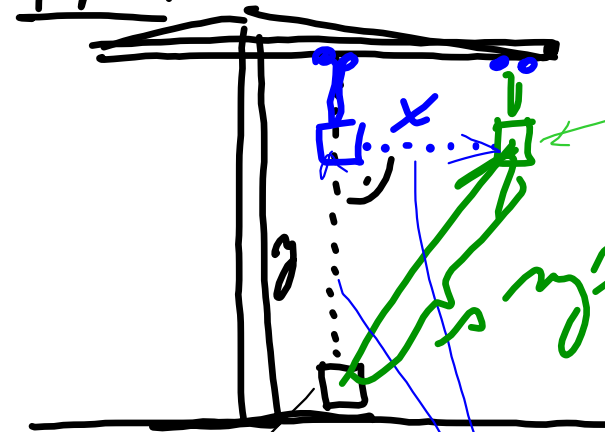
$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$

$$s = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2,5^2 = \underline{\underline{31,25 \text{ m}}}$$

Bládná' pohyb' a rychlost'

(roně'ca)

Př:



výsl. poloha

výsledný pohyb

počá. poloha

sluč by pohyb

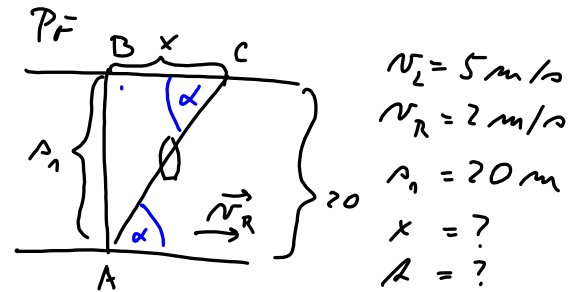
radán'

$$y = 4 \text{ m}$$

$$x = 3 \text{ m}$$

výsledná dráha se dle pythagoré:

$$A = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ m}$$



$$A = \frac{A_1}{v_L} = \frac{20}{5} = 4 \text{ s}$$

$$x = v_R \cdot A = 2 \cdot 4 = \underline{8 \text{ m}}$$

— pokračování

Jaký úhel směřá pohyb loď ke směru řeky?

$$\text{tg } \alpha = \frac{A_1}{x} = \frac{20}{8} = 2,5 \Rightarrow \underline{\alpha = 68,2^\circ}$$

— pokrač.

Jelou rychlostí se čistou pohybující vzhled ke břehům?

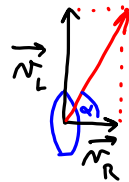
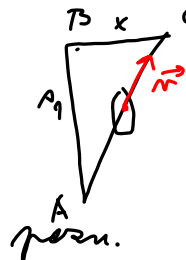
$$A = 4 \text{ s}$$

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

$$A_1 = 20 \text{ m}$$

$$|AC| = \sqrt{20^2 + 8^2} = \sqrt{464} = 21,5 \text{ m}$$

$$v = \frac{|AC|}{A} = \frac{\sqrt{464}}{4} = 5,4 \text{ m/s}$$



$$\text{tg } \alpha = \frac{v_L}{v_R} \Rightarrow \alpha$$

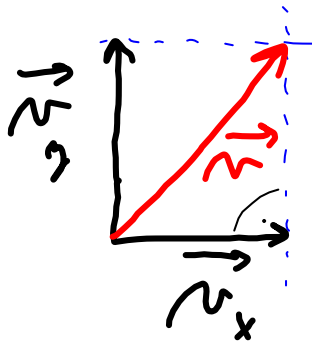
$$(v = v_L \cdot \sin \alpha)$$

$$\text{nebo } v = \sqrt{v_L^2 + v_R^2}$$

PF: $v = ?$

$$v_y = 0,5 \text{ m/s}$$

$$v_x = 0,3 \text{ m/s}$$



$$\begin{aligned} v &= \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,3^2} = \\ &= \sqrt{0,25 + 0,09} = \sqrt{0,34} = \\ &= \underline{\underline{0,58 \text{ m/s}}} \end{aligned}$$

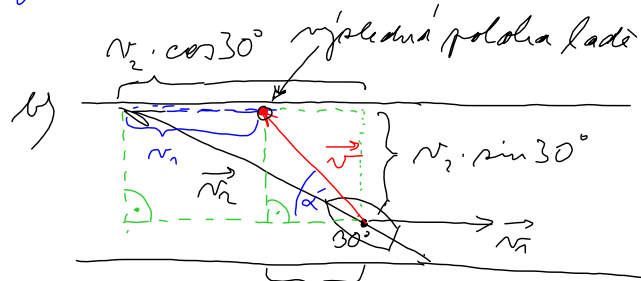
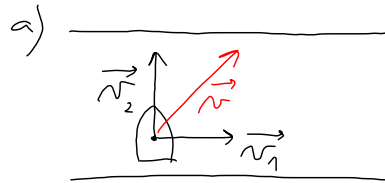
Př. Jakou rychlostí (vzhledem ke břehu) se pohybuje loď na řece, jejíž proud má rychlost 2 m/s a rychlost lodi (vzhledem k vodě v řece) je 4 m/s. Loď je natočená

- a) kolmo ke břehu [4,47 m/s] Dů
 b) 30° vzhledem ke břehu - proti proudu [2,47 m/s]
 c) jaký úhel (se směrem řeky) svírá výsledná rychlost? [54°]
 d) pod jakým úhlem musí směřovat příď loď, aby její výsledný pohyb směřoval kolmo ke břehu?

(poznámka: vektorový rychlosti sudá/rovinný polohu
 a 1. pohybem)

$$v_1 = 2 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 4 \text{ m/s}$$

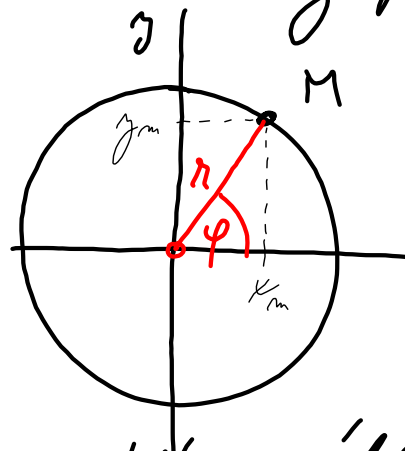


c)

$$\tan \alpha = \frac{v_2 \cdot \sin 30^\circ}{v_2 \cdot \cos 30^\circ - v_1}$$

$$\cos \beta = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \beta = 60^\circ$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici



při rovnom. pohybu
 (po kruži.) x a y neustále mění
 x a y neustále mění
 r ... je stálý
 φ ... narůstá rovnoměrně

savádíme úhlové veličiny

úhlová dráha φ $s = \varphi \cdot r$

úhlovou rychlost ω $v = \omega \cdot r$

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

perioda

T

(doba jedné otáčky)

frekvence

f

(počet period za 1s)

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \frac{1}{T} = 2\pi f \quad f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = 2\pi f$$

Př: Kolo o poloměru $0,5\text{ m}$ se otáčí
s frekvencí 3000 ot/min .
Spočítejte úhlovou a obvodovou
rychlost.

$$r = 0,5\text{ m}$$

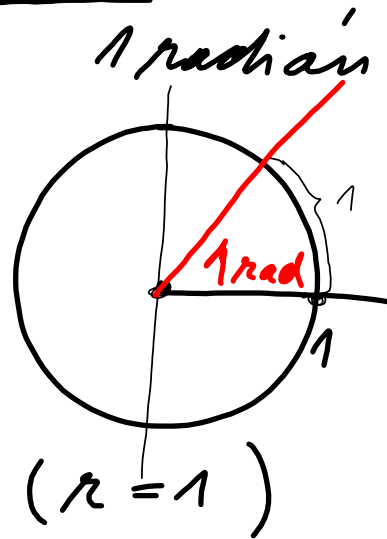
$$f = 3000\text{ ot/min} = (50\text{ ot/s}) = 50\text{ s}^{-1} = 50\text{ Hz}$$

$$\omega = ?$$

$$v = ?$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 100 \cdot \pi \doteq 314\text{ s}^{-1}$$

$$v = \omega \cdot r = \underline{\underline{157\text{ m/s}}}$$

Pran.

$$(180^\circ = \pi \text{ rad})$$

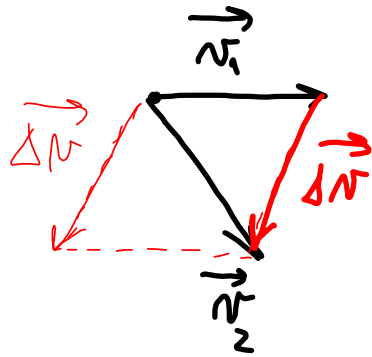
$$\pi = 180^\circ$$

$$2\pi = 360^\circ$$

$$1^\circ = \frac{\pi}{180}$$

$$1 = \frac{180}{\pi} (\approx 57^\circ)$$

amina verbon (psychologi)

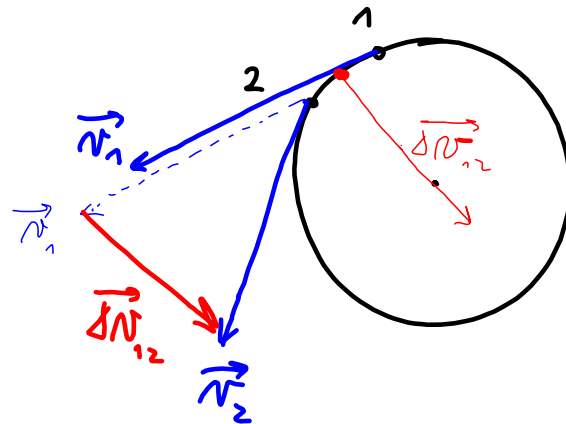
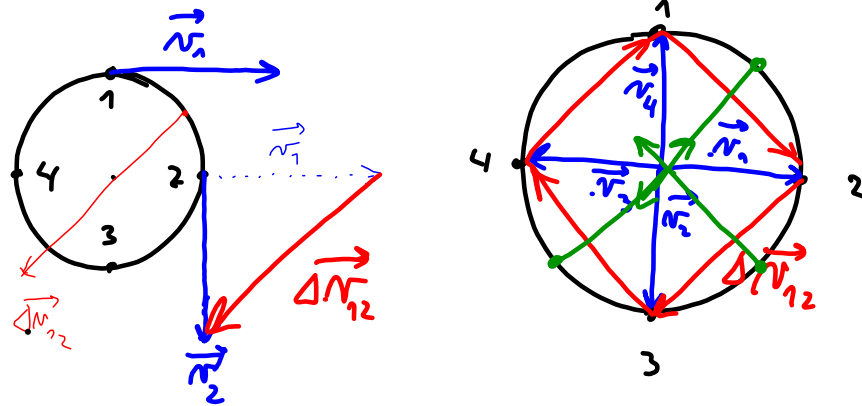


$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \quad \vec{r}_2$$

$$\Delta \vec{r} + \vec{r}_1 = \vec{r}_2$$

Držeklení při rovinném pohybu po kružnici.

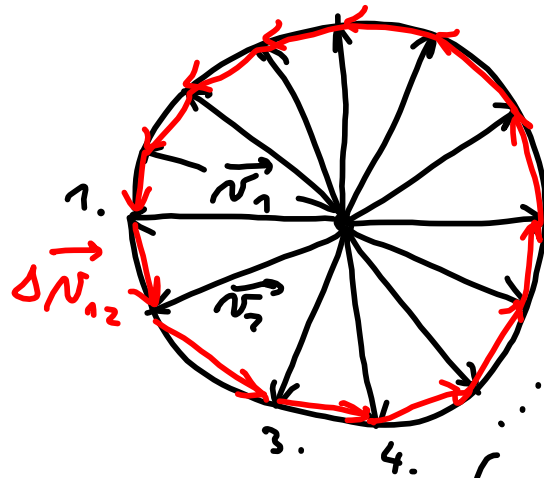
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$



$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

vektor směry zrychlení
směřuje do středu
otáčení

- odpovídající
zrychlení pojmenová-
jíme: dostředivé zrychlení



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = T \quad (C = 2\pi r)$$

$$\Delta v = \Delta v_1 + \Delta v_2 + \dots = 2\pi v$$

dostředivé rychlosti

$$a_d = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2\pi v}{T} = 2\pi f v$$

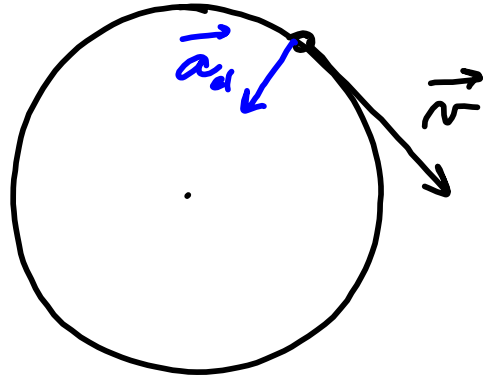
$$a_d = \omega \cdot v \quad v = \omega \cdot r$$

$$a_d = \omega^2 \cdot r \quad \omega = \frac{v}{r}$$

$$a_d = \frac{v^2}{r}$$

... počet velikostí všech
kmitů rychlosti
během jedné otáčky

úlohy str 60 30-9



gale' je dosti dirsti
 rychlen' vensilbu
 j'zduhu kola, ktery
 se pohybuje po kruhove'

kolice o polomere 30 cm rychlosti 9 m/s

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

$$v = 9 \text{ m/s}$$

$$a_d = \frac{v^2}{r} = \frac{81}{0,3} = 270 \text{ m/s}^2$$

Kolik se pohybuje s dosti dirstim
 rychlenim 270 m/s².

22.6. ↓ 2017

Dřísti - rychlen' nerovnoměrného
 kruhového pohybu + opadání.

