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 kvalitativně a kvantitativně

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

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

např. rychlost $v = 3 \ m/s$

$$\{v\} = 3$$

$$[v] = m/s$$

## Soustava jednotek SI

| | | |
|---|---|---|
| délka | $l$ | 1 m |
| hmotnost | $m$ | 1 kg |
| čas | $t$ | 1 s |
| el. proud | $I$ | 1 A |
| termodyn. tepl. | $T$ | 1 K |
| látkové mn. | $n$ | 1 mol |
| svítivost | $I$ | 1 cd |

násobky a díly

( T )

G

M

k

–

m

μ

n

dú – přičítání s mocninami $10^n$

Př: $V = ?$ a) v ml

$a = 15\,cm = 0{,}15\,m = \underline{1{,}5 \cdot 10^{-1}\,m}$ b) v l

$b = 21\,cm = 0{,}21\,m = \underline{2{,}1 \cdot 10^{-1}\,m}$ c) v $m^3$

$c = 0{,}11\,mm = 0{,}11 \cdot 10^{-3} = \underline{1{,}1 \cdot 10^{-4}}\,m$

$V = a \cdot b \cdot c = 1{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 2{,}1 \cdot 10^{-1} \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-4} =$

c) $= 3{,}465 \cdot 10^{-1-1-4} = \underline{3{,}465 \cdot 10^{-6}\,m^3}$

b) objem v litrech: $3{,}465 \cdot 10^{-6}\,m^3 = \underline{3{,}465 \cdot 10^{-3}\,l}$

$10^{-6} \cdot 10^{3} = 10^{-6+3}$

a) $3{,}465 \cdot 10^{-6}\,m^3 = \underline{\underline{3{,}465\,ml}}$

odvození jednotky

např. $\rho$ ... hustota $\left( \rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a \cdot a \cdot a} \right)$

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{[m]}{\underset{\uparrow\, l}{[a]} \cdot [a] \cdot [a]} = \frac{kg}{m^3}$$

$$[\rho] = \frac{kg}{m^3}$$

$$[\rho] = kg \cdot m^{-3}$$

př: $[c] = ?$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \quad \left( = \frac{Q}{m \cdot (t_2 - t_1)} \right)$$

$$[c] = \frac{J}{kg \cdot K} = \frac{\frac{\cancel{kg}\, m^2}{s^2}}{\cancel{kg} \cdot K} = m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$$

$$W = F \cdot s = ma \cdot s = m \cdot \frac{s}{t^2} \cdot s = \frac{m \cdot s^2}{t^2} \qquad [W] = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

$$F = m \cdot a$$

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

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

$$[c] = m^2 s^{-2} K^{-1}$$

odvoďte jednotku výkonu (W) pomocí zákl. jednotek

výkon $P$

$$[P] = W$$

(watt) $W = ?$

použijte vzorce: $P = \frac{W}{t}$ ; $W = F \cdot s$ ; $F = m \cdot a$

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

$$[W] = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

$$[P] = \frac{[W]}{[t]} = \frac{\frac{kg \cdot m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^2} \cdot \frac{1}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^3} =$$

$$= kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$$

$$[P] = W = kg\, m^2 \cdot s^{-3}$$

## Skalární a vektorové veličiny

skalární veličina je úplně určena
svou velikostí

např. hmotnost $m$ $(m = 5\,kg)$
hustota
práce ...

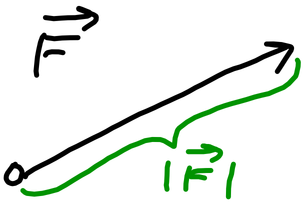
vektorová veličina je určena velikostí
a směrem

např. síla $\vec{F}$
rychlost $\vec{v}$
⋮

Poznámka síla $\vec{F}$

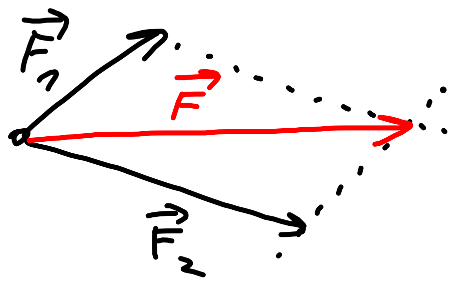
$|\vec{F}|$ ... velikost síly

$F$ ... – " –



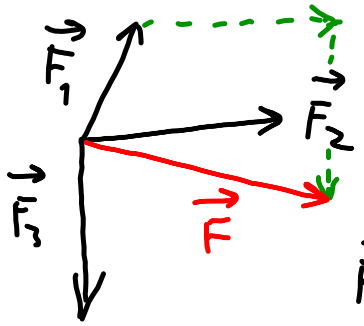
vektorové veličiny znázorňujeme šipkou

# Skládání a rozklad vektorů
(uvedeme na příkladu sil)



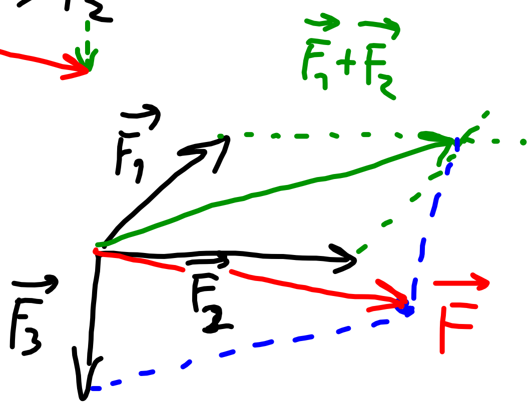

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$F = F_1 + F_2$ platí pouze pro síly se stejným směrem




$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

nebo

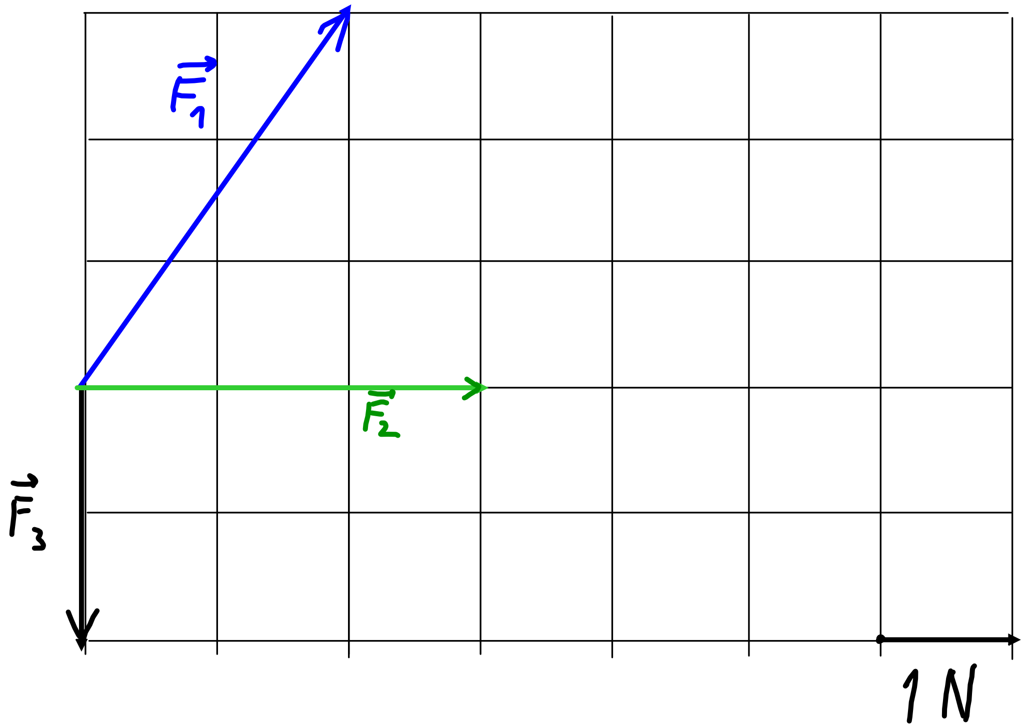


Ve čtvercové síti jsou dány síly $\vec{F_1}, \vec{F_2}$ a $\vec{F_3}$.

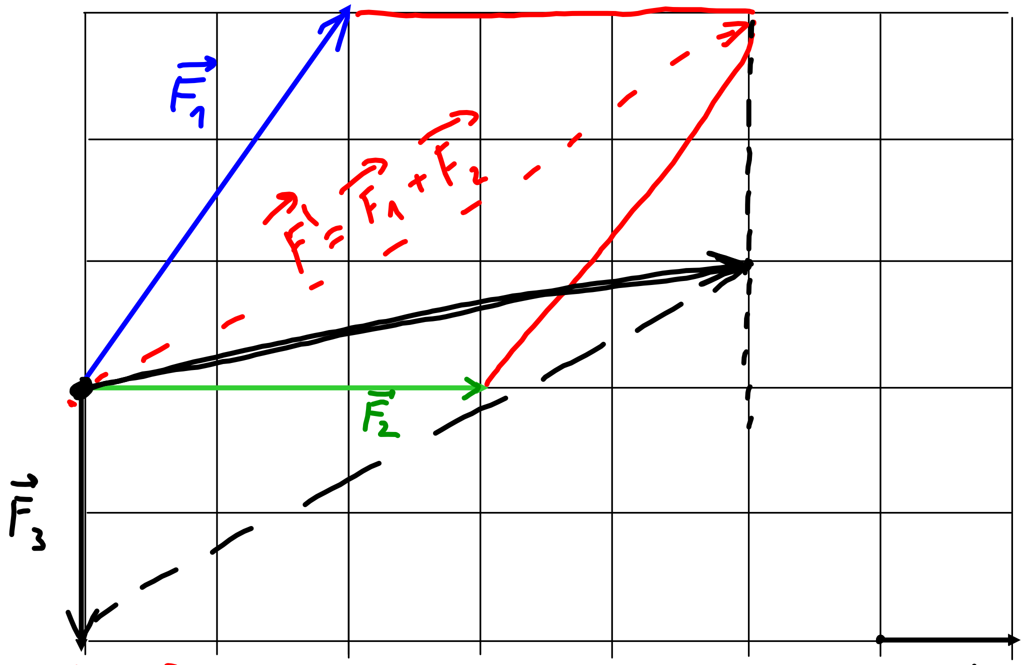
Urči graficky: a) $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$

b) $\vec{F} = \vec{F_2} + \vec{F_3}$

c) $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$

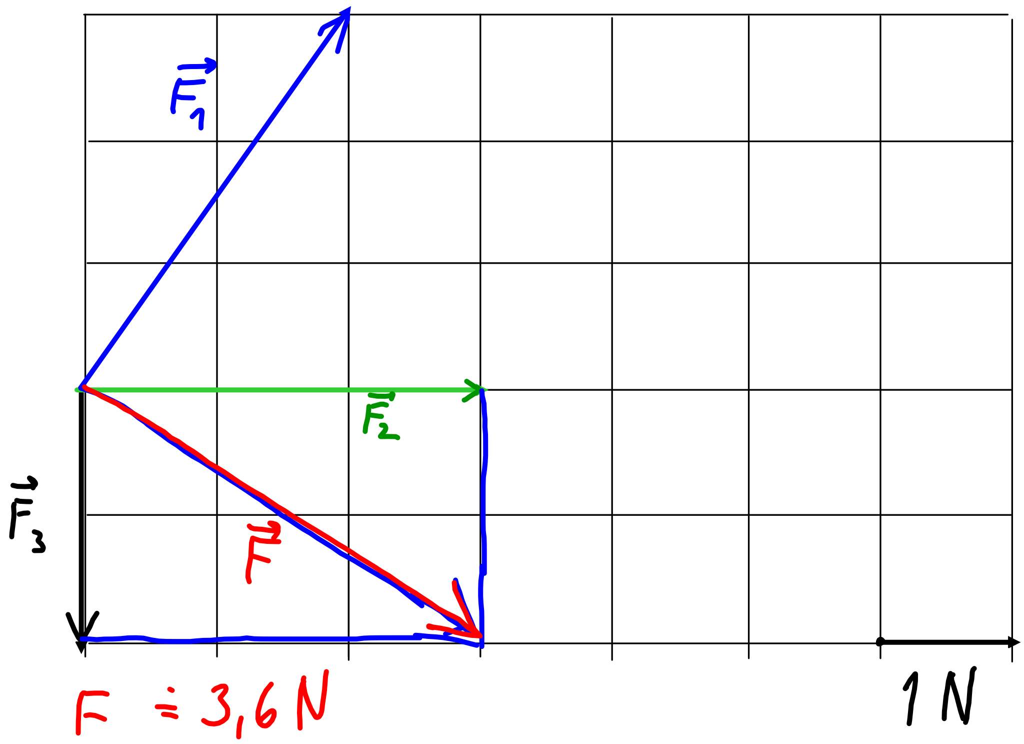


a) $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ c) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{F}' + \vec{F}_3$

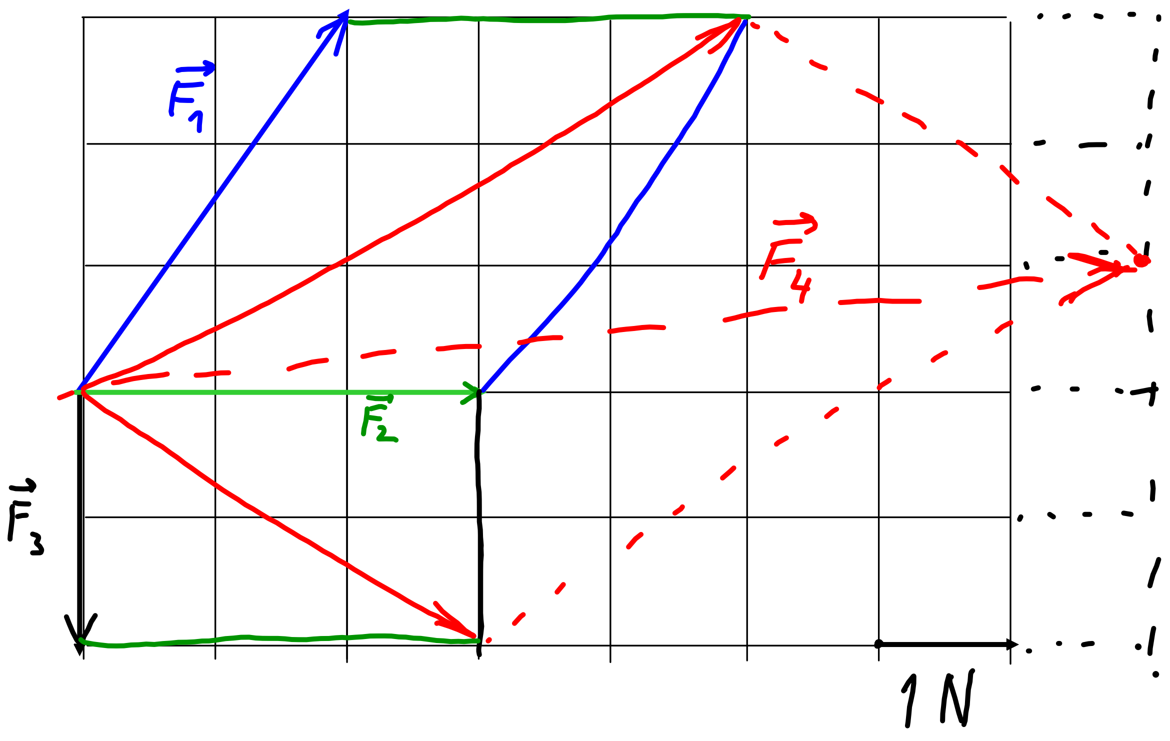



$|\vec{F}_1 + \vec{F}_2| = 5{,}8\ N$ 1 N

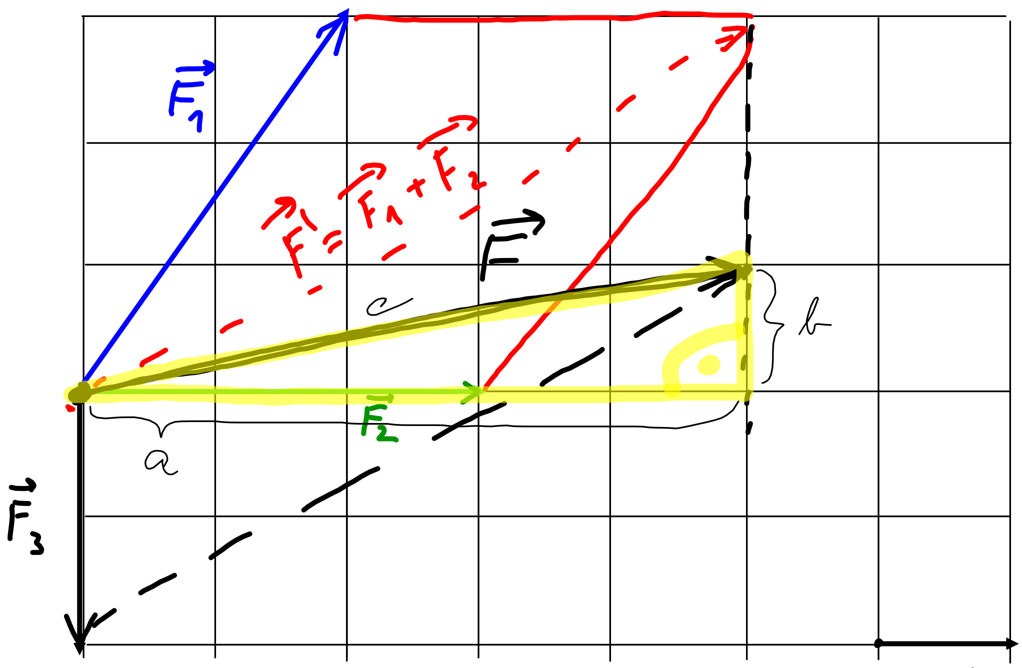
b) $\vec{F} = \vec{F}_2 + \vec{F}_3$



c) $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \neq \vec{F}_4 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$



c) $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$ $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = \vec{F}' + \vec{F_3}$




d) Spočítej velikost síly F.

$a^2 + b^2 = c^2$

$5^2 + 1^2 = c^2$

$c^2 = 26$

$c = \sqrt{26}$

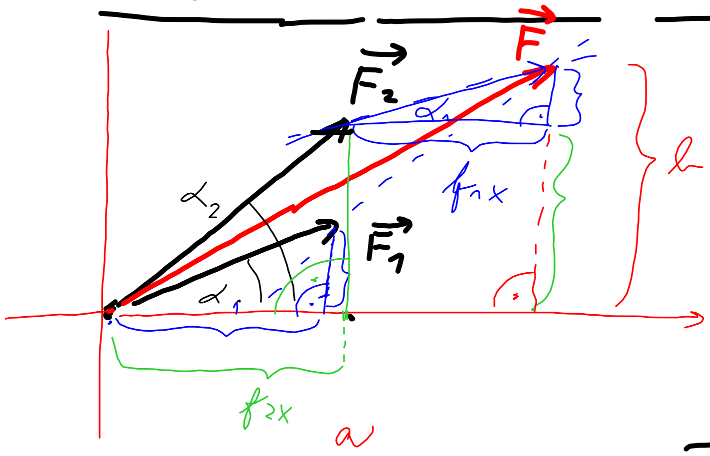
$\underline{\underline{c \doteq 5{,}1\,N}}$

$\underline{F \doteq 5{,}1\ N}$

**Př:**

$F_1 = 25\,N \qquad \alpha_1 = 30^\circ$

$F_2 = 30\,N \qquad \alpha_2 = 40^\circ$




$F = c$

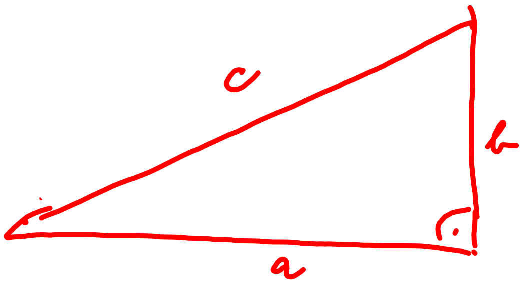
$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$a = f_{2x} + f_{1x}$$

$$a = F_1 \cdot \cos\alpha_1 + F_2 \cdot \cos\alpha_2$$

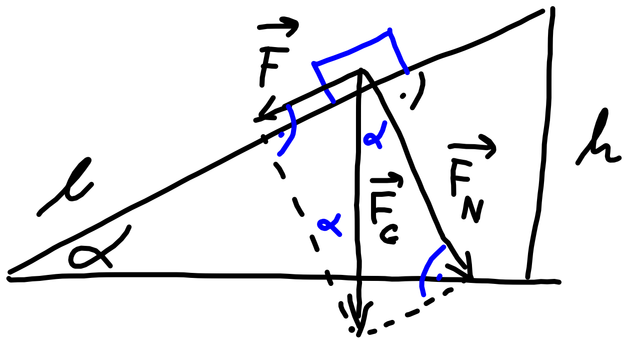
$$b = F_1 \cdot \sin\alpha_1 + F_2 \cdot \sin\alpha_2$$

$$c = \sqrt{(F_1 \cos\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2)^2 + (F_1 \sin\alpha_1 + F_2 \sin\alpha_2)^2}$$



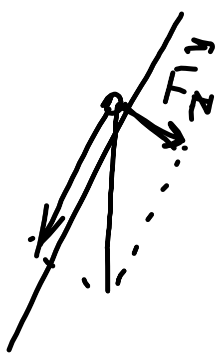

$F = c \doteq \underline{54{,}79\,N}$

## Rozklad síly na nakl. rovině




$$F = F_G \cdot \sin\alpha$$

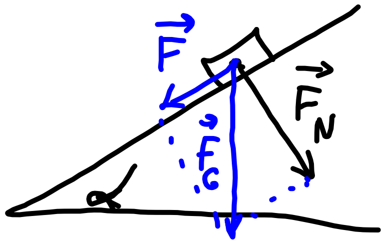
$$F_N = F_G \cdot \cos\alpha$$



**Př:** Vypočtěte třecí sílu, která působí na klouzající kvádr o hmotnosti 0,5 kg po nakloněné rovině s úhlem 20°, je-li součinitel smyk. tření $f = 0{,}15$.

---

$m = 0{,}5\ \mathrm{kg}$
$\alpha = 20°$
$f = 0{,}15$
$F_T = ?$




$F_T = f \cdot F_N \qquad (T = f \cdot N)$

$F_N = F_G \cdot \cos\alpha$

$F_G = m \cdot g$

$F_T = f \cdot F_G \cdot \cos\alpha = f \cdot mg \cdot \cos\alpha =$

$= 0{,}15 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot \cos 20° \doteq \underline{\underline{0{,}69\ \mathrm{N}}}$

(Vypočítejte $F$:

$F = F_G \cdot \sin\alpha = m \cdot g \cdot \sin\alpha = 0{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot \sin 20° \doteq \underline{\underline{1{,}68\ \mathrm{N}}}$)

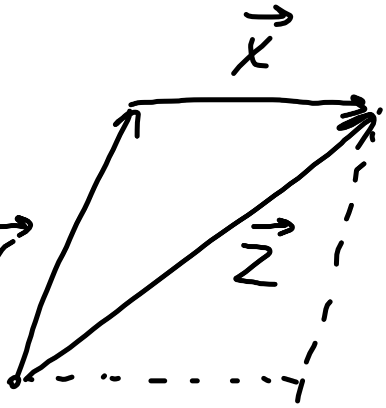
## Rozdíl vektorů

($\vec{X}$, $\vec{Y}$, $\vec{Z}$ ... vektory)

platí $\vec{X} + \vec{Y} = \vec{Z} \,\big|\, -\vec{Y}$

$$\vec{X} + \vec{Y} - \vec{Y} = \vec{Z} - \vec{Y}$$

$$\underline{\vec{X} = \vec{Z} - \vec{Y}}$$




$\vec{X}$ je rozdílem vektorů $\vec{Z} - \vec{Y}$

změna veličiny – jako rozdíl

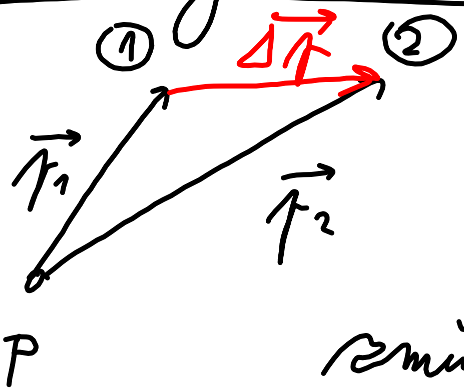
(např. $\vec{v}_1$ ... poč. rychlost

$\vec{v}_2$ ... výsl. rychlost

změna rychlosti ... $\Delta\vec{v}$

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

<u>Polohový vektor</u> ... $\vec{r}$




P ... počáteční bod

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

$\Delta\vec{r}$ ... posunutí

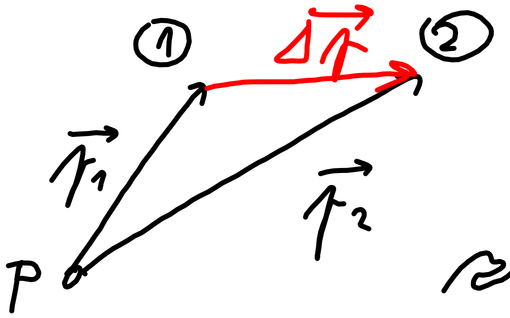
## Polohový vektor ... $\vec{r}$

- má počáteční bod ve zvoleném počátku (P) a koncový bod v místě polohy tělesa

① ... poloha 1

② ... poloha 2

P ... počáteční bod

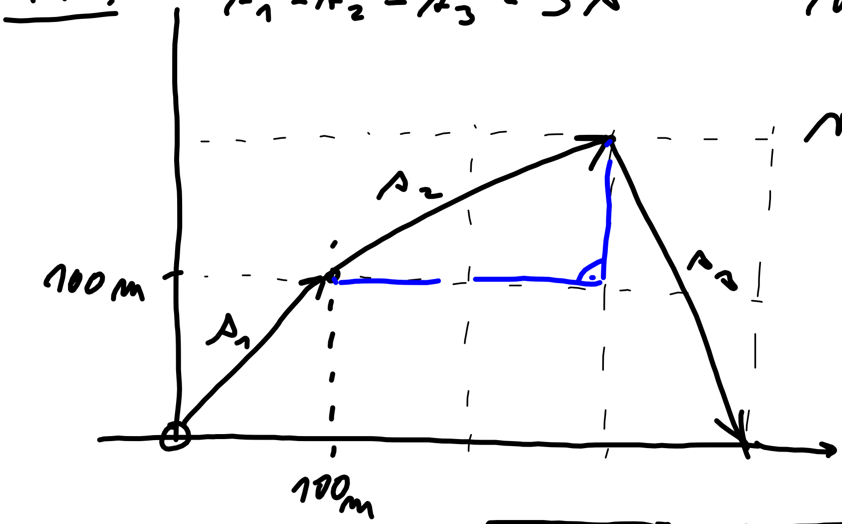



změna polohy $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

$\Delta\vec{r}$ ... vektor posunutí

Pr: $t_1 = t_2 = t_3 = 3\,s$ $\qquad v_p = ?$ $\quad$ 65,404 m/s

$$v_p = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$




$$s = s_1 + s_2 + s_3 = \sqrt{100^2 + 100^2} + \sqrt{100^2 + 200^2} + \sqrt{100^2 + 200^2} =$$

$$= 141,4 + \cancel{382,8}\ 223,6 \cdot 2 \doteq \cancel{765,7}\ m \quad 588,6\ m$$

$$v_p = \frac{s}{t} = \frac{\cancel{765,7}\ 588,6}{9} = \cancel{85,08\ m/s} \quad 65,4\ m/s$$

$$s_1^2 = 100^2 + 100^2 = 2 \cdot 10^4$$

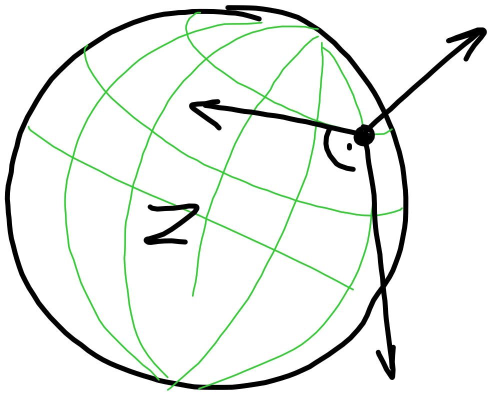
$$s_1 = \sqrt{2} \cdot 100 \doteq 141,4\ m$$

$$s_2 = \sqrt{200^2 + 100^2} = \sqrt{(2^2 + 1^2) \cdot 100^2} = \sqrt{5} \cdot 100 = 223,6\ m$$

<u>Mechanický pohyb</u>

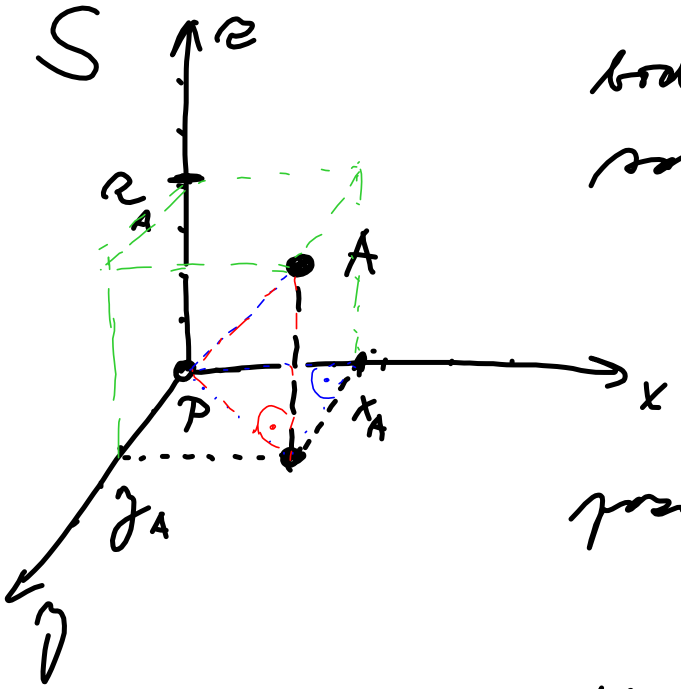
- vzájemná změna polohy tělesa v čase

Hmotný bod -




vztažné těleso
vztažný bod
systém souřadnic

<u>vztažná soustava</u>




bod A má v sústave S súradnice $[x_A, y_A, z_A]$

pozn. hmota
priestor
čas

klasická fyzika (klas. priestor,
klas. čas
klas. pojem hmoty)

## Druhy pohybů

dělení z hlediska
- rychlosti
  - rovnoměrný
  - nerovnoměrný
- tvaru dráhy
  - přímočarý
  - křivočarý

Trajektorie

dráha – délka trajektorie

Pohyb translační –

pohyb rotační –

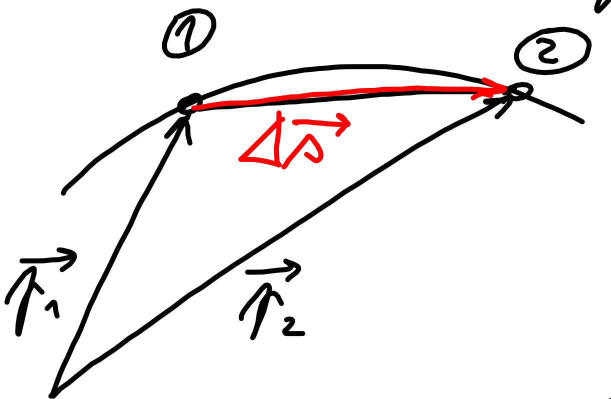
Rychlost hmotného bodu

průměrná rychlost $v_p = \frac{s}{t}$

$\left( \begin{array}{l} s \ldots \text{celková dráha} \\ t \ldots \text{celková doba pohybu} \end{array} \right)$

okamžitá rychlost – rovnom. přímoč. pohybu – je rovna průměrné rychlosti tohoto pohybu

Okamžitá rychlost nerovnom. křivočarého pohybu




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

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

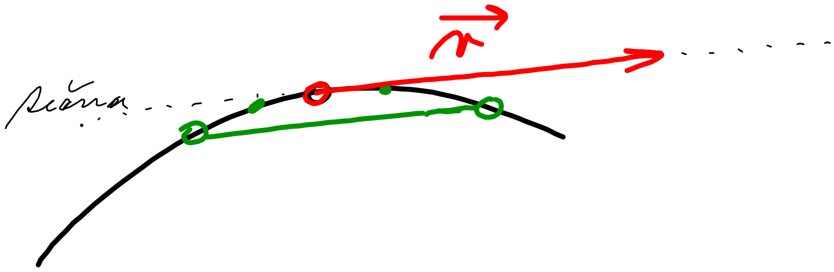
nebo

$$\vec{v}_p = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta t}$$

... když budeme zkracovat časový interval $\Delta t$, bude se $\vec{v}_p$ blížit okamžité rychlosti

$\Delta t \to 0$ potom $\vec{v}_p \to \vec{v}$

$\vec{v}$ ... vektor okamžité rychlosti




Rovnom. pohyb

⋮

Př: z A do B .... 10 km

$v_A = 50$ km/h

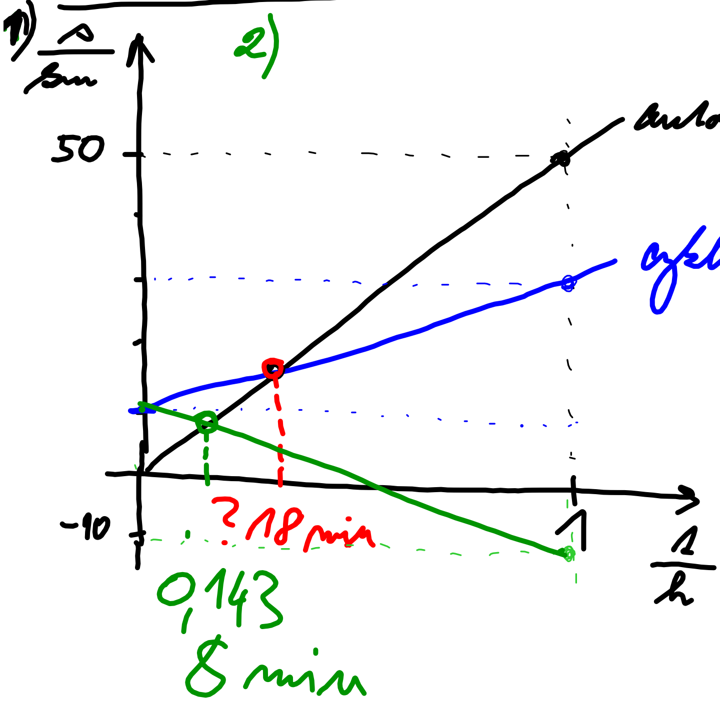
$v_c = 20$ km/h

$t = ?$

1) ve stejném směru

2) proti sobě

graficky i početně




autom. $s_A = v_A \cdot t$

cyklista $s_c = 10 + v_c \cdot t$

$s_c = 10 - v_c \cdot t$

počítání v okamžiku míjení doba pohybu je společná
$t_A = t_C$ označme $t$
vzdálenost cyklisty od A ($s_C$) i vzdálenost automobilu od A ($s_A$) jsou (v okamž. míjení) stejné
tedy: $s_C = s_A$ (dosadíme a řešíme rovnici)

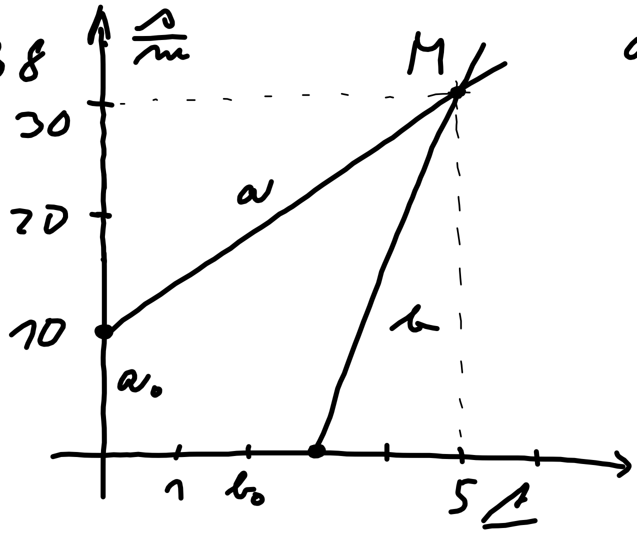
1) $s_C = s_A$ $\boxed{\begin{array}{l} s_C = 10 + v_C \cdot t \\ s_A = v_A \cdot t \end{array}}$

$$10 + v_C t = v_A t$$
$$10 + 20t = 50t$$
$$10 = 30t$$
$$t = \frac{1}{3}\,h = 20\,min$$

2) $s_C = s_A$ $\boxed{\begin{array}{l} s_C = 10 - v_C \cdot t \\ s_A = v_A \cdot t \end{array}}$

$$10 - v_C t = v_A \cdot t$$
$$10 - 20t = 50t$$
$$10 = 70t$$
$$t = \frac{1}{7}\,h \doteq 8\,min\,34\,s$$

ú/38




a) $v_A = \frac{s_A}{t_A} = \frac{20}{5} = 4\ m/s$

$v_B = \frac{s_B}{t_B} = \frac{30}{2} = 15\ m/s$

b) $a_0$ ... počáteční dráha ($s_0$)

$b_0$ ... doba, po kterou byl bod B v klidu

c) M ... označuje čas a vzdálenost (od počátku) místa střetu

- $s_1 = s_2$ $\quad t_1$ ; $t_2 = t_1 -$ zpoždění ②

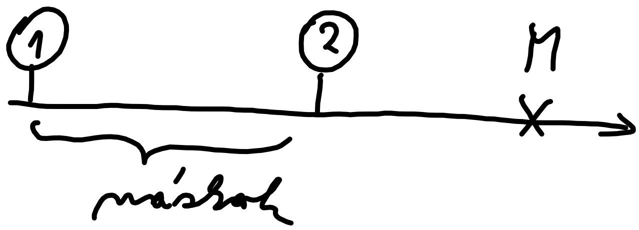
  $\vdots \quad \vdots \quad$ ( $t$ ; $t - \Delta t$ ... $\Delta t$ je zpoždění)

- $s_1 + s_2 = |AB|$ ... $|AB|$ ... vzdálenost míst

  $\vdots \quad \vdots$

- $s_1 = s_2$ ... nevyjdou ze stejného místa

  $s_1 = s_1 +$ „náskok" druhého tělesa




- 

## Rovnoměrně zrychlený pohyb

je takový, že jeho rychlost rovnoměrně roste s časem

$v = \text{konst.} \cdot t$

$v = (k) \cdot t$

např. válec na nakl. rovině

(pozn.: stálá síla může způsobit pohyb, kdy každou sekundu naroste rychlost o stejnou hodnotu.
Síla 1N působící na těleso hmotnosti 1kg způsobí, že se rychlost každou sekundu zvýší o 1m/s .)

Př: 4/39

$v_t = 36\,km/h = 10\,m/s$

$\Delta t = 10\,min = \frac{1}{6}\,h$ (zpoždění) $= 600\,s$

$v_a = 54\,km/h = 15\,m/s$

$t = ?$ (pohyb traktoru)

$s_t = s_a$

$v_t \cdot t = v_a \cdot (t - \Delta t)$

$36t = 54t - 54 \cdot \frac{1}{6}$

$36t = 54t - 9 \quad / -36t + 9$

$9 = 54t - 36t$

$9 = 18t \quad / \cdot \frac{1}{18}$

$t = \frac{1}{2}\,h$ (30 min)

$10t = 15t - 15 \cdot 600$

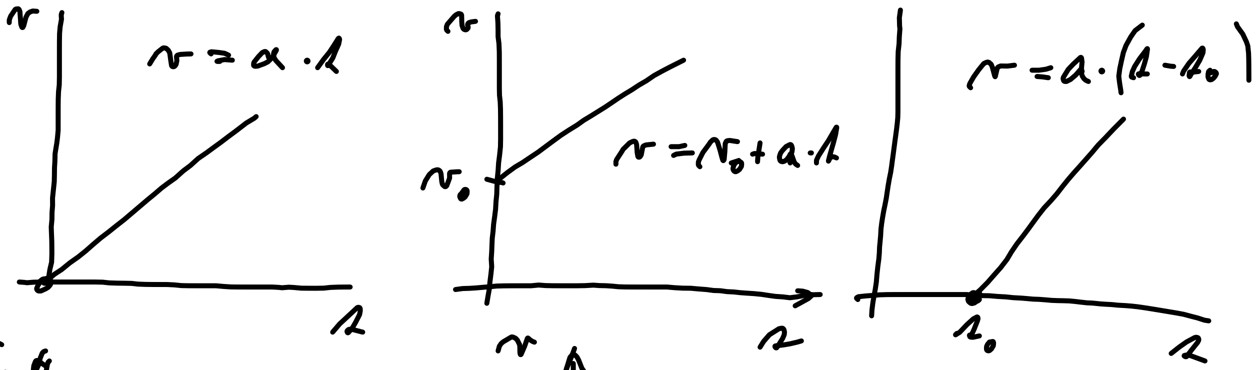
$9000 = 5t$

$t = \frac{9000}{5} = 1800\,s$

$t = 0{,}5\,h$

$s = v_t \cdot t = 36 \cdot 0{,}5 =$

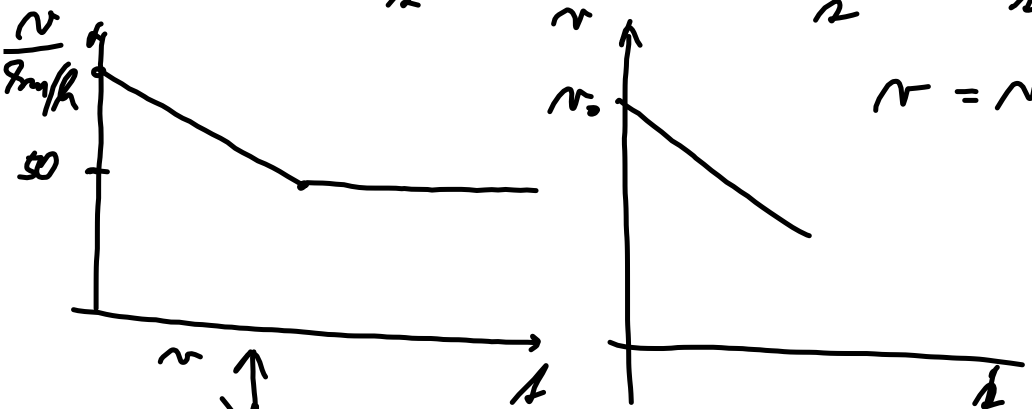
$= 18\,km$




$v = a \cdot t$

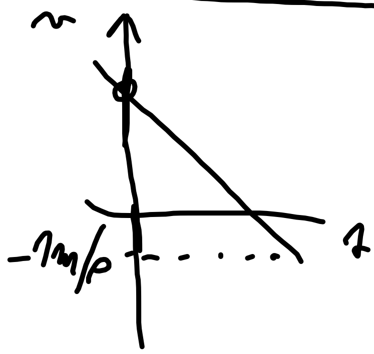
$v = v_0 + a \cdot t$

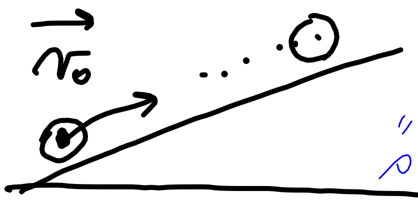
$v = a \cdot (t - t_0)$




$v = v_0 - a \cdot t$

zpomalení



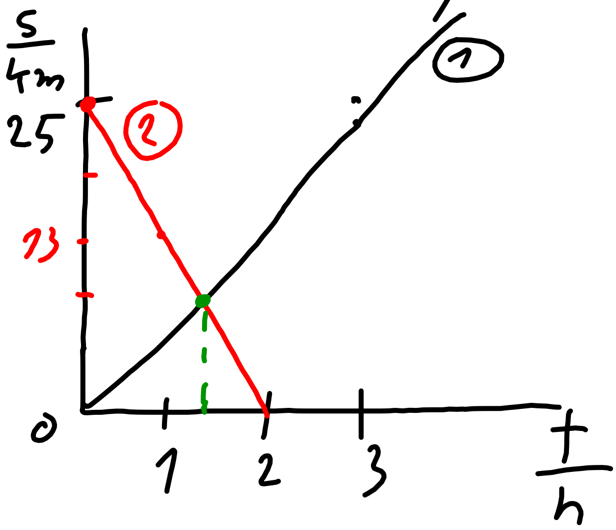




pohyb „do kopce" s obrácením směru rychlosti (z kladné do záporné)

$|AB| = 25\ km$ $\quad t = ?$

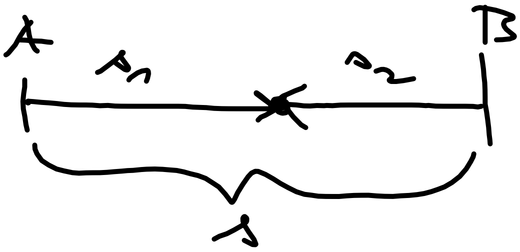
$v_1 = 8\ km/h$

$v_2 = 12\ km/h$ $\quad v = \frac{s}{t}$

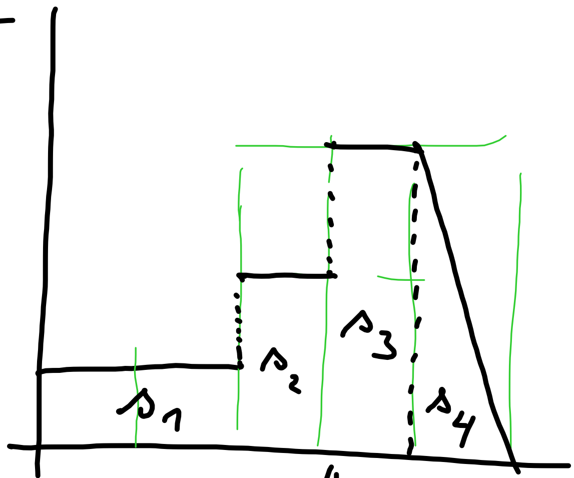



$s = s_1 + s_2$

$s = v_1 t + v_2 t$



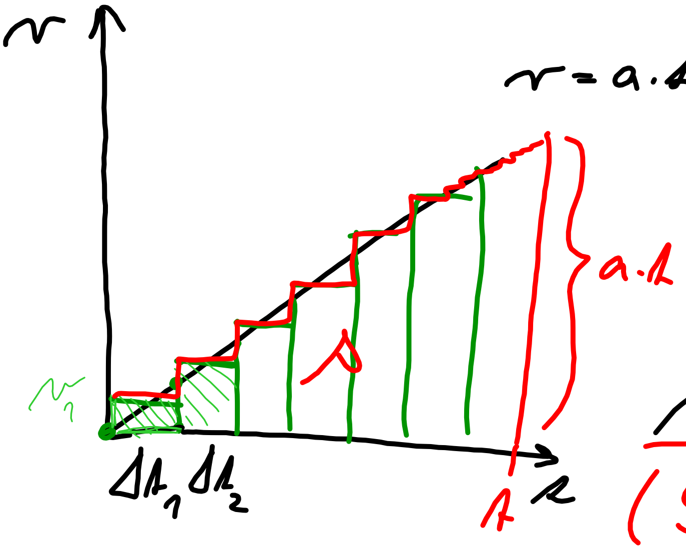
PF




$$v_p = \frac{2+2+4+\frac{4}{2}}{5} = 2\,m/s$$

pozn. plocha pod grafem závislosti rychlosti na čase je číselně rovna celkové dráze

# Dráha rovnoměrně zrychleného pohybu




$$\Delta s_1 = \boxed{v_1 \cdot \Delta t_1}$$

$$\Delta s_2 = v_2 \cdot \Delta t_2$$

$$\vdots$$

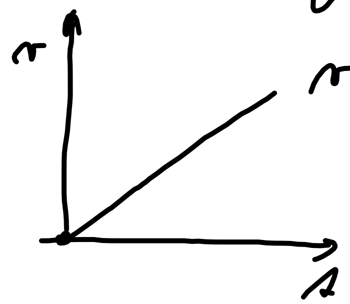
$$s = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \ldots$$

$$\left( S = \frac{1}{2} z \cdot v \right)$$

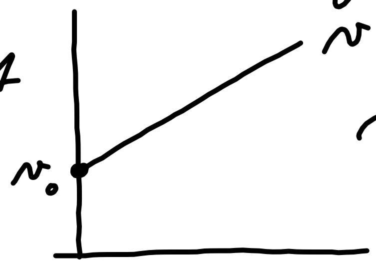
$$s = \frac{1}{2} t \cdot a \cdot t = \frac{1}{2} a t^2$$

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

Závislost rychlosti (rovnom. zrychl. poh.) na čase:




$v = a \cdot t$

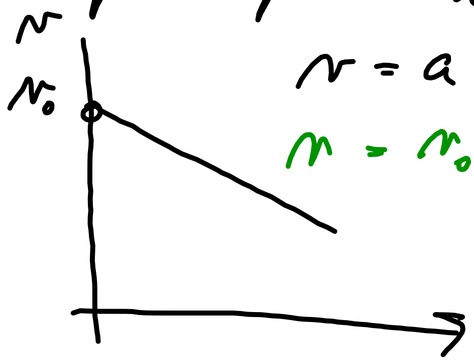



$v = a t + v_0$

$v_0$ ... poč. rychlost

pozn. použijeme-li dohodu:
„záporné zrychlení" je „zpomalení",
můžeme pro zpomalený pohyb používat stejné vzorce jako pro zrychlený pohyb.

např. zpomalení je $3\,m/s^2 \longrightarrow a = -3\,m/s^2$




$v = a \cdot t + v_0$

$v = v_0 + at$

(např. pro $v_0 = 12\,m/s$
zrychlení $a = -3\,m/s^2$
rov. pro rychlost:
$v = -3t + 12$ )

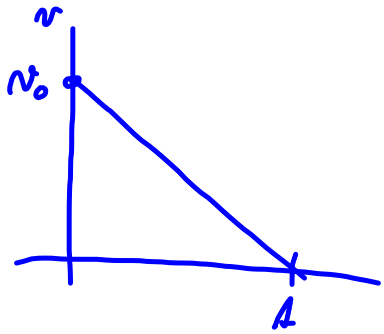
**Př:** Automobil se pohybuje rovnoměrně zpomaleným pohybem s počáteční rychlostí 50 km/h se zpomalením $2\,m/s^2$. Za jak dlouho zastaví?

$v_0 = 50\,km/h = 13{,}\overline{8}\,m/s$

$a = -2\,m/s^2$

$v = 0\,m/s$ (v čase $t$)

$t = ?$



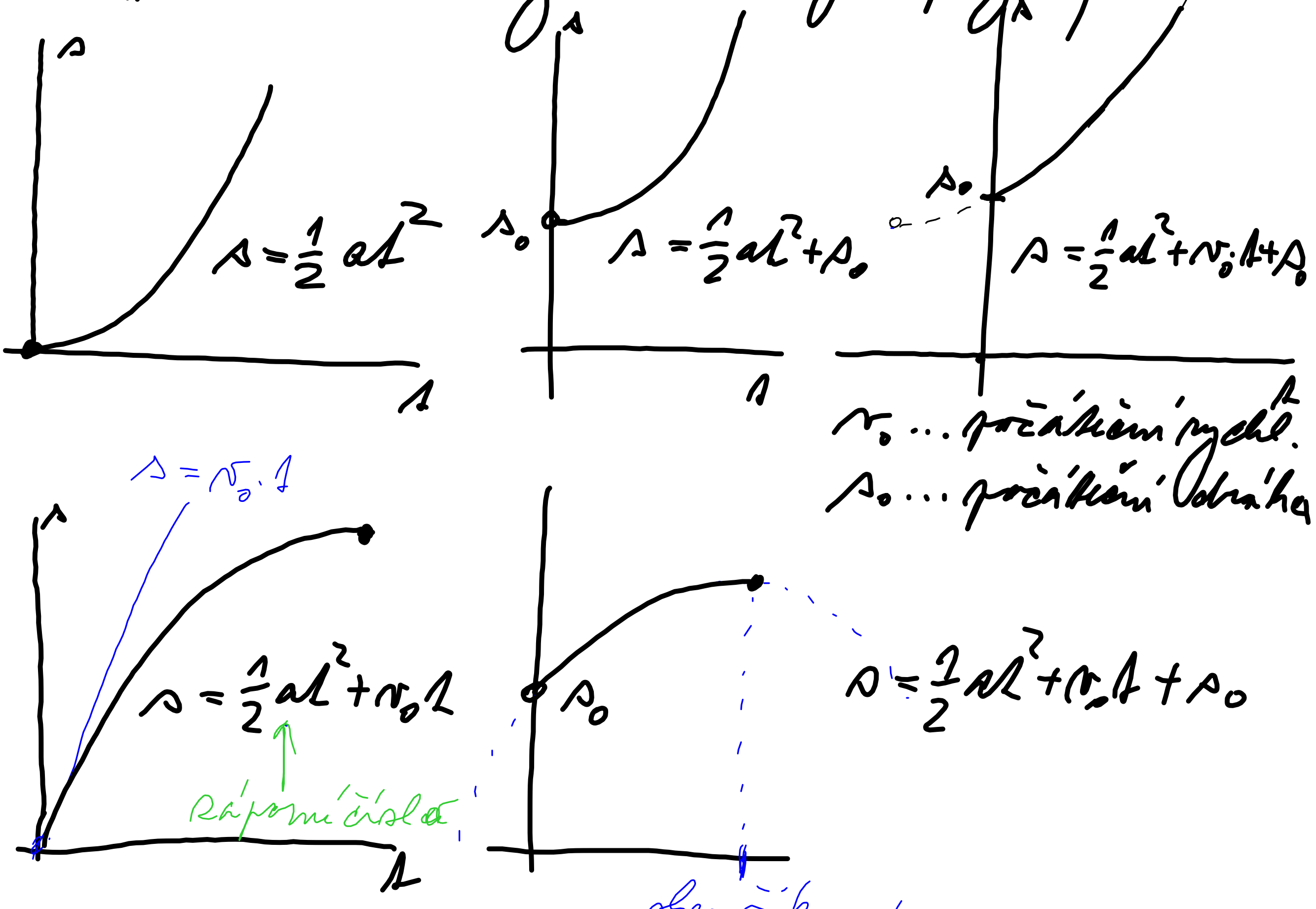

$v = a \cdot t + v_0$

$0 = -2 \cdot t + 13{,}\overline{8}$

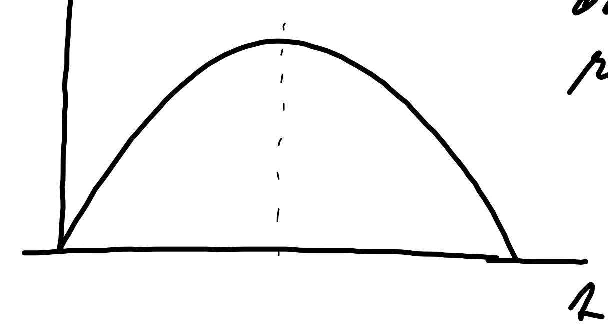
$2t = 13{,}\overline{8}$

$\underline{t = 6{,}9\overline{4}\,s} \doteq 6{,}9\,s$

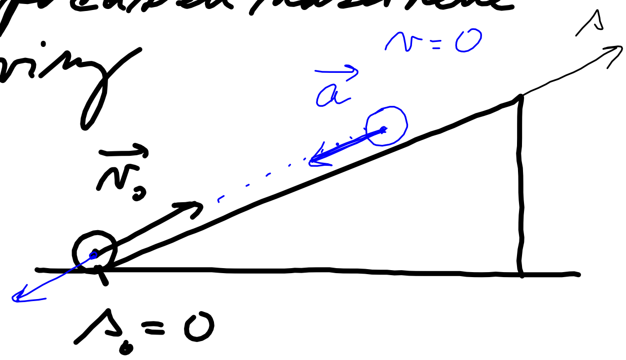
Závislost dráhy (rovnom. zrychl. pohybu) na čase



$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + s_0$$




$s$ ... vzdálenost (kuličky) od počátku nakloněné roviny



<u>Př:</u> Jakou rychlost dosáhne těleso za 10 s při zrychl. 2 m/s²?
a) na poč. se nepohybovalo
b) poč. rychlost byla 8 m/s

---

a) $t = 10\,s \qquad v_0 = 0\,m/s$
$a = 2\,m/s^2$
$v = at + v_0 = 2 \cdot 10 = 20\,m/s$

b) $v_0 = 8\,m/s$
$v = at + v_0 = 2 \cdot 10 + 8 = 28\,m/s$

Jakou urazí těleso dráhu?

a) $s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + s_0 \quad \ldots \quad s_0 = 0$
$s = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 = 100\,m$

b) $s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + \underbrace{s_0}_{=0} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10 = \underline{180\,m}$

Př: 1. automobil jede rychlostí 50 km/h. V okamžiku, kdy míjí 2. stojící automobil se 2. automobil začne pohybovat (ve stejném směru) se zrychlením 3 m/s². Po kolika metrech se auta znova stáhnou?

---

$v_1 = 50\ km/h = 13,\bar{8}\ m/s = \frac{50}{3,6}\ m/s$

$a = 3\ m/s^2$

$s_1 = s_2$

$v_1 \cdot t = \frac{1}{2} a t^2$

$13,\bar{8} \cdot t = 1,5 \cdot t^2 \ / \cdot \frac{1}{t \cdot 1,5}$

$t = \frac{13,\bar{8}}{1,5} = 9,\overline{259}\ s$

$s_1 = v_1 t = 13,\bar{8} \cdot 9,\overline{259} = \doteq 128,6\ m$

---

$\frac{50}{3,6} \cdot t = \frac{3}{2} t^2 \ / \cdot \frac{2}{t \cdot 3}$

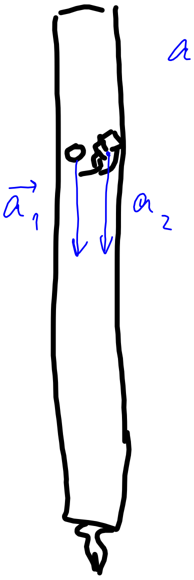
$\frac{100}{3 \cdot 3,6} = t$

$s_1 = v \cdot t = \frac{50 \cdot 100}{3,6 \cdot 3 \cdot 3,6} =$

$\overset{?}{\doteq} \underline{128,60082}\ m$

**Volný pád** - z pokusů vyplývá, že všechna tělesa mají při volném pádu stejné zrychlení (ve vakuu)

newtonova trubice




$a_1 = a_2$ 1. ... kovová kulička

2. ptačí pírko

$$a_1 = a_2 = g \doteq 10\, m/s^2$$

normální tíhové zrychlení $g = 9{,}81\, m/s^2$

| Místo na Zemi | Hodnota |
|---|---|
| Na rovníku v úrovni mořské hladiny | g = 9,780 m/s² |
| 45 ° zeměpisné šířky | g = 9,80665 m/s² |
| Zemský pól | g = 9,832 m/s² |
| Praha [1] | g = 9,81373 m/s² |
| Brno [1] | g = 9,81275 m/s² |
| Ostrava [1] | g = 9,81345 m/s² |
| Plzeň [1] | g = 9,81305 m/s² |
| Liberec [1] | g = 9,81405 m/s² |

Př. $a = ?$ $t = 3\,s$; $s = 45\,m$

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

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 45}{9} = 10\ m/s^2$$

Př.: Spočtěte přetížení řidiče v automobilu při nárazu na pevnou stěnu rychlostí 50 km/h. Předpokládejte, že deformační zóna způsobí rovnoměrně zpomalený pohyb řidiče na dráze 1,8 m.

$v$ ... z 50 km/h $\to$ 0

$v_0 = 50\ \mathrm{km/h} = 13{,}\overline{8}\ \mathrm{m/s}$

$a = ?$ $\quad s = \overline{1{,}8}\ \mathrm{m}$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-13{,}\overline{8}}{t} \quad \dots \quad t = -\frac{13{,}\overline{8}}{a}$$

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

$$1{,}8 = \frac{1}{2}a\left(-\frac{13{,}\overline{8}}{a}\right)^2 + 13{,}\overline{8}\cdot\left(-\frac{13{,}\overline{8}}{a}\right)$$

$$1{,}8 = \frac{1}{2}\cdot\frac{13{,}\overline{8}^2}{a} - \frac{13{,}\overline{8}^2}{a} \quad /\cdot a$$

$$1{,}8a = -\frac{13{,}\overline{8}^2}{2}$$

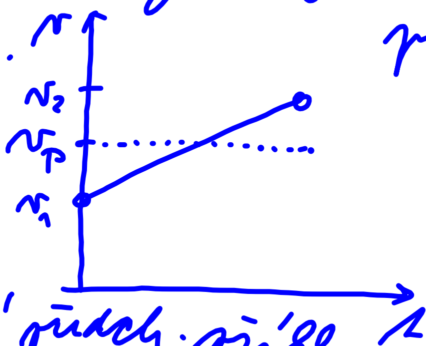
$$a = -\frac{13{,}\overline{8}^2}{3{,}6} \doteq -53{,}6\ \mathrm{m/s^2}$$

přetížení $\frac{a}{g} = \doteq \frac{53{,}6}{9{,}81} \doteq 5{,}6$

Zpomalení automobilu je přibližně 53,6 m/s², to odpovídá přetížení 5,6 G.

Jiný postup řešení úloh na rovnoměrně zrychlený (zpomalený) pohyb.

pozn.




průměrná rychlost $v_p = \frac{v_1+v_2}{2}$

Řešení předch. příkl.

doba pohybu $t = \frac{s}{v_p}$ ; $v_p = \frac{50}{2} = 25\ km/h = 6,9\overline{4}\ m/s$

$$t = \frac{1,8}{6,94} \doteq 0,2592\ s$$

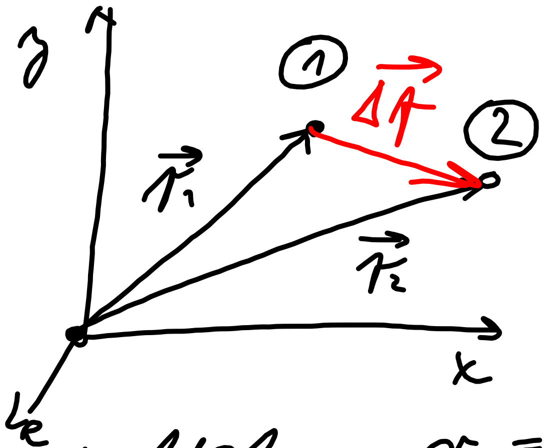
zrychlení/zpomalení – má velikost

$$|a| = \frac{v}{t} = \frac{13,\overline{8}}{0,2592} \doteq 53,6\ m/s^2 \doteq \underline{\underline{5,6 \cdot g}}$$

## Opakování

polohový vektor, změna poloh. vekt.

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




rychlost $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ $\quad \vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$

Zrychlení

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

(jedn. m/s$^2$)

Zrychlení křivočarého pohybu