

# KINEMATYKA

①

Ruch - zmiana położenia ciała odbywająca się w czasie względem wybranego układu odniesienia

Premieszczenie  $\Delta \vec{r}$ ,  $\vec{r}$  - wektor łączący dwa kolejne położenia ciała



Droga s: długość toru - wielkość skalarna

Prędkość  $\vec{v}$  - wielkość wektorowa

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

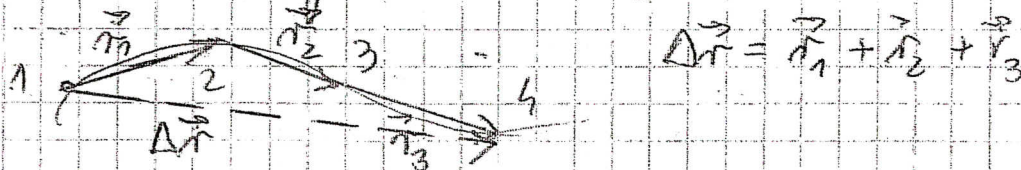
Szybkość v - wartość prędkości - wielkość skalarna

w ruchu prostoliniowym  $\Delta r = s$

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

Prędkość średnia:  $\vec{v}_{sr} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

$\Delta \vec{r}$  - całkowite przemieszczenie ciała

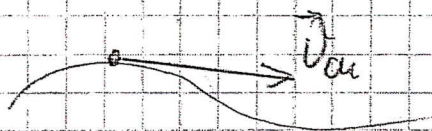


$\Delta t$  - całkowity czas trwania ruchu  $\Delta t = t_1 + t_2 + t_3$

Prędkość chwilowa:

$$\vec{v}_{ch} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$\Delta t \rightarrow 0$  bardzo krótki odwrót czasu



Szybkość średnia:

$$v_{sr} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\Delta s = s_1 + s_2 + s_3$$

$$\Delta t = t_1 + t_2 + t_3$$

$\Delta s$  - całkowita droga przebyta przez ciało



Prędkość  $v$  [ $\frac{m}{s}$ ]

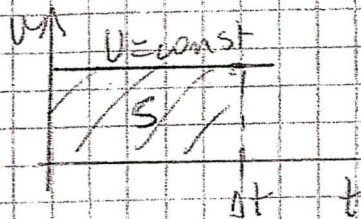
Dropa  $s$  [m]

Przyspieszenie  $a$  [ $\frac{m}{s^2}$ ]

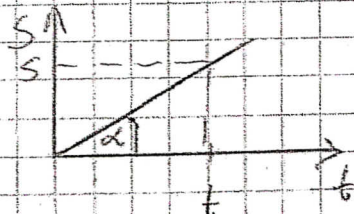
du  
stały  
prędkość

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

$$v = \text{const}$$



$$s = v \cdot t$$



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

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

$$v = \text{const}$$

$$a = 0$$

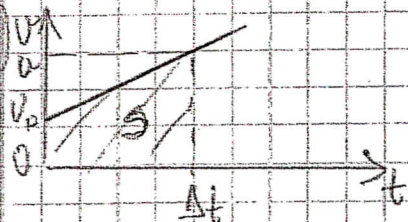


du  
stały  
prędkość  
przyspieszenie

$$\Delta v = a \cdot \Delta t$$

$$v - v_0 = a \cdot \Delta t$$

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

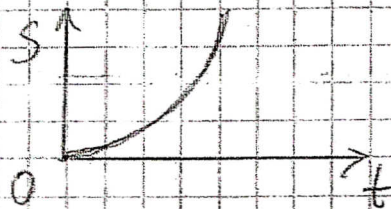


$$s = v_0 \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

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

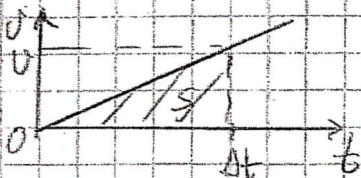
jeżeli  $v_0 \neq 0$

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



jeżeli  $v_0 = 0$

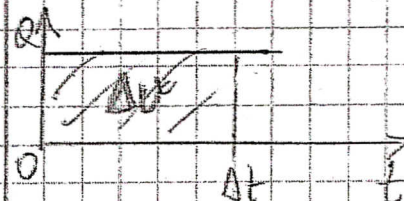
$$v = a \cdot \Delta t$$



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

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

$$a = \text{const} \quad a > 0$$

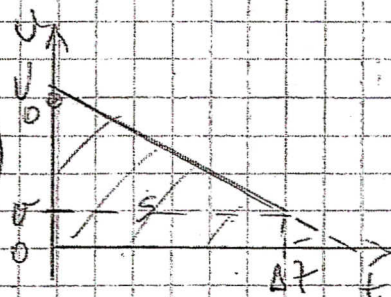


jeżeli  $v_0 = 0$

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

v  
stały  
prędkość  
przyspieszenie

$$v = v_0 - a \cdot \Delta t$$



jeżeli  $v = 0$

czas zatrzymania

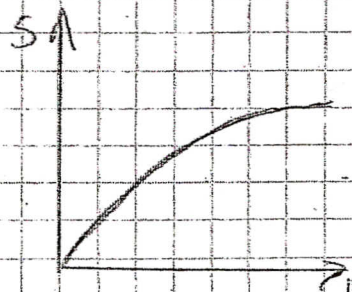
$$v_0 - a \cdot \Delta t = 0$$

$$v_0 = a \cdot \Delta t$$

$$s = v_0 \cdot \Delta t - \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

jeżeli  $v = 0$

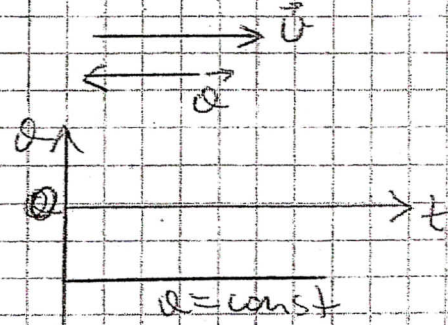
$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$



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

$$|a| = \frac{v_0 - v}{\Delta t}$$

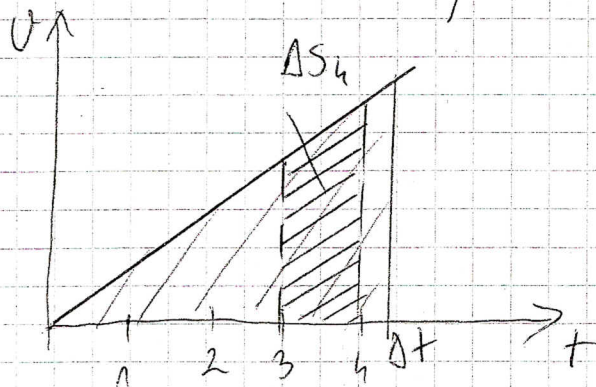
$$a = \text{const} \quad a < 0$$





# KINEMATYKA c.d.

Drogi przebyte w kolejnych sekundach ruchu jednostajnie przyspieszonego



$\Delta S_k$  - drogi przebyte w  $k$ -tej sekundzie ruchu

$$\Delta S_k = S_k - S_{k-1}$$

$$\Delta S_k = \frac{at_k^2}{2} - \frac{at_{k-1}^2}{2} \quad \begin{matrix} t_3 = 3s \\ t_4 = 4s \end{matrix}$$

Zależność między drogami przebytymi w kolejnych sekundach ruchu

$$\Delta S_1 : \Delta S_2 : \Delta S_3 : \Delta S_4 : \Delta S_5 : \Delta S_6 : \dots = 1 : 3 : 5 : 7 : 9 : 11$$

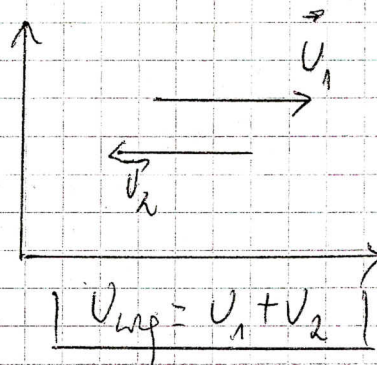
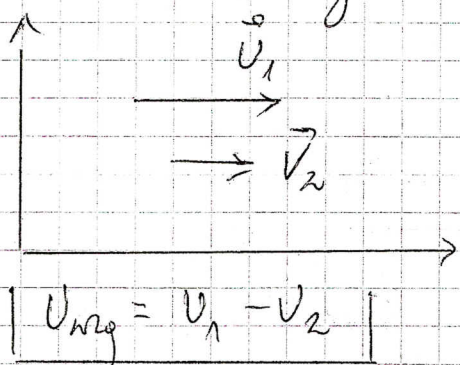
np:

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta S_4} = \frac{1}{7}$$

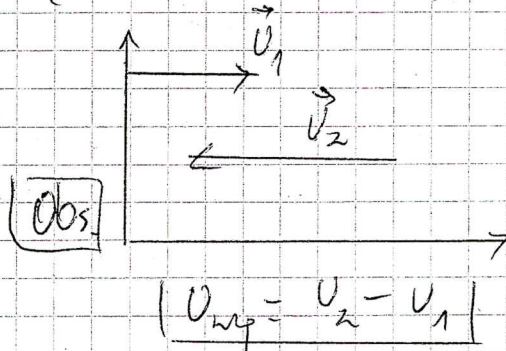
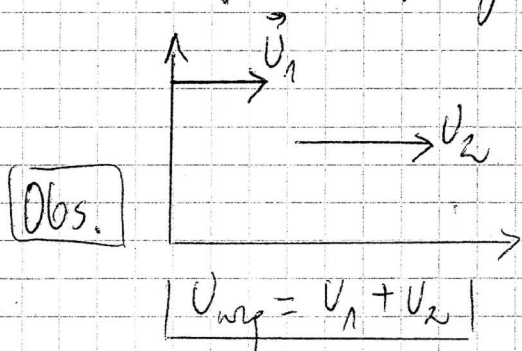
$$\Delta S_1 = S_1 = \frac{at_1^2}{2} \quad t_1 = 1s$$

## Względność prędkości:

1) W nieruchomym układzie odniesienia

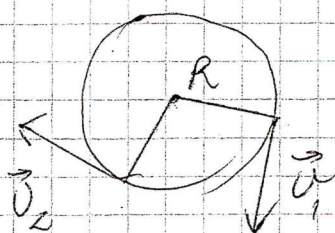


2) W poruszającym się układzie np. na pociągu





# RUCH JEDNOSTAJNY PO OKRĘGU



$|v_1 = v_2|$  - wartość

## Prędkość liniowa

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

$$|v = \frac{2\pi R}{T}|$$

$$|v = 2\pi R f|$$

częstotliwość  $f$ :

$$|f = \frac{n}{t}|$$

$$|f = \frac{1}{T}|$$

$n$  - ilość obrotów

$t$  - czas obrotu [s]

$$[f] = \frac{1}{s} = \text{Hz}$$

Okres  $T$ : czas jednego pełnego obrotu [s]

$$|T = \frac{t}{n}|$$

$$|T = \frac{1}{f}|$$

## Prędkość (częstotliwość) kątowa $\omega$ :

$$|\omega = \frac{\alpha}{t}|$$

$$t = T$$
$$\alpha = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$|\omega = \frac{2\pi}{T}|$$

jednostka:

$$[\omega] = \frac{1}{s} = \frac{\text{rad}}{s}$$

$$|\omega = 2\pi f|$$

Związek między  $v$  i  $\omega$

$$|v = \omega \cdot R|$$

Przyspieszenie dośrodkowe  $a_d$ : spowodowane zmianą kierunku wektora prędkości  $\vec{v}$

$$|a_d = \frac{v^2}{R}|$$

$$v = \omega \cdot R$$

$$|a_d = \omega^2 \cdot R|$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$|a_d = \frac{4\pi^2 R}{T^2}|$$