

# Fizyka I

Vitalii Dugaev

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej

Pokój K-48

Tel: 17-865 1917

E-mail: [vdugaev@prz.edu.pl](mailto:vdugaev@prz.edu.pl)

<http://www.prz.edu.pl/fizyka>

pracownicy: <http://vitaliidugaev.sd.prz.edu.pl>

Lectures → Lectures and problems for students

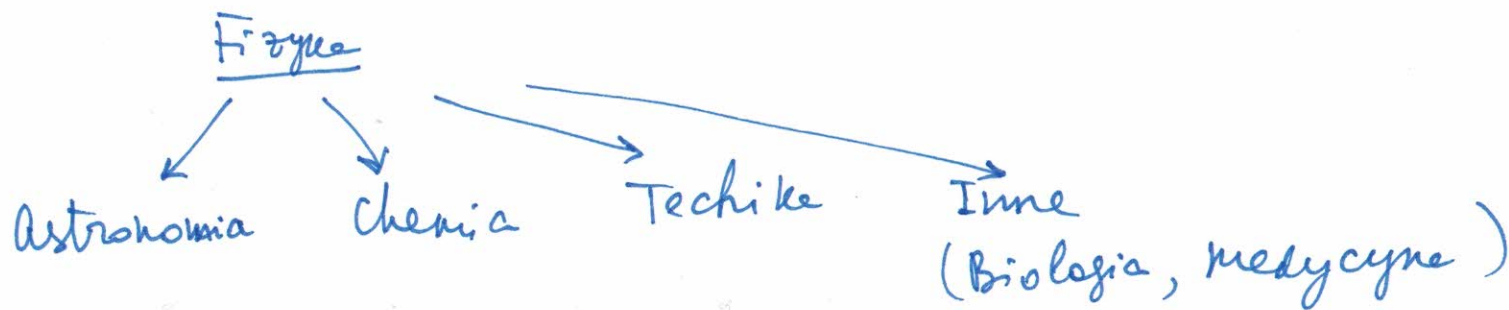
# Literature

1. D. Halliday, R. Resnik, J. Walker. Podstawy fizyki.
2. K. Chłędowska, R. Sikora. Wybrane problemy fizyki z rozwiązaniami.  
Wyd. Politechniki Rzeszowskiej.
3. M. Massalska, J. Massalski. Fizyka dla inżynierów.
4. A. A. Dietlaf, B. M. Jauworski. Fizyka. Poradnik encyklopedyczny.
5. Berkley Physics Course.
6. H. D. Young, R. A. Freedman. University Physics.
7. R. A. Serway, J. W. Jewett. Physics for Scientists and Engineers.

## Cele i metody fizyki

3.

- Badania własności ciał i istoty zjawisk fizycznych poprzez obserwacje — experiment
- Znajdowanie podstawowych praw przyrody — teoria
- Fizyka komputerowa : teoria → experiment komputerowy
- Język fizyki — matematyka



# Wielkości fizyczne

- Każda dana się zmierzyć wielkość nazywamy wielkością fizyczną
- Wielkości fizyczne dzielimy na:
  - o podstawowe (długość, temperatura)
  - o pochodne (objętość, prędkość, energia)
- Używamy międzynarodowego Układu Jednostek SI (systeme international)

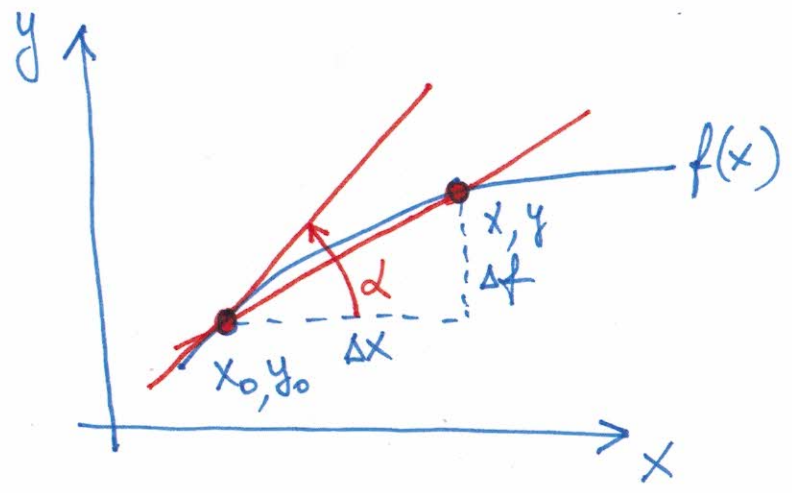
## Jednostki SI

Długość	metr	m
masa	kilogram	kg
Czas	sekunda	s
Temperatura termodynamiczna	Kelwin	K
Napięcie prądu	amper	A
itd.		

## Przedrostki

$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	k
$10^2$	hecto	h
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	mikro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	piko	p
$10^{-15}$	fermto	f

# Definicja i interpretacja pochodnej



Pochodna  $f'$  funkcji  $f(x)$  w punkcie  $x_0$  jest granicą ilorazu różnicowego

$$f'(x_0) = \frac{df}{dx} = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\Delta f}{\Delta x}$$

$$f'(x_0) = \operatorname{tg} \alpha$$

Funkcja	Pochodna
stała $C$	0
$e^x$	$e^x$
$x^n$	$n x^{n-1}$
$\ln x$	$x^{-1}$
$\sin x$	$\cos x$
$C f(x)$	$C f'(x)$
$f(x) + g(x)$	$f'(x) + g'(x)$
$f(x) g(x)$	$f'(x) g(x) + f(x) g'(x)$
$f[g(x)]$	$f'[g(x)] g'(x)$

- $f(x)$  - funkcja
- $x$  - zmienna
- lim - granica
- $\Delta f, \Delta x$  - różnice
- $df, dx$  - różniczki

Przykład 1.

$$f(x) = ax^n = \frac{5}{\sqrt{x}} = 5x^{-1/2}$$

$$f'(x) = anx^{n-1} = 5 \left(-\frac{1}{2}\right) x^{-3/2} = -\frac{5}{2} x^{-3/2}$$

Przykład 2.

$$f(x)g(x) = \sin(ax) e^{-bx}$$

$$[f(x)g(x)]' = f'(x)g(x) + f(x)g'(x) =$$

$$= a \cos(ax) e^{-bx} + \sin(ax) (-b) e^{-bx} =$$

$$= [a \cos(ax) - b \sin(ax)] e^{-bx}$$

# Kinematyka

## Polożenie i przemieszczenie



Przemieszczenie:  $\Delta X = X_2 - X_1$  (wielkość wektorowa)

## Prędkość

Prędkość średnia  $v_{sr} = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$

Prędkość chwilowa

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{dX}{dt}$$

Jednostka:  
 $[v] = \frac{m}{s}$

Przyspieszenie średnie:

$$a_{sr} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Przyspieszenie chwilowe:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

$$a = \frac{d}{dt} v = \frac{d}{dt} \frac{dX}{dt} = \frac{d^2 X}{dt^2}$$

Jednostka:  $[a] = \frac{m}{s^2}$

## Ruch ze stałym przyspieszeniem

$$a = \text{const}$$

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

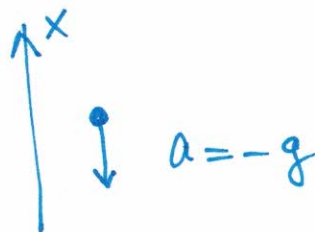
$$v = \frac{dx}{dt} = v_0 + at$$

Przykład: spadek swobodny

$$a = -g$$

$$x = x_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 - gt$$



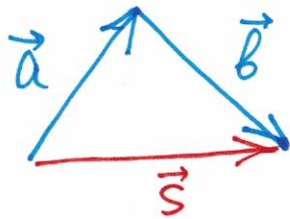


# Wektory i skalary

Wektor - wielkość, która ma wartość i kierunek (przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie)

Skalar - wielkość fizyczna, która jest scharakteryzowana tylko przez wartość (temperatura, masa, czas)

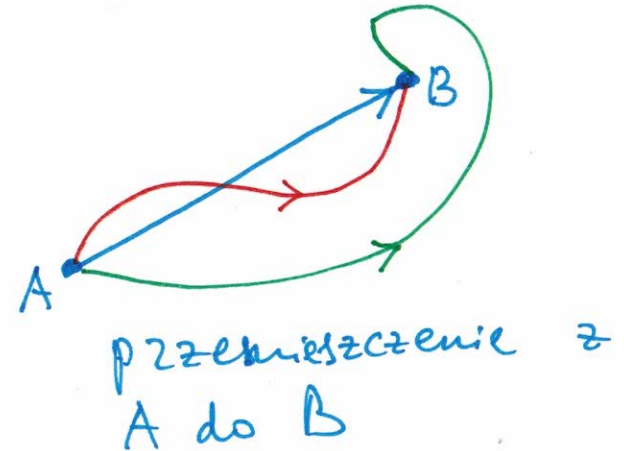
## Dodawanie wektorów



$$\underline{\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}}$$

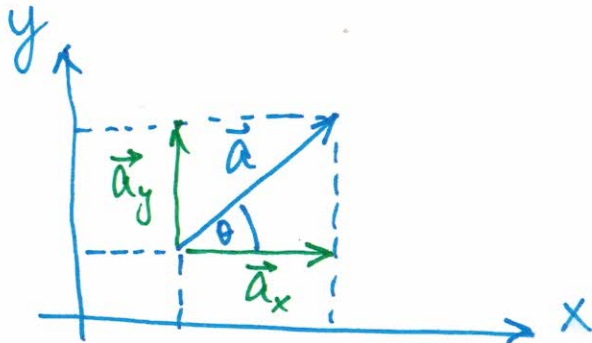
$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a} \quad (\text{przemienność})$$

$$(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c}) \quad (\text{łączność})$$



Odejmowanie wektorów:

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$$



$$\underline{\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y}$$

$$a_x = a \cos \theta$$

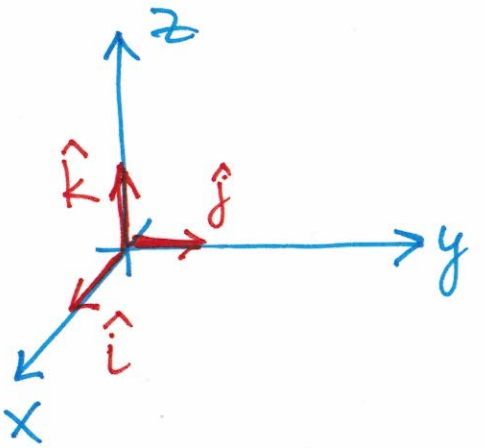
$$a_y = a \sin \theta$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$\vec{a}_x, \vec{a}_y$  - składowe wektora

$$\tan \theta = \frac{a_y}{a_x}$$

# Wektory jednostkowe



$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$  - wektory jednostkowe (długość = 1)

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

$$\vec{a}_x = a_x \hat{i}$$

$$\vec{a}_y = a_y \hat{j}$$

## Algebraiczne dodawanie wektorów

$$\vec{r} = \vec{a} + \vec{b}$$

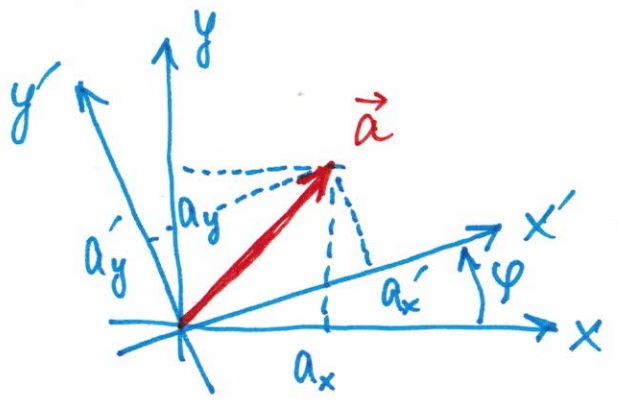
Równanie dla składowych:

$$r_x = a_x + b_x$$

$$r_y = a_y + b_y$$

$$r_z = a_z + b_z$$

## Wektory a różne układy współrzędnych



$$a_x' = a_x \cos \varphi + a_y \sin \varphi$$

$$a_y' = -a_x \sin \varphi + a_y \cos \varphi$$

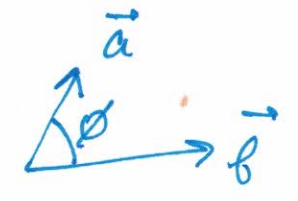
$(a_x, a_y) \rightarrow (a_x', a_y')$   
 charakteryzuje wektor

transformacja współrzędnych

# Mnożenie

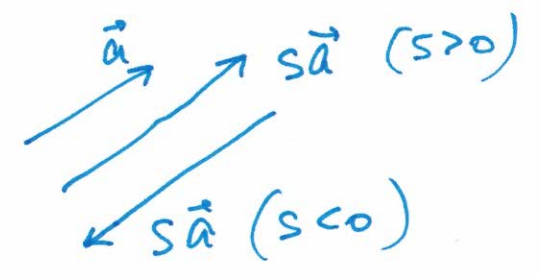
1) Iloczyn skalarny:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta \quad - \text{liczba}$$



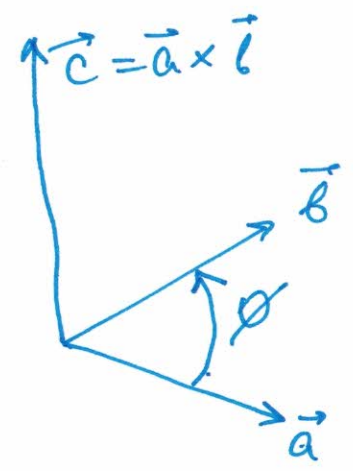
2) Mnożenie przez skalar:

$$s\vec{a} \quad - \text{wektor o długości } |s|a|$$



3) Iloczyn wektorowy

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b} \quad - \text{wektor}$$
$$c = ab \sin \theta$$



własności:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \quad \text{dla } \vec{a} \perp \vec{b}$$

$$a \cdot a = a^2$$

$$\vec{b} \times \vec{a} = -(\vec{a} \times \vec{b})$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = 0 \quad \text{dla } \vec{a} \parallel \vec{b}$$

obliczenie przez składowe wektorów:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

$$c_x = a_y b_z - a_z b_y$$

$$c_y = a_z b_x - a_x b_z$$

$$c_z = a_x b_y - a_y b_x$$

$$\vec{c} = \begin{pmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{pmatrix}$$

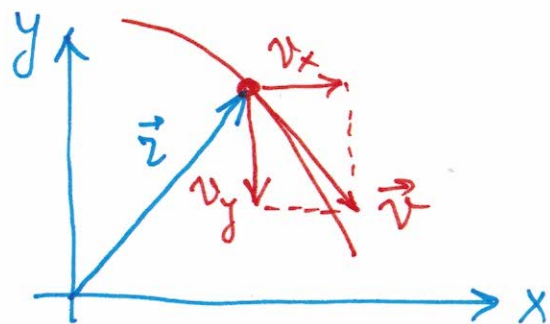
# Kinematyka w 3D

Wektor położenia  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

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

Prędkość średnia:  $\vec{v}_{sr} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\hat{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\hat{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t}\hat{k}$

Prędkość chwilowa:  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$

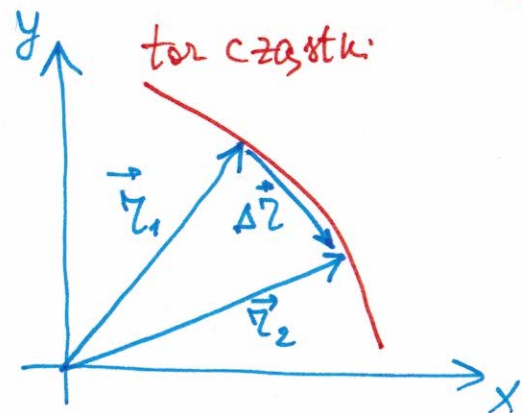


Przyspieszenie:

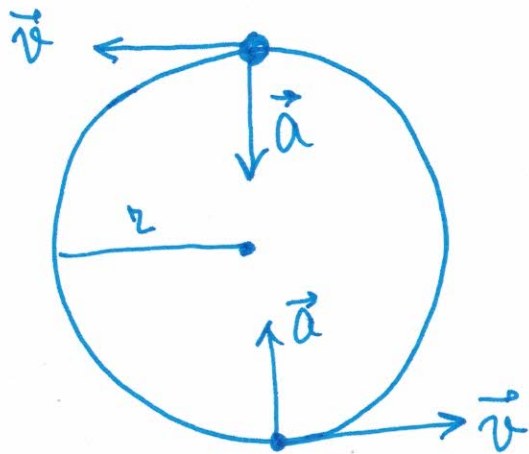
$\vec{a}_{sr} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}$

$a_x = \frac{dv_x}{dt}$ ,  $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ ,  $a_z = \frac{dv_z}{dt}$

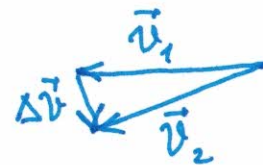
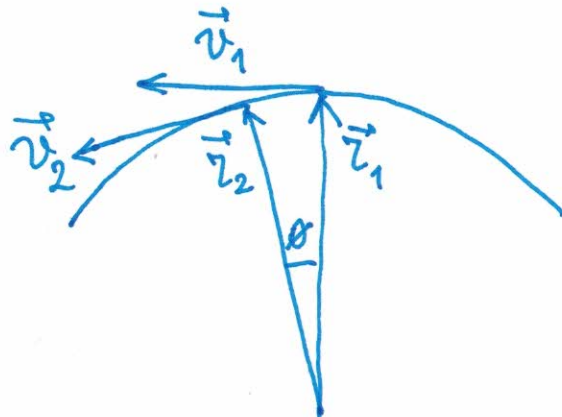


# Ruch jednostajny po okręgu



Przyspieszenie dośrodkowe

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



$$\Delta v = v\phi$$

$$\Delta r = r\phi = v\Delta t$$

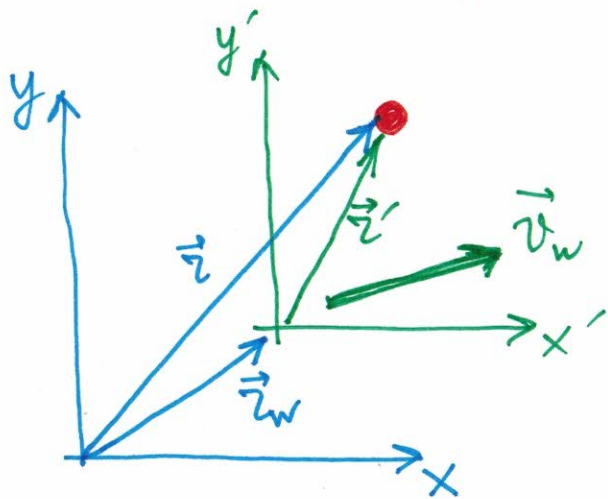
$$\Delta t = \frac{r\phi}{v}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v\phi \cdot v}{r\phi} = \frac{v^2}{r}$$

Okres ruchu po okręgu:

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

# Ruch względny



Układ  $x'y'$  porusza się ze stałą prędkością  $\vec{v}_w$  względem układu  $xy$

$$\vec{r} = \vec{r}_w + \vec{r}'$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}_w}{dt} + \frac{d\vec{r}'}{dt} = \vec{v}_w + \vec{v}'$$

$$\boxed{\begin{aligned} \vec{v} &= \vec{v}_w + \vec{v}' \\ \vec{a} &= \vec{a}' \end{aligned}}$$

$$\vec{v}_w = \text{const}$$