Fizyka

ISA

adrian.lewandowski@pwr.edu.pl
al.kft.pwr.edu.pl

semestr letni 2025/2026

Zasady zaliczenia ćwiczeń

ustala ćwiczeniowiec

Zasady zaliczenia wykładu

Egzamin i egzamin poprawkowy są w sesji zgodnie z harmonogramem (max 20 pkt za każdy).
Liczba punktów W z wykładu jest sumą $W = E + F$, gdzie E jest liczbą punktów z egzaminu a $F \leqslant 0$ jest sumą ujemnych punktów zdobytych podczas wykładu za **nieuzasadnione** generowanie fal dziękowych lub zachowania mogące wskazywać, że taka generacja miała miejsce (np. ruszanie ustami itp.).
Studenci mający liczbę nieobecności N na wykładzie spełniającą warunek $N > 2$ nie zaliczają wykładu niezależnie od liczby punktów W z wykładu.
Dla pozostałych studentów, liczba punktów W z wykładu przekłada się na ocenę $\mathcal{O}_W$ z wykładu w następujący sposób
$0 \leqslant W < 10$ – ndst; $10 \leqslant W < 12$ – dst; $12 \leqslant W < 14$ – dst+;
$14 \leqslant W < 16$ – db; $16 \leqslant W < 18$ – db+; $18 \leqslant W$ – bdb
Ocena końcowa $\mathcal{O}_K$ powstaje przez uśrednienie oceny z ćwiczeń $\mathcal{O}_C$ i wykładu $\mathcal{O}_W$ wg wzoru

$$\mathcal{O}_K = 0.4\mathcal{O}_C + 0.6\mathcal{O}_W \text{ (zaokrąglane do najbliższej liczby połówkowej),}$$

jeśli $\mathcal{O}_C \geqslant 3 \,\&\&\, \mathcal{O}_W \geqslant 3$; w przeciwnym razie $\mathcal{O}_K = 2.0$

Literatura

[0] J. Misiak, Mechanika Ogólna Tom II (i I), WNT
[1] Sierański, Jezierski, Zbiory zadań i skrypty z fizyki (PWr)
[2a] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, tomy 1-5
[2b] J. Walker, Podstawy fizyki. Zbiór zadań, PWN, Warszawa 2005 i 2011.
[3] Paul A. Tipler, Ralph A. Llewellyn, Fizyka współczesna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012;
[4] I.W. Sawieliew, Wykłady z fizyki, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003.

Fizyka

to nauka zajmująca się przewidywaniem przyszłości

Fizyka

to nauka zajmująca się przewidywaniem przyszłości, poprzez tworzenie modeli matematycznych opisujących rzeczywistość.

Wielkości fizyczne

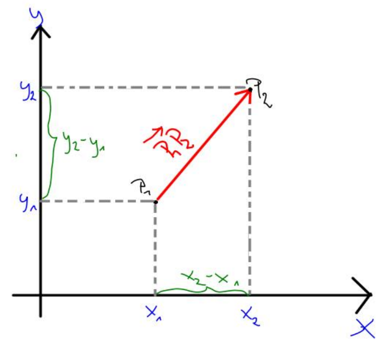
- skalary [np. masa, ładunek elektryczny, ...]
  Wielkości skalarne, opisane jedną liczbą, jednakową we wszyskich układach współrzędnych, w których opisujemy wyniki doświadczeń.
- wektory [np. prędkość, przyspieszenie, ...]
  Wielkości wektorowe opisane są układem trzech liczb (tzw. składowe wektora) zależą od wyboru układu współrzędnych, ale **w ściśle określony sposób**.
- tensory [np. tensor momentu bezwładności]
  Podobnie jak wielkości wektorowe, tensory opisane są układem liczb, które zależą od wyboru układu współrzędnych w ściśle określony sposób [przy zmianie ukł.wsp. zmieniają się tak samo jak iloczyny składowych wektorów].

Prawa fizyki nie zależą od wyboru układu współrzędnych, w których te prawa zapisujemy.

Wektory [przypomnienie]

Bierzemy dwa punkty na płaszczyźnie $P_1 = (x_1, y_1)$ oraz $P_2 = (x_2, y_2)$. Wektor $\overrightarrow{P_1P_2}$ ma **składowe**

$$\overrightarrow{P_1P_2} = [x_2 - x_1,\ y_2 - y_1]$$



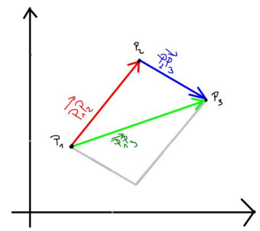
Wektor ma

- kierunek
- zwrot
- wartość (skalar!)

$$\left|\overrightarrow{P_1P_2}\right| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Dodawanie wektorów

Motywacja: dorzucamy trzeci punkt $P_3 = (x_3, y_3)$ do $P_1 = (x_1, y_1)$ i $P_2 = (x_2, y_2)$.



Teraz:

$$\overrightarrow{P_1P_2} = [x_2 - x_1,\ y_2 - y_1]$$

$$\overrightarrow{P_2P_3} = [x_3 - x_2,\ y_3 - y_2]$$

oraz

$$\begin{aligned}\overrightarrow{P_1P_3} &= [x_3 - x_1,\ y_3 - y_1] \\ &= [(x_3 - x_2) + (x_2 - x_1),\ (y_3 - y_2) + (y_2 - y_1)]\end{aligned}$$

Powyższe sugeruje, aby dodawanie wektorów **zdefiniować** "po współrzędnych", tj. dla wektów $\overrightarrow{a} = [a_x,\ a_y]$ i $\overrightarrow{b} = [b_x,\ b_y]$ przyjmujemy, że sumą wektorów jest

$$\overrightarrow{a} + \overrightarrow{b} = [a_x + b_x,\ a_y + b_y]$$

W ten sposób dostajemy ["metoda równoległoboku"]

$$\overrightarrow{P_1P_3} = \overrightarrow{P_1P_2} + \overrightarrow{P_2P_3}$$

Tak zdefiniowane dodawanie wektorów jest **niezalezne od wspolrzednych**.

Dodatkowe operacje na wektorach I

- Odejmowanie wektorów – również "po współrzędnych" :
  $\overrightarrow{a} = [a_x,\ a_y]$, $\overrightarrow{b} = [b_x,\ b_y]$

$$\overrightarrow{a} - \overrightarrow{b} = [a_x - b_x\ ,\ a_y - b_y]$$

- Mnożenie wektora $\overrightarrow{a} = [a_x,\ a_y]$ przez skalar (liczbę) λ :

$$\lambda\,\overrightarrow{a} = [\lambda\, a_x\ ,\ \lambda\, a_y]$$

  - kierunek wektora się nie zmienia, co widać np. z równania prostej przechodzącej przez punkty $P_1 = (x_1, y_1)$ i $P_2 = (x_2, y_2)$ tworzące wektor $\vec{a} = \overrightarrow{P_1 P_2}$

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) + y_1 \qquad \Leftrightarrow \qquad y = \frac{\lambda\, a_y}{\lambda\, a_x}(x - x_1) + y_1$$

  - dla $\lambda < 0$ zmienia się zwrot

$$(-1)\,\overrightarrow{P_1 P_2} = \overrightarrow{P_2 P_1}$$

  - długość $|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ zmienia się wg wzoru

$$|\lambda \vec{a}| = |\lambda||\vec{a}|$$

Dodatkowe operacje na wektorach II

- Dzielenie wektora $\overrightarrow{a} = [a_x,\ a_y]$ przez skalar (liczbę) $\lambda \neq 0$:

$$\frac{\overrightarrow{a}}{\lambda} = \frac{1}{\lambda}\overrightarrow{a} = [a_x/\lambda\,,\ \ a_y/\lambda]$$

- Iloczyn skalarny dwóch wektorów $\overrightarrow{a} = [a_x,\ a_y]$, $\overrightarrow{b} = [b_x,\ b_y]$

$$\overrightarrow{a} \cdot \overrightarrow{b} = a_x\, b_x + a_y\, b_y$$

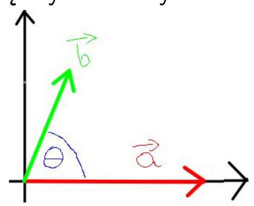
  Dlaczego tak? Bo wynik jest **skalarem**, tj. nie zmienia się przy obrotach układu współrzędnych!
  W odpowiednio dobranych współrzędnych mamy

  $\vec{a} = [|\vec{a}|,\ 0]$,

  $\vec{b} = [|\vec{b}|\cos(\theta), |\vec{b}|\sin(\theta)]$.
  Wtedy

$$\overrightarrow{a} \cdot \overrightarrow{b} = |\vec{a}||\vec{b}|cos(\theta)$$

  W szczególności $\vec{a} \neq \vec{0}$ jest prostopadły do $\vec{b} \neq \vec{0}$ $\Leftrightarrow$ $\overrightarrow{a} \cdot \overrightarrow{b} = 0$

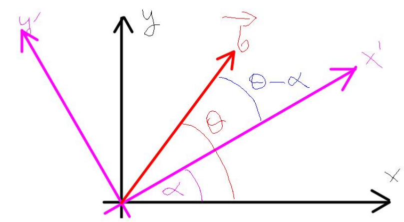


Jak składowe wektora zależą od ukł. wsp.

- W układzie (x, y) :

$$b_x = |\vec{b}|\cos(\theta)$$
$$b_y = |\vec{b}|\sin(\theta)$$

- W układzie (x', y') :



$$\begin{aligned} b_{x'} &= |\vec{b}|\cos(\theta-\alpha) \\ &= |\vec{b}|\cos(\theta)\cos(\alpha) + |\vec{b}|\sin(\theta)\sin(\alpha) \\ &= b_x\cos(\alpha) + b_y\sin(\alpha) \\ b_{y'} &= |\vec{b}|\sin(\theta-\alpha) \\ &= |\vec{b}|\sin(\theta)\cos(\alpha) - |\vec{b}|\cos(\theta)\sin(\alpha) \\ &= b_y\cos(\alpha) - b_x\sin(\alpha) \end{aligned}$$

[[Zadanie domowe]] Pokazać, że iloczyn skalarny jest skalarem tj.

$$a_x b_x + a_y b_y = a_{x'} b_{x'} + a_{y'} b_{y'}$$

Wektory osi układu współrzędnych $\vec{i}$, $\vec{j}$

- Pokazują kierunki (i zwroty) osi układu współrzędnych, mają długość jednostkową

$$\vec{i} = [1, 0]$$
$$\vec{j} = [0, 1]$$

- Dowolny wektor $\vec{b} = [b_x,\ b_y]$ można przedstawić jako **kombinację liniową** wektorów $\vec{i}$ oraz $\vec{j}$

$$\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j}$$

- Wygodna postać gdy pracujemy w dwóch różnych układach współrzędnych (x, y) oraz (x', y')

$$\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j} = b_{x'}\,\vec{i'} + b_{y'}\,\vec{j'}$$

- Wektory o długości jednostkowej nazywamy **wersorami**. Z wektora $\vec{a} \neq 0$ możemy zrobić wersor $\vec{u}_{\vec{a}}$ o kierunku $\vec{a}$

$$\vec{u}_{\vec{a}} = \vec{a}/|\vec{a}|$$

Świat trójwymiarowy (x, y, z)

- $\vec{a} = [a_x,\ a_y,\ a_z] \qquad \vec{b} = [b_x,\ b_y,\ b_z]$
- Wektory osi: $\vec{i} = [1, 0, 0] \qquad \vec{j} = [0, 1, 0] \qquad \vec{k} = [0, 0, 1]$
- Dodawanie wektorów: $\vec{a} + \vec{b} = [a_x + b_x,\ a_y + b_y,\ a_z + b_z]$
- Mnożenie wektora przez liczbę : $\lambda \vec{b} = [\lambda b_x,\ \lambda b_y,\ \lambda b_z]$
- Rozkład wektora na wersory osi (czyli tzw. wektory bazowe) $\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$
- Wartość (długość) wektora $\quad |\vec{b}| = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}$
- Iloczyn skalarny wektorów $\quad \vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$
- Kąt θ między wektorami $\vec{a}$ i $\vec{b}$: $\quad \vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| cos(\theta)$