

Fizika I

Doc. dr. sc. Iva Movre Šapić

Zavod za fiziku, Savska cesta 16/III.kat

Trenutno: Savska cesta 41 (Zagrepčanka, 2.kat)

imovre@fkit.unizg.hr

Fizika I

<https://www.fkit.unizg.hr/preddiplomski>

- Uvodno predavanje – upute za studiranje na FKIT-u
- Ispitni rokovi – vrijeme i mjesto održavanja ispita

FIZIKA:

- Nastavni materijali
- Upute za kolegij

Fizika I

LITERATURA

- P. Kulišić: Mehanika i toplina
- P. Kulišić i suradnici: Riješeni zadaci iz mehanike i topline
- V. Lopac, V. Volovšek: Titranje i Valno gibanje
- Dodatna: A. Dulčić, N. Poljak, M. Požek: Mehanika

Fizika I

MEHANIKA

- KINEMATIKA I DINAMIKA MATERIJALNE TOČKE I KRUTOG TIJELA
 - STATIKA I DINAMIKA FLUIDA
 - TITRANJE I VALOVI

TOPLINA

- TOPLINA I TEMPERATURA
- KINETIČKO – MOLEKULARNA TEORIJA
 - TERMODINAMIKA

FIZIKA

- Grčki: *fizis* – **priroda**

Pojave u svakodnevnom životu

- Gibanje tijela
- Zagrijavanje, toplina
- **Atmosferski elektricitet**
- Zemljin magnetizam
- **Svjetlost, boje, zračenja**
- Primjene u tehnici, industriji i medicini
- Suvremene komunikacijske tehnologije



Fizika

Znanost koja izučava
svojstva i građu materije
u njezinim različitim oblicima
(tvari, tijela, čestice)
te uzajamno djelovanje
(međudjelovanje, interakciju)
različitih oblika materije.

Fizika

Prirodna, egzaktna znanost

- Proučava uzročno-posljedičnu povezanost, kauzalnost
 - Služi se znanstvenom metodom:
opažanje, mjerenje, pronalaženje povezanosti
različitih fizikalnih veličina
 - Predviđa ponašanje sustava:
gibanja čestica i tijela,
svojstva tvari...

Metode u fizici

Eksperimentalna i teorijska

- Eksperimentalna metoda:

- Temelj je pokus, eksperiment = pojava koja se može ponoviti u laboratorijskim uvjetima
- Opažanje – nije dovoljno (kvalitativno)
- Mjerenje – kvantitativni opis opažanih pojava

Što se mjeri?

Fizikalna veličina =
mjerni broj x mjerna jedinica

- Sustavi jedinica
 - Nekada: mnoštvo neusklađenih jedinica i mjera (CGS sustav, MKS, Tehnički...)
 - Danas: Međunarodni sustav jedinica

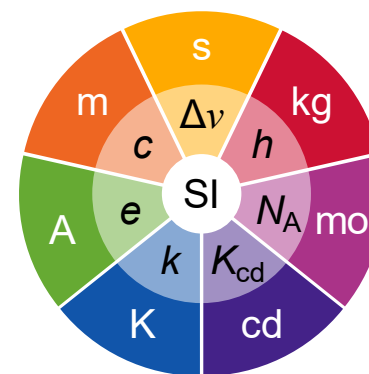
SI (Système International d'Unités)

- Preporučen na Generalnoj konferenciji za mjere i utege, Pariz, 1960.

SI sustav

Osnovna veličina	Osnovna jedinica	Osnovna jedinica izražena s pomoću prirodnih konstanta
vrijeme	sekunda	$1 \text{ s} = \left(\frac{1}{\Delta\nu_{\text{Cs}}} \right) \cdot 9,192631770 \cdot 10^9$
duljina	metar	$1 \text{ m} = \left(\frac{c}{\Delta\nu_{\text{Cs}}} \right) \cdot 30,66331899$
masa	kilogram	$1 \text{ kg} = \left(\frac{h\Delta\nu_{\text{Cs}}}{c^2} \right) \cdot 1,4755214 \cdot 10^{40}$
električna struja	amper	$1 \text{ A} = e(\Delta\nu_{\text{Cs}}) \cdot 6,789686817 \cdot 10^8$
termodinamička temperatura	kelvin	$1 \text{ K} = \left(\frac{h\Delta\nu_{\text{Cs}}}{k_{\text{B}}} \right) \cdot 2,2666652$
količina tvari	mol	$1 \text{ mol} = \left(\frac{1}{N_{\text{A}}} \right) \cdot 6,02214076 \cdot 10^{23}$
svjetlosna jakost	kandela	$1 \text{ cd} = K_{\text{cd}} h (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2 \cdot 2,61483 \cdot 10^{10} / \text{sr}$

V. Lopac: Nove definicije jedinica Međunarodnoga sustava SI i njihova veza s prirodnim konstantama, Svijet po mjeri, časopis za mjeriteljstvo, normizaciju, akreditaciju i ocjenjivanje sukladnosti – Godina 7., Broj 4/2018



SI mjerne jedinice (vanjski krug)
Konstante (unutarnji krug)

SI sustav

Prirodna konstanta	Vrijednost prirodne konstante izražena u osnovnim jedinicama sustava SI
frekvencija cezija Cs 133	$\Delta \nu_{\text{Cs}} = 9192631770 \text{ s}^{-1}$
brzina svjetlosti u vakuumu	$c = 299792458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h = 6,62607015 \cdot 10^{-34} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
elementarni naboj	$e = 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s}$
Boltzmannova konstanta	$k_{\text{B}} = 1,380649 \cdot 10^{-23} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
Avogadrova konstanta	$N_{\text{A}} = 6,02214076 \cdot 10^{23} \cdot \text{mol}^{-1}$
svjetlosna učinkovitost	$K_{\text{cd}} = 683 \text{ cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^3$

SI sustav

SEKUNDA Stara definicija: Od 1967. godine definira se kao trajanje 9192631770 perioda zračenja koje nastaje pri prijelazu između dviju hiperfinih razina osnovnoga stanja atoma Cs 133.	SEKUNDA NOVA DEFINICIJA: Sekunda, znak s, jedinica je sustava SI za vrijeme. Definira se tako da se uzme da je zadana numerička vrijednost cezijeve frekvencije $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, tj. frekvencije hiperfinoga prijelaza nesmetanoga osnovnog stanja atoma cezija 133 jednaka 9192631770 kad je izražena u jedinici Hz jednako s^{-1} .
METAR Stara definicija: Od 1983. godine definira se kao duljina puta koji u vakuumu prijeđe svjetlost za 1/299792458 sekunde.	METAR NOVA DEFINICIJA: Metar, znak m, jedinica je sustava SI za duljinu. Definira se tako da se uzme da brzina svjetlosti u vakuumu c ima vrijednost 299792458 kad je izražena u jedinici $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, pri čemu je sekunda definirana s pomoću cezijeve frekvencije $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
KILOGRAM Stara definicija: Od 1901. godine kilogram je definiran kao masa prauzorak koji je načinjen od platine i iridija. Prauzorak je smješten u Međunarodnome uredu za utege i mjere u Sèvresu pokraj Pariza. Kilogram je decimalni višekratnik jedinice gram sustava SI.	KILOGRAM NOVA DEFINICIJA: Kilogram, znak kg, jedinica je sustava SI za masu. Definira se tako da se uzme da je fiksna numerička vrijednost Planckove konstante h jednaka $6,62607015\cdot 10^{-34}$ kad je izražena u jedinici J·s, što je jednako $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, pri čemu su metar i sekunda definirani s pomoću c i $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
AMPER Stara definicija: Od 1948. godine amper je definiran kao struja koja teče dvama paralelnim, beskonačno dugačkim i ravnim vodičima zanemarivoga presjeka u vakuumu koji su međusobno udaljeni jedan metar, a među vodičima djeluje sila od $2\cdot 10^{-7}$ N po metru duljine.	AMPER NOVA DEFINICIJA: Amper, znak A, jedinica je sustava SI za električnu struju. Definira se tako da se uzme da je fiksna numerička vrijednost elementarnoga naboja e jednaka $1,602176634\cdot 10^{-19}$ kad je izražena u jedinici C koja je jednaka A·s, pri čemu je sekunda definirana s pomoću $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
MOL Stara definicija: Od 1971. godine mol je definiran kao količina tvari koja sadržava broj istovjetnih jedinka (atoma, molekula, elektrona ili drugih čestica) jednak broju atoma u 0,012 kilograma izotopa ugljika C 12.	MOL NOVA DEFINICIJA: Mol, znak mol, jedinica je sustava SI za količinu tvari. Jedan mol sadržava točno $6,02214076\cdot 10^{23}$ elementarnih jedinka. Taj je broj fiksna numerička vrijednost Avogadrove konstante N_{A} kad je izražena u jedinici mol^{-1} i zove se Avogadrov broj. (Elementarna jedinka može biti atom, molekula, ion, elektron ili bilo koja druga čestica ili zadana skupina čestica.)
KELVIN Stara definicija: Od 1967. godine kelvin je definiran kao 1/273,16 temperature trojne točke vode, a po iznosu jednak je Celzijevu stupnju.	KELVIN NOVA DEFINICIJA: Kelvin, znak K, jedinica je sustava SI za termodinamičku temperaturu. Definirana je tako da se uzme da je fiksna numerička vrijednost Boltzmannove konstante k_{B} jednaka $1,380649\cdot 10^{-23}$ kad je izražena u jedinici J·K ⁻¹ , što je jednako $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, pri čemu su kilogram, metar i sekunda definirani s pomoću konstanti h , c i $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
KANDELA Stara definicija: Od 1979. godine kandela je definirana kao svjetlosna jakost u danome pravcu izvora koji odašilje monokromatsko zračenje frekvencije $5,4\cdot 10^{14}$ Hz i čija je energetska jakost zračenja u tome pravcu (1/683) W po steradianu.	KANDELA NOVA DEFINICIJA: Kandela, znak cd, jedinica je sustava SI svjetlosne jakosti u zadanome smjeru. Definira se tako da se uzme da je fiksna vrijednost svjetlosne učinkovitosti monokromatskoga zračenja frekvencije $540\cdot 10^{12}$ Hz, K_{cd} , jednaka 683 kad je izražena u jedinici $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$, što je jednako $\text{cd}\cdot\text{sr}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^3$, pri čemu su kilogram, metar i sekunda definirani s pomoću h , c i $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Višekratnici jedinica tvore se pomoću prefiksa

Naziv	Oznaka	Vrijednost
ato	a	10^{-18}
femto	f	10^{-15}
piko	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
mikro	μ	10^{-6}
mili	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
deci	d	10^{-1}

Naziv	Oznaka	Vrijednost
deka	da	10^1
hekto	h	10^2
kilo	k	10^3
mega	M	10^6
giga	G	10^9
tera	T	10^{12}

Teorijska metoda:

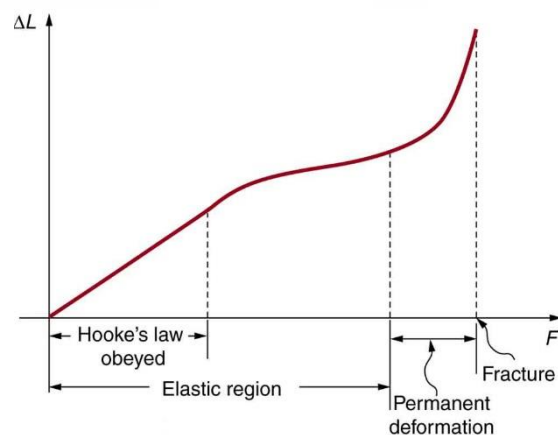
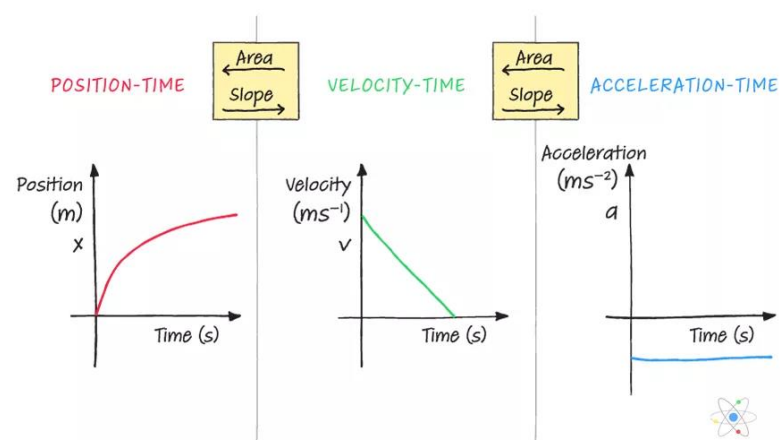
- Pronalaženje povezanosti između pojedinih fizikalnih veličina –
fizikalni zakon
- Može se izraziti
 - Jednostavnim rečenicama
 - Tablicama
 - Grafičkim prikazom (dijagrami)
 - Analitičkim izrazima (funkcije)
- Mora se potvrditi mjerenjima

Teorija i eksperiment

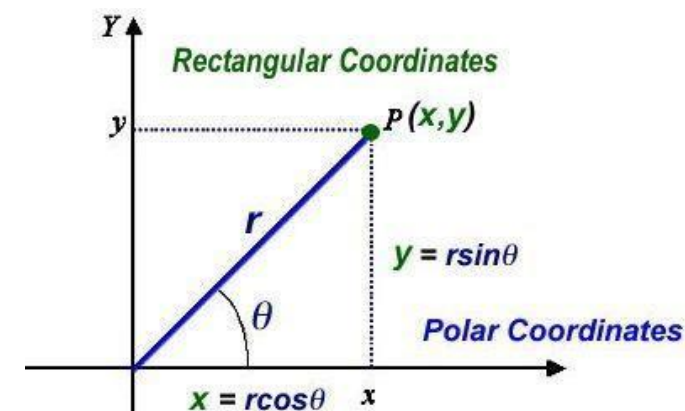
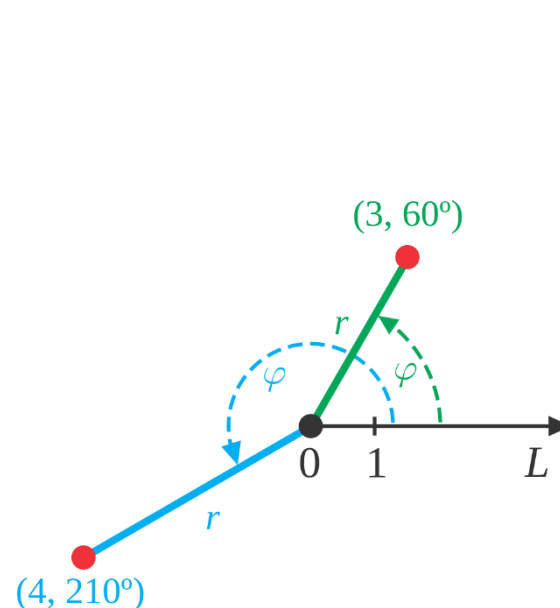
- Zaključci teorijskog i eksperimentalnog postupka moraju biti u skladu
- Povezanost iskustva (empirije) i apstraktnog mišljenja
- U tome je zanimljivost fizike i njezina zahtjevnost

Grafički prikaz fizikalnih zakona

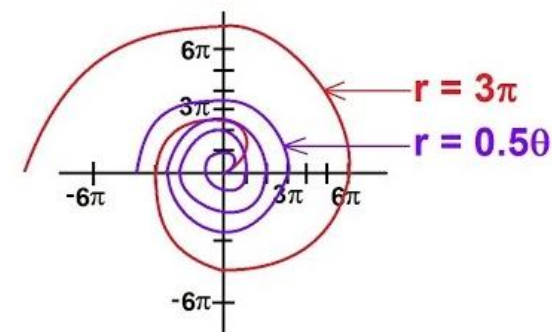
Pravokutni koordinatni sustav- Kartezijev



Polarni koordinatni sustav

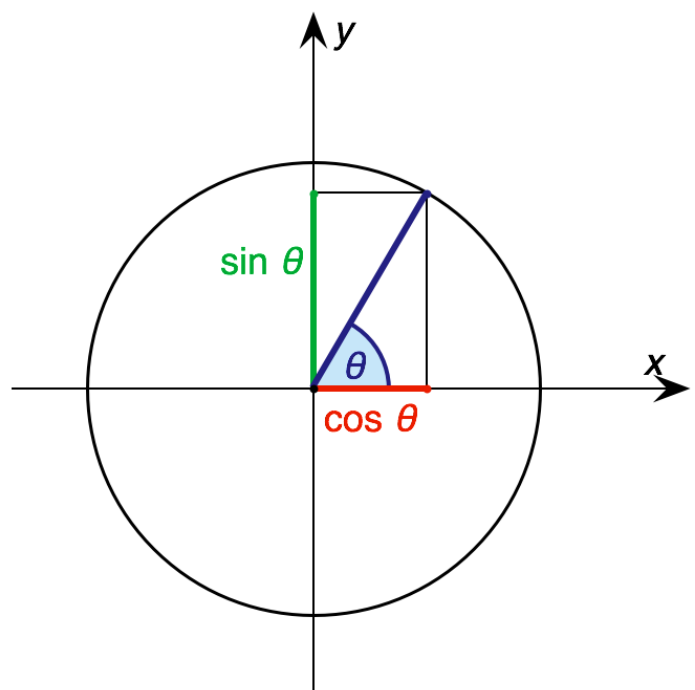


Graphing Polar Equation: Spiral



Trigonometrija

- Jedinična kružnica ($r = 1$)



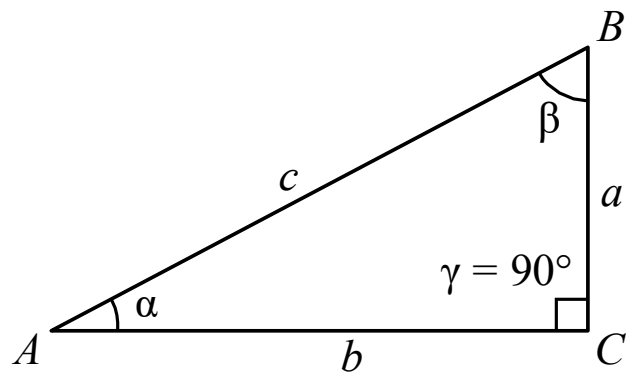
$$-1 \leq \sin \theta \leq 1$$

$$-1 \leq \cos \theta \leq 1$$

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

Trigonometrija

- Pravokutni trokut



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

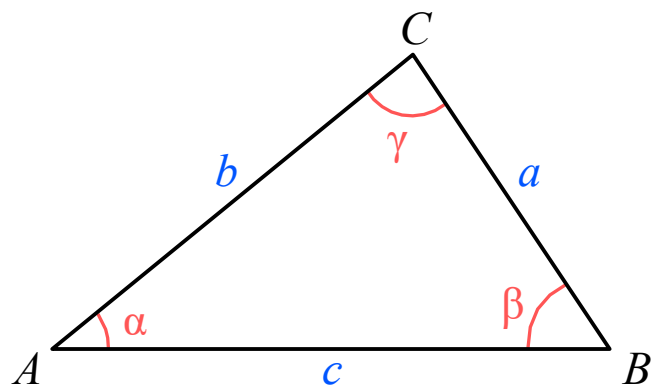
$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \cos \beta$$

$$\sin \beta = \frac{b}{c} = \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} \qquad \tan \beta = \frac{b}{a}$$

Trigonometrija

- Raznostranični trokut



$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

Sinusov poučak:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Kosinusov poučak:

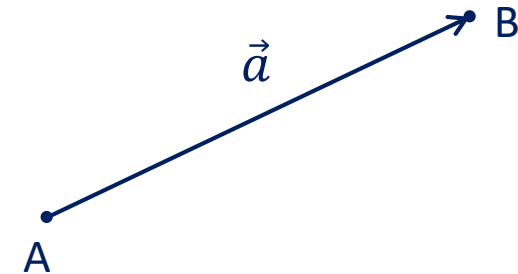
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$$

Skalarne i vektorske veličine

- Skalarne veličine
 - potpuno određene jednim realnim brojem – iznosom
 - *masa, energija, temperatura...*
- Vektorske veličine
 - određene iznosom i smjerom
 - *brzina, akceleracija, sila, količina gibanja...*



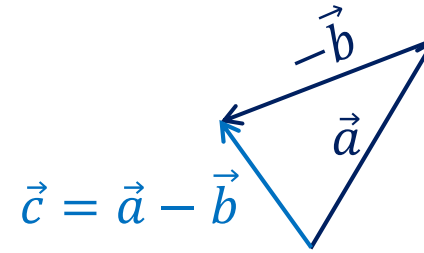
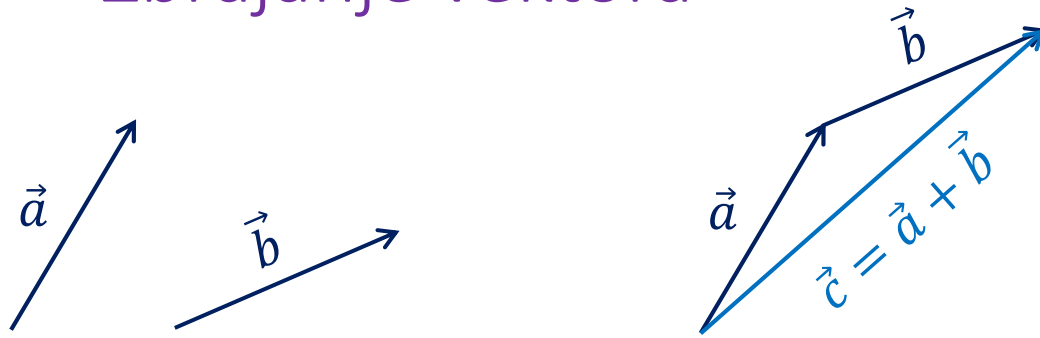
Usmjerena dužina kojoj je početak u točki A, a kraj u točki B označava se $\vec{a}$ ili $\overrightarrow{AB}$

Duljina vektora $\vec{a}$ označava se $|\vec{a}|$ ili a

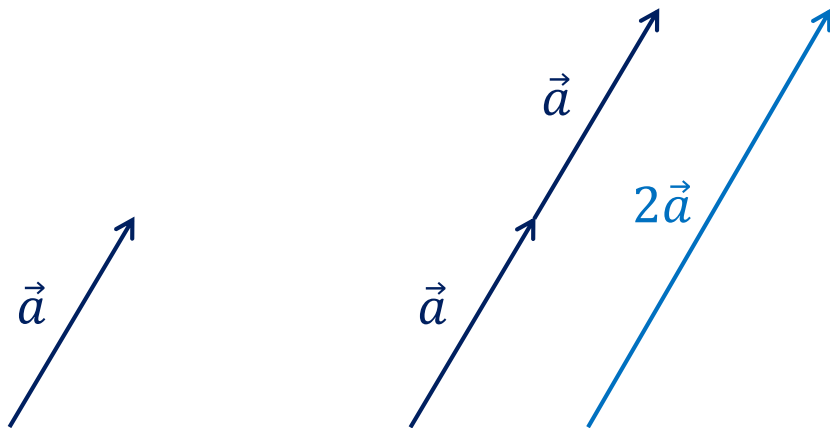
Vektori

https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_hr.html

- Zbrajanje vektora



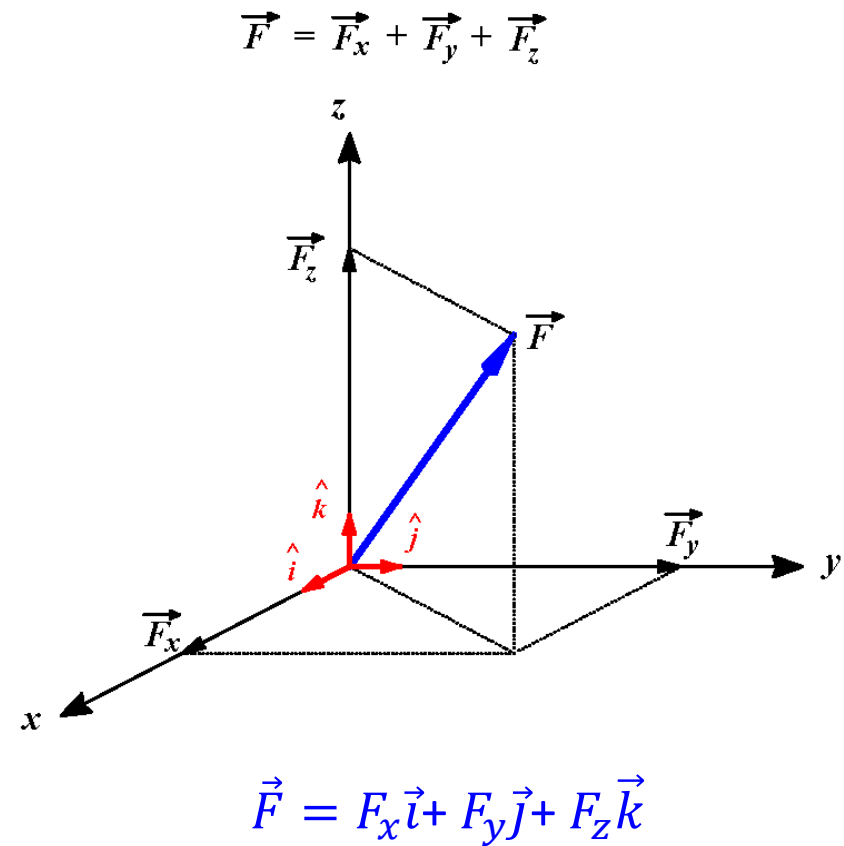
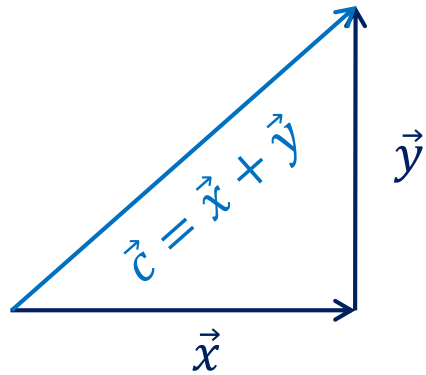
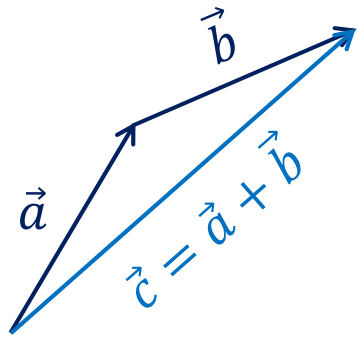
- Množenje vektora skalarom



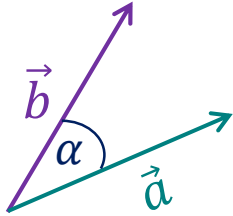
Iznos: $|\vec{a}| = a$

Jedinični vektor: $|\vec{i}| = 1$

- Rastavljanje vektora na komponente



Skalarni produkt vektora



$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \vec{a} \perp \vec{b}$$

$$\cos 90^\circ = 0 \rightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = 0$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \alpha$$

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

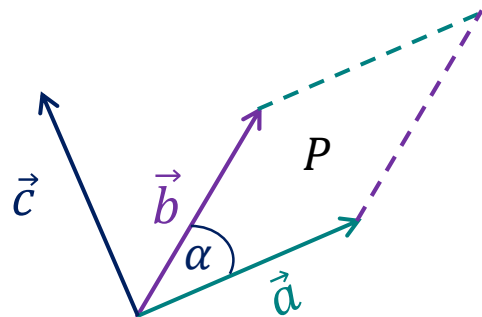
$$\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$$

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

$$\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}| \cdot |\vec{a}| = |\vec{a}|^2 = a_x^2 + a_y^2 + a_z^2$$

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

Vektorski produkt vektora



$$|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \sin \alpha$$

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

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

$$\alpha = 0^\circ \rightarrow \vec{a} \parallel \vec{b}$$

$$\sin 0^\circ = 0 \rightarrow \vec{a} \times \vec{b} = 0$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$$

$$\vec{c} \perp \vec{a}, \quad \vec{c} \perp \vec{b}$$

Smjer od $\vec{c}$: pravilo desne ruke

$$\vec{a} \times \vec{b} = (a_y b_z - a_z b_y) \vec{i} + (a_z b_x - a_x b_z) \vec{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \vec{k}$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

