

1.1 Mehanika, SI sistem jedinica, dimenzionalna analiza

Kada posmatramo svet oko nas, suočavamo se sa strašno velikim, kao što su galaksije ili sam svemir, i jako malim kao što su elementarne čestice. U fizici proučavamo sve, od tih najmanjih elemenata prirode do najvećih. Razlika u veličini ovih objekata iznosi oko 45 redova veličine (10^{45}).

Za kvantitativno opisivanje prirode oko nas neophodne su nam fizičke jedinice.

Zbog jako velikog broja različitih jedinica koje opisuju istu fizičku veličinu uveden je Međunarodni sistem jedinica (SI).

Međunarodni sistem jedinica (SI) je standardizovani sistem merenja koji se koristi širom sveta u nauci, industriji, i trgovini. Razvijen je kako bi se obezbedila doslednost u merenju fizičkih veličina, omogućujući precizno i jasno izražavanje rezultata.

SI sistem se zasniva na sedam osnovnih jedinica, od kojih svaka definiše određenu fizičku veličinu:

1. Metar [m] – Jedinica za dužinu. Definiše se kao rastojanje koje svetlost pređe u vakuumu za $1/299,792,458$ sekundi.
2. Kilogram [kg] – Jedinica za masu. Do 2019. godine, kilogram je bio definisan prema međunarodnom prototipu od platine-iridijuma, ali sada se definiše prema Plankovoj konstanti.
3. Sekunda [s] – Jedinica za vreme. Definiše se kao trajanje $9,192,631,770$ perioda zračenja prelaza između dva hiperfina nivoa osnovnog stanja atoma $^{133}_{55}\text{Cs}$.
4. Amper [A] – Jedinica za električnu struju. Definiše se prema osnovnim prirodnim konstantama, uključujući elementarni naelektrisanje.
5. Kelvin [K] – Jedinica za termodinamičku temperaturu. Definiše se prema Bolcmanovoj konstanti.
6. Mol [mol] – Jedinica za količinu supstance. Definiše se prema Avogadrovom broju, koji predstavlja broj čestica (atoma, molekula, itd.) u jednom molu supstance.
7. Kandela [cd] – Jedinica za svetlosnu jačinu. Definiše se prema specifičnom svetlosnom zračenju emitovanom u određenom pravcu iz izvora koji emituje monohromatsko zračenje frekvencije $540 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$, intenziteta $\frac{1}{683} \frac{W}{sr}$.

Ove osnovne jedinice se koriste za definisanje svih drugih izvedenih jedinica, kao što su njutn za silu, džul za energiju, paskal za pritisak, i drugi.

Sve *izvedene* fizičke veličine mogu da se izraze preko osnovnih fizičkih veličina.

U SI sistemu jedinica:

- Simboli jedinica se pišu malim slovom osim kada su izvedeni od imena osobe (Njutn – N, Paskal – Pa, a kilogram – kg).
- Simboli jedinica se pišu u jednini i nemaju tačku na kraju.
- Razmak treba da razdvaja broj i simbol, osim za ravanske stepene, minute i sekunde.
- Poželjno je da se oznake fizičkih jedinica pišu uspravnim slovima a oznake fizičkih veličina nakošenim (italic) slovima ($l = 25 \text{ m}$).

- U engleskom jeziku decimalni simbol se piše kao tačka, a u svim ostalim jezicima koristi se zarez. (En – 55.55 a ostali 55,55)
- Kod izvedenih jedinica sastavljenih od više simbola, simboli se spajaju ili sa srednjom tačkom ili razmakom (N m ili N · m).

Tabela 1.1. Osnovne fizičke veličine i njihove jedinice u SI sistemu mernih jedinica.

<i>Naziv osnovne fizičke veličine</i>	<i>Oznaka fizičke veličine</i>	<i>Naziv osnovne fizičke jedinice</i>	<i>Oznaka fizičke jedinice</i>
Dužina	l	metar	m
Masa	m	kilogram	kg
Vreme	t	sekunda	s
Jačina električne struje	I	amper	A
Termodinamička temperatura	T	kelvin	K
Količina supstance	n	mol	mol
Jačina svetlosti	j	kandela	cd

Postoje i dopunske fizičke veličine u SI sistemu jedinica:

Radian [rad] je centralni ugao nekog kruga, koji na kružnici iseca luk čija je dužina jednaka njegovom poluprečniku:

$$\alpha[\text{rad}] = \frac{l}{r} \left[\frac{m}{m} \right]$$

Veza između ugla u ravni izraženog u radijanima i u lučnim stepenima, data je relacijom:

$$\alpha[\text{rad}] = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha [^\circ]$$

Postoji 2π radijana u krugu, $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$, $1 \text{ rad} \approx 57^\circ$.

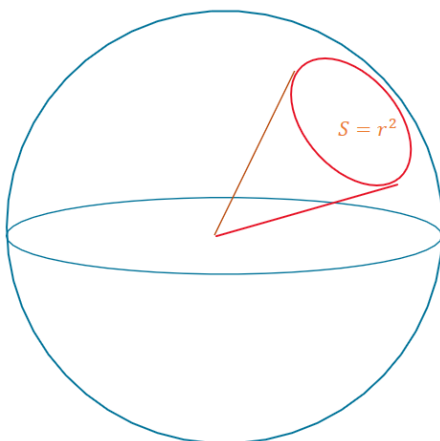
Steradian [sr] je prostorni ugao koji na sferi radijusa r odseca površinu S jednaku kvadratu poluprečnika sfere.

$$\Omega[\text{sr}] = \frac{S}{r^2} \left[\frac{m^2}{m^2} \right]$$

Ukupan ugao sfere iznosi:

$$\Omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$$

Postoje države koje zvanično priznaju i ne-SI jedinice kao što su SAD i Ujedinjeno Kraljevstvo. Ove države i dalje koriste jedinice imperijalnog sistema kao što su: jarde, milje, stope, itd.



Slika 1.1. Grafički prikaz steradijana po definiciji.

Uz sve jedinice SI sistema mogu da se koriste prefiksi kako bi se skratio zapis jako velikih ili jako malih vrednosti fizičkih jedinica.

Tabela 1.2. SI prefiksi

Naziv prefiksa	Oznaka prefiksa	Vrednost [10^n]
Peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}
Giga	I	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
Hekto	h	10^2
Deka	da	10^1
Nema	nema	10^0
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Mili	m	10^{-3}
Mikro	μ	10^{-6}
Nano	η	10^{-9}
Piko	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}

1.2. Dimenzionalna analiza

Mnoge fizičke veličine izvedene su od osnovnih fizičkih veličina algebarskim operacijama množenja i deljenja, koje definišu fizičke odnose između tih veličina. Dimenzija izvedene fizičke veličine definiše se kao neki umnožak osnovnih fizičkih veličina na neki stepen. Istovremeno dimenzija neke fizičke veličine ukazuje i na njenu fizičku prirodu. Sve izvedene fizičke veličine u mehanici mogu da se predstavljaju preko tri osnovne fizičke veličine: dužina, vreme i masa.

U dimenzionoj analizi, dužinu označavamo sa L , masu sa M i vreme sa T . Kada želimo da prikažemo dimenziju neke fizičke veličine obično tu fizičku veličinu zapisujemo u uglastim zagradama.

Na primer, znamo da je brzina v pređeni put (dužina L) u nekom vremenskom intervalu (vreme T):

$$[v] = \frac{L}{T} = L \cdot T^{-1}$$

Zapremina:

$$[V] = L \cdot L \cdot L = L^3$$

Tabela 2.1. Izvedene fizičke veličine, njihove dimenzije i jedinice

Fizička veličina	Dimenzija	MKS jedinica
Ugao	Nema	rad
Prostorni ugao	Nema	sr
Površina	L^2	m^2
Zapremina	L^3	m^3
Frekvencija	T^{-1}	s^{-1}
Brzina	$L \cdot T^{-1}$	$m \cdot s^{-1}$
Ubrzanje	$L \cdot T^{-2}$	$m \cdot s^{-2}$
Ugaona brzina	T^{-1}	$rad \cdot s^{-1}$
Ugaono ubrzanje	T^{-2}	$rad \cdot s^{-2}$
Gustina	$M \cdot L^{-3}$	$kg \cdot m^{-3}$
Impuls	$M \cdot L \cdot T^{-1}$	$kg \cdot m \cdot s^{-1}$
Sila	$M \cdot L \cdot T^{-2}$	$kg \cdot m \cdot s^{-2} = N$
Moment impulsa	$M \cdot L^2 \cdot T^{-1}$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$
Moment sile	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} = N \cdot m$
Rad i energija	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} = J$
Snaga	$M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-3} = W$
Pritisak	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = Pa$

Kada govorimo o zapisivanju fizičkih zakona u vidu jednačina, bitno je napomenuti da obe strane bilo koje jednačine moraju imati iste dimenzije. Na ovaj način lako možemo proveriti validnost svake

jednačine. Naravno, dimenzionalna enakost leve i desne strane je potreban ali ne i dovoljan uslov da bi jednačina bila validna.