

# Osnovne mjerne jedinice

Duje Jerić- Miloš

17. listopada 2024.

# Osnovne veličine

► **Vrijeme,**

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**,

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**, puno različitih oznaka  $x$  (to make Elon proud),  $d$  (eng. *distance*),  $l$  (eng. *length*),  $h$  (eng. *height*),  $s$  (lat. *spatium*)...

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**, puno različitih oznaka  $x$  (to make Elon proud),  $d$  (eng. *distance*),  $l$  (eng. *length*),  $h$  (eng. *height*),  $s$  (lat. *spatium*)...
- ▶ **Masa**,

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**, puno različitih oznaka  $x$  (to make Elon proud),  $d$  (eng. *distance*),  $l$  (eng. *length*),  $h$  (eng. *height*),  $s$  (lat. *spatium*)...
- ▶ **Masa**, oznaka  $m$

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**, puno različitih oznaka  $x$  (to make Elon proud),  $d$  (eng. *distance*),  $l$  (eng. *length*),  $h$  (eng. *height*),  $s$  (lat. *spatium*)...
- ▶ **Masa**, oznaka  $m$



# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**, puno različitih oznaka  $x$  (to make Elon proud),  $d$  (eng. *distance*),  $l$  (eng. *length*),  $h$  (eng. *height*),  $s$  (lat. *spatium*)...
- ▶ **Masa**, oznaka  $m$
- ▶ Imamo još (manje bitno za 7. razred) naboj  $q$  (quantity [of charge]), množinu/količinu tvari  $n$  (eng. *number*), temperaturu  $T$

# Osnovne veličine

- ▶ **Vrijeme**, oznaka:  $t$  (eng. *time*)
- ▶ **Udaljenost**, puno različitih oznaka  $x$  (to make Elon proud),  $d$  (eng. *distance*),  $l$  (eng. *length*),  $h$  (eng. *height*),  $s$  (lat. *spatium*)...
- ▶ **Masa**, oznaka  $m$
- ▶ Imamo još (manje bitno za 7. razred) naboj  $q$  (quantity [of charge]), množinu/količinu tvari  $n$  (eng. *number*), temperaturu  $T$
- ▶ **SVE druge veličine su izvedene iz ovih.**  
Npr. brzina =  $\frac{\text{udaljenost}}{\text{vrijeme}}$

# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme?

# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme? Pješčani sat, njihalo...

# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme? Pješčani sat, njihalo...
- ▶ **Sekunda** je osnovna mjerna jedinica za vrijeme.

# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme? Pješčani sat, njihalo...
- ▶ **Sekunda** je osnovna mjerna jedinica za vrijeme.
- ▶ Koristimo još minute (min) sate (h, eng. *hour*), dane itd.

# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme? Pješčani sat, njihalo...
- ▶ **Sekunda** je osnovna mjerna jedinica za vrijeme.
- ▶ Koristimo još minute (min) sate (h, eng. *hour*), dane itd.
- ▶ Izvorna definicija: dan (definiran rotacijom Zemlje)  $\implies$   
$$h = \frac{1}{24}\text{dan} \implies \text{min} = \frac{1}{60}h \implies s = \frac{1}{60}\text{min}.$$

# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme? Pješčani sat, njihalo...
- ▶ **Sekunda** je osnovna mjerna jedinica za vrijeme.
- ▶ Koristimo još minute (min) sate (h, eng. *hour*), dane itd.
- ▶ Izvorna definicija: dan (definiran rotacijom Zemlje)  $\implies$   
$$h = \frac{1}{24}\text{dan} \implies \text{min} = \frac{1}{60}h \implies s = \frac{1}{60}\text{min}.$$

**Dodatno** Problem: brzina Zemljine rotacije se pomalo (jako malo) mijenja



# Sekunda

- ▶ Kako mjeriti vrijeme? Pješćani sat, njihalo...
- ▶ **Sekunda** je osnovna mjerna jedinica za vrijeme.
- ▶ Koristimo još minute (min) sate (h, eng. *hour*), dane itd.
- ▶ Izvorna definicija: dan (definiran rotacijom Zemlje)  $\implies$   
$$h = \frac{1}{24}\text{dan} \implies \text{min} = \frac{1}{60}h \implies s = \frac{1}{60}\text{min}.$$

**Dodatno** Problem: brzina Zemljine rotacije se pomalo (jako malo) mijenja

**Dodatno** Moderna definicija (atomske sat):  $1s = 9\,192\,631\,770$  oscilacija (fotona koje je stvorio elektron Cezijevog atoma pri prelasku između dva hiperfina energetska stanja)

# Metar

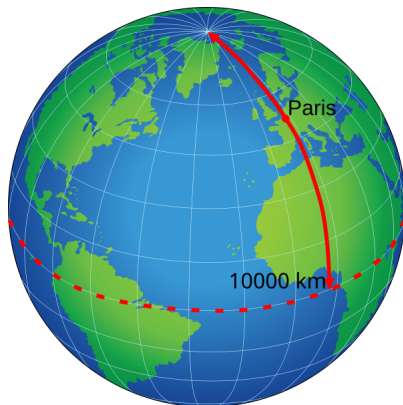
- ▶ Kako mjeriti udaljenost?

# Metar

- ▶ Kako mjeriti udaljenost? Štap, dio tijela...
- ▶ **Metar** je osnovna mjerna jedinica za udaljenost.

# Metar

- ▶ Kako mjeriti udaljenost? Štap, dio tijela...
- ▶ **Metar** je osnovna mjerna jedinica za udaljenost.
- ▶ Izvorna definicija: 1m je  $\frac{1}{10\,000\,000}$  dio četvrtine meridijana kroz Pariz (od sj. pola do ekvatora)



# Metar

- ▶ Izmjerimo metar i napravimo štap te duljine ("internacionalni prototip metra")

# Metar

- ▶ Izmjerimo metar i napravimo štap te duljine ("internacionalni prototip metra")

**Dodatno** Problem: duljina štapa ovisi o temperaturi, može se deformirati dok rukujemo s njim, dok oksidira i sl....

# Metar

- ▶ Izmjerimo metar i napravimo štap te duljine ("internacionalni prototip metra")

**Dodatno** Problem: duljina štapa ovisi o temperaturi, može se deformirati dok rukujemo s njim, dok oksidira i sl....

**Dodatno** Moderna definicija: 1m je udaljenost koju svjetlost u vakuumu prijeđe u  $\frac{1}{299\,792\,458}$  dijelu sekunde.

# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu



# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu (**kilogram**, a ne gram!)
- ▶ Izvorna definicija: 1kg je masa 1L vode. ( $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ )

# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu (**kilo**gram, a ne gram!)
- ▶ Izvorna definicija: 1kg je masa 1L vode. ( $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ )
- ▶ Problem: voda se širi na višim temperaturama i isparava - bolje je napraviti prototip kilograma koji je u krutom stanju.

# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu (**kilogram**, a ne gram!)
- ▶ Izvorna definicija: 1kg je masa 1L vode. ( $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ )
- ▶ Problem: voda se širi na višim temperaturama i isparava - bolje je napraviti prototip kilograma koji je u krutom stanju.

**Dodatno** I ovdje imamo problem: nečistoće utječu na masu (padne li prašina ili dotaknemo uteg masnim rukama već imamo veću masu).

# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu (**kilogram**, a ne gram!)
- ▶ Izvorna definicija: 1kg je masa 1L vode. ( $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ )
- ▶ Problem: voda se širi na višim temperaturama i isparava - bolje je napraviti prototip kilograma koji je u krutom stanju.

**Dodatno** I ovdje imamo problem: nečistoće utječu na masu (padne li prašina ili dotaknemo uteg masnim rukama već imamo veću masu).

**Dodatno** Moderna definicija?

# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu (**kilogram**, a ne gram!)
- ▶ Izvorna definicija: 1kg je masa 1L vode. ( $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ )
- ▶ Problem: voda se širi na višim temperaturama i isparava - bolje je napraviti prototip kilograma koji je u krutom stanju.

**Dodatno** I ovdje imamo problem: nečistoće utječu na masu (padne li prašina ili dotaknemo uteg masnim rukama već imamo veću masu).

**Dodatno** Moderna definicija?

Ideja: ako definiramo Joule (jedinicu za energiju) onda iz toga dobijemo kilograme  $J = \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

# Kilogram

- ▶ **Kilogram** je osnovna mjerna jedinica za masu (**kilogram**, a ne gram!)
- ▶ Izvorna definicija: 1kg je masa 1L vode. ( $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ )
- ▶ Problem: voda se širi na višim temperaturama i isparava - bolje je napraviti prototip kilograma koji je u krutom stanju.

**Dodatno** I ovdje imamo problem: nečistoće utječu na masu (padne li prašina ili dotaknemo uteg masnim rukama već imamo veću masu).

**Dodatno** Moderna definicija?

Ideja: ako definiramo Joule (jedinicu za energiju) onda iz toga dobijemo kilograme  $J = \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

Najmanja energija elektromagnetskog polja koje oscilira jednom u sekundi (1Hz) je Planckova konstanta. Kilogram je definiran tako da ona iznosi  $6.62607015 \cdot 10^{-34} \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$ .

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine:  
 ,  
 ,



# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ),

,

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ),

## Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).
- ▶ Osnovne mjerne jedinice:

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).
- ▶ Osnovne mjerne jedinice: s (vrijeme),

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).
- ▶ Osnovne mjerne jedinice: s (vrijeme), m (udaljenost),

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).
- ▶ Osnovne mjerne jedinice: s (vrijeme), m (udaljenost), kg (masa).
- ▶ Sekunda izvorno definirana rotacijom Zemlje oko svoje osi:  
dan = 24h, h = 60min, min = 60s.

# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).
- ▶ Osnovne mjerne jedinice: s (vrijeme), m (udaljenost), kg (masa).
- ▶ Sekunda izvorno definirana rotacijom Zemlje oko svoje osi:  
dan = 24h, h = 60min, min = 60s.
- ▶ Metar izvorno definiran tako da je duljina meridijana  
40 000 000m.



# Zaključimo (prepišite)

- ▶ Fizikalna veličina (npr. vrijeme)  $\neq$  mjerna jedinica (npr. s)!
- ▶ Osnovne veličine: vrijeme (oznaka  $t$ ), udaljenost (oznaka  $d, s, l, h...$ ), masa (oznaka  $m$ ).
- ▶ Osnovne mjerne jedinice: s (vrijeme), m (udaljenost), kg (masa).
- ▶ Sekunda izvorno definirana rotacijom Zemlje oko svoje osi:  
dan = 24h, h = 60min, min = 60s.
- ▶ Metar izvorno definiran tako da je duljina meridijana  
40 000 000m.
- ▶ Kilogram izvorno definiran kao masa 1L vode.

# Prefiksi (prepišite)

Prefiks	Numerička vrijednost
mili (m)	$\frac{1}{1000} = 0.001$
centi (c)	$\frac{1}{100} = 0.01$
deci (d)	$\frac{1}{10} = 0.1$
deka (da)	10
hekto (h)	100
kilo (k)	1000

# Prefiksi (prepišite)

Prefiks	Numerička vrijednost
mili (m)	$\frac{1}{1000} = 0.001$
centi (c)	$\frac{1}{100} = 0.01$
deci (d)	$\frac{1}{10} = 0.1$
deka (da)	10
hekto (h)	100
kilo (k)	1000

►  $2\text{km} = 2 \cdot 1000\text{m} = 2000\text{m}$ ,  $3\text{kL} = 3000\text{L}$

# Prefiksi (prepišite)

Prefiks	Numerička vrijednost
mili (m)	$\frac{1}{1000} = 0.001$
centi (c)	$\frac{1}{100} = 0.01$
deci (d)	$\frac{1}{10} = 0.1$
deka (da)	10
hekto (h)	100
kilo (k)	1000

- ▶  $2\text{km} = 2 \cdot 1000\text{m} = 2000\text{m}$ ,  $3\text{kL} = 3000\text{L}$
- ▶  $2\text{mm} = 2 \cdot \frac{1}{1000}\text{m} = 0.002\text{m}$ ,  $5\text{mg} = 5 \cdot \frac{1}{1000}\text{g} = 0.005\text{g}$ .