

Seminar 1

Uvod u seminar
Mjerenje, preciznost, mjerne jedinice

1.10.2026.

Na vježbama ćemo se baviti rješavanjem računskih problema u kemiji.

Kako riješiti zadatak?

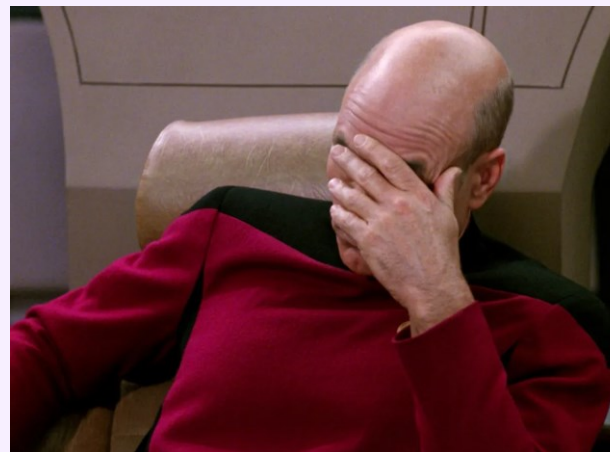
1. Pročitati s razumijevanjem
2. Odrediti bitne podatke – ispisati ih
3. Jednadžba kemijske reakcije
4. Upotreba (točnih) formula
5. Račun – pisati mjerne jedinice!
6. **Provjeriti smislenost rezultata**

~~pH-vrijednost vodene otopine
kiseline > 7~~

Primjer: Odrediti koliko se maksimalno soli (NaCl) može otopiti u 30 mL destilirane vode (slika lijevo).



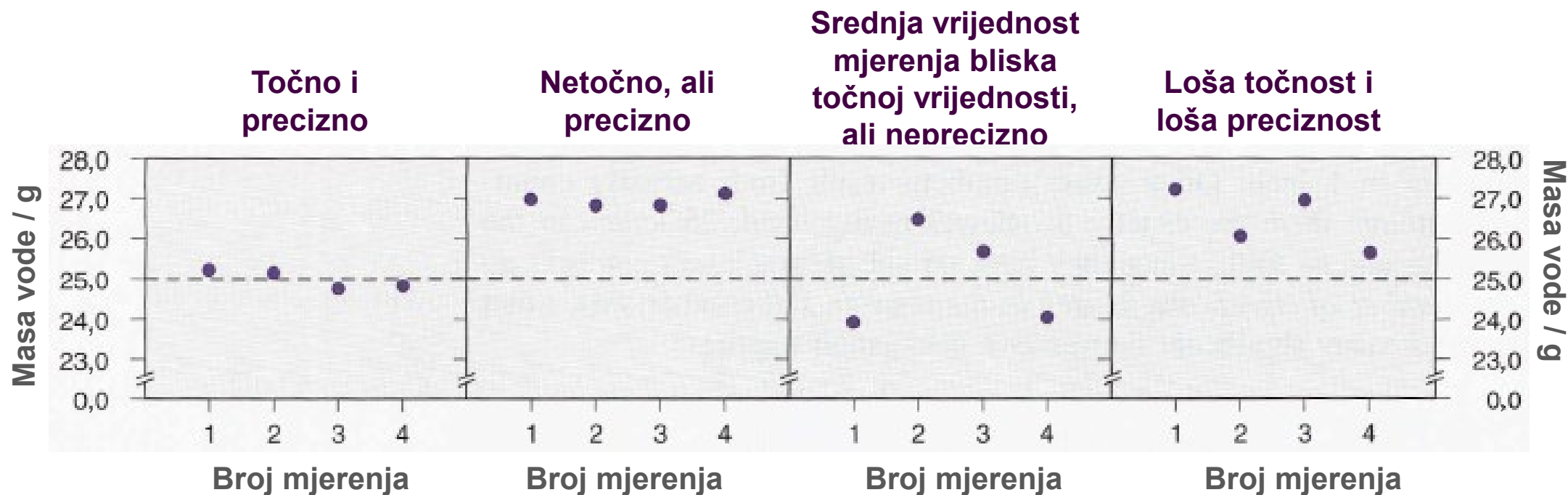
~~dobiveni rezultat:
25 kg soli?~~

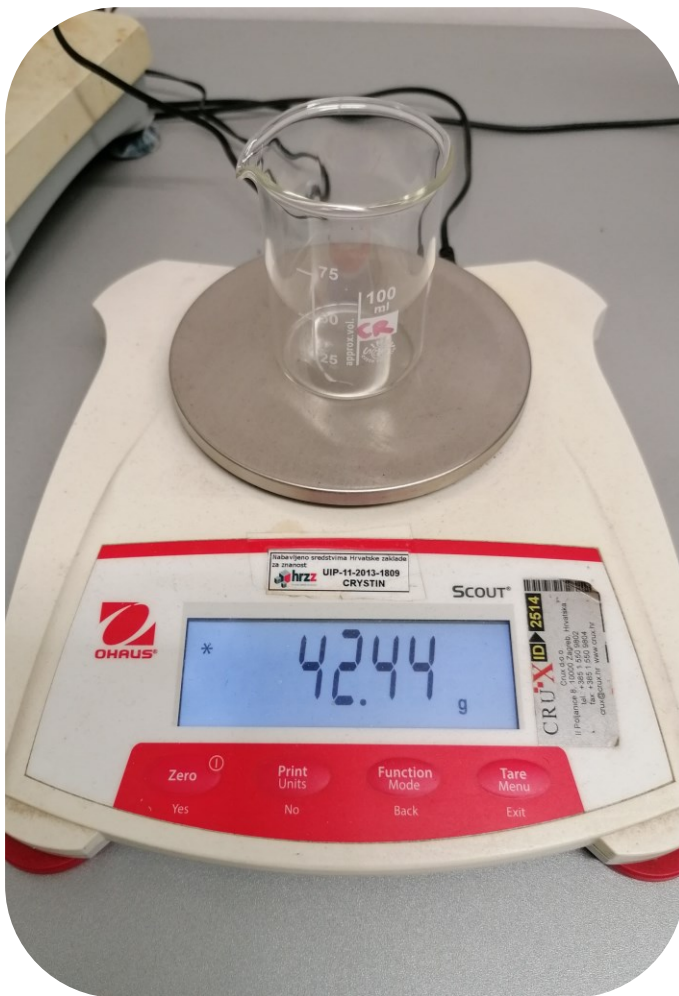


Što je mjerenje?

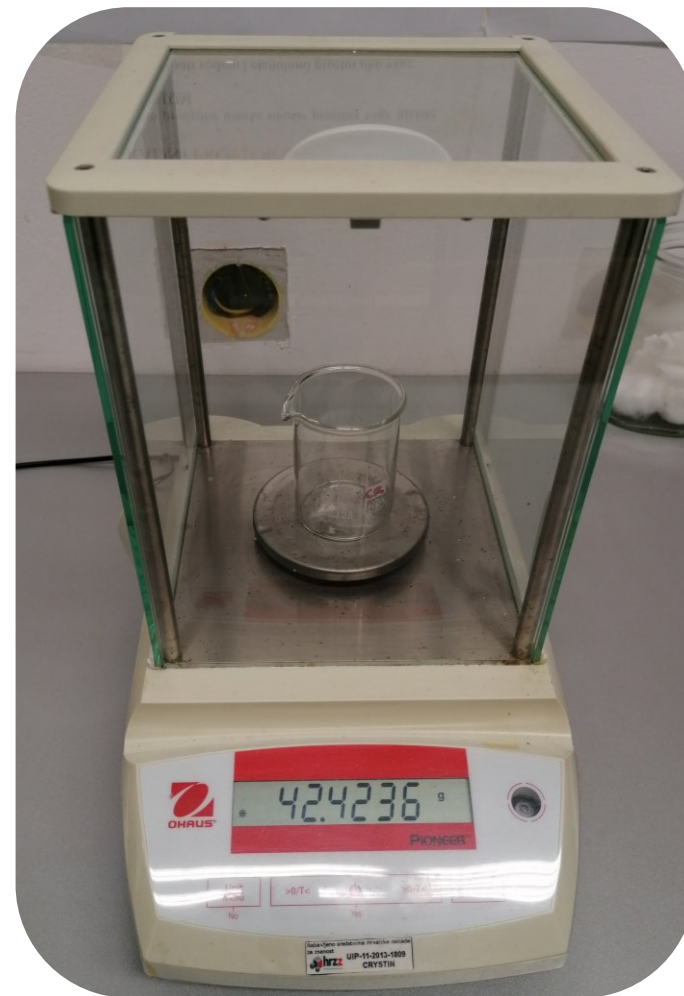
Postupak kojim se utvrđuje vrijednost neke veličine, a sastoji se od uspoređivanja ispitivane veličine s nekom dogovorno odabranom vrijednošću te veličine.

Točnost vs. preciznost





$$m = 42,44 \text{ g}$$



$$m = 42,4236 \text{ g}$$

preciznije

Nepouzdanost mjerenja određena je ograničenjem mjernog instrumenta...

značajne znamenke

m = 42,44 g

nepouzdana

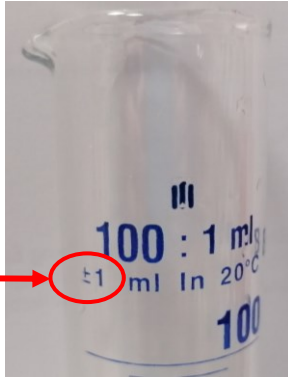
Znamenke za koje znamo da su točne + **jedna nepouzdana**

istog reda veličine kao i
greška mjerenja

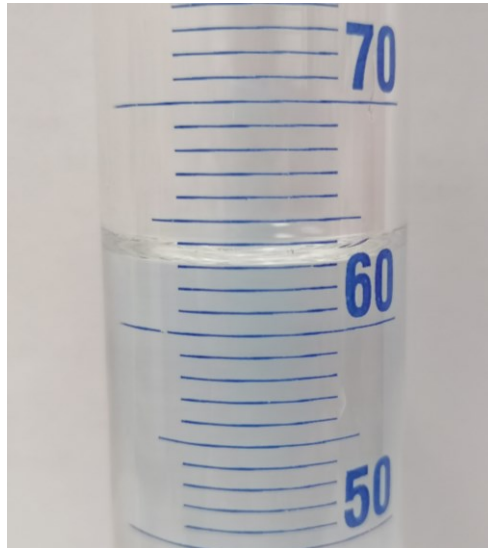
Što je više značajnih znamenki, to je mjerenje preciznije!

Značajne znamenke u realnim primjerima mjerjenje volumena tekućine menzutom

Menzura od 100 mL

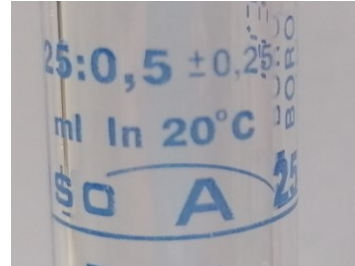


Kaže nam kolika
je pogreška
mjerjenja
=
preciznost mjerjenja



$V = 63 \text{ mL}$

Menzura od 25 mL



$25:0,5 \pm 0,25 \text{ mL}$



$V = 19,0 \text{ mL}$

Menzura od 5 mL

$5:0,1 \pm 0,1 \text{ mL}$



$V = 2,3 \text{ mL}$

Dogovor za određivanje broja značajnih znamenaka

➤ Brojevi veći od 1

• Cijeli brojevi:

- ✓ Značajne su sve znamenke različite od 0

4529 - 4 ZZ

520 - 2 ZZ

- ✓ Ako se 0 nalazi između znamenaka različitih od 0 onda je i ona značajna

302 - 3 ZZ

• Decimalni brojevi:

- ✓ Značajne su sve znamenke prije i nakon decimalnog zareza

3,50 3 ZZ

17,03620 7 ZZ

➤ Brojevi manji od 1

- ✓ Značajne su sve znamenke koje se nalaze nakon decimalnog zareza počevši od prve znamenke različite od nule

0,00503 3 ZZ

0,2000 4 ZZ

➤ Znanstveni zapis brojeva

- ✓ Značajne su sve znamenke koje se nalaze prije i nakon decimalnog zareza

6 · 10² 1 ZZ

6,0 · 10² 2 ZZ

6,00 · 10² 3 ZZ

VAŽNA NAPOMENA: Ako je neki broj direktan rezultat mjerenja, onda su sve zapisane znamenke (čak i „0” kod cijelih brojeva) značajne (naravno, treba paziti broj značajnih znamenaka kod decimalnih brojeva manjih od 1!

Npr. $m \text{ (kugle)} = \underline{520} \text{ kg}$ sve 3 znamenke su značajne
(pod uvjetom da je preciznost vage 1 kg)

Nule postaju neznačajne kada su *rezultat pretvaranja mjernih jedinica*; npr.
520 kg (3 ZZ) moramo pretvoriti u grame:

520 kg = 520000 g (3 ZZ)

(samo 3 značajne znamenke jer je 520 kg izmjereno vagom koja ima preciznost 1 kg, odnosno 1000 g)

Pravila za određivanje broja značajnih znamenaka kod računskih operacija

➤ Zbrajanje i oduzimanje

✓ Ako se zbrajaju/oduzimaju dva ili više brojeva, rezultat se zaokružuje na poziciji „najviše” (npr. stotice > desetice > jedinice...) zadnje značajne znamenke

$$4,246 + 31,\underline{1} = 35,346 \rightarrow \underline{35,3}$$

$$38,\underline{63} - 0,7420 = 37,888 \rightarrow \underline{37,89}$$

➤ Množenje i dijeljenje

✓ Broj značajnih znamenki produkta ili kvocijenta određen je polaznim brojem s najmanjim brojem značajnih znamenaka.

$$\underline{4,63} \cdot 24,75 = 114,5925 \rightarrow \underline{114}$$

$$15,6 : \underline{9,3} = 1,6774194 \rightarrow \underline{1,7}$$

➤ Logaritmiranje i potenciranje

LOGARITMIRANJE: $\log \underline{214} = 2,\underline{330}$

POTENCIRANJE: $10^{2,\underline{123}} = 132,7394458 = \underline{132}$

Značajne znamenke kod više uzastopnih računskih operacija

- Ako postoji više uzastopnih računskih operacija, **međurezultate zaokruživati na 2 ili 3 značajne znamenke više!**
- **ZAOKRUŽUJE SE SAMO KONAČAN REZULTAT!** – pogledajte koje vrijednosti Vam ulaze u precizni račun i onda odlučite koliko značajnih znamenaka je potrebno zadržati u konačnom rezultatu

Primjer:

U Praktikumu opće kemije 1 dobili ste zadatak prirediti 25,00 mL otopine natrijevog oksalata ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) te odrediti množinsku koncentraciju priređene otopine.

Tehničarka Nikolina Vam je rekla da masa natrijevog oksalata koju trebate otopiti iznosi 0,848 g.

Izračunajte množinsku koncentraciju priređene otopine natrijevog oksalata i zaokružite ju na točan broj značajnih znamenaka.

određuje broj značajnih znamenaka rezultata

$$c = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,848 \text{ g}}{133,998 \text{ g mol}^{-1} \cdot 25,00 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,253138 \text{ mol/L} = \mathbf{0,253 \text{ mol/L}}$$

3 ZZ 6 ZZ 4 ZZ

Statistika i pogreške

- Aritmetička sredina

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n x_i}{n}$$

- Apsolutna pogreška

$$\Delta = |x_e - x_t|$$

$$\Delta = |\bar{x} - x_t|$$

- Relativna pogreška

$$\delta_r = \frac{|\Delta|}{x_t} = \frac{|x_e - x_t|}{x_t}$$

$$\delta_r = \frac{|\Delta|}{x_t} = \frac{|\bar{x} - x_t|}{x_t}$$

- Standardna devijacija

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$m = 42,44 \text{ g}$$



**Fizikalna
veličina (oznaka)**

Napomena: Oznake
fizikalnih veličina pišu se
u *kurzivu!*



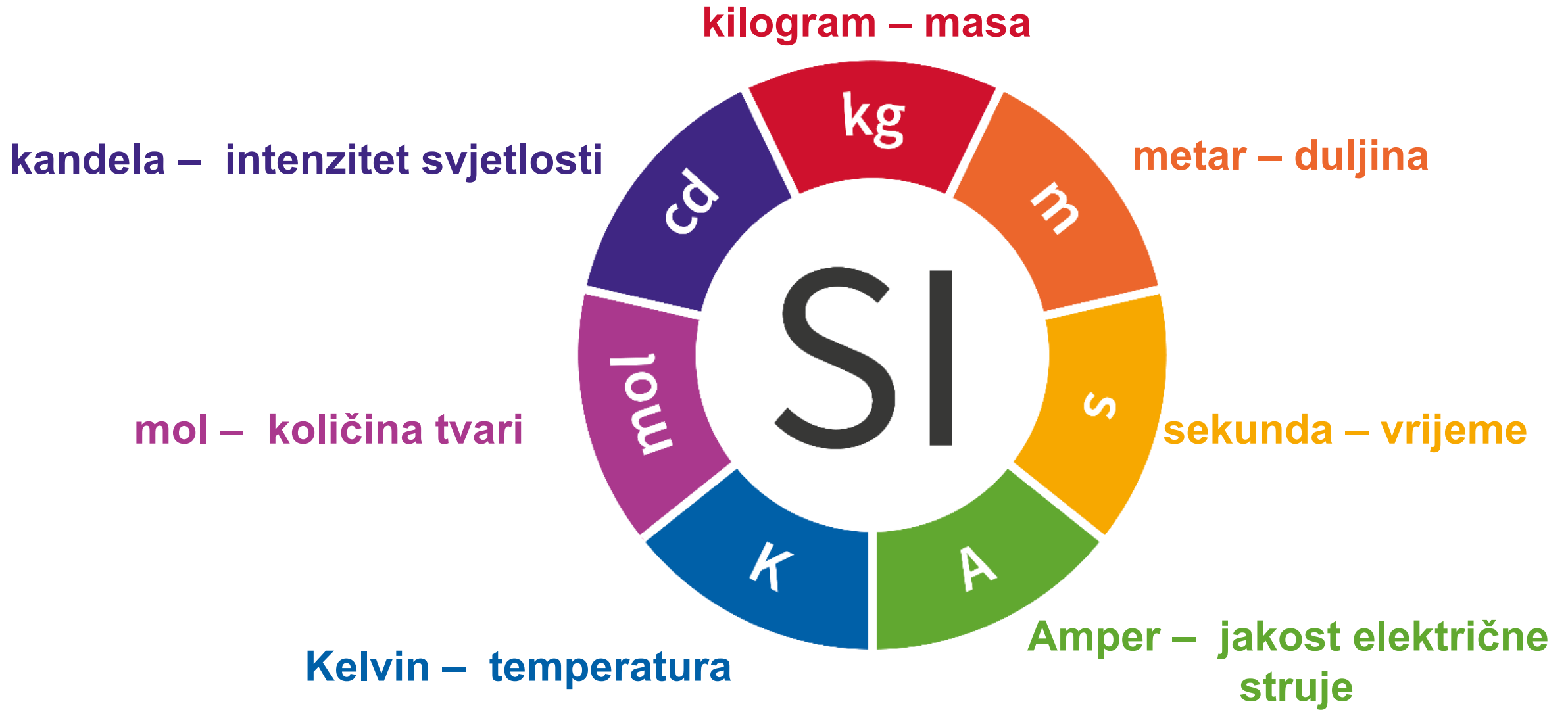
**Izmjerena vrijednost
fizikalne veličine**



Mjerna jedinica

Mjerna jedinica

Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI sustav)



Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI sustav)

Osnovne fizikalne veličine i pripadne SI jedinice

Fizikalna veličina		Osnovna SI jedinica	
naziv	oznaka	naziv	simbol
duljina	<i>l</i>	metar	m
masa	<i>m</i>	kilogram	kg
vrijeme	<i>t</i>	sekunda	s
jakost električne struje	<i>I</i>	amper	A
termodinamička temperatura	<i>T</i>	kelvin	K
množina tvari	<i>n</i>	mol	mol
intenzitet svjetlosti	<i>I_v</i>	kandela	cd



Definicije osnovnih mjernih jedinica:

<https://www.nist.gov/si-redefinition/turning-point-humanity-redefining-worlds-measurement-system>

Neke izvedene fizikalne veličine i pripadne SI jedinice – nama korisne

Fizikalna veličina		SI jedinica		
Naziv	oznaka	naziv	simbol	Međujedinična jednadžba
površina	<i>S, A</i>	-	-	m^2
volumen	<i>V</i>	-	-	m^3
gustoća	<i>\rho</i>	-	-	kg m^{-3}
molarna koncentracija otopljene tvari A	<i>c_A</i>	-	-	mol m^{-3}
sila	<i>F</i>	newton	N	$\text{kg m s}^{-2} = \text{J m}^{-1}$
tlak	<i>p</i>	pascal	Pa	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2} = \text{N m}^{-2}$
energija, rad, toplina	<i>E, W, Q</i>	joule	J	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
snaga	<i>P</i>	watt	W	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} = \text{J s}^{-1}$
električni naboj	<i>Q</i>	coulomb	C	A s

Polumjer atoma joda = 0,00000000014 m



$= 1,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

$= 140 \cdot 10^{-12} \text{ m}$



Polumjer atoma joda = 1,4 Å

Polumjer atoma joda = 140 pm

Prefiks	Simbol	Faktor
eksa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1

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



$10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ Å}$

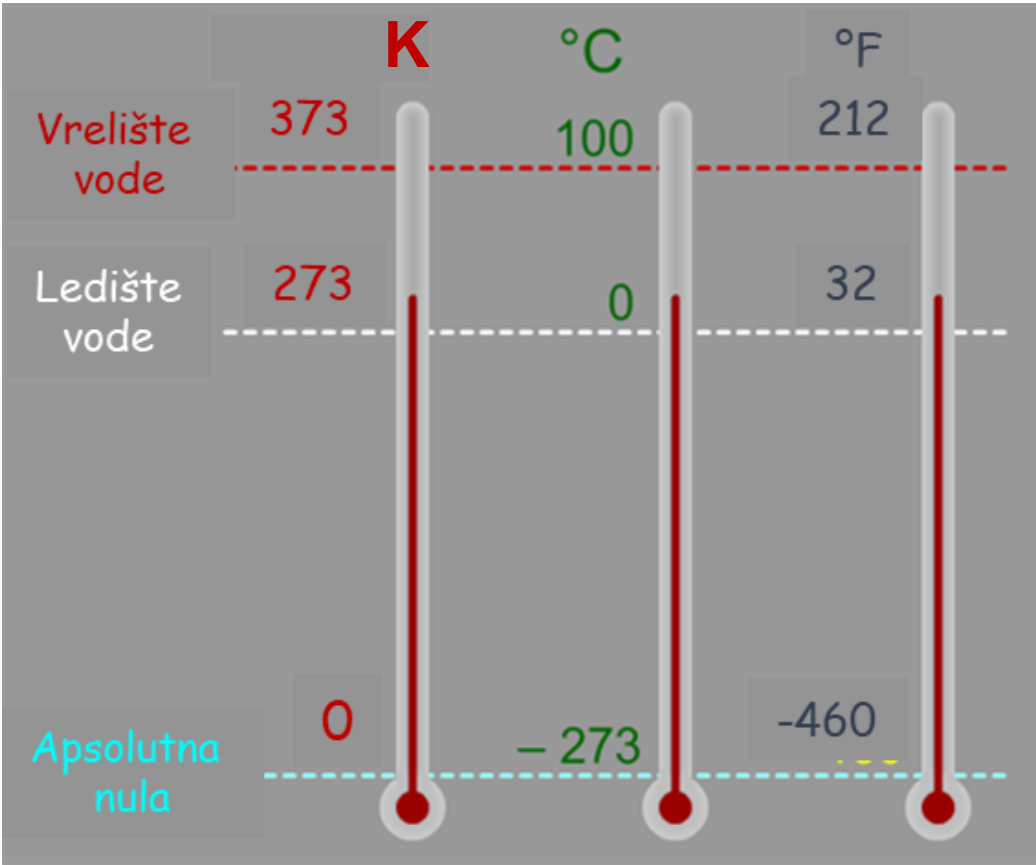
Mjerne jedinice za temperaturu

- Kelvin (K) ←
- Stupanj Celsiusov (°C)

- Stupanj Fahrenheitov (°F)

$\Delta T = \Delta t \neq \Delta t_F$

	T $\overline{K}$	t $^{\circ}C$	t_F $^{\circ}F$
T $\overline{K}$		$\frac{T}{\overline{K}} - 273,15$	$\frac{9}{5} \frac{T}{\overline{K}} - 459,67$
t $^{\circ}C$	$\frac{t}{^{\circ}C} + 273,15$		$\frac{9}{5} \frac{t}{^{\circ}C} + 32$
t_F $^{\circ}F$	$\frac{5}{9} (\frac{t_F}{^{\circ}F} + 459,67)$	$\frac{5}{9} (\frac{t_F}{^{\circ}F} - 32)$	



Mjerne jedinice za tlak

- Pascal (Pa) ←
- atmosfera (atm) $\rightarrow 1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$
- bar (bar) $\rightarrow 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

- milimetar žive (mmHg)
- Torr (torr)

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm} / 760 = 133,322 \text{ Pa}$$



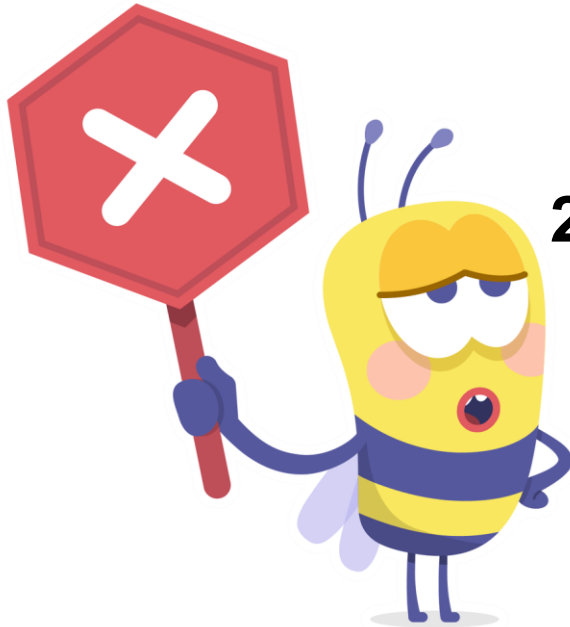
Mjerne jedinice i precizni račun

- Zbrajati i oduzimati se mogu jedino brojevi s **ISTIM MJERNIM JEDINICAMA!!!**
- Mjerne jedinice ne mogu biti eksponent ili pod logaritmom!

$$3,25 \text{ hPa} + 2,4 \text{ mmHg} + 1 \text{ atm} = ?$$



Možemo nakon
što svedemo na
istu mjernu
jedinicu!



$$25 \text{ K} + 45 \text{ kg} = ?$$

Kod rješavanja zadataka

- pisati cijeli postupak
- pisati mjerne jedinice kroz postupak
- paziti na značajne znamenke
- često je korisno kod rješavanja zadataka provesti dimenzionalnu analizu (računanje i usporedbu mjernih jedinica)



Pretvaranje mjernih jedinica - vježba

Pretvorite:

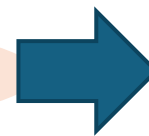
- a) $10\,320\,000\text{ mm} \rightarrow \text{km}$
- b) $1,23 \cdot 10^{-5} \mu\text{m} \rightarrow \text{\AA}$
- c) $5,24 \cdot 10^{-3} \text{ dag} \rightarrow \text{pg}$
- d) $3 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^2 \rightarrow \mu\text{m}^2 \rightarrow \text{hm}^2$
- e) $0,045 \text{ mL} \rightarrow \text{dm}^3 \rightarrow \mu\text{L}$
- f) $0,245 \text{ g dm}^{-3} \rightarrow \text{kg m}^{-3}$
- g) $156 \text{ kW} \cdot \text{h} \rightarrow \text{kW} \cdot \text{s}$
- h) $263 \text{ mK} \rightarrow ^\circ\text{C}$
- i) $1012 \text{ hPa} \rightarrow \text{atm}$
- j) $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \rightarrow \text{hPa L mK}^{-1} \text{ nmol}^{-1}$

$$1 \text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$
$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$$

$$\text{J} = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{Pa} = \text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$$



$$\text{J} = \text{Pa m}^3$$

Značajne znamenke - vježba

$$\frac{3,563 \cdot 10^3 + 2,69 \cdot 10^2}{4,6 \cdot 10^9} =$$

$$\frac{3,24 \cdot 10^4 \cdot 3,99}{7360 + 269} =$$