

# PĒTNIECISKAIS UN EKSPERIMENTĀLAIS DARBS FIZIKĀ

## I PROGNOZĒŠANA UN PLĀNOŠANA

PĒTĀMĀS PROBLĒMAS FORMULĒŠANA

HIPOTĒZES IZVIRZĪŠANA

LIELUMU VAI PAZĪMJU GRUPĒŠANA

DARBA PIEDERUMU UN VIELU IZVĒLE

DARBA GAITAS PLĀNOŠANA, IZVĒLOTIES VIDEI UN VESELĪBAI

NEKAITĪGAS DARBA METODES

## II Eksperimentālā darbība

- novērošana
- mērīšana
- datu reģistrācija
- datu apstrāde

### **III Rezultātu analīze un prezentēšana**

- iegūto datu analīze
- eksperimenta izvērtējums
- secinājumi par pētāmo problēmu un izvirzīto hipotēzi
- iegūto rezultātu prezentācija

Populārākās **mērierīces** fizikālu lielumu tiešai mērīšanai (iekavās fizikālā lieluma biežāk lietotais apzīmējums un SI sistēmas mērvienība):

mērlente - **attālumu** mērīšanai ( $l$ ,  $m$ )

hronometrs - **laika** mērīšanai ( $t$ ,  $s$ )

svari - masas mērīšanai ( $m$ ,  $kg$ )

dinamometrs - spēka un svara mērīšanai ( $F$ ,  $N$ )

aerometrs - **šķidruma** blīvuma mērīšanai ( $\rho$ ,  $kg/m^3$ )

barometrs - atmosfēras **spiediena** mērīšanai ( $p$ ,  $Pa$ )

manometrs - šķidruma un gāzes spiediena mērīšanai ( $p$ ,  $Pa$ )

luksmetrs - **apgaismojuma** mērīšanai ( $E$ ,  $lx$ )

spidometrs - kustības ātruma mērīšanai ( $v$ ,  $m/s$ )

termometrs - **temperatūras** mērīšanai ( $T$ ,  $K$ )

voltmetrs - sprieguma mērīšanai ( $U$ ,  $V$ )

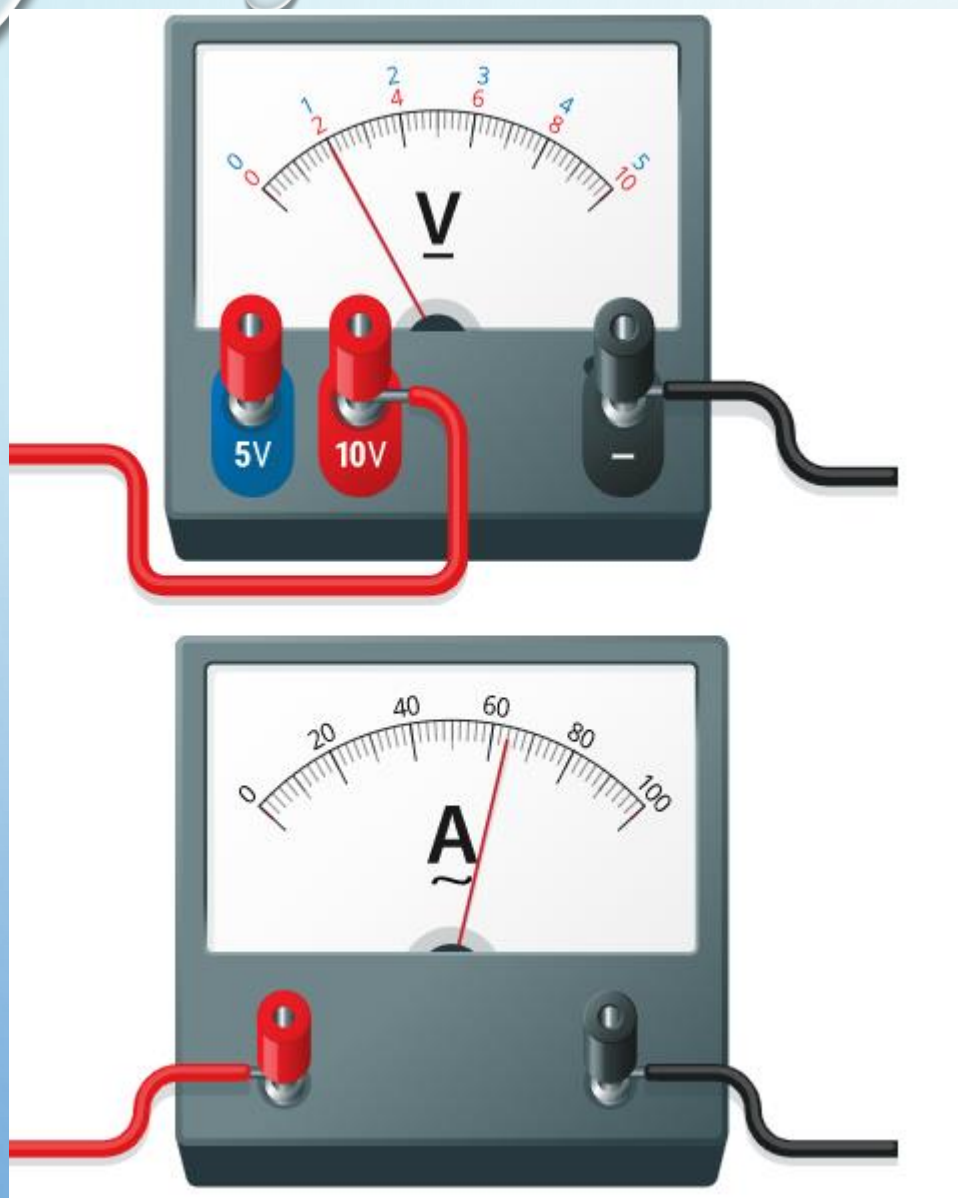
ampērmētrs - strāvas stipruma mērīšanai ( $I$ ,  $A$ )

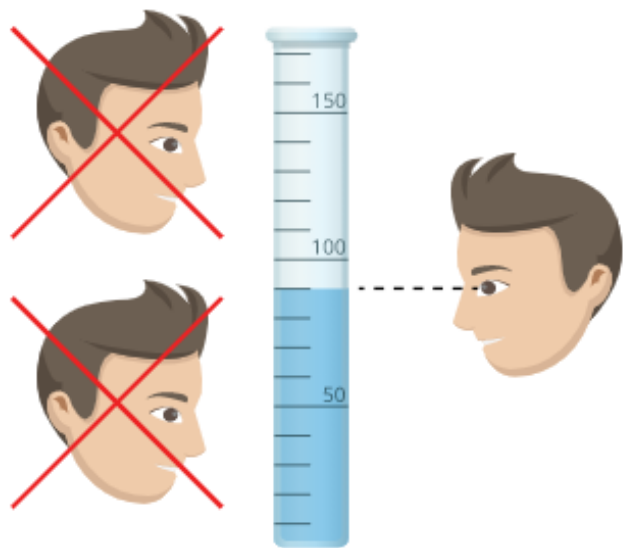
vatmetrs - elektriskās jaudas mērīšanai ( $P$ ,  $W$ )

ommetrs - elektriskās pretestības mērīšanai ( $R$ ,  $\Omega$ )

mērcilindrs - šķidruma tilpuma mērīšanai ( $V$ ,  $m^3$ )







Lai noteiktu attēlā redzamā šķidruma tilpumu, ir jānosaka iedaļas vērtība.

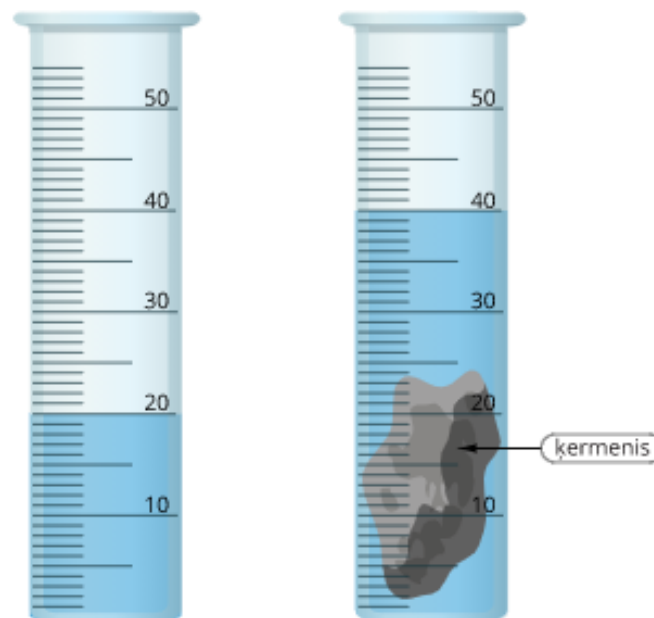
Iedaļas vērtība ir  $\frac{100 - 50}{5} = 10 \text{ (ml)}$

Šķidruma tilpums ir  $50 + 4 \cdot 10 = 50 + 40 = 90 \text{ (ml)}$ .

**Neregulāra ķermeņa tilpumu nosaka ar iegremdēšanas paņēmieni:**

mērcilindrā ielej ūdeni un nosaka tā tilpumu;  
ūdenī iegremdē ķermeni un nosaka ūdens un ķermeņa kopējo tilpumu;  
ķermeņa tilpumu aprēķina, ja no kopējā tilpuma atņem sākotnējo tilpumu.

Aprēķināsim zīmējumā dotā ķermeņa tilpumu.



1. Ūdens tilpums ir 20 ml;
2. ūdens un ķermeņa kopīgais tilpums ir 40 ml;
3.  $40 - 20 = 20 \text{ (ml)}$

Ķermeņa tilpums ir 20 mililitri.

Regulāras formas ķermeņu tilpumu var rēķināt **ar ģeometrijas formulām**.

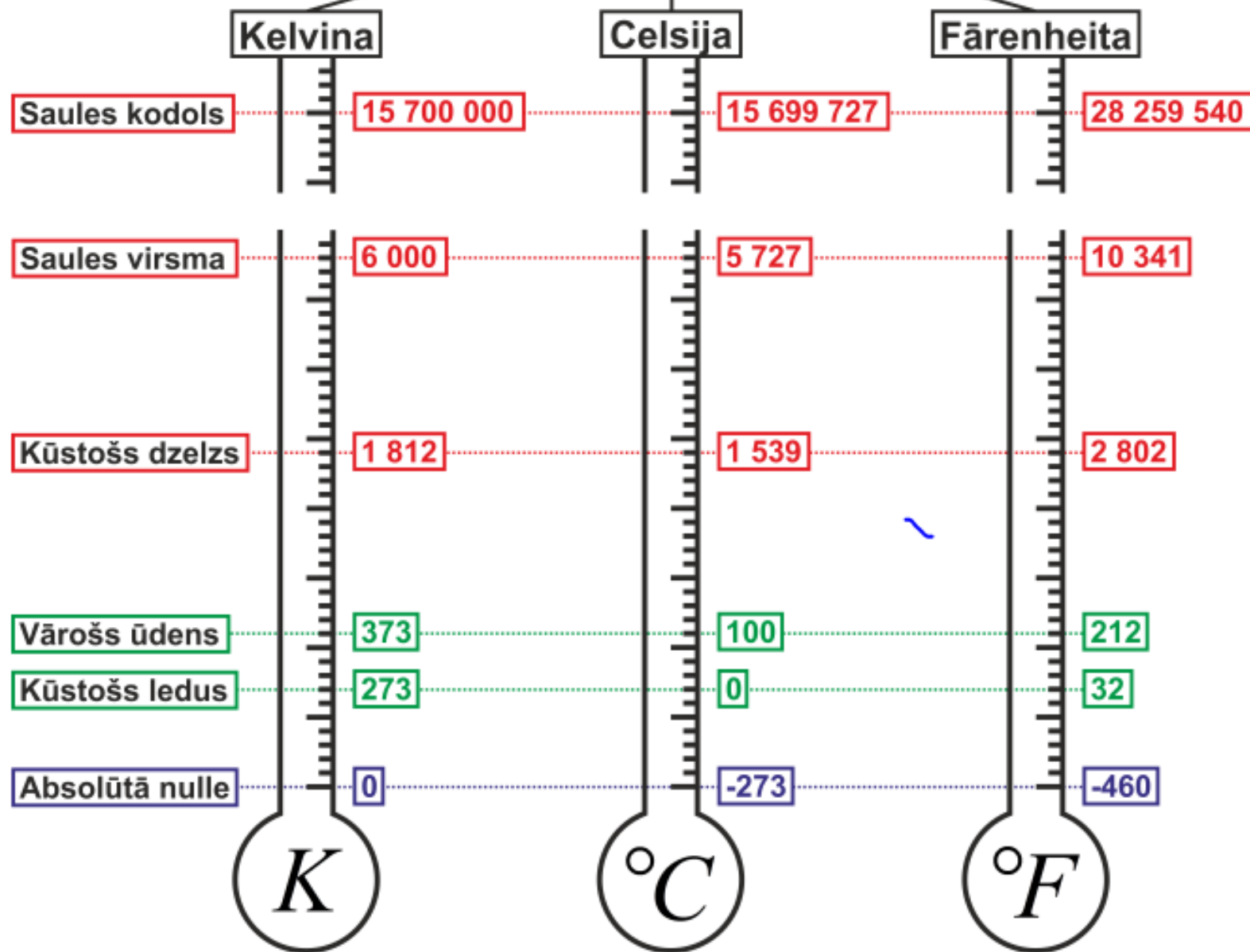
Ierīces iedaļas vērtību var noteikt, izdalot starpību starp tuvākajām lielajām iedaļām un starp tām esošo sīko iedaļu skaitu.

Visplašāk tiek lietota **Celsija** skala. Šajā skalā par  $0^{\circ}\text{C}$  ir pieņemta ledus kušanas temperatūra, savukārt par  $100^{\circ}\text{C}$  noteica ūdens vārīšanās temperatūru. Intervāls starp šie punktiem tika sadalīts 100 vienādās daļās, un katras daļas lielums ir viens Celsija grāds ( $^{\circ}\text{C}$ ).

**ASV** un dažās citās valstīs tiek lietota par Celsija skalu senākā **Fārenheita** skala, kurā ledus kušanas temperatūrai atbilst  $32^{\circ}\text{F}$ , bet ūdens vārīšanās temperatūrai  $212^{\circ}\text{F}$ . No tā var secināt, ka viens Celsija grāds ir lielāks par vienu Fārenheita grādu. Fārenheita skalā par nulles temperatūru ir pieņemta ledus, ožamā spirta un vārāmās sāls maisījuma kušanas temperatūra ( $-18^{\circ}\text{C}$ ).

**Kelvina** skalu pārsvarā izmanto zinātnieki. Šajā skalā par nulles līmeni tiek pieņemta zemākā dabā iespējamā temperatūra  $-273,15^{\circ}\text{C}$ , ko sauc par **absolūto nulli**. Viens Kelvina grāds (K) ir vienliels ar vienu Celsija grādu, līdz ar to var uzskatīt, ka Kelvina skala ir tā pati Celsija skala, tikai nobīdīta par 273,15 grādiem uz leju. Kelvina skalā nepastāv temperatūra, kas zemāka par 0.

# Temperatūras skalas



*Dažādās temperatūras skalās viena procesa temperatūras vērtības var būt krasi atšķirīgas*



precīzā

publīcā

*Zinātniski pētnieciskais darīgs ceļš.*

**Neatkarīgais lielums** ir tas, ko maina pētnieks, veicot eksperimentu. Parasti eksperimentā ir tikai viens neatkarīgais lielums. Pētnieks maina neatkarīgo lielumu un novēro atkarīgā lieluma izmaiņas. Vēlams, lai eksperimentā būtu tikai viens atkarīgais lielums. Ja ir vēlējšanās noskaidrot kāda cita lieluma izmaiņas, ieteicams veikt jaunu eksperimentu.

**Fizikālais lielums** var būt kāda ķermeņa īpašība vai pazīme, kā arī apstākļi, kuros ķermenis atrodas.

**Nemainīgos jeb fiksētos lielumus** eksperimenta laikā cenšas turēt konstantus. Tomēr arī tie eksperimenta laikā jānovēro. Piemēram, ja grib pētīt, kā iztecējušā ūdens tilpums ir atkarīgs no ūdens krāna pagriezienu leņķa, tad jāraugās, lai ūdens spiediens ūdensvadā būtu nemainīgs.

Lai raksturotu mērījumu precizitāti, izmanto divu veidu kļūdas:

a) **absolūto** kļūdu, kura skaitliski vienāda ar mērinstrumenta sīkākās iedaļas vērtību. (Ja sīkākās iedaļas platums mērinstrumentam ir pietiekoši liels, par absolūto kļūdu var pieņemt arī pusi no sīkākās iedaļas).

Piemērs:

Mērot nenoslogotas atsperes sākuma garumu ar mērlenti, kuras sīkākā iedaļa ir 1 mm, ieguva mērījuma rezultātu:

$$L = 125 \text{ mm}.$$

Ievērojot mērījuma iespējamo kļūdu, rezultātu pieraksta formā:

$$L \pm \Delta L, \text{ kur}$$

$L$  - mērījumā iegūtais mērskaitlis,

$\Delta L$  - mērījuma absolūtā kļūda.

Piemērs:

Iepriekšējā piemērā:

$$L = (125 \pm 1) \text{ mm}.$$

Tātad atsperes garums atrodas intervālā  $[124; 126]$  (mm).

b) **relatīvo** kļūdu  $R$ , kuru parasti izsaka procentos:

$$R = \Delta L / L$$

Piemērā:

$$R = 1 / 125 = 0,008 = 0,8\%$$

*Strādājot ar digitālajiem (ciparu) mērinstrumentiem, relatīvo kļūdu nosaka ražotājs katrā mērīšanas diapazonā un tā ir atrodama mērinstrumenta pasē.*

Ja mērījuma relatīvā kļūda ir **1–3 % robežās**, var uzskatīt, ka izdarītā mērījuma precizitāte ir pietiekoši laba.

## Zīmīgie cipari.

Fizikā visos mērījumos iegūst aptuvenas vērtības, tādēļ, pierakstot rezultātu, jāievēro zināmi nosacījumi. Rezultāts jānoapaļo līdz noteiktam zīmīgo ciparu skaitam.

Zīmīgie cipari sākas ar pirmo no nulles atšķirīgo ciparu, skatoties no kreisās puses, un beidzas ar pēdējo pareizo ciparu.

Piemēram:

0,0042 - divi zīmīgie cipari 4 un 2 ,

0,40 - divi zīmīgie cipari 4 un 0 ,

420 - trīs zīmīgie cipari.

Veicot darbības ar mērījumu mērskaitļiem, rezultāts jānoapaļo līdz tik zīmīgiem cipariem, cik to ir skaitlim ar vismazāko zīmīgo ciparu skaitu:

$$3,45 \cdot 0,8 = 2,76 = 3$$

( 0,8 - viens zīmīgais cipars.)

## Skaitļa normālforma.

Skaitļa normālformu fizikā izmanto, lai vienkāršāk pierakstītu ļoti lielus skaitļus (gaismas ātrums, attālumi līdz zvaigznēm u. c.) vai arī ļoti mazus (elektrona masa, gaismas viļņa garums un tml.).

Skaitli normālformā attēlo kā skaitli ar vienu zīmīgo ciparu pirms komata (tātad tas ir skaitlis, kurš lielāks vai vienāds 1 un mazāks par 10), kuru reizina ar skaitļa 10 pakāpi.

Piemērs:

Ar nelielu kļūdu var apgalvot, ka Mēness attālums no Zemes ir:  
384000 km jeb  $3,84 \cdot 10^5$  km.

Ūdeņraža molekulas diametrs ir:  
0,000000023 m jeb  $2,3 \cdot 10^{-8}$  m.



Priedēklis	Priedēkļa starptautiskais apzīmējums	Reizinātājs		Reizinātāja nosaukums
eksa	E	1 000 000 000 000 000 000 000	$10^{18}$	triljons
peta	P	1 000 000 000 000 000	$10^{15}$	biljards
tera	T	1 000 000 000 000	$10^{12}$	biljons
giga	G	1 000 000 000	$10^9$	miljards
mega	M	1 000 000	$10^6$	miljons
kilo	k	1000	$10^3$	tūkstotis
hekto	h	100	$10^2$	simts
deka	da	10	$10^1$	desmit
deci	d	0,1	$10^{-1}$	viena desmitdaļa
centi	c	0,01	$10^{-2}$	viena simtdaļa
mili	m	0,001	$10^{-3}$	viena tūkstošdaļa
mikro	$\mu$	0,000 001	$10^{-6}$	viena miljondaļa
nano	n	0,000 000 001	$10^{-9}$	viena miljarddaļa
piko	p	0,000 000 000 001	$10^{-12}$	viena biljondaļa
femto	f	0,000 000 000 000 001	$10^{-15}$	viena biljarddaļa
ato	a	0,000 000 000 000 000 001	$10^{-18}$	viena triljondaļa

zīmē. Tūksts, desmitdaļi, Peta un tera ir starptautiskie priedēkļi. ASM skaitli  $10^9$  sauc par biljonu, bet skaitli  $10^{12}$  par tr

Skaitlis	Priedēklis	Simbols
$\frac{1}{1000}$	mili	m
$\frac{1}{100}$	centi	c
$\frac{1}{10}$	deci	d
$\cdot 10$	deka	da
$\cdot 100$	hekto	h
$\cdot 1000$	kilo	k

$$1 \text{ m}^3 = 10 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} = 1000 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 1000000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} = 1000000000 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = \frac{1}{10} \text{ m} \cdot \frac{1}{10} \text{ m} \cdot \frac{1}{10} \text{ m} = \frac{1}{1000} \text{ m}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = \frac{1}{100} \text{ m} \cdot \frac{1}{100} \text{ m} \cdot \frac{1}{100} \text{ m} = \frac{1}{1000000} \text{ m}^3 = 0,000001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ mm}^3 = \frac{1}{1000} \text{ m} \cdot \frac{1}{1000} \text{ m} \cdot \frac{1}{1000} \text{ m} = \frac{1}{1000000000} \text{ m}^3 = 0,000000001 \text{ m}^3$$

leģaumē, kā jārīkojas, lai pārietu no vienām vienībām uz citām!

$$1 \text{ km}^2 = 1000 \text{ m} \cdot 1000 \text{ m} = 1\,000\,000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ m} \cdot 0,01 \text{ m} = 0,0001 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ dm}^2 = 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,01 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = 0,001 \text{ m} \cdot 0,001 \text{ m} = 0,000001 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 1000 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 10\,000 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 10 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} = 100 \text{ dm}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 0,001 \text{ km} \cdot 0,001 \text{ km} = 0,000001 \text{ km}^2$$

Sadzīvē izmanto laukuma mēru - hektāru [ha].

$$1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2 \quad 1 \text{ m}^2 = 0,0001 \text{ ha}$$

Starptautiskā mērvienību sistēma (SI)

**Pamatvienības:**

**sekunde ( s )**

**metrs ( m )**

**kilograms ( kg )**

**ampērs ( A )**

**kelvins ( K )**

**mols ( mol )**

**kandela ( cd )**

**Papildvienības:**

**radiāns ( rad )**

**steradiāns ( sr )**

Starptautiskā mērvienību sistēma ļauj sasaistīt mērvienības savā starpā. Pārējās fizikālo lielumu mērvienības tiek atvasinātas, izmantojot šīs pamatvienības un papildvienības.

## Angļu nemetriskās garuma vienības

- Jūras jūdze: 1,85 km
- Pēda: 304,8 mm
- Colla (inch): 25,4 mm
- Jards: 914,4 mm
- Kalibrs: collas simtā daļa jeb 254  $\mu\text{m}$

## Krievu nemetriskās garuma vienības

- Jūdze: 7,47 km
- Versts: 1,07 km
- Aršīna: 711,2 mm
- Verčoks: 44,45 mm



Senāk latvieši tilpumu mērīja siekos, riekšavās, tīnēs, pūros, cibās, stopos, karotēs.

1 tīne = 3 pūri = 9 sieki = 720 riekšavas = 162 stopi = 208 litri.

Litrs ir kubikdecimetrs:  $1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$

Mērcilindru iedaļas parasti ir izteiktas mililitros (ml):  $1\text{ ml} = 1\text{ cm}^3$ .

Uzziņai dažas angļu nemetriskās tilpuma vienības:

Akrpēda =  $1233,48\text{ m}^3$

Kubikcolla =  $16,39\text{ cm}^3$

Naftas barels =  $158,99\text{ dm}^3$

Bušelis (ASV) =  $35,24\text{ dm}^3$

Šķidrumu galons (ASV) =  $3,78\text{ dm}^3$

Pinte =  $0,57\text{ dm}^3$

Piemēram:

$100 \text{ nm} = ? \text{ cm} \Rightarrow 100 * 10^{-9 - (-2)} \text{ cm} = 100 * 10^{-7} \text{ cm} = 1 * 10^{-5} \text{ cm} = 0,00001 \text{ cm}$

$230 \mu\text{s} = ? \text{ s} \Rightarrow 230 * 10^{-6 - 0} \text{ s} = 230 * 10^{-6} \text{ s} = 2,3 * 10^{-4} \text{ s} = 0,00023 \text{ s}$

$15000 \text{ W} = ? \text{ MW} \Rightarrow 15000 * 10^{0 - 6} \text{ MW} = 15000 * 10^{-6} \text{ MW} = 1,5 * 10^{-2} \text{ MW} = 0,015 \text{ MW}$

$180 * 10^8 \text{ cm} = ? \text{ km} \Rightarrow 180 * 10^8 * 10^{-2 - 3} \text{ km} = 180 * 10^8 * 10^{-5} \text{ km} = 180 * 10^3 \text{ km} = 1,8 * 10^5 \text{ km}$