

Mérés szerepe a mérnöki tudományokban Mértékegységrendszerek

Dr. Berta Miklós
Fizika és Kémia Tanszék
Széchenyi István Egyetem

Alapinformációk a tantárgyról

- a tárgy oktatója:

Dr. Berta Miklós

Fizika és Kémia Tanszék

e-mail cím: bertam@sze.hu

dolgozószoba: A – 608

- a tárgy honlapja:

<http://www.sze.hu/~bertam>

- tantárgyi követelmények a honlapon

A mérés

- A *mérés* során a mért mennyiséget jellemző mérőszám meghatározása a cél, melyhez megfelelő *mérőeszköz* megválasztása szükséges.

A mérésnél előzetesen egyeztetni kell a számérték kifejezéséhez alapul vett *mértékegységet*.

- *Mért érték* – a mérés során meghatározott mérőszám
- *Valódi érték* – a mérés során meghatározni kívánt mérőszám

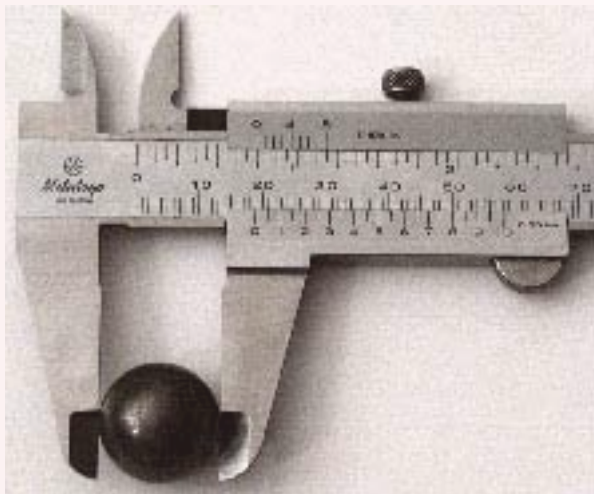


- A valódi érték semmilyen módon sem határozható meg teljes bizonyossággal!
 - a valódi érték ($\tilde{a}$) és a mért érték (a) közötti eltérést a mérés **bizonytalanságának** (hibájának) nevezzük.
 - egy mérés eredményét tehát mindig – a mért érték mellett – a mérés bizonytalanságával is jellemezni kell!

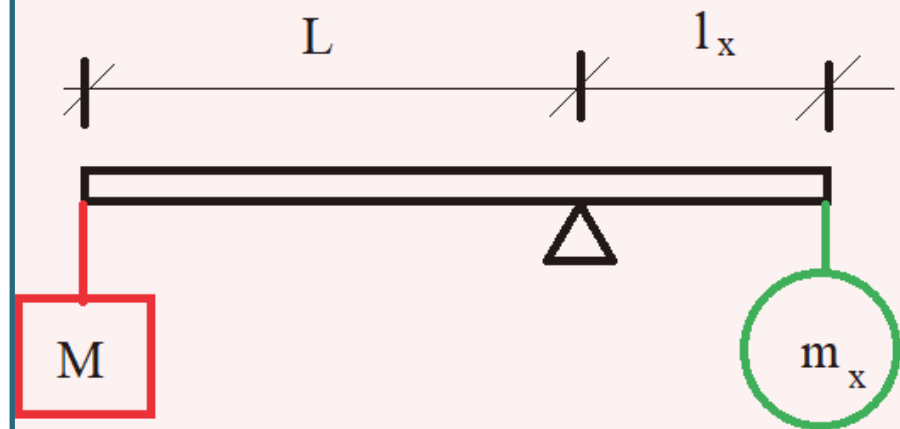
Mérési eljárások típusai I.

- *abszolút mérés* – az előre definiált mértékegységben (etalon) adja meg a mérés eredményét (távolságmérés méterben)
- *relatív mérés* – egy előre választott, azonos típusú mennyiséghez viszonyítja a mérendő mennyiséget (tömegmérés mérlegen)

- abszolút mérés



- relatív mérés



$$m_x = \frac{L}{l_x} M$$

Mérési eljárások típusai II.

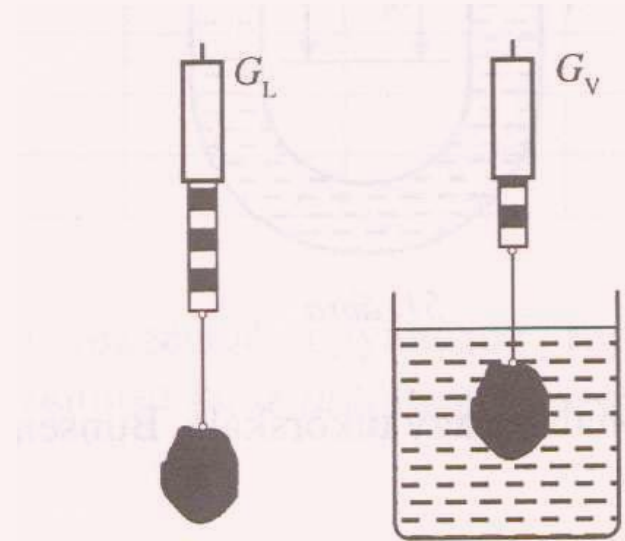
- *közvetlen (vagy direkt) mérés* – a mérendő mennyiség definíciója alapján (sűrűség mérése a definíció alapján)
- *közvetett mérés* – valamilyen törvényszerűség alapján, ami összefüggésben van a mérendő mennyiséggel (sűrűség mérése a felhajtóerőből – Arkhimédész)

- közvetlen mérés

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- tömegmérés
- térfogatmérés

- közvetett mérés

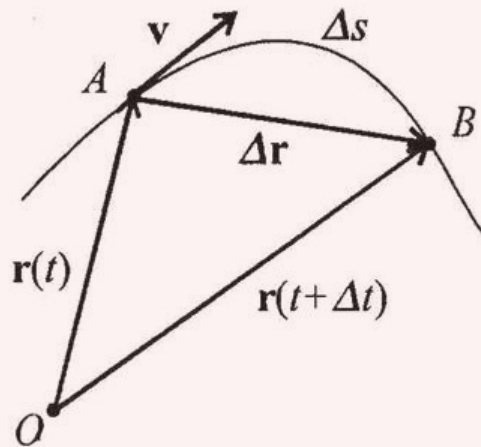


$$\rho = \frac{G_L}{G_L - G_V} \rho_f$$

Mérési eljárások típusai III.

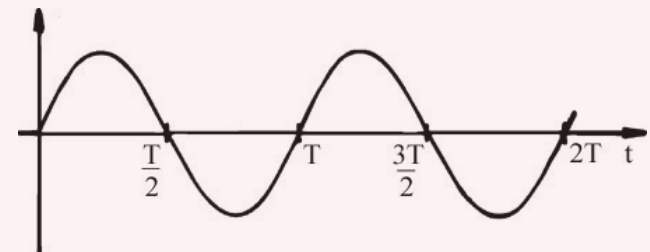
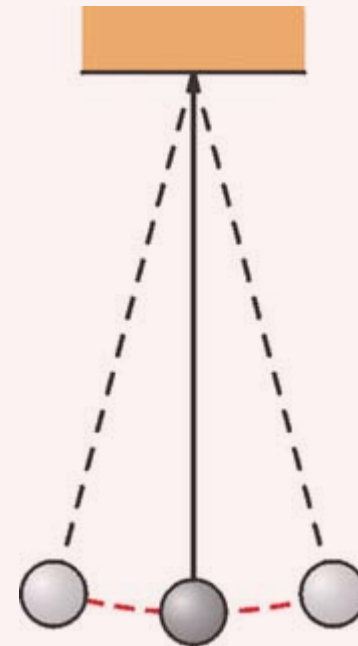
- *sztatikus mérés* – időben állandósult mennyiségek alapján határozzuk meg a mérendő mennyiséget (az elmozdulás és az ahhoz szükséges időtartam alapján mérjük az átlagsebességet)
- *dinamikus mérés* – időben változó mennyiségek alapján határozzuk meg a mérendő mennyiséget (lengő inga periódusidejének meghatározása)

- sztatikus mérés



$$\vec{v}_{\text{atl}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$$

- dinamikus mérés

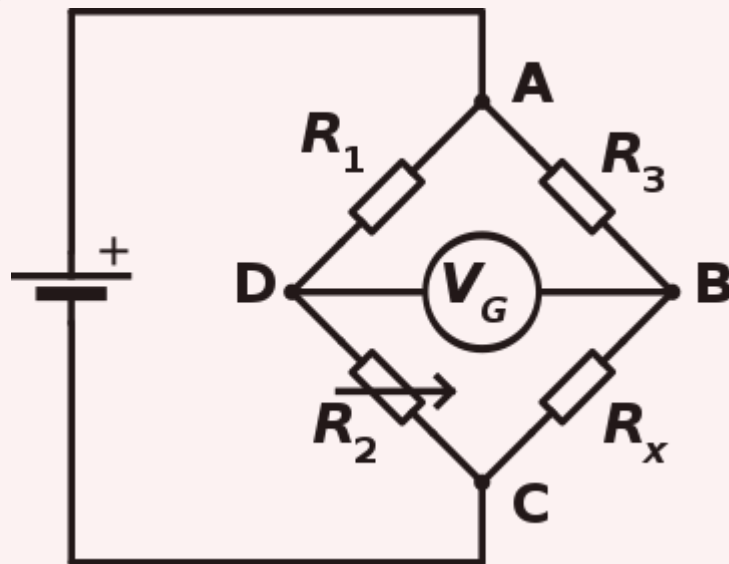


Mérési eljárások típusai IV.

- *kompenzációs mérés* – a mérendő mennyiség által okozott hatást egy másik, ugyanolyan típusú, de ellentétes hatással egyensúlyozzuk ki (Wheatston – híd, teljes kioltású interferencia) – *nagyon érzékeny és pontos méréseket tesz lehetővé*

kompenzációs mérés

Wheatston – híd



- R_2 értékét addig változtatjuk, míg V_G nulla nem lesz – *kiegyenlített híd*
- kiegyenlített híd esetében:

$$R_1 R_x = R_2 R_3$$

azaz

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

Mértékegységrendszerek

- A mért értéknek csak valamilyen *mértékegységrendszer*ben van értelme. Maga a mérőszám egymagában nem mond semmit arról mekkora is a mért érték!
- Kezdetben pl. fontos emberek testi adottságaiból származtatták a különböző mértékegységeket. (öl, hüvelyk, láb stb.) Ezek általában csak nehezen voltak használhatóak (a fontos ember nem mindig ért rá), ezért másolatokat készítettek ezekről, amelyeket már sokak számára elérhető helyen hozzáférhetővé tettek. (Nagyobb piactereken, templomok falában elhelyezett hosszúságegységek stb.)
- Az ipari forradalom magával hozta azt az igényt, hogy jó lenne széles körben elfogadott, egységes mértékegységrendszert alkotni. *CGS rendszer*, amelyet Gauss javaslatára fogadtak el a *cm*-t a *g*-ot és a *s*-ot használta alapegységekként.

SI - mértékegységrendszer

- Az 1960-as évek óta használatos, főleg Európában.
- 7 *alapegységet* definiál (van amit *etalonnal*, van amit *mérési eljárással*)
- a 7 alapegységből *természettörvények alapján* vezetődnek le az ún. *származtatott egységek*.

Az SI – rendszer alapegységei

Mértékegység	Jelölés	Mennyiség
1 méter	1 m	távolság
1 kilogramm	1 kg	tömeg
1 másodperc	1 s	idő
1 amper	1 A	áramerősség
1 kelvin	1 K	hőmérséklet
1 kandela	1 cd	fényerősség
1 mól	1 mol	anyagmennyiség

Megengedett mellékegységek az SI-ben: perc, óra, nap, szögfok, szögperc, szögmásodperc, hektár, liter, tonna

- *Az 1 méter az a távolság, amit a fény vákuumban megtesz 1 másodperc $1/299\,792\,458$ -ad része alatt.*
- *1 kg az őskilogramm etalon tömege.*
- *Az 1 másodperc az alapállapotú ^{133}Cs atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás $9\,192\,631\,770$ periódusának időtartama.*
- *1 amper az elektromos áramerőssége annak az állandó áramnak, amely két egyenes, párhuzamos, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny kör keresztmetszetű és egymástól 1 méter távolságban, vákuumban elhelyezkedő vezetőben fenntartva, e két vezető között méterenként $2 \cdot 10^{-7}$ newton erőt hoz létre.*

- *Az 1 kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének 273,16-ad része.*
- *Az 1 kandela az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely $540 \cdot 10^{12}$ Hz frekvenciájú monokromatikus sugárzást bocsát ki, és sugárerőssége ebben az irányban $1/683$ W/sr.*
- *1 mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van $0,012$ kg ^{12}C izotópban.*

Néhány származtatott egység

Megnevezés	Jelölés	Mennyiség	Kifejezés az alapegységekkel
hertz	Hz	frekvencia	s^{-1}
newton	N	erő	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
pascal	Pa	nyomás, feszültség	$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
joule	J	energia, munka, hő	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
watt	W	teljesítmény	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$
coulomb	C	elektromos töltés	A.s
volt	V	elektromos feszültség	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
ohm	Ω	elektromos ellenállás	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$

Többszörösök és törtrészek

Elő-tag	deka	hek-to	kilo	me-ga	giga	tera	peta	exa	zet-ta	yot-ta
Jelölés	da	h	k	M	G	T	P	E	Z	Y
Szor-zó	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}

Elő-tag	deci	centi	milli	mik-ro	nano	piko	fem-to	atto	zep-to	yoc-to
Jelölés	d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
Szor-zó	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}

Mérőműszerek

- *Mérőműszer* – olyan műszaki berendezés, amely a mérendő mennyiség hatására *egyértelmű módon* változtatja meg állapotát.

Példák:

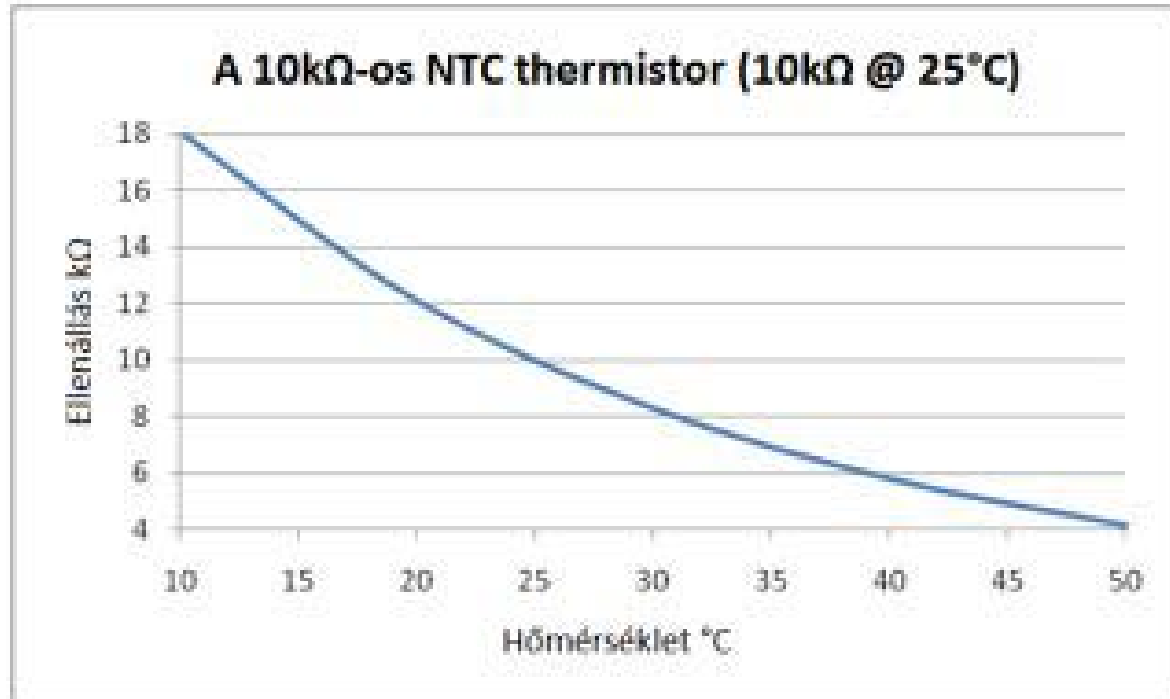
- hőmérséklet hatására egyértelmű módon változnak a szilárd testek lineáris méretei.
- feszültség hatására az analóg voltmérő mutatója egyértelmű módon tér ki.

Mérőműszerek pontossága

- Egy műszer mindig csak a mérendő mennyiség meghatározott tartományában tud meghibásodás nélkül egyértelműen reagálni. Ezt a tartományt a műszer *mérési tartomány*ának nevezzük.
- Ha egy műszerrel végzett mérés mérési bizonytalanságát elosztjuk a műszer méréstartományának maximumával, akkor kapjuk a műszer *„pontosságát”*.
- A műszereket pontosságuk alapján *pontossági osztályok*ba sorolják a gyártók, és ezt fel is kell tüntetniük a műszer dokumentációjában!

Mérőműszerek kalibrálása

- A mérőműszer állapotában a mért mennyiség hatására bekövetkezett egyértelmű változást a mért mennyiséggel összekötő függvénykapcsolatot *kalibrációs függvény*nek, az azt ábrázoló grafikont *kalibrációs görbének* nevezzük.
- A kalibrációs görbét *kalibrációs mérés* során vesszük fel.
- A kalibrációhoz etalonokat, vagy már etalonok alapján kalibrált műszereket használunk a mért érték meghatározására!



Termisztor kalibrációs görbéje