

Métermérés Jegyzőkönyv

Csomai Borbála

(Laborvezető: Sántha Levente, laborpartner: Faragó Teodóra)

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar

1083, Budapest, Práter utca 50/a, 4. emelet

2018.02.16. 8:15-10:15

csomai.borbala@hallgato.ppke.hu

Összefoglaló- Ez a jegyzőkönyv tartalmazza a mérés és az SI mértékegységrendszer alapfogalmait, valamint bemutatja a vízórát mint időmérő eszközt.

I. SI mértékegységrendszer
(*Système International d'Unités*)
Mértékegységek Nemzetközi Rendszere, nemzetközileg is elfogadott mértékegységrendszer, amely kiválasztott mértékegységeken és 10 hatványain alapul. A hét SI-alapegység:

méter	m	hossz
kilogramm	kg	tömeg
másodperc	s	idő
amper	A	elektromos áramerősség
kelvin	K	abszolút hőmérséklet
mól	mol	anyagmennyiség
kandela	cd	fényerősség

Az összes többi mennyiség ezekből származtatható, valamilyen matematikai művelet segítségével. A mértékegységek neve elé illesztett prefixumok segítségével többszörösüket, illetve törtrészüket képezzük.

giga-	G	10^9
mega-	M	10^6
kilo-	k	10^3
deka-	da (dk)	10^1
deci-	d	10^{-1}
centi-	c	10^{-2}
milli-	m	10^{-3}
mikro-	μ	10^{-6}
nano-	n	10^{-9}

A mértékegységrendszer koherens, azaz a rendszerhez tartozó egységeket korlátozás nélkül átszámíthatjuk egymásba, együtthatókat, matematikai függvényeket nem kell alkalmazni. Az SI által elfogadott nem koherens mértékegységek: csillagászati egység, km/h, óra, nap, perc, szögfok, szögperc, szögmásodperc, elektronvolt, kWh, hektár, liter, tonna, bar.

II. A vízóra mint időmérő eszköz
A vízórát már az ókori Mezopotámiában és Egyiptomban is használták, rövidebb időtartamok mérésére. A vizet hosszú edényekbe töltötték, melynek alján lyukat fúrtak. Külön erre a célra rendeltettek egy embert, aki nagy kiáltással jelezte, az eltelt időt, ha kifogyott a víz és egyúttal újratöltötte a vizet. Ezt a műveletet naponta hatszor ismételték meg. Hamar rájöttek, hogy érdekesebb olyan edényt használni, amely 24 óra alatt ürül ki. Ezen edények falát 24 egyenlő részre osztották. Ennek a vízórának az volt a hátránya, hogy a víz nem egyforma sebességgel folyt ki belőle. Eleinte, amikor az edény tele van, gyorsabban megy le a víz, amikor pedig kevesebb van benne, lassabban folyik. Ezért az edények gyakran csonka kúp alakúak voltak, ilyen módon volt elérhető, hogy a víz magassága a vízóra kiürülése során egyenletesen csökkenjen.

A mérésüggyel foglalkozó magyar tudósok:

- Bay Zoltán: Nevéhez fűződik a fotoelektron-sokszorozó, a Föld-Hold radar feltalálása, valamint rendkívüli pontosságú méréseket végzett a fénysebesség meghatározására, mely alapján a hosszúság egységének új definícióját adták meg.
- báró Eötvös Loránd: Méréseit az általa kifejlesztett és később róla elnevezett „Eötvös torziós ingával” végezte. Méréseinek eredménye lett, a modern fizika legjelentősebb felfedezésének az általános relativitás elméletének igazolása.
- Kruspér István: Közreműködött a méter és a kilogramm egyedül törvényes mértékegységként való elfogadásáról szóló törvény előkészítésében. Az etalon vizsgálatához műszereket szerkesztett.

III. A méréssel kapcsolatos alapfogalmak

mérés: Összehasonlító tevékenység, melyek során a vizsgált anyag, munkadarab valamely mérendő fizikai jellemzőjét valamilyen -erre alkalmas, általában szabványosított- fizikai alapmennyiséggel hasonlítják össze, hogy megkapják a mérőszámot.

mértékegység: A mérendő mennyiség meghatározását szolgáló egységül választott mennyiség.

mérőszám: Mérendő mennyiség/mértékegység, megmutatja, hogy az egységül választott mértékegység a mért mennyiségben hányszor van meg.

$\text{mennyiség} = \text{mérőszám} * \text{mértékegység}$

mért érték: A mérendő mennyiségnek méréssel meghatározott értéke.

mérési eredmény: egy vagy több mért értékből számítással meghatározott mennyiség. Általában közvetett mérésnél fordul elő.

mérési módszer: Azoknak az elveknek az

összessége, melynek segítségével a mérés elvégezhető.

mérőműszer: Olyan mérőeszköz, amellyel méréskor a mérési eljárás okozta hibával meghatározzuk a mérőszámot vagy annak kiszámításához szükséges mérési eredményt, de nem tartozik a mértékek fogalmkörébe.

mérési hibák: Az ideális mérési eredménytől való eltérés mértéke.

- a hibák csoportosítása:
 - rendszeres hibák
 - véletlenszerű hibák
- a hiba időbeli lefolyásuk szerint lehet
 - statikus hiba (időtől független)
 - dinamikus hiba (függ a mérés kezdete óta eltelt időtől)

IV. A folyosó hosszának mérése A mérés menete:

A folyosó hosszát, az „E” jelű méterrudat mértékegységként véve mértük le. A méterrudat a merőlegesen a falhoz helyeztük, egy tollal megjelöltük a rúd másik végét, majd a csempék széléhez viszonyítva párhuzamosan elcsúsztattuk. Ezt a folyamatot addig ismételtük, míg el nem értük a folyosó túlsó falát. Mikor már nem tudtuk tovább csúsztatni a méterrudat, a hátralévő szakasz hosszát a rúd beosztása alapján határoztuk meg. Ezek után megismételtük mérésünket.

Eredmények:

(Feltételezve, hogy a méterrúd hosszúsága 1 méter.)

- az első mérés eredménye: 34,415 m
- a második mérés eredménye: 34,405 m

Mérési hibák:

- méterrúd hosszának egyenletlenségéből adódó hiba:

Ha „x” jelöli azt a számot, ahányszor lehelyeztük a méterrúdat a folyosón: $x \cdot 0,001 \text{ m}$

- kerekítési hiba az utolsó (nem egész méterrúdnyi) szakasz lemérésekor: $\pm 0,5\%$ azaz, ha feltételezzük, hogy a méterrúd hossza 1 m: $\pm 0,005 \text{ m}$
- véletlenszerű hibák:
- a toll elcsúszhatott
- a csempék széle nem párhuzamos a fallal
- a csempék egyenletlensége

Végleges eredmény:

x: mérések eredményének átlaga

y: a méterrúd lehelyezésének száma

A folyosó hossza tehát: $x \pm 0,005 \text{ m} \pm y \cdot 0,001 \text{ m}$
(azaz nagyjából $34,41 \text{ m} \pm 0,005 \text{ m} \pm 35 \cdot 0,001 \text{ m}$)

V.A szem felbontóképességének mérése

A mérés menete: A mérőrúddal szemmagasságban lemértük, a falon található fekete-fehér négyzetek, majd a színes hatszögek nagyságát. Ezt követően Borbála a faltól távolodva megkereste azt a pontot ahonnan még épp meg tudta különböztetni a kis négyzeteket. Ezt a távolságot lemértük az előző mérésnél használt „E” mérőrúd, valamint egy toll segítségével. A mérést megismételtük, ezúttal a színes hatszögeket figyelembe véve.

Eredmények:

(Feltételezve, hogy a méterrúd hosszúsága 1 méter.)

a fekete-fehér négyzeteknél:

- a megfigyelő távolsága: 8,675 m
- a négyzet nagysága: 0,015 m
- a szög kiszámítása:
A sokszög középpontját szemmagasságba véve:
 a = a megfigyelő, és a fal távolsága
 b = a sokszög nagyságának fele
 α = a keletkezett derékszögű háromszög „b” oldallal szembeni szöge

$$\alpha = \arctg(b/a)$$

Ezt be kell szoroznunk 2-vel, hiszen az α szög kiszámításakor csak a négyszög felét vettük figyelembe.

Ezek alapján a mért szög:

$$2 \cdot \arctg(0,0075/8,675) = 0,0991^\circ$$

a színes hatszögeknél:

- a megfigyelő távolsága: 9,26 m
- a hatszög nagysága: 0,013 m
- a szög kiszámítása
(az előző eset alapján)
 $2 \cdot \arctg(b/a) \rightarrow$
 $2 \cdot \arctg(0,0065/9,26) = 0,0804^\circ$

Mérési hibák:

- méterrúd hosszának egyenletlenségéből adódó hiba:
Ha „x” jelöli azt a számot, ahányszor lehelyeztük a méterrúdat a folyosón: $x \cdot 0,001 \text{ m}$
- kerekítési hiba az utolsó (nem egész méterrúdnyi) szakasz lemérésekor: $\pm 0,5\%$ azaz, ha feltételezzük, hogy a méterrúd hossza 1 m: $\pm 0,005 \text{ m}$
- a kis (mm-es nagyságrendű) sokszögek méretének meghatározásakor a cm-es beosztású méterrúdra hivatkoztunk
- véletlenszerű hibák:
- a toll elcsúszhatott
- a csempék egyenletlensége
- a szemmagasság meghatározásánál pontatlanság
- a megfigyelő és a fal távolságát, a megfigyelő lábától mértük és nem a szemétől
- még kisebb lépéseknél is nehéz megtalálni pontosan azt a pontot ahonnan már összemosódnak a kis négyzetek

Végleges eredmény a hibák figyelembevételével:

- a megfigyelő és a fal távolsága:
x: mérés eredménye
y: a méterrúd lehelyezésének száma
A távolság tehát:
 $x \pm 0,005 \text{ m} \pm y \cdot 0,001 \text{ m}$

- a négyzetek esetében:
8,675 ±0,005 m ±9*0,001 m
- a hatszögek esetében:
9,26 ±0,005 m ±10*0,001 m

VI.A mérési eltérés ±0,002 m és ±0,005 m

hosszeltérésű eszköz használata esetén

n: a mérések száma

x: mérés eredménye

y: a méterrúd lehelyezésének száma

z: a sokszög nagyságának fele

±0,002 m esetén:

a fal és a megfigyelő távolsága:

$x \pm y * 0,002 \text{ m}$

Források:

- I. <http://www.fizikakonyv.hu/002.pdf>
https://hu.wikipedia.org/wiki/SI_m%C3%A9rt%C3%A9kegys%C3%A9rendszer
- II. http://azoratortenete.blog.hu/2009/11/09/a_kezdetek_274
- III. http://www.kepzesevolucioja.hu/dmdocuments/4ap/6_0225_012_101215.pdf
<http://users.atw.hu/bazsu/iskola/tudosok/tudos.htm>

a szög: $2 * \arctg (z/x \pm y * 0,002 \text{ m})$

a mérések eredményének számtani átlaga:

$$\frac{\sum_{k=1}^n 2 * \arctg (z/x_k \pm y_k * 0,002 \text{ m})}{n}$$

±0,005 m esetén:

a fal és a megfigyelő távolsága:

$x \pm y * 0,005 \text{ m}$

a szög: $2 * \arctg (z/x \pm y * 0,005 \text{ m})$

a mérések eredményének számtani átlaga:

$$\frac{\sum_{k=1}^n 2 * \arctg (z/x_k \pm y_k * 0,005 \text{ m})}{n}$$