



Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

1. MÉRTÉKEGYSÉG-RENDSZEREK

Mértékegység rendszerek és mértékegységek, különös tekintettel a klasszikus mechanikára

Mértékegység rendszerek és mértékegységek	cgs mértékegység rendszer	m-kp-s mértékegység rendszer	SI mértékegység rendszer A rendszer francia neve: S ystème I nternational d'Unités
	<p>Karl Friedrich Gauss (1777-1855) német matematikus 1832-ben dolgozta ki, majd az 1881. évi párizsi konferencián véglegesítették.</p> <p>* Magyarországon az 1874. évi VIII. törvénycikk rendelte el a méter-mérték kötelező használatát 1876. január 1. hatállyal.</p>	<p>A mai iskolás gyerekek nagyszülei ezt tanulták az iskolában. (XX. század közepe.)</p> 	<p>Az SI nemzetközi mértékegység rendszer kidolgozása fél évszázadnál is tovább tartott, míg végül 1960-ban a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Bizottság elfogadta.</p> <p>Magyarországon az SI mértékegység rendszer 1976. óta hatályos. [8/1976. (IV. 27.) MT számú rendelet.]</p> <p>Az SI mértékegység rendszer építőipari alkalmazását az MSZ 15015:1979 szabvány tárgyalja.</p>

Műszaki alapismeretek MÉRÉSEK

Alap mértékegységek						
Hosszúság, út, lehajlás, hullámhossz	* cm	centiméter	m	méter	m	méter
Tömeg	g	gramm	kg	kilogramm	kg	kilogramm
Idő	s	secundum	s	secundum	s	másodperc
Áramerősség					A	amper
Hőmérséklet					K	kelvin
Anyagmennyiség					mol	mól
Fényerősség					cd	kandela
Legfontosabb önálló nevű származtatott mértékegységek						
Erő	1 dyn = 1 g*(cm/s ²)		kp	kilopond	N	newton
Erő = tömeg*gyorsulás	<p>{A gyakorlatban a dyn helyett a tömegegységgel azonos nevű grammot vagy kilogrammot alkalmazták az erő és a súly egységeként, ez volt a kilogrammsúly vagy erőkilogramm.</p> <p>Tehát 1 kg alatt az 1 kg tömegű test súlyát értették. Ilyen gyakorlati értelmezésben a tömeg származtatott mennyiség [(súly/nehézségi gyorsulás)] egysége g*s²/cm lenne, ahol a g</p>		<p>Az erőegység egyenlő a nehézségi erővel, amely az egységnyi tömegre (a tengerszinten, a 45° földrajzi szélességen) hat.</p> <p>1 kp = 1 kg * 9,80665 m/s² ~ 9,81 kg*m/s² = 9,81 N ~ 10 N</p> <p>1 kg tömeg a földön átlagban 1 kp erőt képvisel.</p>		<p>1 N = 1 kg*m/s²</p> <p>Az SI mértékrendszerben a tonna (1000 kg) átmenetileg használható tömegegység.</p> <p>A tonnát a cgs és az m-kp-s mértékrendszerben erő- illetve súlyegységként használták:</p> <p>1 tonnasúly = 1000 kilogrammsúly =</p>	
Súly vagy súlyerő vagy nehézségi erő						

Műszaki alapismeretek MÉRÉSEK

<p style="text-align: center; color: green;">Súly = Súlyerő= = Nehézségi erő = = tömeg*nehézségi gyorsulás</p>	<p>grammsúlyt jelent. }</p>	<p>Az m-kp-s mértékrendszer érdeme, hogy először választotta szét a tömeg (kg) és az erő (kp) mértékegységét.</p>	<p>1000 kilopond (kp) = 1 megapond (Mp) ~ 9,81*10³ N ~ 10 kN</p> <p>(A régi szóhasználatunk szerinti 100 tonnás törőgép mérési tartománya 1000 kN)</p>												
<p style="color: red;">Nyomás és mechanikai feszültség, elsősorban szilárd testek esetén</p> <p style="text-align: center; color: green;">Nyomás = erő/felület</p> <p style="color: red;">Rugalmassági (Young-) modulus</p> <p style="text-align: center; color: green;">E = σ/ϵ</p>	<p>1 dyn/cm² = 1 g*(cm/s²)/cm² = 1 g/(cm*s²)</p>	<p>1 kp/m² = 9,80665 Pa = 9,80665 N/m² ~ 10 N/m² = 0,00001 N/mm²</p> <p>1 kp/cm² ~ 0,0981 MPa ~ 0,1 N/mm²</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Pa</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">pascal</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Pa = N/m²</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1 MPa = 10⁶ Pa = 1 N/mm²</td> </tr> </table>	Pa	pascal	Pa = N/m ²		1 MPa = 10 ⁶ Pa = 1 N/mm ²							
Pa	pascal														
Pa = N/m ²															
1 MPa = 10 ⁶ Pa = 1 N/mm ²															
<p><u>Megjegyzés:</u> Napjaink tartószerkezet tervező mérnökei a nyomást (terhet) szívesen fejezik ki kN/cm² és kN/m² mértékegységben.</p> <p>Átszámítás: 1 kN/cm² = 1000 N/cm² = 10 N/mm² = 10 MPa = 1 kp/mm², továbbá 1 dN/cm² = 0,01 kN/cm² = 1 kp/cm² és 0,01 kN/m² = 1 kp/m²</p>															
<p style="color: blue;"><u>Munka, energia</u></p> <p style="text-align: center; color: green;">Munka = erő*út</p>	<p style="text-align: center;">erg</p> <p>1 erg = 1dyn*cm = 1 g*(cm²/s²)</p> <p style="text-align: center;">10⁷ erg = joule</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">mkp</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">méterkilopond</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">J</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">joule</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1 kp*m = 9,80665 J</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">J = N*m</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1 cal (kalória, hőmennyiség) = 4,1855 J</td> </tr> </table>	mkp	méterkilopond	J	joule	1 kp*m = 9,80665 J		J = N*m				1 cal (kalória, hőmennyiség) = 4,1855 J		
mkp	méterkilopond	J	joule												
1 kp*m = 9,80665 J		J = N*m													
		1 cal (kalória, hőmennyiség) = 4,1855 J													
<p style="color: blue;"><u>Teljesítmény</u></p>	<p>1 erg/s = 1 g*cm²/s³ = 10⁻⁷ W</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">LE</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">lóerő</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">W</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">watt</td> </tr> </table>	LE	lóerő	W	watt									
LE	lóerő	W	watt												

Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

		$1 \text{ LE} = 75 \text{ kp} \cdot \text{m/s} = 735,39875 \text{ W}$	$\text{W} = \text{J/s}$	
Síkszög	$1^\circ = \text{a teljes körülfordulás } 360\text{-ad része} = (\pi/180) \cdot \text{rad, ahol a radián (rad) a síkszög SI egysége: (körív hossza)/(körív sugara).$		rad	radián
			$\text{rad} = (180/\pi)^\circ = 57,29578^\circ$	
Súrlódási szög	$\text{arc tg } \mu$, ahol $\mu = (\text{súrlódási tényező}) = (\text{súrlódási erő} / \text{merőleges nyomóerő})$; A súrlódási tényező nevezetlen szám.		A súrlódási szög egysége megegyezik a síkszög egységével	
Frekvencia vagy rezgésszám Frekvencia = 1/rezgésidő	A frekvencia a harmonikus rezgőmozgás másodpercenkénti lefutásainak (periódusainak) száma.		Hz	hertz
	A körfrekvencia a fázisváltozások másodpercenkénti száma, ahol a radián (rad) a síkszög SI egysége.		$\text{Hz} = 1/\text{s}$	
	A forgásfrekvencia a gyakorlatban a fordulatok percenkénti száma		$\text{fordulat/perc} = 1/60 \text{ } 1/\text{s}$	
Poisson-féle (haránt alakváltozási) tényező, ν	$\nu = \varepsilon_k / \varepsilon_h = 1/m$ ahol "m" a Poisson-féle szám: $m = \varepsilon_h / \varepsilon_k = 1/\nu$ és ε_k a keresztirányú, illetve ε_h a hosszirányú fajlagos hosszváltozás		Nevezetlen szám	
Elektromos feszültség		$V = W/A = \text{m}^2 \cdot \text{kg}/(\text{s}^2 \cdot \text{A})$	V	volt
Elektromos ellenállás		$\Omega = V/A = \text{m}^2 \cdot \text{kg}/(\text{s}^2 \cdot \text{A}^2)$	Ω	ohm
Elektromos kapacitás		$F = \text{A} \cdot \text{s}/V = \text{A}^2 \cdot \text{s}^4/(\text{m}^2 \cdot \text{kg})$	F	farad
Elektromos töltés			C	coulomb

Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

Fontos származtatott mértékegységek

Terület, felület	cm^2	m^2	$\text{m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2$
Fajlagos felület (felület/tömeg)	cm^2/g	m^2/kg	$\text{m}^2/\text{kg} = 10 \text{ cm}^2/\text{g}$
Térfogati fajlagos felület (felület/térfogat) Térfogati fajlagos felület = (fajlagos felület)*testsűrűség	$\text{cm}^2/\text{cm}^3 = 1/\text{cm}$	$\text{m}^2/\text{m}^3 = 1/\text{m}$	$\text{m}^2/\text{m}^3 = 1/\text{m}$
<u>Térfogat</u>	cm^3	m^3	$\text{m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$
Inercia- (tehetetlenségi) nyomaték, I	"a" alapélű, "b" magasságú, négyzög keresztmetszetű rúd középvonalára: $I = \frac{a \cdot b^3}{12}$		$\text{m}^4 = 10^8 \text{ cm}^4$
Keresztmetszeti tényező, K	"a" alapélű, "b" magasságú, négyzög keresztmetszetű rúd középvonalára: $K = I/(b/2) = \frac{a \cdot b^2}{6}$		$\text{m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$
<u>Sebesség, vízáteresztési együttható (Darcy-féle)</u> Sebesség = út/idő	cm/s	m/s	m/s $1 \text{ mm}/\mu\text{s} = 1000 \text{ m}/\text{s}$
<u>Gyorsulás</u> Gyorsulás = sebesség/idő	cm/s^2	m/s^2	m/s^2
Sűrűség fogalomköre: anyagsűrűség, testsűrűség,	$1 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$	kg/m^3	kg/m^3

Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

halmazsűrűség Sűrűség = tömeg/térfogat			
Fajsúly fogalomköre: fajsúly, térfogatsúly, halmazsúly Fajsúly = súly/térfogat	g/cm ³ vagy ezerszerese: kg/m ³ , ahol a g grammsúlyt, a kg kilogrammsúlyt jelent.	1 kp/m ³ = 9,80665 kg/m ² *s ² = 9,80665 N/m ³ ~ 9,81 N/m ³ ~ 10 N/m ³	N/m ³ 1 N/m ³ = 1 kg/m ² *s ²
<p><u>Megjegyzés:</u> Napjaink tartószerkezet tervező mérnökei az anyagok testsűrűsége helyett szívesen használják a térfogatsúly fogalmát, és azt kN/m³ mértékegységben fejezik ki. (A testsűrűséggel szemben a térfogatsúly nem szabatos anyagjellemző, hiszen függvénye a nehézségi gyorsulásnak.)</p> <p>Például a 2000 kg/m³ = 2 g/cm³ testsűrűségű anyag térfogatsúlya (ha a nehézségi gyorsulás ~ 10 m/s²) közelítőleg 20 kN/m³.</p>			
Tömörség, porozitás, látszólagos porozitás (amely utóbbi vízfelvétel térfogat arányban)			Nevezetlen szám, vagy térfogat%
Vízfelvétel, víztartalom			Nevezetlen szám, vagy tömeg%
Fajhő (újabb neve: fajlagos hőkapacitás) fajhő = hőenergia/(tömeg*hőmérséklet-különbség)	erg/(g*K) = cm ² /(s ² *K)		J/(kg*K) = m ² /(s ² *K)
Hőtágulási együttható		1/°C	1/K
Hővezetési tényező, λ (anyag jellemző)	erg/(cm*s*K) = 10 ⁻⁵ W/(m*K)		W/(m*K)
Hőátbocsátási tényező, k	A hővezetési ellenállás (R):		Hőátbocsátási tényező:

Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

(szerkezet jellemző) $k = 1/R = \lambda/\text{rétegvastagság}$	$R = \text{rétegvastagság}/\lambda$		$W/(m^2 \cdot K)$
Párovezetési (páradiffúziós) tényező, δ (anyag jellemző)			$g/(m \cdot s \cdot MPa)$
Páraátbocsátási tényező, g (szerkezet jellemző) $g = 1/G = \delta/\text{rétegvastagság}$	A párovezetési ellenállás (G): $G = \text{rétegvastagság}/\delta$		Páraátbocsátási tényező: $g/(m^2 \cdot s \cdot MPa)$
Törvényes, az SI mértékrendszeren kívüli legfontosabb mértékegységek			
<u>Hőmérséklet</u>		$^{\circ}C$ (celsius)	$K = ^{\circ}C + 273,15$
Térfogat		liter	liter = $10^{-3} m^3$
Folyadékok és <u>gázok nyomása</u>		$1 \text{ bar} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 10000 \text{ kp/m}^2 = 10000 \text{ H}_2\text{O mm} = 10 \text{ H}_2\text{O m}$ (A vízoszlop nyomás értelmezése lenn, a nem törvényes mértékegységek rovatában található.)	bar $1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$ <i>Építőanyagok vízzel való terhelése esetén az 1 bar víznyomás túlnyomást jelent, azaz az 1 bar víznyomás az 1 at technikai atmoszféra feletti nyomást fejezi ki, tehát: 1 bar = 1 at = 2 ata</i>
Légnyomás	A légnyomás a levegő (a légkör teljes levegőoszlopa) felületegységre ható nyomóereje.		

Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

A Föld felszínén 1 m^3 levegő súlya 1,3 kp.

A higany fajsúlya $13,6 \text{ pond/cm}^3$, a 76 cm magas, 1 cm^2 alapterületű higanyoszlop súlya 1033 pond $\sim 1 \text{ kp}$. A légnyomás tudományos egysége: $1033 \text{ pond/cm}^2 = 1 \text{ atm}$

1 atm (fizikai atmoszféra) = $760 \text{ Hg mm} = 101325 \text{ N/m}^2 = 1,01325 \text{ bar} = 1,033 \text{ at} = 760 \text{ torr} \sim 0,1 \text{ MPa} = 0,1 \text{ N/mm}^2$

1 at (technikai atmoszféra) = $1 \text{ kp/cm}^2 = 98066,5 \text{ N/m}^2 = 0,980665 \text{ bar} = 0,967841 \text{ atm} = 735,6 \text{ torr}$

1 ata (abszolút technikai atmoszféra) = 1 at

1 att (technikai atmoszféra túlnyomása) = az 1 at feletti nyomás = 2 ata és például 3 att = 4 ata

atü (Atmosphäre Überdruck) = az att atmoszféra túlnyomás német megfelelője

Nem törvényes, az SI mértékrendszeren kívüli mértékegységek

<p>Dinamikai viszkozitás, vagy egyszerűen viszkozitás, belső súrlódási tényező</p> <p>Viszkozitás = belső súrlódás, az a nyíróerő, amely elsősorban a folyadékok belsejében, az alakváltozással szemben hat.</p>	P	poise	100 P	100 poise	10 P	10 poise
	$1 \text{ P} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{s/cm}^2 = 1 \text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{s})$		$1 \text{ kp} \cdot \text{s/m}^2 = 9,81 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2 = 9,81 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}) = 98,1 \text{ P} = 9,81 \cdot 10^3 \text{ cP} \sim 10^4 \text{ cP} = 100 \text{ P}$		$1 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2 = 1 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}) = 1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P} = 10^3 \text{ cP}$	
					$1 \text{ cP} = 1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$	
					(1 centipoise = 1 millipascal*sec)	
					A 20,2 °C hőmérsékletű víz viszkozitása 1 cP	
Kinematikai viszkozitás	St	stokes	10^5 St	10^5 stokes	10^4 St	10^4 stokes

Műszaki alapismeretek
MÉRÉSEK

<p>=dinamikai viszkozitás/sűrűség</p>	<p>1 St = 1 cm²/s</p>	<p>9,81 m²/s = 9,81*10⁴ St ~ 10⁵ St = 10*10⁶ cSt = 10⁷ cSt</p>	<p>1 m²/s = 10⁴ St = 10⁶ cSt (cSt = centistokes)</p>
<p>Vízoszlop nyomás</p>	<p>A H₂O mm nyomásegység egyetlen mértékrendszernek sem egysége.</p> <p>1 vízoszlop-milliméter nyomást fejt ki az 1 mm magasságú vízoszlop, ha a külső nyomás 1 atm.</p> <p>1 H₂O mm (vízoszlop-milliméter) = 1 kp/m² = 9,81 N/m² = 10⁻⁴ at</p>		

2. Az SI mértékegység

Egy test mozgásállapota csak egy másik testhez képest, vagy **viszonyítási alaphoz (vonatkoztatási rendszer) képest** határozható meg.

Azokat a testeket, melyek mozgásállapota megegyező, egymáshoz képest nyugalomban lévőnek látjuk.

Pl: A föld, mint tudjuk, forog a tengelye körül, tehát mozog, viszont az utcában az egymás mellett álló házak egymáshoz képest nyugalomban vannak.

FONTOS!!

A mozgást mindig a viszonyítási alaphoz képest tudjuk meghatározni!!!

Ebből következik, hogy a nyugalom is viszonylagos. Tehát ha egy mozgást többféle viszonyítási alaphoz képest nézzük, mindig mást fogunk látni.

Mérés, az SI mértékegység

Az életben nélkülözhetetlenek azok a fogalmak, melyekkel mennyiségeket fejezünk ki.

Ezeket a mennyiségeket **méréssel** állapítjuk meg.

A mérések között vannak olyanok, melyeket egyszerűen elvégezhetünk, van amit kissé körülményesebben.

A legtöbb mérésnél a mérendő tulajdonság a mérőeszközre gyakorolt hatását kell megállapítanunk

A mérés alapvető követelménye, hogy a mérés minél pontosabb legyen, ezt többféleképpen tudjuk elérni, de a mérési hibákat kiküszöbölni nem tudjuk, csak csökkenteni.

Mérési hibák csökkentésének módszerei:

1. Többször egymás utáni mérés (csak konstans értéknél lehetséges)
2. A mérőeszközök technikai finomítása
3. A mérőeszköz elszigetelése a környezettől

Vagy ezek ötvözésével.

Minden mérési eredmény azt fejezi ki, hogy a mért mennyiség hányszorosa egy megállapodás szerinti mértékegységnek.

Pl: A 10 méter azt jelenti, hogy a **mérési eredmény** 10-szeres hosszúságú, mint az egységnek tekintett 1 méter hosszúság.

Műszaki alapismeretek MÉRÉSEK

Az SI rendszer:

Az SI mértékegység rendszert (*Système International d' Unités*) a világ nemzetközi mérésügyi szervezete – az *Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet* 1960-ban tartott ülésén fogadták el, amit Magyarország 1976-ban vezetett be.

Az SI hét, célszerűen választott alapegységre épül, melyek a következők:

Hosszúság	(l)	egysége:méter	Jele:m
Tömeg	(m)	egysége:kilogramm	Jele:kg
Idő	(t)	egysége:másodperc	Jele:s
Elektromos áramerősség	(I)	egysége:amper	Jele:A
Hőmérséklet	(T)	egysége:kelvin	Jele:K
Anyagmennyiség	(Iv)	egysége:mól	Jele:mol
Fényerősség	(n)	egysége:kandela	Jele:cd

Az SI kiegészítő mennyiségei:

Síkszög	($\alpha, \beta, \chi, \dots$)	egysége:radián	Jele:rad
Térszög	(Ω, ζ, Y, \dots)	egysége:szteradián	Jele:sr

Az SI tartalmazza a **származtatott** mértékegységeket is, melyek az alap mértékegységekből származtathatók. Pl.: a sebesség, energia, elektromos feszültség.

Fontos része az SI-nek, hogy az egységek a 10 hatványaival leírt többszöröseit, vagy törtjeit egységes jelöljük.

Név	Jel	Nagyság
exa	E	1000000000000000000= 10E18
peta	P	1000000000000000=10E15
tera	T	1000000000000=10E12
giga	G	1000000000=10E9
mega	M	1000000=10E6
kilo	k	1000=10E3
hekto	h	100=10E2
deka	da	10=10E1
deci	da	0,1=10E-1
centi	c	0,01=10E-2
milli	m	0,001=10E-3
mikro	μ	0,000001=10E-6
nano	n	0,000000001=10E-9
piko	p	0,000000000001=10E-12
femto	f	0,000000000000001=10E-15
atto	a	0,000000000000000001=10E-18

Műszaki alapismeretek MÉRÉSEK

Nagyon kis koncentrációk kifejezésére ma is használatosak a következő nem SI egységek :

ppm (part per millia): milliomod rész, $10^{-6} \text{g/g} = 1 \mu\text{g/g}$

ppb (part per billia) : billiomod rész : $10^{-9} \text{g/g} = 1 \text{ng/g}$

ppt (part per trillia) : trilliomod rész : $10^{-12} \text{g/g} = 1 \text{pg/g}$

Néhány állandó :

NÉV	JELE	SZÁMÉRTÉKE	MÉRTÉKEGYSÉGE
Avogadro állandó	N_A	$6.022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Boltzmann állandó	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$	JK^{-1}
Faraday állandó	F	96480	Cmol^{-1}
Moláris térfogat (normal állapot)	V_m	$2.2414 \cdot 10^{-2}$	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Egyetemes gázállandó	R	8.314	$\text{Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$

Néhány származtatott egységnek külön neve és jele van, az SI-ben, például:

Mennyiség	Származtatott SI egység	
	neve	jele
erő	newton	N
energia	joule	J
nyomás	pascal	Pa

Léteznek rendszeren kívüli egység, pl.:

1. Az elektronvolt (kb. $1,60218 \cdot 10^{-19} \text{J}$) az energia SI-n kívüli egysége.
2. A nap, az óra, a perc az idő SI-n kívüli egységei.