

BUDAPESTI MŰSZAKI FŐISKOLA
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet
Anyag- és AlakításTechnológiai Szakcsoport
<http://www.banki.hu/~aat>

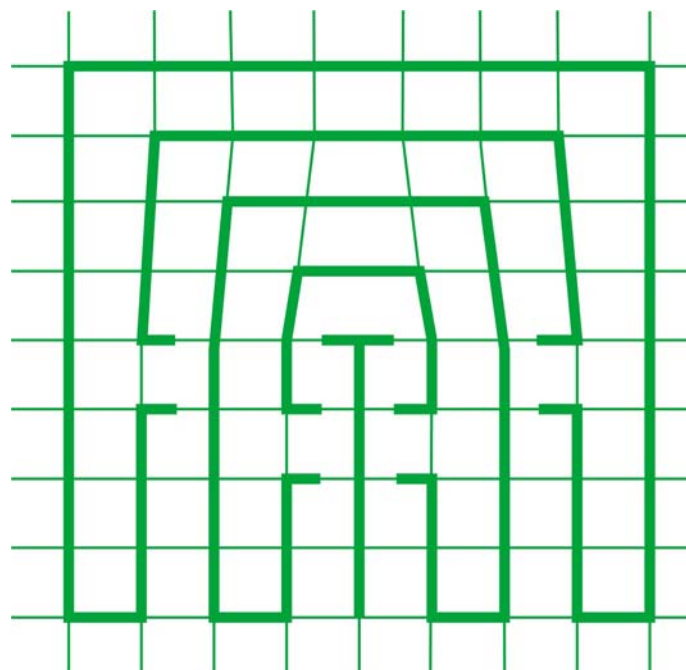


☎ 1081 Budapest, Népszínház u. 8.

📄 1428 Budapest, Pf.: 31.

☎ 06-1-666-5386 - 📠 06-1-666-5494

E-mail: juhos.sandorne@bgk.bmf.hu



BMF BGK AGI AAT

MÉRTÉKEGYSÉGEK

SEGÉDLET A HEGESZTŐSPECIALISTA
TANFOLYAM HALLGATÓI RÉSZÉRE

Összeállította:
Dr. Bagyinszki Gyula

A **fizikai mennyiségek** mérések és/vagy számítások eredményei, **mérőszám(érték)** és **mértékegység** szorzataként (de a szorzásjel elhagyásával) megadva. Ezeket a mennyiségeket egy mértékrendszer néhány alapegységére vezetik vissza.

A hosszúság mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységre
ångström	Å		$\equiv 1.000 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$
csillagászati egység	CsE		$= 149\,597\,870,691 \pm 0,030 \text{ km}$
atomi hosszegység	ae	$\equiv a_0$	$\approx 5,291\,772\,083 \cdot 10^{-11} \pm 19 \cdot 10^{-20} \text{ m}$
kaliber	cal	$\equiv 1 \text{ in}$	$= 25,4 \text{ mm}$
fermi	fm	$\equiv 1,000 \cdot 10^{-15} \text{ m}$	$= 1,000 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
foot (láb) (Nemzetközi)	ft	$\equiv 1/3 \text{ yard}^{[1]}$	$= 0,3048 \text{ m}$
földrajzi mérföld	mi	$\equiv 6082 \text{ ft}$	$= 1853,7936 \text{ m}$
inch (hüvelyk)	in	$\equiv 1/36 \text{ yd}$	$= 25,4 \text{ mm}$
fényév	l.y.	$\equiv c_0 \times 86\,400 \times 365,25$	$= 9,460\,730\,472\,580 \cdot 10^{15} \text{ m}$
méter (SI alapegység)	m	$\equiv 1 \text{ m}$	$= 1 \text{ m}$
mikron	μ		$\equiv 1,000 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
mérföld	mi	$\equiv 1760 \text{ yd} = 5280 \text{ ft}$	$= 1609,344 \text{ m}$
tengeri mérföld	NM; nm		$\equiv 1852 \text{ m}$
pont (metrikus)	pt	$\equiv 3/8 \text{ mm}$	$= 0,375 \text{ mm}$
yard (Nemzetközi)	yd	$\equiv 3 \text{ ft} \equiv 0,9144 \text{ m}^{[1]}$	$= 0,9144 \text{ m}$

A terület mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységekre
hektár	ha	$\equiv 10\,000 \text{ m}^2$	$= 0,01 \text{ km}^2$
hold	h	$= 1600 \text{ ööl}$	$= 0,0058 \text{ km}^2$
négyzetláb	sq ft	$\equiv 1 \text{ ft}^2$	$= 9,290\,304 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
négyzethüvelyk	sq in	$\equiv 1 \text{ in}^2$	$= 6,4516 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
négyzetkilométer	km ²	$\equiv 1 \text{ km}^2$	$= 10^6 \text{ m}^2$
négyzetméter (SI unit)	m ²	$\equiv 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$	$= 1 \text{ m}^2$
négyzetmérföld	sq mi	$\equiv 1 \text{ mi}^2$	$= 2,589\,988\,110\,336 \cdot 10^6 \text{ m}^2$
négyzetyard	sq yd	$\equiv 1 \text{ yd}^2$	$= 0,836\,127\,36 \text{ m}^2$

A térfogat mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységre
köbméter (SI egység)	m ³	$\equiv 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$	
liter	l		$\equiv 1 \text{ dm}^3$
köbhüvelyk	cu in	$\equiv 1 \text{ in}^3$	= 16,387 064 ml
gallon (Imperial)	gal (Imp)	\equiv	= 4,546 09 l
köbláb	cu ft	$\equiv 1 \text{ ft} \times 1 \text{ ft} \times 1 \text{ ft}$	= 28,316 846 592 l
bushel (véka) (Imperial)	bu (Imp)	$\equiv 8 \text{ gal (Imp)}$	= 36,368 72 l
barrel (hordó) (Imperial)	bl (Imp)	$\equiv 36 \text{ gal (Imp)}$	= 163,659 24 l
köbyard	cu yd	$\equiv 27 \text{ cu ft}$	= 0,764 554 857 984 m ³
regiszter tonna		$\equiv 100 \text{ cu ft}$	= 2,831 684 659 2 m ³
köbmérföld	cu mi	$\equiv 1 \text{ mi}^3$	= 4,168 181 825 440 579 584 km ³

A síkszög mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységre
radián	rad		(SI kiegészítő egység)
ívmásodperc	"	$\equiv 1^\circ/3600$	$\approx 4,848 137 \mu\text{rad}$
ívperc	'	$\equiv 1^\circ/60$	$\approx 0,290 888 \text{ mrad}$
fok; gradian; gon	gr	$\equiv 2\pi/400 \text{ rad} = 0.9^\circ$	$\approx 15,707 963 \text{ mrad}$
fok	°	$\equiv \pi/180 \text{ rad}$	$\approx 17,453 293 \text{ mrad}$
oktáns		$\equiv 45^\circ$	$\approx 0,785 398 \text{ rad}$
sextáns		$\equiv 60^\circ$	$\approx 1,047 198 \text{ rad}$
kvadráns		$\equiv 90^\circ$	$\approx 1,570 796 \text{ rad}$

A térszög mértékegységei:

Egység neve	Szimbóluma	Definíció	Átszámítás SI egységre
szteradián	sr		(SI kiegészítő egység)
négyzetfok	-	360 egység hosszú fölkörű gömbfelület 1 területegysége	1 négyzetfok = $(2\pi/360)^2 \text{ sr}$

A tömeg mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységre
kilogramm	kg		(SI alap egység)
tömeg atomi egysége (elektron nyugalmi tömeg)	ae	$\equiv m_e$	$\approx 9,109\,381\,88 \cdot 10^{-31} \pm 72 \cdot 10^{-39} \text{ kg}$
karát (metrikus)	kt		$\equiv 200 \text{ mg}$
font (metrikus)			$\equiv 500 \text{ g}$
mázsa (metrikus)	q		$\equiv 100 \text{ kg}$
tonna (Méter-tonna- másodperc rendszer egysége)	t		$\equiv 1000 \text{ kg}$

Az idő mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységre
másodperc	s		(SI alapegység)
perc	min		$\equiv 60 \text{ s}$
óra	h	$\equiv 60 \text{ min}$	$= 3600 \text{ s}$
nap	d	$\equiv 24 \text{ h}$	$= 86\,400 \text{ s}$
hét	wk	$\equiv 7 \text{ d}$	$= 604\,800 \text{ s}$
hónap	mo	$\equiv 30 \text{ d}$	$= 2\,592\,000 \text{ s}$
hónap (teljes)	mo	$\equiv 31 \text{ d}$	$= 2\,678\,400 \text{ s}$
év (naptári)	a vagy y	$\equiv 365 \text{ d}$	$= 31\,536\,000 \text{ s}$
év (Gregorián)	a vagy y	$\equiv 365,2425 \text{ d}$	$= 31\,556\,952 \text{ s}$
év (Julián)	a vagy y	$\equiv 365,25 \text{ d}$	$= 31\,557\,600 \text{ s}$

A hőmérséklet mértékegységei:

Egység neve	Szimbólum	Definíció	Átszámítás SI egységre
Kelvin	K	SI alapegység	$T[\text{K}] = T[^\circ\text{C}] + 273,15$
Celsius fok	$^\circ\text{C}$	$T[^\circ\text{C}] = T[\text{K}] - 273,15$	
Fahrenheit fok	$^\circ\text{F}$	$T[^\circ\text{F}] = T[\text{K}] \times 1,8 - 459,67$	$T[^\circ\text{F}] = 1,8 \times T[^\circ\text{C}] + 32$

Szinte valamennyi országban (Magyarországon a MT. 8/1976. /IV.27./ rendeletében) előírt **mértékegységrendszer** az MKSA (méter – kilogramm – szekundum /másodperc/ – amper) rendszerből létrehozott *Système International d'Unités*, röviden **SI**, amely **7 alap(mérték)egységet** alkalmaz.

alap- mennyiség	jel	alap(mérték)- egység	jel
hosszúság	<i>l</i>	méter	m
tömeg	m	kilogramm	kg
idő	t	másodperc	s
(elektromos) áramerősség	I	amper	A
(termodinamikai) hőmérséklet	T	kelvin	K
anyag- mennyiség	n	mól	mol
fényerősség	I_v	kandela	cd

Minden **más mértékegység** ezek szorzataival és hatványaival **származtatható** (pl. $N = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, $\text{Pa} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$, $J = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, $W = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$). Egy fizikai mennyiség **dimenziója** annak alapmennyiségek szorzataként való előállítását és nem a mértékegységét jelenti (pl. a sebesség dimenziója csak egyféle: $L \cdot T^{-1} = \text{hossz} \cdot \text{idő}^{-1}$, viszont mértékegysége többféle: m/s, m/min, km/h stb. lehet).

A mértékegységek **jelei** többnyire kisbetűk (pl. m, kg, s, mol, cd), csak a személynevekből származtatott mértékegységek jelölendők nagybetűvel, pl.:

- „K” Lord *Kelvin*-ről azaz William Thomson-ról /1824-1907/,
- „A” André Marie *Ampère*-ről /1775-1836/,
- „N” Sir Isaac *Newton*-ról /1643-1727/,
- „Pa” Blaise *Pascal*-ról /1623-1662/,
- „J” James Prescott *Joule*-ről /1818-1889/,
- „W” James *Watt*-ról /1736-1819/).

Bizonyos SI-rendszeren kívüli (régebbi) mértékegységek széles körű elterjedtségük (pl. óra, tonna, Celsius-fok, liter, bar) vagy éppen a speciális szakterületi kötődésük miatt (pl. elektronvolt /atom- és magfizika/, Ångström /atom- és szilárdtestfizika/, fényév ill. parszek /csillagászat/, négyszögöl ill. hektár /földmérés/) továbbra is használatosak. Ezen kívül egyes országok (pl. Anglia, USA) az SI-rendszer mellett még saját hagyományos egységeiket (pl. hüvelyk, láb, barrel, gallon) is használják.

Abból a célból, hogy a rendkívül kicsi vagy túlságosan nagy számokat elkerüljük, a mértékegységek bizonyos (általában tíz hatványainak megfelelő) többszörösét ill. törtrészét használjuk és **előtagokkal** vagy **prefixumokkal** (azok rövidített jeleivel) utalunk rájuk.

előtag	jel	tíz hatványa	számérték
exa-	E	10^{18}	trillió
peta-	P	10^{15}	ezerbillió
tera-	T	10^{12}	billió
giga-	G	10^9	milliárd
mega-	M	10^6	millió
kilo-	k	10^3	ezer
hekto-	h	10^2	száz
deka-	da	10^1	tíz
-	-	$10^0=1$	egy(ségnyi)
deci-	d	10^{-1}	tized
centi-	c	10^{-2}	század
milli-	m	10^{-3}	ezred
mikro-	μ	10^{-6}	milliomod
nano-	n	10^{-9}	milliárdod
pico-	p	10^{-12}	billiomod
femto-	f	10^{-15}	ezerbilliomod
atto-	a	10^{-18}	trilliomod

A tömeg esetében az előtagot kivételesen nem a kg-hoz mint alapegységhez, hanem a grammhoz kapcsoljuk. Az előzőekben említett tízes hatványt úgy választjuk, hogy a tizedesvessző a bal oldali első számjegy után következzen (pl. 1 mol anyagmennyiség $6,0221367 \cdot 10^{23}$ db, azaz az Avogadro-számnak megfelelő részecskét tartalmaz), vagyis a szám normálalakját adjuk meg.

MECHANIKAI ÉS HŐTANI MÉRTÉKEGYSÉGEK

mennyiség megnevezése	mennyiség jele	SI mértékegység	többszörös és törtrész	egyéb mértékegység
hosszúság (távolság, átmérő)	l vagy L (length)	m (méter)	km, dm, cm, mm, μ m, nm	inch (") = 25,4 mm = 0,0254 m
terület	S vagy A (area) = l^2 ; (kör: $d^2 \cdot \pi/4$)	m^2 (négyzetméter)	km^2 , dm^2 , cm^2 , mm^2	ha = 10000 m^2 \square -öl = 3,6 m^2
térfogat (köbtartalom)	V (volume) = l^3 ; $A \cdot l$	m^3 (köbméter)	km^3 , dm^3 , cm^3 , mm^3	liter (l) = dm^3 0,001 m^3
tömeg	m (mass)	kg (kilogramm)	g, mg, μ g	tonna (t) = 1000 kg mázsa (q) = 100 kg
sűrűség	ρ („ró”) = m/V	kg/m^3	g/m^3 (g/cm^3 , kg/dm^3)	t/m^3 , kg/l , g/l , g/ml , g/m^3
idő	t (time) vagy τ („tau”)	s (szekundum)	ms	óra (h) = 3600 s perc (min) = 60 s
sebesség	v (velocity) = l/t ; (kerületi: $d \cdot \pi \cdot n$)	m/s	km/s	km/h = 1/3,6 m/s
gyorsulás	a (acceleration) = v/t	m/s^2	km/s^2 , cm/s^2	
gravitációs gyorsulás	g (gravitational acceleration)	9,80665 m/s^2 (9,81 \approx 10 m/s^2)		
erő	F (force) = $m \cdot a$	$N = kg \cdot m/s^2$ (Newton)	kN, MN	
súlyerő	G (gravitational force) = $m \cdot g$	$N = kg \cdot m/s^2$ (Newton)	kN, MN	
(forgató) nyomaték	M (moment) = $F \cdot l$ (l : erőkar)	Nm	kNm, MNm	
fajsúly	γ („gamma”) = G/V	N/m^3	kN/m^3	
nyomás	p (pressure) = F/A (hidro.: $\rho \cdot g \cdot h$)	$Pa = N/m^2$ (Pascal)	$MPa = N/mm^2$, GPa , kPa	bar = 100000 Pa
mechanikai feszültség, szilárdság	σ („szigma”) = F/A	$Pa = N/m^2$ (Pascal)	$MPa = N/mm^2$, GPa	
munka	W (work) = $F \cdot l$; (emel.: $m \cdot g \cdot h$)	$J = Nm = Ws$ (Joule)	kJ, MJ	$Wh = 3,6$ kJ $kWh = 3,6$ MJ
energia (munkavégző képesség)	E (energy) = $m \cdot g \cdot h$; $m \cdot v^2/2$	$J = Nm = Ws$ (Joule)	kJ, MJ	cal = 4,1868 J
hőmennyiség	Q (quantity of heat) =	$J = Nm = Ws$ (Joule)	mJ, kJ, MJ, GJ, TJ	cal = 4,1868 J
teljesítmény	P (power) = $W/t = F \cdot l/t = F \cdot v$	$W = J/s$ (Watt)	μ W, mW, kW, MW, GW	lóerő (LE) = 735,5 W
hőmérséklet	T (temperature)	K (Kelvin)		Celsius-fok: $^{\circ}C = K$
hőmérséklet-különbség	ΔT	K (Kelvin)		0 $^{\circ}C = 273,15$ K
fajhő	c (capacity of heat) = $Q/(m \cdot \Delta T)$	$J/(kg \cdot K)$		

ELEKTROMOSSÁGTANI ÉS MÁGNESÉGTANI MÉRTÉKEGYSÉGEK

mennyiség megnevezése	mennyiség jele	SI mértékegység	többszörös és törtrész	egyéb mértékegység
elektromos áramerősség	I (intensity)	A (Amper)	kA, mA, μ A, nA	
elektromos töltés(mennyiség)	$Q = I \cdot t$	C = As (Coulomb)	kC, mC, μ C	Ah
elektromos áramsűrűség	$i = J = I/A$	A/m ²	kA/m ²	A/mm ² , A/cm ²
elektromos feszültség (potenciálkül.)	U	V = W/A (Volt)	MV, kV, mV, μ V	
elektromos ellenállás	R (resistivity) = U/I	$\Omega = V/A$ (Ohm)	T Ω , G Ω , M Ω , k Ω , m Ω , $\mu\Omega$	
fajlagos elektromos ellenállás	ρ („ró”) = R·A/l	Ω m	G Ω m, M Ω m, k Ω m, m Ω m	Ω mm ² /m
elektromos vezetés	G = I/U = 1/R	S = 1/ Ω = A/V (Siemens)	kS, mS, μ S	
fajl. elektromos vezetőképesség	σ („szigma”) = R·A/l = γ („gamma”)	S/m = 1/ Ω m	MS/m, kS/m	m/ Ω mm ²
egyenáram teljesítménye	P (power) = I·U = I ² ·R = U ² /R	W = J/s (Watt)	MW, kW, mW	
egyenáram munkája	W (work) = P·t = I·U·t	J = Ws (Joule)	kJ, MJ	kWh = 3,6 MJ
látszólagos teljesítmény	S = U·I	VA (voltamper)	MVA, kVA	
hatásos teljesítmény	P = S·cos ϕ = U·I·cos ϕ	W (Watt)	MW, kW, mW	
meddő teljesítmény	P = S·sin ϕ = U·I·sin ϕ	var (voltamperreaktív)	kvar	
váltakozó áram munkája	W = P·t = I·U·cos ϕ ·t	J = Ws (Joule)	kJ, MJ	kWh = 3,6 MJ
frekvencia vagy rezgésszám	f (frekvency) = 1/T (T: periódusidő)	Hz = 1/s (Hertz)	THz, GHz, MHz, kHz	
elektromos kapacitás	C (capacity) = Q/U	F = C/V = As/V (Farad)	mF, μ F, nF, pF	
mágneses permeabilitás	μ („mű”) = $\mu_r \cdot \mu_0$	$\mu_r \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am = H/m	μ Hm, nHm	
elektromos (ön)induktivitás	L = $\mu \cdot N^2 \cdot A/l$	H = Vs/A = Wb/m (Henry)	mH, μ H, nH, pH	
kapacitív reaktancia	$X_C = 1/(2\pi \cdot f \cdot C)$	Ω (Ohm)	M Ω , k Ω , m Ω	
induktív reaktancia	$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$	Ω (Ohm)	M Ω , k Ω , m Ω	
mágneses indukció vagy fluxussűrűség	B = $\mu_0 \cdot N \cdot I/l$	T = Vs/m ² = Wb/m ² (Tesla)	mT, μ T, nT	Gs (Gauss) = 10 ⁻⁴ T
mágneses fluxus	Φ („fi”) = B·A	Wb = Vs = Tm ² (Wéber)	mWb	Mx (Maxwell) = 10 ⁻⁸ Wb

A mértékegység prefixuma utal annak valódi **nagyságrendjére**. Sokan ugyanis tévesen használják a különbségek érzékeltetésére a „nagyságrendekkel nagyobb” vagy a „nagyságrendekkel kisebb” kifejezést, ami csak akkor helyénvaló, ha legalább kettő (a többes szám miatt) nagyságrendnyi, azaz 10^2 -szoros (százszoros) különbségről van szó, ami 10000%-os eltérést jelent! Tehát ha nincs legalább egy nagyságrendnyi (azaz 10-szeres) különbségről szó, de „nagyot” akarunk mondani, akkor %-ban fejezzük ki az eltérést (pl. ha valami háromszor nagyobb, akkor az 200%-kal több).

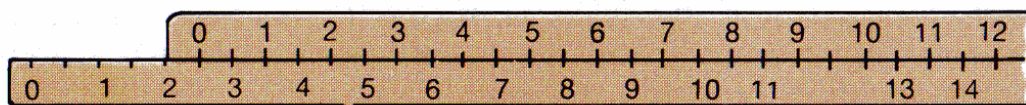
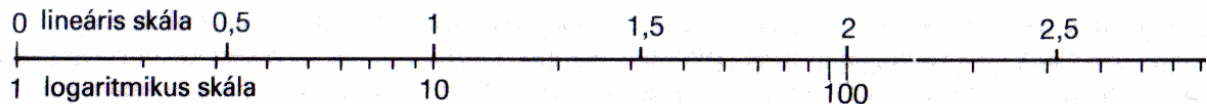
Ha valamely mennyiség nagyságrendbeli különbségeit szeretnénk helyesen látni, akkor értékeit ábrázoljuk 10-es alapú (Briggs-féle vagy dekadikus) logaritmikussal koordinátatengely mentén. Henry Briggs (1561-1630) által 1615-ben bevezetett tízes alapú logaritmus révén a szorzás és az osztás fáradságos műveletét az összeadás és a kivonás váltotta fel, mivel $\lg(a \cdot b) = \lg a + \lg b$ és $\lg(a/b) = \lg a - \lg b$. A következő táblázat a négy legfontosabb SI-alapegység (méter, kilogramm, másodperc, kelvin) anyagi valósághoz kötött nagyságrendjeit mutatja.

HOSSZÚSÁG méterben	TÖMEG kilogrammban	IDŐ másodpercben	HŐMÉRSÉKLET Kelvinben
10^{24} Univerzum	10^{40} Univerzum	Univerzum kora	szupernovák
10^{18} Androméda-köd táv. Tejútrendszer	10^{30} Tejútrendszer	10^{15} Tejútrendszer forgási periódusideje	10^7 Nap magja
10^{12} Naprendszer	Nap	10^{10} egy évezred egy évszázad	10^6
Nap	Föld	10^5 egy év	10^5
10^6 Föld	Hold	egy nap	10^4 csillagok felszíne tech. plazmasugár
hegy	óceán	egy óra	
1 ember	1 évi meteorhullás repülőg.-anyahajó	1 egy perc	10 ⁴ Nap felszíne
10^{-6} sejt	1 5000 karát gyémánt	10^{-5} hallható hangok periódusideje	10^3 elektromos ív vasolvadék
10^{-12} baktérium	10^{-10} homokszemcse	10^{-10} rádióhullámok periódusideje	10^2 víz forrásban cseppfoly. levegő
szerves molekula	porlasztott csepp	hősugarak	10 cseppfolyós H ₂
H-atom	vörösvérsejt	10^{-15} látható fényhullám periódusideje	
atommag	influenza vírus	periódusideje	1 Univerzum
10^{-18} elemi részecske	U-atom	10^{-20} röntgensugárzás periódusideje	
	proton		

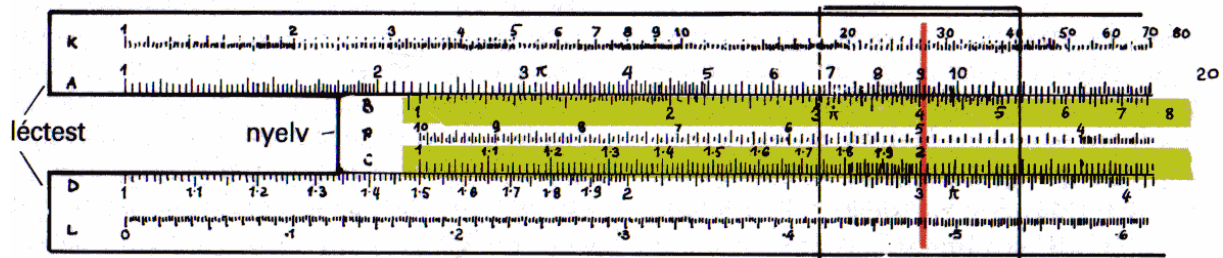
1650 körül alakult ki a logarléc mai formája. Egy skálabeosztással és számokkal ellátott „nyelv” csúszik az ugyancsak skálával és számokkal ellátott „léctestben”. Egyéb skálabeosztásokat is készítettek pl. a hatványozás, a gyökvonás, a szögfüggvények és a reciprok értékek leolvasására. Több skálabeosztás egyidejű használatát tette lehetővé a „logarléctesten” elcsúsztatható ablak, amelyet 1851-ben vezettek be. Számos, különleges célokra alkalmas logarléc is készült. A logarléc - mint az első modern analóg számológép - használata a számjegyekkel történő számolással szemben két lényeges hátránnyal jár:

1. A gyakorlatban a skálahosszúság határozza meg a számítás pontosságát. A szokásos, 25 cm-es logarlécekkel legfeljebb 0,1% pontosság érhető el. A hengeres, csavarvonal mentén elhelyezett skálabeosztású és csavar alakú nyelvvel ellátott logarlécek a 12 m hosszúságot is elérik, és pontosságuk ezért két nagyságrenddel nagyobb. Ennél nagyobb pontosságot logarléccel nem lehet elérni.
2. A tizedesvessző helyét az eredményben nagyságrendszámítással kell meghatározni.

A logarléctet az 1970-es években felváltották a gyorsabb, pontosabb és a nagyságrendet is helyesen ábrázoló elektronikus zsebszámológépek.



egyszerű összeadóléc $2,5 + 4,5 = 7$



szorzás logarléccel $1,5 \times 2 = 3$

Felhasznált és ajánlott szakirodalom:

Csengeri Pintér Péter: *Mennyiségek Mértékegységek Számok*, Műszaki Könyvkiadó, 1981

Hans Breuer: *Fizika*, Springer Hungarica Kiadó, 1993

Helmut Vogel: *Kompakt fizika*, Springer Hungarica Kiadó, 1995

Corine Stockley - Chris Oxlade - Jane Wertheim: *Képes Usborne Enciklopédia: Fizika - Kémia – Biológia*, Novotrade Kiadó, 1990

Bagyinszki Gyula: *Anyagismeret és minősítés*, BMF Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar, 2004

Hans Breuer - Rosemarie Breurer: *Informatika*, Springer Hungarica Kiadó, 1995