

Mértékrendszerek, az SI, a legfontosabb származtatott mennyiségek és egységeik

A fizikában és a méréstudományban mértékegységeknek hívjuk azokat a méréshez használt egységeket, amivel a fizikai mennyiségeket pontosan meg tudjuk határozni. A kísérletek megismételhetősége a tudományos módszer legfontosabb jellemzője. Ehhez szabványokra van szükségünk, és ahhoz, hogy egységes mérési szabványokat hozzunk létre, szükségünk van a mértékegységek rendszerére. A tudományos mértékegységek valójában a régi súly- és térfogat-mértékek általánosításából keletkeztek, melyeket már régóta használunk a kereskedelemben.

Az SI mértékegységrendszer

A különböző mértékegységrendszerek eltérő alapegységeket választottak. A leggyakrabban használt mértékegységrendszer az SI rendszer, vagy más néven a Mértékegységek nemzetközi rendszere, melynek mértékegységei az SI alapegységekből származnak. Minden SI származtatott egység ezen alapegységekből levezethető.

A Mértékegységek Nemzetközi Rendszere, röviden SI (Système international d'unités) modern, nemzetközileg elfogadott mértékegységrendszer, mely néhány kiválasztott mértékegységen, illetve a 10 hatványain alapul. A jelenleg használt SI mértékegységrendszert a 11. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (General Conference on Weights and Measures) fogadta el 1960-ban. Decimális mértékrendszer.

A korábbi, nemzetközileg is elfogadott mértékegységrendszert MKSA-nek nevezték, amely a méter, a kilogramm, a másodperc (secundum) és az amper mértékegységeken alapult, nevét ezek kezdőbetűiből alkották. Ezt egészítették ki később (1948-ban) 3 alapmértékegységgel: a erő (newton), az energia (joule) és a teljesítmény (watt) egységekkel.

A mértékegységek rendszerét az alapegységek, kiegészítő egységek és a velük leírható származtatott egységek alkotják.

A mértékegységek nagyságrendjét a prefixumok (előtagok) adják meg.

Magyarországon 1979 óta kötelező az SI-mértékrendszer használata. Az 1991. évi XLV. törvény 1. melléklete határozza meg a szabványos magyar mértékegységrendszer alapjait.

A koherens mértékegység-rendszer olyan egységrendszer, amellyel számolva, a mennyiségegyenlet és a szóban forgó egységekre vonatkozó számértékegyenlet alakja megegyezik, tehát nem tartalmaz további szorzótényezőket. Az SI-nek igen nagy előnye, hogy az egyedüli olyan mértékegységrendszer, amely a fizika egész területére koherens. SI-egységeket használva, a mennyiségegyenletbe elvileg elegendő csupán az SI-egységekben megadott mennyiségek számértékét behelyettesíteni, mert az eredmény eleve SI-mértékegységben adódik. Az SI-egységek egyik legfontosabb jellemzője, hogy az SI-ben felírt egyenletek általában egyszerűek, nem tartalmaznak fölösleges és bonyolult átszámítási tényezőket.

Alapmennyiségek

A mennyiségek közül egyeseket alapmennyiségül választottak. Az alapmennyiségek (a többi mennyiség alapján) nem definiálhatók. Minden olyan fizikai mennyiség, amely nem alapmennyiség, meghatározható az alapmennyiségek segítségével, ezért ezeket származtatott mennyiségeknek nevezzük. Az alapmennyiségek mértékegységei az alapegységek, a származtatott mennyiségek egységei pedig a származtatott mértékegységek. A származtatott egységek az alapegységekkel definiálhatók.

SI alapmennyiségek

Alapmennyiség		Mértékegység		
neve	jele	neve	jele	definíciója ¹
hosszúság	l (kis L betű)	méter	m	A méter annak az útnak a hosszúsága, amelyet a fény vákuumban 1/299 792 458 másodperc időtartam alatt megtesz.
tömeg	m	kilogramm	kg	A kilogramm az 1889. évben, Párizsban megtartott 1. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által a tömeg nemzetközi etalonjának elfogadott, a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban, <u>Sèvres</u> -ben őrzött platina-iridium henger tömege.
idő	t	másodperc	s	A másodperc az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9 192 631 770 periódusának időtartama.
elektromos áramerősség	I	amper	A	Az amper olyan állandó villamos áram erőssége, amely két egyenes, párhuzamos, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny körkeresztmetszetű és egymástól 1 méter távolságban, vákuumban elhelyezkedő vezetőkben fenntartva, e két vezető között méterenként $2 \cdot 10^{-7}$ newton erőt hozna létre.
termodinamikai hőmérséklet	T	kelvin	K	A kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének 1/273,16-szorosa.
anyagmennyiség	n	mól	mol	A mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kilogramm szén-12-ben. A mól alkalmazásakor meg kell határozni az elemi egység fajtáját; ez atom, molekula, ion, elektron, más részecske vagy ilyen részecskék meghatározott csoportja lehet.
fényerősség	I _v	kandela	cd	A kandela az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely $540 \cdot 10^{12}$ Hertz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki és sugárerőssége ebben az irányban 1/683 watt per steradián.

Előtagok

Bizonyos fizikai vagy kémiai mennyiségek a megszokott mértékegységekben kifejezve számszerűen nehezen kezelhetők, mert egyszerűen túlságosan nagyok vagy kicsik. Ezért a Nemzetközi mértékegységrendszerben a prefixumokat, előtétyszókat vagy előtagokat a nagyon nagy vagy nagyon kicsi mennyiségek rövid leírására használjuk.

A tíz hárommal osztható kitevőjű hatványainak rövidítésére használatosak leginkább, ezek közül a legfontosabbak:

Előtag	Jele	Szorzó hatvánnyal	Szorzó számnévvel
tera-	T	10^{12}	billió
giga-	G	10^9	milliárd
mega-	M	10^6	millió
kilo-	k	10^3	ezer
–	–	10^0	egy
milli-	m	10^{-3}	ezred
mikro-	μ	10^{-6}	milliomod
nano-	n	10^{-9}	milliárdod
piko-	p	10^{-12}	billiomod
femto-	f	10^{-15}	billiárdod
atto-	a	10^{-18}	trilliomod

Példák:

$$466 \text{ MHz (466 megahertz)} = 466 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$75 \text{ km (75 kilométer)} = 75 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$15 \text{ ms (15 milliszekundum)} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$32 \text{ nF (32 nanofarad)} = 32 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Van néhány előtétyszó, amely nem hárommal osztható hatványkitevőjű. Ezek csak néhány alapegységgel használatosak:

Előtag	Jele	Szorzó	Használat
hekto-	h	10^2	hl (hektoliter), hPa (hektopascal)
deka-	da	10	dag (hétköznapi változat: dkg) (dekagramm)
deci-	d	10^{-1}	dl (deciliter), dm (deciméter), dg (decigramm)
centi-	c	10^{-2}	cl (centiliter), cm (centiméter), cg (centigramm)

Milyen mértékegységeket kell alkalmazni?

Elsősorban az SI-egységeket kell használni, esetleg ezek ajánlott decimális többszöröseit. Más többszörösöket csak kivételes esetekben használhatunk. Ilyenek például: ha=hektár, hl=hektoliter, l=liter, d=nap, h=óra, min=perc, km/h, A·h=amperóra, kW·h=kilovattóra stb. A nem SI-egységekből általában nem szabad új decimális többszöröst képezni, tilos például a hh (hektóóra) vagy a dmin (deciminutum) használata.

A mértékegységek jelének írásmódja

A mértékegységek jelét a nyomtatott könyvekben nem dőlt, hanem álló betűvel kell írni. Az egységek jelét általában kisbetűvel írjuk. A személynevekből származó egységnevek jelét azonban mindig nagy kezdőbetűvel kell: például: V = volt, A = amper, Hz = hertz, Pa = pascal, K = kelvin jelölni. Vigyázni kell arra, hogy ha a mértékegység nevét teljesen kiírjuk, akkor kis kezdőbetűre van szükség, például az erő egysége nem a Newton, hanem a newton, és az ellenállás egysége nem az Ohm, hanem az ohm. Egynél több ferde törtvonalat egyazon kifejezésben nem szabad használni, illetve ferde törtvonal használata esetén, ha a nevező több tényezőtől áll, a nevezőt zárójelbe ajánlatos tenni.

Néhány fontos nem SI-egység:

- Az SI-n kívüli, korlátozás nélkül használható törvényes mértékegységek: térfogat, űrtartalom: liter; a síkszög egysége az ívfok és részei; a tömeg egysége a tonna; az időmérésre perc, óra, nap, hét hónap és év; sebesség jelölésére a kilométer per óra; hőmérséklet egységnek a Celsius fok; a munka és energia egysége a wattóra.
- Az SI-n kívüli kizárólag meghatározott szakterületen használható szabványos mértékegységek: hosszúság: tengeri mérföld a légi és tengeri hajózásban, csillagászati egység, parszek és fényév csak a csillagászatban; területegységnek a hektár csak a gazdálkodásban; a síkszög mértéke a gon és az újfok csak a geodéziában; az atomtömeg egység és az energia elektronvolt egységek az atomfizikában; a bar nyomásegység csak a gázok és folyadékok nyomásának jellemzésére; a teljesítmény voltamper csak az elektromosságban.

Származtatott egységek

A Nemzetközi Mértékegység-rendszer (SI) származtatott egységei az SI-alapegységek hatványainak szorzataként vagy hányadosaként képezhetők a megfelelő mennyiségekre vonatkozó fizikai egyenletek alapján. 1995 óta ide sorolják a korábban kiegészítő egységeknek nevezett egységeket is.

Fizikai mennyiség	SI egység neve	SI egység szimbóluma	Kifejezése SI alapegységekkel
síkszög	radián	rad	1 m / m
térszög	szteradián	sr	1 m ² / m ²

Néhány triviális (kisiskolás) származtatott mennyiség

A származtatott mennyiség		Egysége	
neve:	jele:	neve:	jele:
terület	A	négyzetméter	m ²
térfogat	V	köbméter	m ³
sűrűség	ρ	kilogramm/köbméter	kg/m ³

További származtatott mennyiségek

Származtatott mennyiség			Mértékegység	
neve:	Értelmezése	képlettel:	neve:	jele:
sebesség	Skalár: egységnyi idő alatt megtett út; Vektor: egységnyi idő alatti elmozdulás	$v=s/t$ $\vec{v} = \Delta\vec{r} / \Delta t$	méter/másodperc	m/s
gyorsulás	egységnyi idő alatti sebességváltozás (vektorosan is)	$\vec{a} = \Delta\vec{v} / \Delta t$	méter/másodperc ²	m/s ²
lendület (impulzus)	a tömeg és a sebességvektor szorzata	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	kg×méter/másodperc	
erő	egységnyi idő alatti lendületváltozás vektor	$\vec{F} = \Delta\vec{p} / \Delta t$	kg×méter/másodperc ² = newton	N
nyomás	egységnyi felületre ható nyomóerő	$P=F_n/A$	newton/méter ² = pascal	Pa
munka	az erő és az elmozdulás skaláris szorzata (az erő és az erőirányú elmozdulás komponens szorzata)	$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r}$	newton×méter=joule	J
energia	a munkával megegyező dimenziójú fizikai mennyiség	E	joule	J
teljesítmény	egységnyi idő alatt végzett munka	$P=W/t$	joule/másodperc=watt	W
elektromos töltés	az elektromos áram és az idő szorzata (átáramlott töltés)	$Q=I \cdot t$	amper×másodperc =coulomb	C
elektromos feszültség	az elektromos töltésen végzett munka osztva a töltéssel	$U=W/Q$	joule/coulomb=volt	V
elektromos ellenállás	(az ellenálláson mérhető) feszültség osztva az átfolyó árammal	$R=U/I$	volt/amper=ohm	Ω
kapacitás	(a vezetőre felvitt) töltés osztva a kialakult feszültséggel	$C=Q/U$	coulomb/volt=farad	F
forgatónyomaték	Az erő szorozva az erőkarral (ami az erő hatásvonalának a távolsága a vonatkoztatási ponttól)	$M=F \cdot r_n$	newton×méter (≠joule)	Nm
mágneses indukcióvektor	Az áramhurokra ható maximális forgatónyomaték osztva a hurok áramával és területével	$B=M_{\max}/(IA)$	N/Am=Vs/m ² =tesla	T