

SI OPAS

Kansainvälinen suure- ja yksikköjärjestelmä
International System of Quantities and Units



Sisällys

Esipuhe	3
1 Kansainvälinen mittayksikköjärjestelmä SI	4
2 Suure ja yksikkö	5
3 ISQ-suurejärjestelmä ja SI-yksikköjärjestelmä	6
4 Kerrannais- ja alikerrannaisyksiköt	10
5 Muut yksiköt	13
6 Kirjoitusohjeita	15
6.1 Suureet ja yksiköt	15
6.2 Suureiden arvot	17
6.3 Sijapäätteiden merkitseminen	18
6.4 Lausekkeet ja yhtälöt	19
7 Eri aloilla käytetyt suureet ja yksiköt	21
7.1 Avaruus ja aika	22
7.2 Mekaniikka	28
7.3 Lämpö	38
7.4 Sähkömagnetismi	44
7.5 Valo	54
7.6 Ääni	60
7.7 Fysikaalinen kemia ja molekyyelifysiikka	62
7.8 Atomi- ja ydinfysiikka	66
7.9 Dimensiottomat suureet	73
7.10 Ordinaalisuureet	74
SFS-standardit ja muut julkaisut	75

6. painos

ISBN 978-952-242-245-3

Esipuhe

SI-opas perustuu kansainvälisiin suure- ja yksikköstandardeihin soveltaen niitä suomenkielisen käytön tarpeisiin. Sen 1. painos ilmestyi vuonna 1973. Opas pyritään pitämään kansainvälisten standardien kehityksen tasalla korjaamalla sitä tarpeen vaatiessa Suomen Standardisoimisliiton (SFS) Mittayksikkökomitean suositusten mukaisesti. Tämä oppaan 6. painos tuli tarpeelliseksi, kun kansainväliset standardisointijärjestöt ISO (*International Organization for Standardization*) ja IEC (*International Electrotechnical Commission*) sopivat yhteisen standardisarjan ISO/IEC 80000 julkaisemisesta. Suomessa SFS päättää standardin osien mahdollisesta suomentamisesta.

Helsingissä 24. 5. 2013

SFS:n mittayksikkökomitea

3. ISQ-suurejärjestelmä ja SI-yksikköjärjestelmä

Kansainvälisen suurejärjestelmän ISQ (*International System of Quantities*) lähtökohdaksi on sovittu seitsemän *perussuuretta* (Taulukko 1), joiden katsotaan olevan toisistaan riippumattomia.

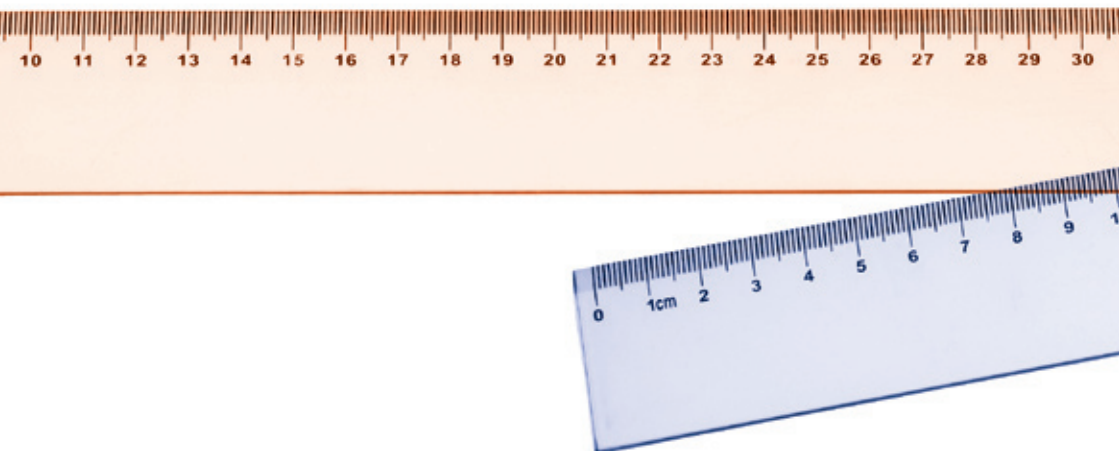
Muut ISQ:n suuret ovat *johdannaisuureita*, joita on otettu ja otetaan käyttöön tieteessä ja teknologiassa kohdattujen esitystarpeiden mukaan. Ne voidaan ilmaista perussuureiden algebrallisina lausekkeina niiden esittämän ominaisuuden luonteen (esimerkit 3 ja 4) tai empiiristen luonnonlakien mukaisten riippuvuuksien (esimerkki 5) perusteella.

SI-järjestelmässä on seitsemän *perusyksikköä* (Taulukko 1), jotka ovat CGPM:n vahvistamat ISQ-perussuureiden yksiköt. Niiden toteutuksesta ja toteuttamisen kehittämistä huolehtii Pariisin lähistöllä sijaitseva Kansainvälinen paino- ja mittatoimisto BIPM (Bureau International des Poids et Mesures).

ISQ-johdannaisuureiden yksiköt ovat SI-järjestelmän *johdannaisyksiköitä*. Ne muodostetaan perusyksiköiden algebrallisina lausekkeina, jotka vastaavat perussuureiden avulla ilmaistuja johdannaisuureiden lausekkeita (esimerkit 3–5).

Näin saadut johdannaisyksiköt ovat perusyksiköiden potenssien (positiivisten tai negatiivisten) tuloja ilman lukuarvokertoimia. Tämän perusteella SI-yksiköiden sanotaan olevan samakantaisia. Jokaista suureen lajia kohti on vain yksi SI-yksikkö. Samankantaisuudesta seuraa, että SI-yksiköitä käytettäessä suureiden arvot voidaan sijoittaa suureyhtälöihin sellaisinaan ilman muuntokertoimia.

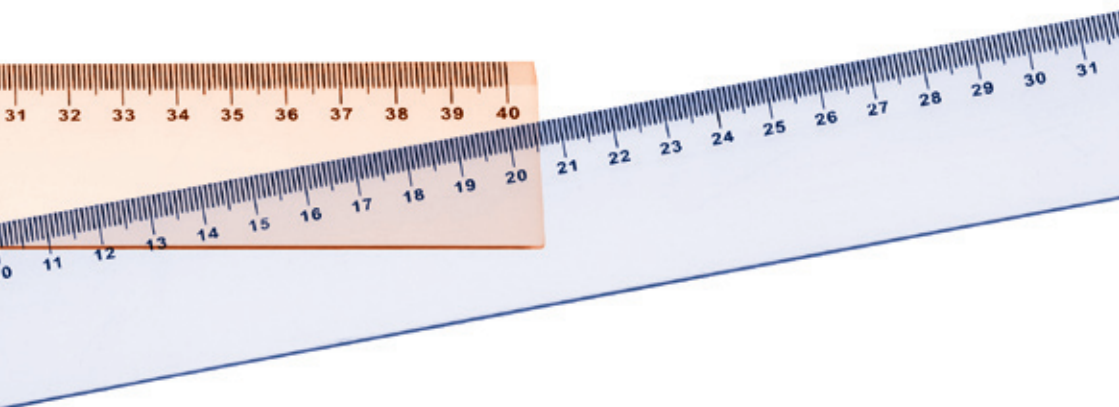
Perussuureiden eksponentit johdannaisuureen lausekkeessa määrittelevät johdannaisuureen *dimension* (SFS-ISO 80000-1).



Taulukko 1. ISQ-suurejärjestelmän perussuureet ja niiden SI-perusyksiköt.

ISQ-perussuure	SI-perusyksikkö	
	Nimi	Tunnus
pituus	metri	m
massa	kilogramma	kg
aika	sekunti	s
sähkövirta	ampeeri	A
termodynaaminen lämpötila	kelvin	K
ainemäärä	mooli	mol
valovoima	kandela	cd

Joukolle SI-johdannaisyksiköitä on annettu erityisnimet ja niitä vastaavat tunnuksat (taulukko 2). Näitä tunnuksia voidaan käyttää myös muiden johdannaisyksiköiden esittämiseen (esimerkki 6). Erityisnimiä ja -tunnuksia suositellaan käytettäväksi suureiden arvoja ilmoitettaessa, erityisesti taulukoissa. Laskennassa on sen sijaan usein käytännöllistä käyttää, virheiden välttämiseksi, johdannaisyksiköiden perusyksiköistä muodostettuja lausekkeita, jotka ovat yksikäsitteisiä.



7.2 Mekaniikka

MASSA m

Suuretta massa käytetään kahden eri ominaisuuden mittana. Se ilmaisee kappaleen etenemishitauden (eli kyvyn vastustaa liiketilan muutoksia) ja gravitaatiokyvyn eli kyvyn osallistua gravitaatiovuorovaikutukseen. Tarvittaessa niitä tarkoittavat suuret erotetaan käyttämällä *hidas massa* ja *gravitaatiomassa* ja tunnuksia m_i ja m_g .

Suureiden m_i ja m_g tarkasta verrannollisuudesta seuraa, että ne voidaan samais-
taa ja että massa voidaan mitata painoja vertaamalla, yleisemmin vaa'alla.

Massasta ei pidä käyttää sanaa *paino*, joka tarkoittaa voimaa.

kilogramma kg. Perusyksikkö. Kansainvälisen prototyyppikappaleen massa. Tavallisia kerrannaisia ja alikerrannaisia: Mg = 10^3 kg, mg = 10^{-6} kg, μg = 10^{-9} kg.

Koska yksikön nimessä on etuliite kilo, yksikön kerrannaiset ja alikerrannaiset muodostetaan etuliitteillä yksiköstä gramma g.

- ☺ *tonni* t (englannin kielessä myös *metric ton*). $1 \text{ t} := 1 \text{ Mg} = 1000 \text{ kg}$.
dalton Da, $1 \text{ Da} = 1,660\,538\,921(73) \times 10^{-27} \text{ kg}$ (CODATA 2010).
Hiiliatomin ^{12}C massa on 12 Da. Ennen atomimassayksikkö (u).
- ☹ n.u. ja a.u. $m_e = 9,109\,382\,91(40) \times 10^{-31} \text{ kg}$ (CODATA 2010).
Elektronin massa.
- ☹ *karaatti*, 1 karaatti := 200 mg.
Jalokivien ja helmien massat ilmaistaan perinteisesti karaateissa.
naula lb, $1 \text{ lb} := 0,453\,592\,37 \text{ kg}$,
unssi (ounce) oz, $1 \text{ oz} := (1/16) \text{ lb} \approx 28,349\,52 \text{ g}$.
tonni, 1 ton (UK) := 2240 lb = 1,016 047 t,
myös muualla: *tonni*, 1 ton (US) := 2000 lb = 0,907 184 7 t.



TIHEYS ρ

Aineen (massa)tiheys on $\rho = dm/dV$, jossa dm on tilavuusalkiossa dV olevan aineen massa.

Rakeisen aineen, kuten hiekan, tiheydestä käytetään termiä *irtotiheys* erotukseksi *kiintotiheydestä*, joka on sen rakeiden aineen tiheys.

Esimerkki: muovirakeiden irtotiheys voi olla $1,0 \text{ kg/dm}^3$, mutta kiintotiheys voi olla $1,5 \text{ kg/dm}^3$.

Ominaispaino on vanhentunut termi, jota ei pidä käyttää tiheyden sijasta.

kilogramma kuutiometrissä kg/m^3 .

Tavallisia kerrannaisia: $1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$ (\approx veden tiheys), 1 g/m^3 (\approx ilman tiheys normaalitilassa).

☺ *kilogramma litrassa* $1 \text{ kg/l} = 1 \text{ kg/dm}^3$, *tonnia kuutiometrissä*,
 $1 \text{ t/m}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3$.

☹ *naula kuutiotuomassa*, $1 \text{ lb/in}^3 \approx 27\,700 \text{ kg/m}^3$, *naula kuutiojalassa*,
 $1 \text{ lb/ft}^3 \approx 16,0 \text{ kg/m}^3$.

PINTA-ALAMASSA, MASSAKATE, ρ_A

Ainekerroksen tai levyn pinta-alamassa on $\rho_A = dm/dA$, missä dm ja dA ovat kerroksen tai levyn alkion massa ja pinta-ala.

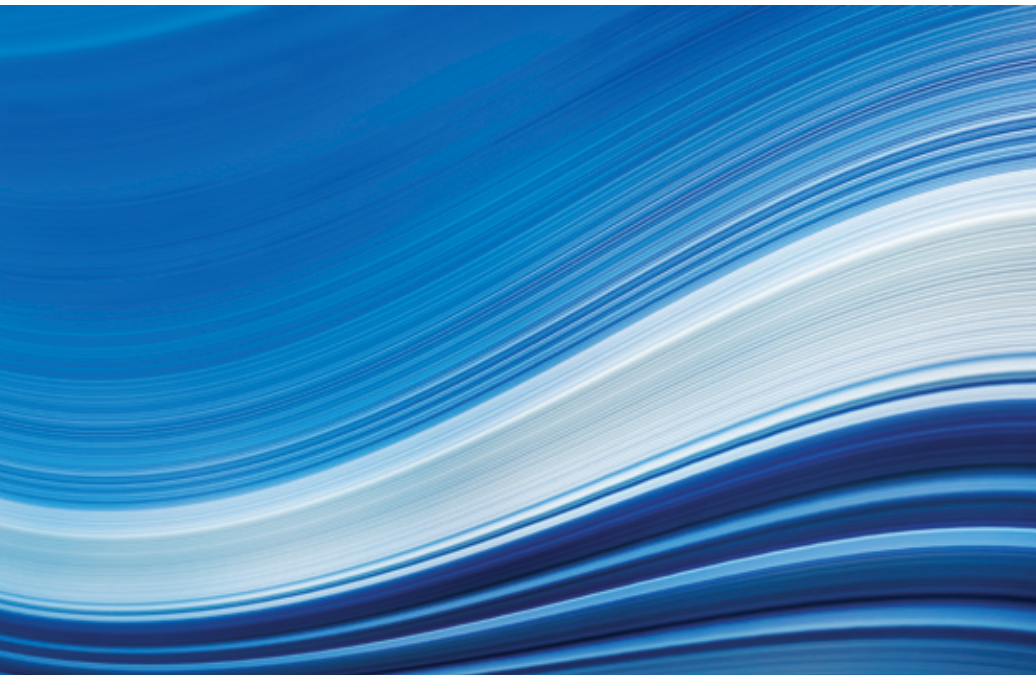
kilogramma neliometrillä (tai neliometrissä) kg/m^2 .

PITUUSMASSA ρ_l

Sauvamaisen tai lankamaisen kappaleen pituusmassa on $\rho_l = dm/dl$, jossa dm ja dl ovat kappaleen alkion massa ja pituus.

kilogramma metrissä kg/m .

☹ *tex*, $1 \text{ tex} := 1 \text{ mg/m} = 1 \text{ g/km}$.
Tekstiiliteollisuudessa käytetty langan pituusmassan yksikkö.



SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO **SFS** RY
Malminkatu 34, PL 130, 00101 Helsinki
Puh. 09 149 9331, faksi 09 146 4914
Internet www.sfs.fi, sähköposti sfs@sfs.fi