Grootheden en eenheden in de landbouw en de biologie

K. Schurer & J.C. Rigg

Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie

Wageningen - 1980

ISN = 117 530

Dr. K. Schurer heeft in Utrecht natuurkunde gestudeerd en is daar gepromoveerd op een proefschrift over stralingsstandaarden. Hij is in dienst van de Stichting Technische en Fysische Dienst voor de Landbouw (TFDL) te Wageningen als wetenschappelijk medewerker en afdelingshoofd fysische techniek.

J.C. Rigg heeft in Londen plantkunde gestudeerd en is in dienst van het Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie (Pudoc) te Wageningen als wetenschappelijk redacteur Engelse taal. Hij is lid van een gezamenlijke commissie en expert-panel voor grootheden en eenheden van de International Union of Pure and Applied Chemistry en van de International Federation of Clinical Chemistry. Hij is ook betrokken geweest bij verschillende werkgroepen van Unesco op het gebied van de communicatie van wetenschappelijke informatie.

ISBN 90 220 0742 1

© Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1980.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Inhoud

Woord vooraf

Ten geleide

1 Iets uit de historie 1

2 Grootheid - eenheid - getalwaarde - dimensie - coherentie 3

3 Basisgrootheden en grondeenheden van het SI 6

4 Afgeleide grootheden en eenheden 9
4.1 Samenstellingen 9
4.2 Oude eenheden 13
4.3 Nieuwe eenheden 13

5 Decimale voorvoegsels 14

6 Overige eenheden 16

7 Schrijfwijze en typografische aanwijzingen 20
7.1. Grootheden en eenheden 20
7.2. Enige wiskundige symbolen en bewerkingen 21
7.2.1 Getallen 21
7.2.2 Eenheden 22
7.2.3 Grootheden 23
7.2.4 Tekens voor relaties en operaties 23
7.3. Computerteksten 24

8 Namen van grootheden en eenheden 25

9 Keuze van de grootheid 27
9.1 Drukhoogte 27
9.2 Elektromagnetische straling op een plant 28
9.3 Hardheid van water 29
9.4 Vochtigheid van lucht 29
9.5 Absorbantie, zwarting 30
9.6 Hoeveelheid melk 30
9.7 Snelheid van fotosynthese 31
9.8 Massa - gewicht - kracht - druk 31

10 De dimensieanalyse 33

11 Dimensieloze grootheden 35
11.1 Getallen 35
11.2 Tellingen 35
11.3 Fracties 35
11.4 Relatieve waarden binnen een systeem 36
11.5 Intervalmaten 36
11.6 Vlakke hoek en ruimtehoek 36
11.7 Relatieve waarden tussen twee systemen 37
11.8 Dimensieloze combinaties van grootheden 38
11.9 Logaritmische en andere functies 39

12 Het omrekenen van oudere eenheden in SI-eenheden 42

Lijst van symbolen en afkortingen 95

Literatuur 107

Register 110

Woord vooraf

Per 1 januari 1980 is de overgang naar het Internationaal Stelsel van Eenheden in de Europese Gemeenschap wettelijk een feit. Officieel is het gebruik van eenheden geharmoniseerd.

De circulaire J 1302 van het Ministerie van Landbouw en Visserij van 18 mei 1977 inzake de meeteenheden heeft bij veel onderzoekers een zekere ongerustheid opgeroepen. De oude vertrouwde eenheden moeten verdwijnen, maar het is niet steeds duidelijk welke eenheden ervoor in de plaats moeten komen. Voor het brede terrein van het landbouwkundig onderzoek, met name de biologie geeft de bijlage van de circulaire maar ten dele een antwoord.

Om deze lacune op te vullen heeft de Directie Landbouwkundig Onderzoek de dienstverlenende instituten op het gebied van meettechniek (TFDL) en publikaties (Pudoc) uitgenodigd een nader uitgewerkte handleiding op te stellen voor gebruik in alle geledingen van het landbouwkundig onderzoek.

Dit boekje is bedoeld als een hulp om het juist gebruik van het SI te stimuleren, om de voordelen van zijn eenvoud in het brede gebied van de landbouw tot zijn recht te laten komen en om onnodige begripsverwarring te verminderen. Het gaat in op de gevolgen van het SI voor het rapporteren van gegevens uit het landbouwkundig onderzoek.

Ik dank de schrijvers voor alle moeite die zij hebben gedaan om voor medewerkers in het landbouwkundig en biologisch onderzoek een overzichtelijke handleiding samen te stellen.

dr. ir. D. de Zeeuw
algemeen directeur landbouwkundig onderzoek

Ten geleide

Na een overgangsperiode van enkele jaren is het gebruik van uitsluitend erkende eenheden vanaf 1978 wettelijk voorgeschreven voor meetmiddelen, metingen en aanduidingen in het economisch verkeer, in de gebieden van volksgezondheid en veiligheid, en voor alle handelingen van bestuursrechtelijke aard. Voor enkele eenheden gold een iets langere overgangsperiode tot 1 januari 1980. Ook voor het ambtelijk verkeer in Nederland zijn de erkende eenheden verplicht, zelfs in het onderzoek.

Dit betekent dat vele oudere eenheden in officieel verkeer niet meer zijn toegelaten. Helaas kunt u ze nu ook niet zonder meer vergeten. Bij het raadplegen van bestaande literatuur heeft u omrekenfactoren nodig. Misschien gebruikte u zelf tot nu toe wel oudere eenheden.

In ons boekje zijn twee gedeelten te onderscheiden. Eén gedeelte geeft directe aanwijzingen voor een juiste hantering van eenheden en grootheden (hoofdstuk 1-7); het wordt aangevuld met een tabel van omrekenfactoren (hoofdstuk 12). Het resterende gedeelte (hoofdstuk 8-11) gaat wat verder in op achtergronden. Een keuze uit de literatuur is opgenomen in de literatuurlijst.

In deze uitgave zijn lettersymbolen van variabelen onderstreept en die van vectoren onderstreept met een pijl er boven. In drukwerk ziet men deze meestal respectievelijk in cursieve en vette cursieve letters. De uitgever heeft voor de eerste vorm gekozen als voorbeeld waarop iedereen met een moderne schrijfmachine teksten kan maken volgens de geldende regels (paragraaf 7.1).

Deze uitgave is gericht op het onderzoek in de landbouw en de biologie en op het daarmee verwante onderwijs (WO en HBO).

Om een indruk te krijgen van de bestaande gebruiken en behoeften hebben wij een ontwerp van deze publikatie toegestuurd aan vele instituten en aan enkele vakgroepen van de Landbouwhogeschool. Op onze verzoek om commentaar, aanvullingen en opgave van gebruikte eenheden is in verheugende mate gereageerd. Wij zijn in het bijzonder dank verschuldigd aan de volgende personen voor hun raad inzake grootheden en eenheden, hun attendering op allerlei zaken en hun kritische commentaar op de presentatie:

R.J.P. Aalpol, afdeling Publikaties, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie (Pudoc), Wageningen

dr. ir. C. van den Berg, Sectie Proceskunde, Vakgroep Levensmiddelentechnologie, Landbouwhogeschool, Wageningen

ir. F. de Boer, Instituut voor Veevoedingsonderzoek "Hoorn" (IVVO), Lelystad; ook sprekend namens het Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad, het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek "Schoonoord" (IVO), Zeist en het Instituut voor Pluimveeonderzoek "het Spelderholt" (IPS), Beekbergen

dr. P.H. Bool, Centraal Diergeneeskundig Instituut (CDI), Lelystad

ir. S. Bouman, Nederlands Instituut voor Zuivelonderzoek (NIZO), Ede

dr. ir. A.J.H. van Es, IVVO, Lelystad

dr. ir. P. Gaastra, Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Wageningen

dr. ir. J. Goudriaan, CABO, Wageningen

dr. P. Hagel, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO), IJmuiden

dr. ir. M.J.H. Keijbets, Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten (IBVL), Wageningen

ir. R. Koppe, Stichting Technische en Fysische Dienst voor de Landbouw (TFDL), Wageningen

dr. R. Muijlwijk, Van Swinden Laboratorium (VSL), Delft

dr. ir. G.A. Pieters, Vakgroep Plantenfysiologisch Onderzoek, Landbouwhogeschool, Wageningen

ir. J.W. Rudolphij, Sprenger Instituut, Wageningen

prof. dr. P.K. Schenk, voorheen Stichting Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO), Lisse

ir. G.N. Spaink, Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG), Wageningen

ir. J.F. Stoutjesdijk, Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw (ITAL), Wageningen

ir. G.L. Strang van Hees, afd. Geodesie, Technische Hogeschool Delft

ing. C.E. Talma, TFDL, Wageningen

G.J.W. Visscher, TFDL, Wageningen

dr. B.F. Visser, Rijksuniversiteit Limburg, Maastricht

dr. ir. J. Wesseling, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), Wageningen

De vorm van deze publikatie, de keuze van onderwerpen en eventuele overgenomen of zelfgemaakte fouten blijven vanzelfsprekend voor rekening van de auteurs.

Wageningen, januari 1980

K. Schurer
J.C. Rigg

1 Iets uit de historie

Al heel vroeg voelden de mensen de behoefte de maat van dingen te bepalen. Zodra het dan om dingen ging die niet direct naast elkaar te zetten waren, kwam de noodzaak van een referentiemaat op. Geleidelijk aan is daaruit een - van streek tot streek verschillend - eenhedenstelsel gegroeid, d.w.z. een stelsel van éénheidsmaten, die als basis voor de vergelijking van gelijksoortige grootheden werden gebruikt. De onderlinge verschillen tussen ponden, voeten, ellen en morgens werden echter al in de 18e eeuw een steeds ernstiger belemmering voor de internationale handel. De Franse revolutie heeft de stoot gegeven tot de ontwikkeling van een nieuw eenhedenstelsel, dat voor alle landen en alle tijden bedoeld was. De eenheden meter en kilogram (kracht) zijn in de 19e eeuw inderdaad gemeengoed geworden, behalve in de engelssprekende landen.

In 1875 heeft een groot aantal landen zich verenigd in de meterconventie, met het doel er voor te zorgen dat door een goede definitie van de eenheden en door het verspreiden en geregeld controleren van standaarden overal ter wereld maten en gewichten gebaseerd zouden zijn op dezelfde eenheden. Het hoogste orgaan, de Algemene Vergadering voor Maten en Gewichten (CGPM), bestaat uit vertegenwoordigers van alle 45 deelnemende landen. De Algemene Vergadering komt eenmaal per vier jaar bijeen en stelt dan definities van eenheden vast. Het Internationale Comité (CIPM) vergadert ieder twee jaar en houdt toezicht op verschillende commissies. Het Comité bereidt de besluiten van de Algemene Vergadering voor en ziet toe op de uitvoering. Het Internationale Bureau (BIPM) beschikt over een administratief apparaat en over een laboratorium. Het is gevestigd in Sèvres bij Parijs. Het draagt de zorg voor het in-stand-houden, het verspreiden en het vergelijken van standaarden. Daartoe worden onder andere nationale standaarden regelmatig vergeleken met die van het Internationale Bureau.

De stormachtige ontwikkeling van wetenschap en techniek in de 19e eeuw heeft echter tot een gescheiden ontwikkeling van de eenheden geleid, niet per streek maar meer per vakgebied. Zo kon het gebeuren, dat de één een vermogen in watt uitdrukte, een ander in kilocalorie per uur of in paardekracht, en

nog anderen in erg per seconde, British thermal unit per uur of calorie per minuut. Voor grootheden als druk, kracht en arbeid was er even veel verwarring, en voor grootheden als massa, dichtheid en viscositeit werden vaak schalen gebruikt die niet van andere eenheden waren afgeleid, maar die uit de gekozen meetmethode voortvloeiden (zoals graden Soxhlet, graden Baumé, graden Engler en seconden Redwood).

Een gevolg was, dat veel tijd werd verdaan met het omrekenen van getalwaarden, en wat ernstiger was, dat onduidelijkheid over de gebruikte eenheden vaak tot misverstanden leidde.

De enige eenheid waarover geen discussie van betekenis is gevoerd is de seconde. Pogingen om de tijd decimaal te verdelen zijn steeds gestrand op de moeilijke verhoudingen van jaar en dag.

Rond 1900 stelde Giorgi een samenhangend stelsel van eenheden voor, gebaseerd op de meter, het kilogram (massa), de seconde en één van de praktische elektrische eenheden ampère, ohm of volt. In een dergelijk stelsel staat een vermogen steeds in watt, onverschillig of het nu om elektriciteit, warmte of beweging gaat. Langzaam aan won dit eenhedenstelsel veld onder de namen mksA-stelsel of Giorgi-stelsel. Sedert 1945 is de algemene invoering door de landen van de meterconventie sterk bevorderd. Daarbij bleken nog grondeenheden toegevoegd te moeten worden voor temperatuur, lichtsterkte en hoeveelheid stof. In deze uitgebreide vorm heet het stelsel sedert 1960 het Internationale Stelsel van Eenheden. Het internationaal gebruikte letterwoord, afkomstig van Système International d'Unités', is SI.

2 Grootheid - eenheid - getalwaarde - dimensie - coherentie

Een meetbare eigenschap, zoals lengte of massa van een object noemen we een grootheid. Het object zelf is dus geen grootheid. Meten is het bepalen van de verhouding tussen een grootheid en een referentiegrootheid, de eenheid. Deze verhouding noemen we de getalwaarde.

Bijvoorbeeld, heeft een boom een hoogte van 8 meter dan is hoogte de grootheid, meter de eenheid en 8 de getalwaarde.
Dus:

$$\frac{\text{grootheid}}{\text{eenheid}} = \text{getalwaarde},$$

of

$$\text{grootheid} = \text{getalwaarde} \times \text{eenheid}$$

De onderzochte grootheid en de eenheid moeten van dezelfde soort zijn: bijvoorbeeld lengte en massa kunnen niet zomaar met elkaar vergeleken worden. Binnen één grootheidsoort kunnen wel grootheden met zeer uiteenlopende grootte voorkomen: de afstand aarde-zon, de breedte van een blocnote en de lengte van een eiwitmolecule zijn alle drie grootheden van de grootheidsoort 'lengte'. Bij iedere grootheidsoort hoort één eenheid.

Tussen grootheidsoorten bestaan velerlei betrekkingen, bijvoorbeeld

snelheid = weg gedeeld door tijd

Hebben we nu voor lengte (weg) en tijd al een eenheid, dan zijn we niet meer vrij in de keuze van de eenheid voor snelheid. Bij iedere andere keuze dan de verhouding van de eenheden voor lengte en tijd moeten we in de vergelijking een numerieke factor invoeren om de gelijkheid op te laten gaan.

In de kinematica (bewegingsleer) blijkt iedere grootheid geschreven te kunnen worden als een produkt van machten van twee basisgrootheden. Welke grootheden als basisgrootheid en welke als afgeleide grootheid worden beschouwd is betrekkelijk willekeurig. In ons voorbeeld kunnen we lengte en tijd als basisgrootheid kiezen, maar ook lengte en snelheid. In het eerste geval is snelheid een afgeleide grootheid, in het tweede tijd.

Het produkt dat de relatie tussen een grootheid en de basisgrootheden aangeeft, noemen we de dimensie van die grootheid. De dimensie van een basisgrootheid heet een gronddimensie. De dimensie van een afgeleide grootheid is dus ook te schrijven als het produkt van machten van gronddimensies. Als in het produkt alle gronddimensies voorkomen tot de macht nul, heeft de grootheid de dimensie één. We spreken dan van een dimensieloze grootheid.

Bij iedere basisgrootheid hoort een grondeenheid. Voor afgeleide grootheden krijgen we dan eenheden die bestaan uit het overeenkomstige produkt van grondeenheden. Op deze wijze krijgen we afgeleide eenheden die zonder numerieke factoren in de grondeenheden zijn uit te drukken. Deze eigenschap heet coherentie. Een stelsel van eenheden dat deze eigenschap bezit, heet een coherent stelsel.

We hebben hierboven gezien dat de kinematica zich laat beschrijven door een stelsel met twee basisgrootheden. Om ook andere gebieden van wetenschap te kunnen dienen moeten meer basisgrootheden worden ingevoerd. Het Giorgi-stelsel vormde met de basisgrootheden lengte, tijd, massa en elektrische stroom een coherent stelsel voor mechanica en de elektrische en magnetische verschijnselen. Uitgebreid met basisgrootheden voor de thermodynamica, de fotometrie en de chemie (temperatuur, lichtsterkte en hoeveelheid stof) is het stelsel - nu als SI - uitgegroeid tot een coherent stelsel voor het hele gebied van de natuurwetenschappen en de techniek. Bij uitbreiding tot nog andere gebieden van wetenschap zullen ook meer basisgrootheden nodig zijn, zoals geldswaarde voor de economie.

Als illustratie van de vereenvoudiging, die een coherent stelsel oplevert, kan het volgende, bekende voorbeeld dienen. Wanneer gedurende een tijd t een elektrische stroom I door een weerstand R vloeit, wordt de ontwikkelde warmte Q bij gebruik van SI-eenheden (of, algemener, van coherente eenheden) beschreven door $Q = I^2 \cdot R \cdot t$. De grootheidsoorten warmte en elektrische energie behoren beide tot de grootheidsoort energie. Ze hebben dezelfde dimensie en ook dezelfde SI-eenheid : joule. Vroeger was het gebruikelijk warmte uit te drukken in calorieën, en alleen elektrische energie in joule. Dezelfde vergelijking luidde toen $Q = 0{,}24\ I^2 \cdot R \cdot t$. De 'natuurconstante' 0,24 bestond uitsluitend als gevolg van het naast elkaar voorkomen van twee verschillende energieeenheden. De calorie is een niet-coherente eenheid.

Grootheden die tot dezelfde grootheidsoort behoren hebben dezelfde dimensie. Het omgekeerde hoeft echter niet te gelden. Arbeid en moment hebben beide de dimensie kracht × weg, maar ze behoren tot verschillende grootheidsoorten: het is fysisch niet zinvol arbeid en moment op te tellen of af te

trekken.

Een belangrijk verschil tussen beide grootheden is, dat arbeid volledig bepaald is door zijn grootte, terwijl moment een grootte en een richting heeft. Arbeid heet een scalar of scalaire grootheid, moment een vector of vectoriële grootheid. Andere vectoriële grootheden zijn bijvoorbeeld kracht, elektrische veldsterkte en magnetische inductie. Voor het bepalen van de dimensie maken we geen verschil tussen een scalar en een vector.

3 Basisgrootheden en grondeenheden van het SI

Tabel 1. De basisgrootheden en grondeenheden van het SI.

Basisgrootheid		Grondeenheid		Dimensie
naam	symbool	naam	symbool	
lengte	$\underline{l}$	meter	m	L
massa	$\underline{m}$	kilogram	kg	M
tijd	$\underline{t}$	seconde	s	T
elektrische stroom	$\underline{I}$	ampère	A	I
temperatuur	$\underline{T}$	kelvin	K	θ
lichtsterkte	$\underline{I}_v$	candela[1)]	cd	J
hoeveelheid stof	$\underline{n}$	mol[2)]	mol	N
Aanvullende grootheid		Aanvullende eenheid		
vlakke hoek	$\underline{\alpha}$	radiaal	rad	1
ruimtehoek	$\underline{\Omega}$	steradiaal[3)]	sr	1

1. Uitspraak: kan-dee´-la.
2. Bij gebruik van de eenheid mol moet steeds worden opgegeven op welke elementaire entiteiten de eenheid betrokken is. Deze kunnen atomen, moleculen, ionen of andere deeltjes zijn, of bepaalde groeperingen of fracties van dergelijke deeltjes. Zo is in een oplossing in water met 98 gram zwavelzuur per kubieke meter de stofconcentratie van H_2SO_4 1 mol/m^3, maar de stofconcentratie van H^+ of van $\frac{1}{2}H_2SO_4$ in dezelfde oplossing bedraagt 2 mol/m^3.
3. Uitspraak: stee´-radiaal.

De wijze waarop de grondeenheden worden vastgelegd is in de loop van de jaren met de ontwikkeling van de meettechniek meegegroeid. Geleidelijk aan worden daarbij de definities losgemaakt van materiële standaarden en gebaseerd op natuurconstanten. Een nieuwe definitie betekent overigens niet, dat de grondeenheid verandert. Er wordt zorgvuldig op gelet, dat de eenheid volgens de oude en de nieuwe definitie dezelfde is binnen de toleranties van de oude definitie.

De huidige definities van de grondeenheden en de aanvullende eenheden luiden:

m De meter is de lengte gelijk aan 1 650 763,73 golflengten in het luchtledige van de straling overeenkomend met de overgang tussen de niveaus $2p_{10}$ en $5d_5$ van het atoom krypton-86.

kg Het kilogram is de eenheid van massa; het is gelijk aan de massa van het internationale prototype van het kilogram.

Opmerking:
Het internationale prototype van het kilogram is vervaardigd van platina-iridium en wordt bewaard in het Internationale Bureau voor Maten en Gewichten (BIPM) te Sèvres bij Parijs.

s De seconde is de tijdsduur van 9 192 631 770 perioden van de straling, overeenkomend met de overgang tussen de twee hyperfijnniveaus van de grondtoestand van het atoom cesium-133.

A De ampère is de constante stroom die, indien hij geleid wordt door twee evenwijdige, rechtlijnige en oneindig lange geleiders van te verwaarlozen cirkelvormige doorsnede, welke geplaatst zijn in het luchtledige op een onderlinge afstand van 1 meter, tussen deze twee geleiders een kracht veroorzaakt gelijk aan 2×10^{-7} newton voor iedere meter lengte.

K De kelvin, eenheid van thermodynamische temperatuur, is gelijk aan het 1/273,16 gedeelte van de thermodynamische temperatuur van het tripelpunt van water.

mol De mol is de hoeveelheid stof van een systeem dat evenveel elementaire entiteiten bevat als er atomen zijn in 0,012 kg koolstof-12.

cd De candela is de lichtsterkte (steradieke lichtstroom), in bepaalde richting, van een bron, die een monochromatische straling van frequentie 540×10^{12} hertz uitzendt en waarvan de stralingssterkte (steradieke stralingsstroom) in die richting 1/683 watt per steradiaal is.

Bij de vaststelling van de aanvullende eenheden heeft de Algemene Conferentie voor Maten en Gewichten zich uitdrukkelijk onthouden van een uitspraak of deze eenheden van de aard van grondeenheden of afgeleide eenheden zijn. Andere instanties (bijvoorbeeld ISO en NNI) beschouwen de radiaal en steradiaal als afgeleide eenheden met de dimensie 1 (paragraaf 11.6). Voor de radiaal sluit deze afspraak zeer goed bij het praktische gebruik aan. De steradiaal wordt echter vaak formeel als een aparte dimensie behandeld om het verschil aan te geven tussen bijvoorbeeld stralings(energie)stroom $\underline{\Phi}$ in W en stralingsintensiteit $d\underline{\Phi}/d\underline{\Omega}$ in W/sr.

De definities van de aanvullende eenheden luiden:

rad De radiaal is de vlakke hoek tussen twee stralen van een cirkel, die op de omtrek een boog afsnijden waarvan de lengte gelijk is aan de straal.

sr De steradiaal is de ruimtehoek die, wanneer zijn top samenvalt met het middelpunt van een bol, op die bol een oppervlakte uitsnijdt gelijk aan die van een vierkant met de straal van de bol als zijde.

Bovenstaande definities geven de stand van zaken weer na de Zestiende Algemene Conferentie (1979). In die vergadering is tevens uitgesproken, dat gestreefd wordt naar een nieuwe definitie van de meter, die in de volgende bijeenkomst (1983) moet worden vastgesteld.

Bij het reproduceren van de meter volgens de huidige definitie wordt de bereikbare nauwkeurigheid begrensd door de eigenschappen van de gekozen spectraallijn (lijnbreedte en asymmetrie). Met spectraallijnen van gestabiliseerde lasers zou nu al meer dan een factor 100 te winnen zijn in reproduceerbaarheid.

Het zou echter geen goede zaak zijn, als telkens na enkele jaren weer een andere spectraallijn als grondslag voor de meter zou moeten worden aangewezen. Daarom is een andere weg gekozen, namelijk vastleggen van de meter via een vaste snelheid en een tijdmeting (hoofdstuk 2). Uit de dan gefixeerde lichtsnelheid $\underline{c}$ van 299 792 458 m/s en een meting van de frequentie $\underline{\nu}$ van een laserlijn kan de golflengte $\underline{\lambda}$ worden afgeleid via $\underline{\lambda} = \underline{c}/\underline{\nu}$ met een aanmerkelijk hogere nauwkeurigheid dan nu mogelijk is.

De nieuwe definitie zou dan kunnen luiden: De meter is de lengte gelijk aan de afstand, die een vlakke elektromagnetische golf in vacuum aflegt in een tijdsinterval van $\frac{1}{299\ 792\ 458}$ seconde.

4 Afgeleide grootheden en eenheden

4.1 SAMENSTELLINGEN

Voor grootheden die geen basisgrootheden zijn bestaat de eenheid uit een produkt of quotiënt van grondeenheden. Sommige afgeleide eenheden hebben een eigen naam en een symbool gekregen. Ook met deze afgeleide eenheden kunnen weer samenstellingen gemaakt worden.

Tabel 2. Voorbeelden van samenstellingen van grondeenheden.

Grootheid		Eenheid[1)]		Dimensie
naam	symbool	naam	symbool	
oppervlakte	$\underline{A}$	vierkante meter	m^2	L^2
volume	$\underline{V}$	kubieke meter	m^3	L^3
snelheid	$\underline{v}$	meter per seconde	m/s	LT^{-1}
kinematische viscositeit	$\underline{\nu}$	meterkwadraat per seconde	m^2/s	L^2T^{-1}
temperatuur-vereffenings-coëfficiënt	$\underline{a}$	meterkwadraat per seconde	m^2/s	L^2T^{-1}
traagheids-moment	$\underline{I}$	kilogram meter-kwadraat	$kg \cdot m^2$	L^2M
magnetisatie	$\underline{M}$	ampère per meter	A/m	$L^{-1}I$
stroomdicht-heid	$\underline{J}$	ampère per vierkante meter	A/m^2	$L^{-2}I$
temperatuur-gradient	$d\underline{T}/d\underline{x}$	kelvin per meter	K/m	$L^{-1}\Theta$
luminantie	$\underline{L}_v$	candela per vier-kante meter	cd/m^2	JL^{-2}
stofconcentra-tie van compo-nent B	$\underline{c}_B$	mol per kubieke meter	mol/m^3	$L^{-3}N$

1. Volgens NEN 999 worden m^2 en m^3 als afgeleide eenheden beschouwd met een eigen naam als het gaat om een oppervlakte of een volume. De uitspraak is dan 'vierkante meter', respectievelijk 'kubieke meter'. In alle andere gevallen zijn het samengesteld eenheden met als uitspraak 'meterkwadraat' respectievelijk 'meterderde'.

Tabel 3. De afgeleide SI-eenheden met een eigen naam.

Grootheid		Eenheid		Dimensie	Uitspraak
naam	symbool	naam	symbool		
druk	$\underline{p}$	pascal	$Pa = N \cdot m^{-2}$	$L^{-1}MT^{-2}$	pas-kal´
kracht	$\underline{F}$	newton	$N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$	LMT^{-2}	njoe´-ten
energie	$\underline{E}$	joule	$J = N \cdot m$	L^2MT^{-2}	dzjoel
arbeid	$\underline{W}$				
hoeveelheid warmte	$\underline{Q}$				
vermogen	$\underline{P}$	watt	$W = J \cdot s^{-1}$	L^2MT^{-3}	wot
frequentie	$\underline{f}$	hertz	$Hz = s^{-1}$	T^{-1}	herts
elektr. lading	$\underline{Q}$	coulomb	$C = A \cdot s$	TI	koe-lom´
elektr. spanning	$\underline{U}$	volt	$V = W \cdot A^{-1}$	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	volt
elektr. weerstand	$\underline{R}$	ohm	$\Omega = V \cdot A^{-1}$	$L^2MT^{-3}I^{-2}$	oom
elektr. geleiding	$\underline{G}$	siemens	$S = \Omega^{-1}$	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	sie´-mens
elektr. capaciteit	$\underline{C}$	farad	$F = C \cdot V^{-1}$	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	fa´-rat
magn. inductie	$\underline{B}$	tesla	$T = kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	$MT^{-2}I^{-1}$	tes´-la
magn. flux	$\underline{\Phi}$	weber	$Wb = T \cdot m^2$	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	we´-ber
inductantie	$\underline{L}$	henry	$H = Wb \cdot A^{-1}$	$L^2MT^{-2}I^{-2}$	hen´-rie
temperatuur	$\underline{t}$	graad Celsius	$^oC = K$	Θ	sel´-si-us
lichtstroom	$\underline{\Phi}_v$	lumen	$lm = cd \cdot sr$	J	lu´-men
verlichtingssterkte	$\underline{E}_v$	lux	$lx = cd \cdot sr \cdot m^{-2}$	$L^{-2}J$	luks
(radio)activiteit	$\underline{A}$	becquerel	$Bq = s^{-1}$	T^{-1}	bek-ke-rel´
geabsorbeerde dosis	$\underline{D}$	gray	$Gy = J \cdot kg^{-1}$	L^2T^{-2}	gree
equivalente geabsorbeerde dosis	$\underline{H}$	sievert	$Sv = J \cdot kg^{-1}$	L^2T^{-2}	sie´-vert
Coherente eenheid met beperkte internationale erkenning					
katalytische activiteit	$\underline{z}$	katal	$kat = mol/s$	$T^{-1}N$	ka-tal´

Opmerkingen bij tabel 3:

- Met uitzondering van de hertz en de becquerel kunnen de afgeleide eenheden met een eigen naam ook voor andere dan de in Tabel 3 aangegeven grootheidsoorten worden gebruikt, mits ze dezelfde dimensie hebben. Een druk, een schuifspanning, maar ook een elasticiteitsmodulus of een draagvermogen kunnen in pascal worden uitgedrukt. Om het onderscheid tussen verschillende groot-

heidsoorten te bewaren wordt echter soms aan een samengestelde eenheid de voorkeur gegeven: bijvoorbeeld arbeid in joule maar moment van kracht in newton meter.
- Eén gedeeld door seconde heet bij periodieke verschijnselen hertz, bij kernactiviteit becquerel. In andere gevallen moet men steeds s^{-1} gebruiken.
- Naast de thermodynamische temperatuur $\underline{T}$ met de eenheid kelvin kent het SI ook de celsiustemperatuur $\underline{t}$ met de eenheid graad Celsius (^{o}C). Voor de grootte van de eenheid geldt 1 ^{o}C = 1 K; voor de temperatuur geldt $\underline{t} = \underline{T} - \underline{T}_0$ met $\underline{T}_0$ = 273,15 K.
- Candela en lumen hebben in het SI dezelfde dimensie, omdat in het SI de steradiaal als een dimensieloze eenheid wordt beschouwd. Bij eenheden voor licht en straling wordt in feite de steradiaal stilzwijgend als een extra dimensie gehanteerd.
- De lux (= lm/m^2) wordt alleen gebruikt voor verlichtingssterkte. Lichtemittantie (met dezelfde dimensie) wordt uitgedrukt in lm/m^2.
- De becquerel, de gray en de sievert mogen alleen gebruikt worden voor ioniserende straling, dat wil zeggen elektromagnetische straling met een frequentie groter dan 30 PHz, een golflengte in vacuo kleiner dan 10 nm of een energie per quantum groter dan 19,9 aJ. (De voorvoegsels P, n en a bij respectievelijk PHz, nm en aJ worden verklaard in tabel 7.)
- Geabsorbeerde dosis van elektromagnetische straling met een frequentie kleiner dan 30 PHz wordt steeds uitgedrukt in $J \cdot kg^{-1}$.
- De sievert wordt erkend voor gebruik in de radiologie voor equivalente stralingsdosis. De dimensie is dezelfde als van stralingsdosis; het gaat echter niet om de dosis zelf, maar om de uitwerking. Er geldt $\underline{H} = \underline{D} \cdot \underline{Q} \cdot \underline{N}$, waarin $\underline{Q}$ een kwaliteitsfactor is, en $\underline{N}$ het product van andere modificerende factoren. Voorlopig heeft ICRP aan $\underline{N}$ de waarde 1 toegekend. De waarde van $\underline{Q}$ is 1 voor elektromagnetische straling en elektronen, 10 voor protonen en neutronen, en 20 voor α-deeltjes. Dezelfde relatie als tussen Gy en Sv bestaat uiteraard ook tussen de oudere eenheden rad en rem (tabel 10).
- De katal wordt aanbevolen door IUPAC, IFCC en IUB voor gebruik in de biochemie en de klinische chemie voor de activiteit van enzymen. De dimensie is dezelfde als van reactiesnelheid; het gaat hier echter om een eigenschap van een enzym.

Tabel 4. Voorbeelden van samenstellingen met afgeleide eenheden.

Grootheid		Eenheid		Dimensie
naam	symbool	naam	symbool	
moment van kracht	$\vec{M}$	newton meter	N·m	L^2MT^{-2}
oppervlaktespanning	σ	newton per meter	N/m	MT^{-2}
warmtegeleiding	λ	watt per meter kelvin	W/m·K	$LMT^{-3}\Theta^{-1}$
dosistempo	$\dot{D}$	gray per seconde	Gy/s	L^2T^{-3}
elektrische veldsterkte	E	volt per meter	V/m	$LMT^{-3}I^{-1}$
molaire geleiding	Λ_m	siemens meter-kwadraat per mol	$S \cdot m^2/mol$	$M^{-1}T^3I^2N^{-1}$
belichtingsdosis	H_v	lux seconde	lx·s	$L^{-2}TJ$

Tabel 5. Voorbeelden van grootheden waarvoor in oude stelsels wel een eigen naam bestond. Omrekeningsfactoren van een oude eenheid naar de SI-eenheid staan vermeld in tabel 14.

Grootheid		SI-eenheid	Oude eenheid		Dimensie
naam	symbool		naam	symbool	
sterkte van het zwaarteveld	g	m/s^2		Gal	LT^{-2}
dynamische viscositeit	η	Pa·s	reynolds poise	Reyn P	$L^{-1}MT^{-1}$
magnetische veldsterkte	H	A/m	oersted	Oe	$L^{-1}I$
kinematische viscositeit	ν	m^2/s	stokes	St	L^2T^{-1}
specifieke acoustische impedantie	$\hat{Z}_s$	Pa·s/m	rayleigh	Rayl	$L^{-2}MT^{-1}$
luminantie	L_v	cd/m^2	stilb foot-lambert	sb fLa	$L^{-2}J$
bestralingsdosis	H_e	J/m^2	langley	Ly	MT^{-2}
stofconcentratie	c_B	mol/m^3	molair	M	$L^{-3}N$
hardheid van water	-	mol/m^3	graden Duits	^oD	$L^{-3}N$
normaliteit	$\nu \cdot c_B$	mol/m^3	normaal	N	$L^{-3}N$
osmotisch equivalent	π	mol/m^3	osmolair	osM	$L^{-3}N$
stofconcentratie van titreerbaar zuur	$c(H^+)$	mol/m^3	graden normaal	^oN	$L^{-3}N$

4.2 OUDE EENHEDEN

Volgens uitspraak van de Algemene Vergadering is het de bedoeling de lijst van afgeleide eenheden met een eigen naam niet verder te laten groeien. Andere afgeleide eenheden zullen dus steeds als een samenstelling worden geschreven, ook bij grootheden waarvoor in oudere stelsels wel een eenheid met een eigen naam bestond. Tabel 5 geeft een aantal voorbeelden.

4.3 NIEUWE EENHEDEN

Van tijd tot tijd zullen nieuwe grootheden in gebruik komen. In een dergelijk geval is dwingend voorgeschreven dat voor het vormen van de nieuwe eenheid uitsluitend grondeenheden of afgeleide eenheden van het SI gebruikt worden. Daarbij heeft die samenstelling de voorkeur, die, zonder aan de betekenis tekort te doen, het kortste symbool oplevert.

Tabel 6. Enkele grootheden met de zelfde dimensie maar verschillende eenheid.

Dimensie	Grootheid		Eenheid	Afleiding
	naam	symbool		
LMT^{-1}	hoeveelheid beweging	$\underline{p}$	kg·m/s	$\underline{p} = \underline{m} \cdot \underline{v}$
	stoot, impuls	$\vec{\underline{I}}$	N·s	$\vec{\underline{I}} = \int \vec{\underline{F}} \cdot d\underline{t}$
L^2MT^{-1}	impulsmoment	$\vec{\underline{L}}$	$kg \cdot m^2/s$	$\vec{\underline{L}} = \vec{\underline{r}} \times \vec{\underline{p}}$
	draaistoot	$\vec{\underline{D}}$	N·m·s	$\vec{\underline{D}} = \int \vec{\underline{M}} \cdot d\underline{t}$
L^2MT^{-2}	arbeid	$\underline{W}$	J	$\underline{W} = \vec{\underline{F}} \cdot \vec{\underline{s}}$
	moment van kracht	$\vec{\underline{M}}$	N·m	$\vec{\underline{M}} = \vec{\underline{r}} \times \vec{\underline{F}}$
$L^{-2}J$	verlichtingssterkte	$\underline{E}$	lx	$d\underline{\Phi}/d\underline{A}_i$
	lichtemittantie	$\underline{M}$	lm/m^2	$d\underline{\Phi}/d\underline{A}_e$
MT^{-2}	oppervlaktespanning	$\underline{\sigma}$	N/m	$\underline{\sigma} = \underline{F}/\underline{l}$
	bestralingsdosis	$\underline{H}_e$	J/m^2	$\underline{H}_e = \underline{Q}/\underline{A}$
T^{-1}	frequentie	$\underline{f}$	Hz	$\underline{f} = 1/\underline{T}$
	radioactiviteit	$\underline{A}$	Bq	$\underline{A} = \underline{N}/\underline{\tau}$

5 Decimale voorvoegsels

In een aantal gevallen zal de verhouding tussen grootheden in de praktijk en de SI-eenheid een erg groot of klein getal opleveren. Om deze getallen tot een hanteerbaar formaat te reduceren kan men twee wegen volgen:
- het getal schrijven als een getal tussen 0,1 en 1000, vermenigvuldigd met een macht van 10, bij voorkeur opklimmend in stappen van 10^3,
- het weer als een getal tussen 0,1 en 1000 schrijven, maar nu met een eenheid die een passende factor 10^n groter of kleiner is dan de overeenkomstige SI-eenheid. Decimale veelvouden van SI-eenheden worden door een voorvoegsel voor de eenheid aangeduid (tabel 7). Ook hier bestaat een voorkeur voor factoren 10^3. De eerste manier wordt bij berekeningen steeds aanbevolen, de tweede zal bij het weergeven van resultaten vaak de voorkeur verdienen.

Tabel 7. Voorvoegsels voor de SI-eenheden.

Naam	Symbool	Betekenis	Naam	Symbool	Betekenis
exa	E	10^{18}	(deci	d	10^{-1})
peta	P	10^{15}	(centi	c	10^{-2})
tera	T	10^{12}	milli	m	10^{-3}
giga	G	10^{9}	micro	μ	10^{-6}
mega	M	10^{6}	nano	n	10^{-9}
kilo	k	10^{3}	pico	p	10^{-12}
(hecto	h	10^{2})	femto	f	10^{-15}
(deca	da	10^{1})	atto	a	10^{-18}

Opmerkingen bij tabel 7:
- Voorvoegsels worden zonder spatie direct voor het symbool van de eenheid geschreven. Ze vormen samen één nieuw symbool, dat ook in samenstellingen en machten behouden blijft, bijvoorbeeld:
$2\ \mathrm{mm} = 2\cdot10^{-3}\ \mathrm{m}$, $2\ \mathrm{mm}^3 = 2\cdot(0{,}001\ \mathrm{m})^3 = 2\cdot10^{-9}\ \mathrm{m}^3$
en $2\ \mathrm{mmol\cdot m^{-2}\cdot s^{-1}} = 2\cdot10^{-3}\ \mathrm{mol\cdot m^{-2}\ s^{-1}}$.
- Decimale veelvouden van SI-eenheden zijn zelf geen SI-eenheden. Zetten we

bijvoorbeeld in de wet van Ohm de stroomsterkte in μA en de weerstand in kΩ, dan staat het resultaat niet in de SI-eenheid V, maar in mV. Door de decimale voorvoegsels vervangen te denken door factoren $10^{\underline{n}}$ is dit resultaat gemakkelijk te vinden. Iets meer nadenken is vereist bij het berekenen van de kinetische energie ($\frac{1}{2}\ \underline{m}\cdot\underline{v}^2$) van een lopende mier. Met de snelheid in mm/s en de massa in mg staat de energie in pJ. Het optreden van een factor $10^{\underline{n}}$ in de eenhedenvergelijkingen betekent, dat decimale delen en veelvouden van SI-eenheden zelf geen coherente SI-eenheden zijn.

- De voorvoegsels centi, deci, deca en hecto zijn wel toegelaten, maar het gebruik wordt niet aangeraden. Voor nieuw in te voeren afgeleide eenheden moeten deze voorvoegsels niet gebruikt worden.
- Het is niet toegestaan in één eenheidssymbool meer dan één voorvoegsel te gebruiken, dus niet mμm maar nm, niet μμF maar pF, niet kpF maar nF. Ook wordt afgeraden in één uitdrukking meer dan één voorvoegsel te gebruiken, dus niet mmol/cm^3 maar kmol/m^3; niet 10 μW/cm^2 maar 0,1 W/m^2.
- Voorvoegsels in de noemer blijken vaak tot vergissingen te leiden. Zo is in de reeks eenheden g^{-1}, mg^{-1}, μg^{-1} de eerste de kleinste. Ook bij het volgende voorbeeld moet menigeen even nadenken:

10^4 m^{-1} = 10 mm^{-1} , 1 cm^{-1} = 100 m^{-1} en 10 mm^{-1} = 100 cm^{-1}.

Vermijd daarom het gebruik van voorvoegsels in de noemer.

- De grondeenheid kilogram heeft zelf al een voorvoegsel. In dit geval worden decimale veelvouden gevormd door uit te gaan van het gram. Als in de noemer van een eenheid kg voorkomt mag - in afwijking van het hierboven gestelde - ook in de teller nog een voorvoegsel voorkomen, dus bijvoorbeeld mmol/kg en niet μmol/g.
- De grootte van de eenheid in de noemer geeft geen aanwijzing over de grootte van het onderzochte monster. Zo wordt een hoeveelheid stof van 5,5 mmol in 25 cm^3 niet weergegeven als een stofconcentratie van 5,5 mmol/25 cm^3, maar van 220 mol/m^3. Zonodig kan daar bij vermeld worden: 'het volume van het monster was 25 cm^3'.

6 Overige eenheden

Tabel 8. De eenheden die niêt tot het SI behoren maar wêl wettelijk zijn toegestaan. Een kruis in de kolom 'Decimalen' betekent dat voorvoegsels zijn toegestaan. In de kolom 'Waarde' betekent * dat het getal niet is afgerond.

Grootheid	Eenheid		Decimalen toegestaan	Waarde
	naam	symbool		
lengte	zeemijl[1]	-		* 1852 m
	parsec[2]	pc	x	$30{,}857 \cdot 10^{15}$ m
	lichtjaar[2]	lj.		$9{,}460\ 529 \cdot 10^{15}$ m
	astronomische eenheid[2]	A.E.		$149{,}60 \cdot 10^{9}$ m
	X-eenheid[3]	X.E.		$100{,}208\ 0 \cdot 10^{-15}$ m
	fermi[4]	fm		* 10^{-15} m
sterkte van een optisch systeem	dioptrie	dpt[5]		* 1 m^{-1}
oppervlakte	barn	b	x	* 10^{-28} m^2
oppervlakte (van landbouwgrond)	are	a	x[6]	* 100 m^2
volume	liter[7]	l, L	x	* 1 dm^3 = 10^{-3} m^3
	registerton[1]	-		2,83 m^3
massa	ton[8]	t	x	* 10^3 kg
	atoommassa-eenheid[9]	u		$1{,}660\ 57 \cdot 10^{-27}$ kg
	metriekkaraat[10]	Kt(ct)		* $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ kg
lineïeke massa (van textielvezel)	tex	tex		* 10^{-6} $kg \cdot m^{-1}$
tijd[11]	minuut	min		* 60 s
	uur	h		* 3600 s
	dag	d		* 86400 s
	jaar	a		31,556 9 Ms
snelheid	knoop[1]	-		* 1 zeemijl$\cdot h^{-1}$

Tabel 8. Vervolg.

Grootheid	Eenheid		Decimalen toegestaan	Waarde
	naam	symbool		
druk	bar[12]	bar	x	* 10^5 Pa
vlakke hoek	graad	°		* (π/180) rad
	(boog)minuut	'		* (π/10 800) rad
	(boog)seconde	"		* (π/648 000) rad
	decimale graad	gon	x	* π/200 rad
schijnbaar vermogen	volt ampère	VA	x	* 1 W
reactief vermogen	var	var	x	* 1 W
energie	watt uur[13]	W·h	x	* 3,6 kJ
	elektronvolt	eV	x	$160{,}219 \cdot 10^{-21}$ J

1. Alleen gebruikt in scheepvaart en luchtvaart; de eenheid knoop ook in de meteorologie.
2. Alleen gebruikt in de sterrekunde. De afkortingen voor lichtjaar en voor astronomische eenheid kunnen per taal variëren (En respectievelijk l.y. en A.U.).
3. Alleen gebruikt in de röntgenspectroscopie; het gebruik wordt ontraden.
4. De naam van de eenheid is niet erkend; het symbool is correct voor femtometer (10^{-15} m). Het gebruik van de term wordt ontraden.
5. Het symbool dpt is niet internationaal erkend.
6. Ook hectare wordt gebruikt. Gebruik voor de centiare de eraan gelijke vierkante meter. De eenheid are is niet in alle landen bekend.
7. En, Fr litre. Tot 1964 was de liter het volume van één kilogram water bij zijn grootste dichtheid, er gold 1 l ≈ 1,000 028 dm^3. In 1964 is een nieuwe definitie ingevoerd: de liter is een speciale naam voor de dm^3. Voorzichtigheid bij het gebruik van oude gegevens is dus geboden. Voor het weergeven van nauwkeurige resultaten wordt het gebruik van de liter ontraden. Bij mogelijke verwarring van de letter l en het cijfer 1 mag als symbool voor liter ook L geschreven worden.
8. En, De, Fr tonne. Van de eenheid ton zijn alleen decimale veelvouden toegelaten. De ton en zijn veelvouden komen overeen met Mg, Gg ... Er bestaan ook nog een long ton (≈ 1,016 t) en een short ton (≈ 0,907 t).
9. De atoommassa-eenheid u of $\underline{m}_u$ is gedefinieerd als $u = \underline{m}(^{12}C)/12$.
10. Uitsluitend gebruikt voor de massa van edelstenen. Het symbool is niet internationaal.
11. Minuut, uur, dag en jaar worden vooral voor tijdsduur gebruikt. Voor snelheid, debiet, enz. wordt de seconde aanbevolen, maar uur voor snelheid in het verkeer en voor arbeidsstudie is toegelaten. Voor veel biologische processen is dag of jaar de natuurlijke tijdmaat: snelheid waarmee grasland wordt afgegraasd in mm/d of melkproduktie van een koe in kg/a.
12. Gebruikt als mbar in de meteorologie (soms ook als mb geschreven).
13. Uitsluitend gebruikt bij de levering van elektrische energie; gebruikelijk veelvoud is kW·h.

Tabel 9. De eenheden die niet meer gebruikt mogen worden in de EEG. Een kruis in de kolom 'Decimalen' betekent dat ook voorvoegsels gebruikt zijn. In de kolom 'Waarde' betekent * dat het getal niet is afgerond.

Grootheid	Eenheid		Decimalen gebruikt	Waarde
	naam	symbool		
lengte	ångström	Å		* 10^{-10} m
	micron	μ	x	* 1 μm = 10^{-6} m
volume	cc	cc		* 1 cm^3 = 10^{-6} m^3
	stère	st	x	* 1 m^3
kracht	dyne	dyn		* 10^{-5} N
	kilogramkracht[1)]	kgf	x	* 9,806 65 N
sterkte van het zwaarteveld	gal	Gal		* 10^{-2} $N \cdot kg^{-1}$
druk	norm. atmosfeer	atm		* 101 325 Pa
	techn. atmosfeer	at		* 98,066 5 · 10^3 Pa
	millimeterkwik	mmHg		* 133,322 Pa
	meter waterkolom	mH_2O	x	* 9,806 65 · 10^3 Pa
	meter kwikkolom	mHg	x	133 322 Pa
	torr	torr		133,322 Pa
energie	erg	erg		* 10^{-7} J
vermogen	paardekracht	pk, CV, PS		735,498 75 W
hoeveelheid warmte	calorie	cal_{IT}	x	* 4,186 8 J
		cal_{th}		* 4,184 0 J
dynamische viscositeit	poise	P	x	* 10^{-1} Pa·s
kinematische viscositeit	stokes	St	x	* 10^{-4} $m^2 \cdot s^{-1}$

1. Vaak alleen als kg of kilogram vermeld.

In veel vakgebieden worden naast SI-eenheden ook veel eenheden gebruikt die niet tot het SI behoren. Enkele daarvan blijven toegelaten, maar de meeste mogen sedert 1 januari 1978 niet meer worden gebruikt. Tabel 8 geeft de eenheden die niet tot het SI behoren maar wél zijn toegestaan.

Tabel 9 en 10 geven de voornaamste niet meer of nog slechts voor korte tijd toegelaten metrieke eenheden, met een omrekening naar de overeenkomstige SI-eenheden.

In bepaalde publikaties komen eenheden voor die nooit officieel erkend zijn, zoals de eenheden voor concentratie M (opgeloste stof) en N (H^+, OH^- en andere ionen), die beide mol/dm^3 betekenen, of de eenheid voor enzyme-activiteit U, die µmol/min betekent. De leidende tijdschriften eisen nu echter gebruik van SI-eenheden. Wanneer door een redactie gebruik van een verouderde eenheid verlangd wordt, moet het verband met de SI-eenheid worden aangegeven.

Van sommige stoffen, zoals enzymen, vitamines en antigenen, is het gehalte niet in SI-eenheden uit te drukken, omdat de werkzame stof niet geheel bekend is. In dergelijke gevallen wordt vaak met een referentiestof en een standaard-procedure via een vergelijking van de biologische activiteit een gehalte bepaald. Het resultaat wordt in een aantal gevallen uitgedrukt in een internationale eenheid (IE, En IU), gedefinieërd door de WHO. Zodra echter de werkzame stof geheel is geïdentificeerd moet de desbetreffende IE worden vervangen door een passende SI-eenheid (bijvoorbeeld mol/kg, mol/s).

Omrekenfactoren voor een groot aantal verouderde eenheden zijn opgenomen in tabel 14.

Tabel 10. Eenheden waarvan erkenning nader zal worden bezien.

Grootheid	Eenheid		Decimalen	Waarde
	naam	symbool		
activiteit (van een radioactieve bron)	curie	Ci	x	* 1 Ci = $37 \cdot 10^9$ Bq
geabsorbeerde dosis	rad[1)]	rad, rd	x	* 1 rad = 10^{-2} Gy
equivalente geabsorbeerde dosis	rem[1)]	rem	x	* 1 rem[1)] = 10^{-2} Sv
exposie	röntgen	R	x	* 1 R = $0{,}258 \cdot 10^{-3} C \cdot kg^{-1}$

1. Zie opmerking over gray en sievert bij tabel 3 (paragraaf 4.1).

7 Schrijfwijze en typografische aanwijzingen

7.1 GROOTHEDEN EN EENHEDEN

- Grootheden worden voorgesteld door een symbool, dat bestaat uit één letter uit het Latijnse of het Griekse alfabet. Symbolen worden niet door een afkortingspunt gevolgd.
- Het aantal grootheden is veel groter dan het aantal verschillende letters. De symbolen voor grootheden zijn internationaal zo overeengekomen (ISO 31) dat de kans op verwarring gering is. De betekenis van grootheidsymbolen moet of in de tekst waar ze het eerste gebruikt worden, of in een lijst van symbolen verklaard worden.
- Symbolen voor SI-eenheden zijn ondubbelzinnig; ze mogen in een tekst zonder verklaring gebruikt worden.
- Symbolen voor dimensieloos gemaakte grootheden (dimensieloze kengrootheden of parameters) bestaan uit twee letters, de eerste een hoofdletter, bijvoorbeeld parameter van Reynolds: Re (paragraaf 11.8).
- Symbolen voor grootheden worden cursief (schuin) gezet. In kopij voor de drukker éénmaal onderstreept. In een getypte tekst kan men onderstrepen of, indien mogelijk, een cursieve letter gebruiken.
- Symbolen voor grootheden kunnen verder worden onderscheiden door indices, accenten en dergelijke. Als de index zelf een grootheid voorstelt, wordt ook de index cursief gezet: soortelijke warmte bij constante druk c_p, maar potentiële energie E_p en massa van een proton m_p of $m(p)$.
- Namen van grootheden en eenheden zijn gewone zelfstandige naamwoorden. In het Duits beginnen ze dus steeds met een hoofdletter, in andere talen met een kleine letter, behalve aan het begin van een zin. Een eigennaam na het woord 'graad' krijgt echter een hoofdletter, bijvoorbeeld graad Celsius.
- Meervouden worden gevormd volgens het gewone taalgebruik. Namen van grootheden krijgen een meervoudsuitgang. Namen van eenheden[1)] krijgen in het

1. De volgende aanduidingen zijn voor de talen gebruikt: Nl, Nederlands; De, Duits; En, Engels; Fr, Frans.

Nederlands en Duits meestal geen meervoudsuitgang, in het Engels en Frans wel, bijvoorbeeld Nl vijf meter, drie kilogram, maar tien minuten, negentig graden, En five metres, three kilograms, ten minutes, ninety degrees, De fünf Meter, drei Kilogramm, zehn Minuten, neunzig Grad, Fr cinq mètres, trois kilogrammes, dix minutes, quatre-vingt-dix degrés.

- Symbolen voor eenheden worden rechtop (romein) gezet. Symbolen voor eenheden beginnen met een kleine letter, uitgezonderd die eenheden waarvan de naam van een eigennaam is afgeleid: m, V, cd, Wb, lx, K.
- Ook in een tekst van uitsluitend hoofdletters of kleine letters (bijvoorbeeld een kop) moeten symbolen voor eenheden worden geschreven zoals hiervoor is aangegeven.
- Symbolen voor eenheden blijven steeds onveranderd, ze krijgen geen meervoudsuitgang, geen afkortingspunt, geen indices, accenten, en dergelijke, dus ook niet $\underline{U} = 220\ V_{eff}$ maar effectieve spanning = 220 V of $\underline{U}(eff) = 220$ V.
- De symbolen voor de voorvoegsels mega tot exa worden steeds met een hoofdletter geschreven, die voor de overige voorvoegsels met een kleine letter. Het symbool voor micro is de kleine Griekse letter μ (niet een u).
- Ter onderscheiding van scalaire (gewone) grootheden worden symbolen voor vectoren vet cursief gezet; in getypte tekst kunnen ze ook onderstreept worden en voorzien van een pijl boven het symbool: $\boldsymbol{F}$ gezet, respectievelijk $\underline{\vec{F}}$ getypt. Als de zetterij geen vette cursieve letters heeft kan men voor drukwerk ook de schrijfwijze voor getypte tekst gebruiken.

7.2 ENIGE WISKUNDIGE SYMBOLEN EN BEWERKINGEN

7.2.1 GETALLEN

Getallen kunnen in letters of in cijfers worden geschreven. Men moet steeds één van de combinaties letters plus eenheid voluit, of cijfers plus symbool voor de eenheid gebruiken. Dus 10 m of tien meter en niet tien m. Bij de keuze van cijfers of letters voor getallen zijn er verschillende overwegingen: getallen beneden bijvoorbeeld 10 in woorden; lange benamingen in cijfers, bijvoorbeeld 21; getallen met een statistische betekenis in cijfers; vergelijkbare getallen op één manier, dus 5 koeien en 21 schapen, niet vijf koeien en 21 schapen.

Het internationale decimaalteken is een komma. Uitsluitend in Engelse teksten is ook een gewone punt (in de regel) toegestaan. Bij getallen kleiner dan 1 wordt steeds een 0 voor het decimaalteken geschreven; dus niet ,245 maar 0,245.

Grote getallen mogen voor de duidelijkheid geschreven worden met spaties tussen groepjes van telkens drie cijfers, gerekend vanaf het decimaalteken; dus 11 564,074 07.

Een getal van vier cijfers voor de komma kan naar keuze met of zonder spatie worden geschreven; dus 1 234 of 1234.

Bewerkingen tussen getallen worden op de gebruikelijke manier aangeduid:

4,8 + 1,7

4,8 - 1,7

4,8 × 1,7 of 4,8·1,7 maar met decimale punt alleen 4.8 × 1.7 en niet 4.8·1.7

4,8/1,7 of $\frac{4,8}{1,7}$ of $4,8\cdot(1,7)^{-1}$ en niet meer als 4,8:1,7

Opmerkingen:

- De vermenigvuldigingspunt staat op halve letterhoogte boven de regel; in een getypte tekst mag de punt ook op de regel staan.
- Een getal dat een negatieve exponent krijgt wordt tussen haakjes gezet, bijvoorbeeld $(273,15 + \underline{t})\cdot(273,15)^{-1} = (273,15 + \underline{t})/273,15$.
- De tekens + - × en = worden van voorafgaande en volgende symbolen of getallen gescheiden door een spatie, op + of - in de betekenis van positief of negatief volgt het getal of symbool zonder spatie.

7.2.2 EENHEDEN

Bewerkingen tussen eenheden worden aangeduid als bij getallen, met uitzondering van de vermenigvuldiging, waarvoor een (indien mogelijk kleine) spatie of een halfhoge punt gebruikt kan worden: dus N m of N·m.

Opmerkingen:

- Plaats, om verwarring met decimale voorvoegsels te voorkomen, de symbolen m en T voor meter en tesla steeds zo ver mogelijk naar achteren; immers, m N (meter newton) geschreven als mN wordt gelezen als millinewton.
- Kies bij een deling bij voorkeur een schrijfwijze, die maar één regel vraagt, dus niet $\frac{m}{s}$ maar m/s.
- Men dient te schrijven $J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}$ of J/kg·K en niet J/kg/K.
- In woorden wordt een deling wel aangegeven met 'per' (En per, De pro, Fr par); dus bijvoorbeeld meter per seconde.

7.2.3 GROOTHEDEN

Ook bij grootheden worden de bewerkingen op dezelfde wijze aangeduid als bij getallen, met uitzondering van de vermenigvuldiging. Daarvoor worden drie mogelijkheden aangegeven: $\underline{a}\underline{b}$ of $\underline{a}\cdot\underline{b}$ of $\underline{a} \times \underline{b}$. Bij teksten met grootheidsoorten die met meer letters zijn aangeduid vervalt de eerste mogelijkheid, bijvoorbeeld $\underline{Pe} = \underline{Re}\cdot\underline{Pr} = \underline{Re} \times \underline{Pr}$.

Opmerkingen:
- Gebruik bij een schuine breukstreep zonodig haakjes om de volgorde van de bewerkingen duidelijk aan te geven. Zo is bijvoorbeeld $\underline{a}/\underline{b}\cdot\underline{c}$ gelijk aan $\underline{a}/(\underline{b}\cdot\underline{c})$, maar $\underline{a}/(\underline{b} + \underline{c})$ is niet hetzelfde als $\underline{a}/\underline{b} + \underline{c}$, en $(\underline{a}/\underline{b})\cdot\lg \underline{x}$ is wat anders dan $\underline{a}/\underline{b}\cdot\lg \underline{x}$.
- Gebruik nooit twee schuine breukstrepen in één uitdrukking: $\underline{a}/\underline{b}/\underline{c}$ kan zowel $(\underline{a}/\underline{b})/\underline{c} = \underline{a}/\underline{b}\underline{c}$ als $\underline{a}/(\underline{b}/\underline{c}) = \underline{a}\underline{c}/\underline{b}$ betekenen.

7.2.4 TEKENS VOOR RELATIES EN OPERATIES

Een aantal tekens voor relaties tussen grootheden, getallen en eenheden is genormaliseerd. Tabel 11 geeft de meest gebruikte. Een uitvoerig overzicht van wiskundige symbolen staat in ISO 31/XI-1978.

Tabel 11. Wiskundige tekens.

gelijk aan	$=$	ongeveer gelijk aan	$\approx$
ongelijk aan	$\neq$	asymptotisch gelijk aan	$\simeq$
kleiner dan	$<$	nadert tot	$\rightarrow$
niet kleiner dan	$\geqslant$; $\geq$	oneindig	∞
groter dan	$>$	plus of min[1)]	$\pm$
niet groter dan	$\leqslant$; $\leq$	tot en met	...
komt overeen met	$\widehat{=}$	decimale logaritme van $\underline{x}$	$\lg \underline{x}$; $\log_{10} \underline{x}$
identiek aan	$\equiv$	natuurlijke logaritme van $\underline{x}$	$\ln \underline{x}$; $\log_e \underline{x}$
evenredig met	$\sim$; $\propto$	exponentiële functie van $\underline{x}$	$\exp \underline{x}$; $e^{\underline{x}}$

1. 'Ongeveer is circa of ca., De ca., En roughly, circa, approx. of ca, Fr environ; het moet niet als ± aangegeven worden. Het teken ± gaat onder andere vooraf aan een foutenmarge. Daarbij behoort aangegeven te worden om welk soort statistische parameter het gaat, bijvoorbeeld 12,41 ± 0,12 (standaardafwijking). Voor de oplossing van $\underline{x}^2 = 4$ schrijft men ook $\underline{x} = \pm 2$.

7.3 COMPUTERTEKSTEN

Het is niet de bedoeling hier alle in computerteksten voorkomende afwijkingen van de hiervóór gegeven regels op te sommen, maar slechts enkele belangrijke punten aan te stippen. Verschillende computers hebben wat de tekstweergave betreft zeer uiteenlopende mogelijkheden. Vaak verschijnt de hele tekst in hoofdletters of juist in kleine letters. Voor dit geval is voor een aantal eenheden en voorvoegsels een afwijkend symbool vastgelegd (ISO 2955; NEN 2955). Tabel 12 geeft hier een overzicht van. Voor de overige SI-eenheden en voorvoegsels worden de gebruikelijke letters in het beschikbare lettertype gezet, dus òf alles in hoofdletter, òf alles in kleine letter.

De computer zet exponenten niet boven de regel maar in de regel. Het zal vaak nodig zijn om getal en macht van 10 door een letter of een spatie te scheiden. In computerteksten wordt voor het decimaalteken meestal de gewone punt (.) gebruikt.

Tabel 12. Eenheden en voorvoegsels met afwijkende symbolen bij beperkte keuze van lettertype.

Naam	Gebruikelijk symbool	Symbool bij één lettertype
ohm	Ω	ohm
siemens	S	sie
decimale graad	g	gon
(boog)graad	o	deg
(boog)minuut	'	min
(boog)seconde	"	sec
are	a	are
uur	h	hr
jaar	a	ann
ton	t	tne
graad Celsius	^{o}C	cel
mega	M	ma
micro	μ	u

8 Namen van eenheden en grootheden

De namen en symbolen van eenheden worden altijd zonder nadere toevoegingen gebruikt. Eventuele verduidelijkingen, bijvoorbeeld in verband met de gebruikte meetmethode, moeten bij de grootheid worden omschreven (paragraaf 7.1).
Dus niet: de melkopbrengst is 20 genormaliseerde liter (niet de liter is hier genormaliseerd maar het vetgehalte van de melk), maar: de opbrengst is 0,02 m^3 melk, gecorrigeerd tot een (massa)concentratie van vet van 40 $kg \cdot m^{-3}$. Ook niet: een luchtdebiet van 600 Nm^3/min (de N heeft niets met newton of met stikstof te maken maar met normaal), maar: een luchtdebiet van 10 m^3/s, betrokken op normale omstandigheden (van druk en temperatuur).

De namen van veel grootheden zijn al sinds lang ingeburgerd. Zij maken deel uit van het taaleigen van de verschillende talen. De spelling is dan ook te vinden in een gewoon woordenboek. De begripsbepaling is bij een aantal oudere termen soms wat inconsequent; 'soortelijk' betekent gedeeld door volume in 'soortelijke massa', maar gedeeld door massa in 'soortelijke warmte', en gedeeld door lengte en vermenigvuldigd met oppervlakte in 'soortelijke weerstand'.

In de tegenwoordige normalisatie worden deze wat vage benamingen langzamerhand afgeschaft en door duidelijker namen vervangen. Voor 'soortelijke massa' of 'dichtheid' gebruiken we dan 'volumieke massa'; 'soortelijke warmte' kunnen we vervangen door 'massieke warmte'. De nieuwe woorden lineïek, areïek, volumiek, massiek betekenen gedeeld door lengte (per lengte), door oppervlakte, door volume en door massa. Dezelfde woorden komen - met een aan het taaleigen aangepaste uitgang - ook in andere talen voor. Voor nieuwere begrippen zijn de benamingen ook zo gekozen, dat hetzelfde woord met een kleine aanpassing in alle talen gebruikt kan worden, bijvoorbeeld Nl luminantie (van een lichtbron), En luminance, De Luminanz, Fr luminance; of Nl energie, En energy, De Energie, Fr énergie.

Het gebruik van het woord 'molair' in de namen van grootheden dient beperkt te blijven tot de betekenis 'per hoeveelheid stof'. Dus
molair volume (m^3/mol) maar stofconcentratie (mol/m^3)
molaire massa (kg/mol) maar ionensterkte (mol/kg).

Een uitzondering op deze internationale afspraken vormt het Engelse woord 'specific', dat nog wordt aanbevolen voor 'gedeeld door massa', dus volgens het bovenstaande gelijk aan het Nederlandse 'massiek' ('massic' komt echter in het Engels ook voor).

De namen van de SI-eenheden verschillen zeer weinig in de diverse talen. Het is meestal niet meer dan een kwestie van een uitgang of een accent. De belangrijkste verschillen zijn vermeld in tabel 13.

Tabel 13. SI-eenheden in de vier talen.

Nederlands	Engels	Duits	Frans
meter	metre	das Meter	le mètre
kilogram	kilogram	das Kilogramm	le kilogramme
seconde	second	die Sekunde	la seconde
ampère	ampere	das Ampere	l'ampère
kelvin	kelvin	das Kelvin	le kelvin
candela	candela	die Candela	la candela
mol	mole	das Mol	la mole
radiaal	radian	der Radiant	le radian
steradiaal	steradian	der Steradiant	le stéradian
graad Celsius	degree Celsius	der Grad Celsius	le degré Celsius

9 Keuze van de grootheid

Voor het weergeven van een meetbare eigenschap moeten we een passende grootheid kiezen. Soms is de keuze vanzelfsprekend, maar in andere gevallen zeker niet. Een afmeting zullen we meestal als 'lengte' uitdrukken, maar het spraakgebruik kent voor afstanden ook uren gaans, terwijl een lichtjaar zelfs een goed gedefinieerde eenheid is. Bij een hoeveelheid kan men onder anderen kiezen uit 'aantal', 'massa' of 'volume'. Welke keuze voor een bepaald geval optimaal is valt vaak niet objectief vast te stellen, omdat de keuze het resultaat is van het afwegen van zeer ongelijksoortige factoren, zoals:

- aanschouwelijkheid van de grootheid
- bekendheid van de grootheid
- eenvoudig verband met andere grootheden
- aantal stappen en extra veronderstellingen in de afleiding uit de gemeten waarden
- schaal van het beschreven verschijnsel
- onveranderlijkheid bij variatie van parameters.

De gekozen volgorde houdt geen rangorde in omdat het gewicht van iedere factor van geval tot geval verschillend kan zijn. Voor de keuze van de grootheid is geen vast recept te geven. Iedere situatie vraagt opnieuw een zorgvuldig afwegen van de diverse factoren.

In de volgende voorbeelden worden de verschillende factoren wat nader belicht.

9.1 DRUKHOOGTE

In de hydrologie is het gebruikelijk een drukverschil weer te geven als de waterhoogte die dat drukverschil veroorzaakt. Tegen deze praktijk is weinig in te brengen zolang het niveauverschil oorzaak is van het drukverschil, en mits de grootheid wordt omschreven als waterhoogte of hoogteverschil. De directe aanschouwelijkheid maakt hier juist deze grootheid aantrekkelijk. Anders ligt de zaak wanneer bij een stromingsmeting de druk over een meetflens wordt gemeten met een met alcohol gevulde vloeistofmanometer: in dit geval is

er geen millimeter waterkolom te zien. De correcte weg is nu met de vergelijking $\underline{p} = \underline{\rho} \cdot \underline{g} \cdot \underline{h}$ de druk $\underline{p}$ uit te drukken in Pa met behulp van de dichtheid van de manometervloeistof $\underline{\rho}$, de versnelling van de zwaartekracht $\underline{g}$, en het gemeten hoogteverschil van de vloeistofspiegels $\underline{h}$.

9.2 ELEKTROMAGNETISCHE STRALING OP EEN PLANT

De hoeveelheid licht die een plant ontvangt wordt op verschillende manieren uitgedrukt. Voor de hoeveelheid straling die werkzaam is bij de fotosynthese worden drie wezenlijk verschillende grootheden gebruikt.

De eerste geeft de straling weer zoals die door het menselijk oog wordt gewaardeerd: 'licht' in de strikte zin van het woord. Een plant is echter geen menselijk oog; beide zijn weliswaar gevoelig voor ruwweg hetzelfde deel van het spectrum, maar het oog reageert het sterkst op groen licht, terwijl voor de fotosynthese blauwe en rode straling juist van het grootste belang zijn. Dat de verlichtingssterkte (areïeke lichtstroom) niettemin gebruikt wordt, en zelfs vaak gebruikt wordt, vindt zijn oorzaak in het feit dat sinds jaar en dag de lux-meter gemeengoed is. Bekendheid en aanschouwelijkheid zijn echter onvoldoende rechtvaardiging om een grootheid te gebruiken die het onderzochte proces niet goed beschrijft.

De tweede grootheid geeft de straling als een energiestroom weer. Het golflengtegebied wordt daarbij begrensd tot het gebied van ca. 400 tot 700 nm. Deze grootheid is nog tamelijk aanschouwelijk, en ook redelijk aan het onderzochte proces aangepast. Als aannemelijk compromis wordt de bestralingssterkte (areïeke stralingsstroom) dan ook vaak in W/m^2 uitgedrukt.

Fotosynthese is echter een quantumproces, zodat bij de energiemeting het rood wat te laag en het blauw wat te hoog gewaardeerd wordt. Om ook dat aspect in rekening te brengen moet de straling worden uitgedrukt als een aantal quanta, eventueel nog gedeeld door het geval van Avogadro om weer tot hoeveelheid stof van quanta, een macroscopische grootheid, te komen. De zo ontstane eenheid - in de plantenfysiologie wel als 'einstein' aangeduid - is het beste aangepast aan het fotosyntheseproces, zoals dat op moleculaire schaal verloopt. In formule krijgen we dan voor 'einstein' $\underline{N}_E$:

$$\underline{N}_E = \int_{\underline{\lambda} = 400\ \mathrm{nm}}^{700} \frac{\underline{A} \cdot \underline{t} \cdot \underline{E}_{\underline{\lambda}} \cdot d\underline{\lambda}}{\underline{N}_A \cdot \underline{h} \cdot \underline{c}}$$

waarin $\underline{A}$ de bestraalde oppervlakte, $\underline{\lambda}$ de golflengte, $\underline{t}$ de duur van de bestraling, $\underline{E}_\lambda \cdot d\underline{\lambda}$ de bestralingssterkte in het interval $d\underline{\lambda}$, $\underline{N}_A$ het getal van Avogadro, $\underline{h}$ de constante van Planck en $\underline{c}$ de lichtsnelheid voorstelt. Voor de dimensie van $\underline{N}_E$ vinden we hoeveelheid stof; de betreffende elementaire entiteit is 'quantum' of 'foton' (Opmerking bij tabel 1).

Analoog aan verlichtingssterkte en bestralingssterkte wordt meestal de quantumfluxdichtheid of 'quantumflux' (areïeke stofstroom van fotonen) gebruikt, uitgedrukt in $mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$. De best aangepaste grootheid is tegelijk de minst bekende en de minst aanschouwelijke. In de praktijk zal daarom zowel de tweede als de derde wijze van voorstellen blijven voorkomen.

9.3 HARDHEID VAN WATER

De hardheid van water wordt vaak uitgedrukt in graden Duits. De hardheid is 1 ^{o}D bij een concentratie van Ca^{2+} die overeenkomt met een massaconcentratie van CaO van 10 mg/l. Naast het gereken met molaire massa's van Ca^{2+} en CaO komt er ook nog gereken bij wanneer de hardheid door andere tweewaardige anionen (zoals Mg^{2+}) wordt veroorzaakt. Door niet een massaconcentratie maar de stofconcentratie van tweewaardige anionen op te geven (in mol/m^3) wordt in één getal alle ter zake dienende informatie gegeven en alle verder gereken overbodig gemaakt.

9.4 VOCHTIGHEID VAN LUCHT

In de techniek van de luchtbehandeling wordt de vochtinhoud van de lucht vaak uitgedrukt als het 'vochtgehalte' $\underline{x}$, in de betekenis van massaverhouding van waterdamp en droge lucht (kg/kg). Bij verandering van temperatuur of luchtdruk verandert $\underline{x}$ niet, zodat deze grootheid een goede beschrijving van de vochtinhoud van de lucht geeft.

In een praktische toepassing kan echter een andere overweging soms de doorslag geven. De te conditioneren ruimte heeft een gegeven volume. In het ontwerp van de installatie is vastgelegd, dat in de ruimte een zekere hoeveelheid waterdamp aanwezig moet zijn. De lucht wordt ververst door een ventilator, die door zijn debiet (m^3/s) wordt gekenmerkt. In dit geval is het voor de hand liggend om de vochtinhoud op te geven als 'waterdampconcentratie' $\underline{c}_w$, in de zin van massaconcentratie van waterdamp (kg/m^3). (Volgens NEN 999 zou in plaats van $\underline{c}_w$, $\underline{\rho}$ geschreven moeten worden.)

9.5 ABSORBANTIE, ZWARTING

Een stralingsflux Φ_0 valt op een voorwerp. Aan de andere zijde verlaat een flux Φ het voorwerp. De transmissiefactor Φ/Φ_0 is een maat voor de verzwakking van een op het voorwerp vallende bundel straling. In een aantal gevallen wordt de samenhang met andere grootheden eenvoudiger voor de logaritme van de verhouding.

Zo vertoont de curve in de grafiek waarin de zwarting $D = -\lg(\Phi/\Phi_0)$ van een fotografische laag is uitgezet tegen de logaritme van de belichting een recht gedeelte. Bij fotografisch werk wordt in de regel de belichting in dit traject gekozen. De helling van de curve wordt contrast of gamma genoemd.

De absorbantie $A(\lambda)$ van een bestanddeel B van een systeem voor straling met een golflengte λ is gedefinieerd als: $A(\lambda) = -\lg(\Phi_\lambda/\Phi_{\lambda,0})$, waarbij $\Phi_{\lambda,0}$ de flux is die door het systeem zonder de component B wordt doorgelaten (blanco).

Volgens de wet van Beer geldt: $A(\lambda) = k_B(\lambda)\cdot c_B\cdot l$, waarin k_B de molaire absorptiecoëfficiënt, c_B de stofconcentratie en l de laagdikte voorstelt. Het voordeel van de grootheid $A(\lambda)$ boven $\tau(\lambda)$ $(= \Phi_\lambda/\Phi_{\lambda,0})$ is, dat $A(\lambda)$ evenredig is met de massa of de hoeveelheid stof van B. Het eenvoudige verband bepaalt hier dus de keuze van de grootheid.

9.6 HOEVEELHEID MELK

De hoeveelheid ingeleverde melk wordt al jarenlang bepaald door de melkbussen van iedere boer vol en leeg te wegen. De kwaliteit van de melk wordt uit regelmatig genomen monsters bepaald. Verrekening gebeurt op basis van kwaliteit en geleverde massa melk.

Nu meer en meer wordt overgeschakeld op rijdende melkontvangst, wordt de massabepaling ook steeds meer vervangen door een volumemeting; het volume van de opgepompte melk wordt met een vloeistofmeter gemeten. Om alle melk op dezelfde wijze te verrekenen wordt het gemeten volume met een zo goed mogelijk geschatte waarde voor de volumieke massa van de melk vermenigvuldigd om weer op massa uit te komen. Ter wille van de eenvormigheid in de verrekening wordt hier een extra onzekerheid op de koop toe genomen. Wanneer geheel op het nieuwe systeem is overgeschakeld zal hier mogelijk het kilogram voor de liter moeten wijken.

9.7 SNELHEID VAN FOTOSYNTHESE

Fotosynthesemetingen worden gedaan op zeer verschillende schaal, variërend van een kortdurende meting van het CO_2-verbruik van een deel van één enkel blad tot een bepaling van de totale droge-stofproduktie van een proefveld over een heel groeiseizoen.

In het eerste geval kan het resultaat uitgedrukt worden door de grootheid 'stofstroomdichtheid' of 'areïeke stofstroom' ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$), in het laatste geval door de grootheden 'areïeke massa-opbrengst' (kg/m^2 of t/ha) of 'areïek massadebiet' ($kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$). Deze grootheden zijn niet zonder meer in elkaar om te rekenen; de keuze wordt bepaald door de gebruikte bepalingswijze en door de schaal van de proef.

9.8 MASSA - GEWICHT - KRACHT - DRUK

Verschillende grootheden uit de dynamica worden in het spraakgebruik vaak wat slordig gehanteerd. Het naast elkaar bestaan van een krachteenheid en een massa-eenheid, beide met de naam kilogram, is hier zowel oorzaak als gevolg van geweest.

Enkele te onderscheiden grootheden zijn:

Massa, symbool $\underline{m}$, eenheid kg: de hoeveelheid materie van een lichaam. De massa is een intrinsieke eigenschap van een lichaam, die niet afhangt van de plaats of de omgeving waar zich het lichaam bevindt.

Kracht, symbool $\underline{F}$, eenheid N: een uitwendige invloed. Ten gevolge van een kracht ondervindt een voorwerp een versnelling $\underline{a}$ volgens $\underline{F} = \underline{m} \cdot \underline{a}$.

Gewicht, symbool $\underline{G}$, eenheid N: de kracht die een rustend lichaam ten gevolge van het zwaarteveld op zijn ondersteuning uitoefent. Het gewicht van een voorwerp is anhankelijk van de sterkte van het zwaarteveld (versnelling van de vrije val) $\underline{g}$ volgens $\underline{G} = \underline{m} \cdot \underline{g}$. (In de handel wordt in de regel het woord gewicht gebruikt als synoniem voor 'massa'.)

Druk, symbool $\underline{p}$, eenheid Pa: een kracht per oppervlakte. Bij een totale kracht $\underline{F}_\perp$ loodrecht op een oppervlak $\underline{A}$ bedraagt de druk dus $\underline{p} = \underline{F}_\perp / \underline{A}$.

De invoering van het SI, met een duidelijk onderscheid tussen de massa-eenheid kilogram en de krachteenheid newton, biedt een goede gelegenheid tot een juister gebruik van de verschillende grootheden te komen. De volgende voorbeelden geven daar wat suggesties voor.

Wanneer men iets weegt, wil men de hoeveelheid materie ervan bepalen, dus de massa. De schaal van een weegwerktuig dient dan ook in kilogram geijkt

te zijn, onverschillig of het wegen wordt uitgevoerd door een vergelijking van massa's (balans) of door het balanceren van de kracht ten gevolge van het zwaarteveld tegen een elastische of een elektromagnetische kracht (veerunster, meetring, elektronische balans). Bij de tweede groep van instrumenten is vanzelfsprekend de sterkte van het zwaarteveld nog van invloed. De variatie van g op aarde is echter klein en bovendien nauwkeurig bekend, zodat deze overweging geen werkelijke beperking voor de bruikbaarheid van dergelijke instrumenten vormt.

Wordt een veer of een meetring als dynamometer gebruikt, dan moet de schaal van het instrument uiteraard krachteenheden (newton) aangeven.

In sterkteberekeningen wordt steeds met krachten gewerkt. De constructeur zal de afmetingen van zijn constructie bepalen aan de hand van de optredende krachten en de sterkte van de materialen. De gebruiker echter wil weten met welke massa de constructie - een brug, een hijstoestel - belast mag worden. De constructeur moet dus het resultaat van zijn berekeningen voor de gebruiker vertalen in een toegelaten last in kilogram of ton.

In het verkeer wordt wel gesproken van asdruk en wieldruk. Deze termen zijn minder juist gekozen, omdat het gaat om een massa per as of wiel, en dus niet om een druk. Het is daarom beter te spreken van aslast en wiellast of asbelasting en wielbelasting.

Bij een maximale vloerbelasting zal de ontwerper weer rekenen met krachten, dus spanning of druk in pascal. Voor de gebruiker is echter de maximale last per oppervlakte van belang. De ontwerper moet ook hier zijn uitkomsten vertalen, en wel in kilogram of ton per vierkante meter. Een wandbelasting, die meer het karakter van een druk heeft (bijvoorbeeld in een gascylinder of een stoomketel) zal echter steeds in pascal worden opgegeven.

In deze voorbeelden is de grootheid gewicht met opzet niet genoemd. Het woord zal nog lange tijd zijn dubbele betekenis houden. Het is daarom voor de duidelijkheid beter steeds de bedoelde grootheid met name te noemen. dus òf massa, òf kracht. Alleen in die gevallen, waar geen enkele twijfel mogelijk is, kan gewicht in één van beide betekenissen gebruikt worden.

10 De dimensieanalyse

De dimensie (dim) van een willekeurige grootheid $\underline{X}$ is te schrijven als een produkt van machten van de gronddimensies. Er geldt de algemene formule:

$$\dim \underline{X} = L^{\alpha}M^{\beta}T^{\gamma}I^{\delta}\Theta^{\varepsilon}N^{\zeta}J^{\eta}$$

Van een dergelijke schrijfwijze maakt men gebruik bij de dimensieanalyse, die een goede controle biedt op de correcte afleiding van betrekkingen tussen grootheden. Men gaat voor beide kanten van de betrekking na wat de dimensie van de uitdrukking is. Als alles in orde is moeten de uitdrukkingen links en rechts in de vergelijking dezelfde dimensie hebben.

Bijvoorbeeld, voor de druk van een vloeistofkolom geldt: $\underline{p} = \underline{g}\cdot\underline{\rho}\cdot\underline{h}$. We weten, dat de dimensie van druk $L^{-1}MT^{-2}$ is. De rechter uitdrukking heeft de dimensie $LT^{-2}\cdot ML^{-3}\cdot L = L^{-1}MT^{-2}$. Dimensioneel is de uitdrukking $\underline{p} = \underline{g}\cdot\underline{\rho}\cdot\underline{h}$ dus in orde. Eenzelfde beschouwing als met dimensies is ook te houden met grondeenheden. Het resultaat is uiteraard hetzelfde.

Dimensieanalyse wordt ook gebruikt bij het bepalen van de dimensie van een coëfficiënt in een empirische vergelijking. Voor een zekere hoeveelheid stof van een gas ($\Sigma\underline{n}_B$) blijkt bijvoorbeeld, dat het produkt van druk $\underline{p}$ en volume $\underline{V}$, gedeeld door de thermodynamische temperatuur $\underline{T}$ constant is. Als we de constante $\underline{R}$ noemen hebben we dus:

$$\underline{p}\cdot\underline{V}/(\Sigma\underline{n}_B\cdot\underline{T}) = \underline{R}$$

Nu is

$$\begin{aligned}\dim \underline{R} &= \dim \underline{p}\cdot\underline{V}/(\Sigma\underline{n}_B\cdot\underline{T}) \\ &= L^{-1}MT^{-2}\cdot L^{3}\cdot N^{-1}\cdot\Theta^{-1} \\ &= L^{2}MT^{-2}N^{-1}\Theta^{-1}\end{aligned}$$

Daarbij hoort de SI-eenheid J/mol·K.

Een eenheid waarbij de dimensieanalyse uitwijst dat de omschrijvingen van grootheden en eenheden niet overeenkomen is de veevoedereenheid.

In mei 1977 zijn in Nederland nieuwe eenheden voor de voederwaarde van veevoer voor melkvee, mestvee en jongvee ingevoerd, resp. de voedereenheid melk of VEM, en de voedereenheid vleesvee of VEVl. Uit de Voorlichtingsbrief bij de invoering van het nieuwe systeem is als definitie te halen: de VEM is de netto-energie (in kcal) in een kg voedermiddel, gedeeld door de netto-energie in een kg gerst (gesteld op 1650 kcal), vermenigvuldigd met duizend (voor VEVl gelden analoge beschouwingen):

VEM = (netto energie/1650) × 1000.

Het aldus verkregen getal is afhankelijk van het voedermiddel, en zeker niet gelijk aan 1, zodat van een 'eenheid' in de gebruikelijke zin geen sprake is.

Bekijken we bovenstaande uitdrukking wat nader in het licht van de reeds gegeven vergelijking : getalwaarde = grootheid/eenheid, dan spreekt de sterke analogie: VEM is de getalwaarde, de netto-energie is de grootheid en 1650/1000 = 1,650 kcal/g is de eenheid. In feite is hier dus een nieuwe eenheid voor soortelijke energie ingevoerd die los van ieder eenhedenstelsel staat. Door nu de behoefte aan energie in VEM·kg vast te stellen is door deling het aantal kilogram voeder te bepalen.

Bekijken we echter het praktijkvoorbeeld in dezelfde voorlichtingsbrief, dan blijkt de energiebehoefte niet in VEM·kg, maar in VEM uitgedrukt te worden. De VEM is dus blijkbaar een maat voor de energie en niet voor de soortelijke energie. Dat betekent, dat volgens de bovengegeven definitieformule de VEM niet dimensieloos is, maar de eenheid kcal/(kcal/kg) = kg heeft, namelijk het aantal kg voeder dat de gevraagde hoeveelheid netto-energie levert. De VEM wordt echter gebruikt, niet als massa-eenheid, maar als energie-eenheid ter grootte van 1650/1000 = 1,650 kcal.

Voor energie kent het SI echter al de eenheid joule, zodat de oplossing van bovenstaande puzzel kan zijn de soortelijke netto-energie voor melkgift van een voedermiddel eenvoudig op te geven in joule/kg en dan de totale energiebehoefte in joule te delen door de netto voederwaarde om het aantal kg voer te vinden. Het nieuwe Zwitserse systeem laat zien, dat deze keuze zonder bezwaar mogelijk is (Bickel & Landis, 1978).

Verdere correcties voor bijvoorbeeld de verteringsdepressie bij hogere voederniveaus kunnen, evenals nu ook het geval is, in de voedertabellen verwerkt worden.

11 Dimensieloze grootheden

Als in de uitdrukking voor de dimensie van een grootheid alle exponenten gelijk zijn aan nul, noemt men de betreffende grootheid dimensieloos of van dimensie één (hoofdstuk 2). Diverse, soms wezenlijk verschillende grootheden worden als dimensieloos beschouwd.

11.1 GETALLEN

'Zuivere' getallen en getalwaarden van een grootheid zijn voorbeelden van wiskundige grootheden. Het dimensieloze karakter is hier vanzelfsprekend.

11.2 TELLINGEN

Het resultaat van een telling krijgt in het SI de dimensie 1. Dat er toch wel verschil is tussen verschillende soorten van tellingen, blijkt dus niet uit de dimensie. Bij tellingen per tijd wordt echter wel onderscheid gemaakt, zoals blijkt uit de verschillende namen van de eenheid bij verschillende grootheidsoorten. Rotatiefrequentie krijgt de eenheid s^{-1}, frequentie (van een periodiek verschijnsel) de eenheid Hz, radioactiviteit de eenheid Bq. Toch wordt bij alle drie de dimensie geschreven als T^{-1}, dus het telkens anderssoortig aantal wordt niet in de dimensie maar wel in de naam van de eenheid weergespiegeld.

11.3 FRACTIES

Verhoudingen als: volume water gedeeld door totaal volume van een grondmonster, aantal moleculen van soort A gedeeld door totaal aantal moleculen in het systeem of massa stikstof gedeeld door totale massa van een kunstmeststof zijn voorbeelden van fracties: dat deel van een geheel, dat een bepaalde eigenschap bezit. Deze definitie houdt in, dat een fractie nooit groter is dan één. Voor goed begrip is het nodig de soort fractie te specificeren: een volumefractie koolzuur in lucht (gerekend naar telkens dezelfde druk) van $0{,}32 \cdot 10^{-3}$

komt overeen met een stoffractie (of molaire fractie) van ook $0{,}32 \cdot 10^{-3}$, maar met een massafractie van $0{,}49\ 10^{-3}$. Het is dus verwerpelijk over 'percentages' of 'ppm' te spreken zonder de grootheidsoort te vermelden.

11.4 RELATIEVE WAARDEN BINNEN EEN SYSTEEM

De wrijvingscoëfficiënt is de verhouding van de kracht evenwijdig aan het oppervlak ten gevolge van de wrijving en de kracht loodrecht op het oppervlak ten gevolge van het gewicht.

De spanning waarbij in een stuk materiaal een bepaalde relatieve rek ($\Delta \underline{l}/\underline{l}$) optreedt, is een maat voor de belastbaarheid van het materiaal. Bij dezelfde spanning maar een andere lengte is ook $\Delta \underline{l}$ anders, maar $\Delta \underline{l}/\underline{l}$ blijft constant. De opgave over de rek van het materiaal is hierbij dus los gemaakt van de toevallige lengte van het proefstuk. Soms wordt de rek uitgedrukt in 'µrek' (microrek, Engels microstrain). Hetzelfde woord rek wordt zo gebruikt voor zowel de grootheid als de eenheid. Deze praktijk werkt verwarring in de hand. Het is dan ook beter $\Delta \underline{l}/\underline{l}$ uit te drukken als een getal, dus niet: de rek is 50 µrek, maar: $\Delta \underline{l}/\underline{l} = 50 \cdot 10^{-6}$.

11.5 INTERVALMATEN

In de trillingsleer, en met name ook in de muziek, wordt de afstand van twee frequenties vaak door hun verhouding uitgedrukt. Is de verhouding gelijk aan twee, dan spreekt men van een interval van één oktaaf.

11.6 VLAKKE HOEK EN RUIMTEHOEK

Ook de vlakke hoek en de ruimtehoek worden vaak als dimensieloze grootheid beschouwd (NEN 999; ISO 31). De vlakke hoek is dan gedacht als de lengte van een cirkelboog gedeeld door de straal, of als $2\pi \times$ de fractie van een omwenteling, of - bij kleine hoeken - als overstaande zijde gedeeld door aanliggende zijde in een rechthoekige driehoek.

De ruimtehoek wordt gezien als een deel van een boloppervlak gedeeld door het kwadraat van de straal.

11.7 RELATIEVE WAARDEN TUSSEN TWEE SYSTEMEN

De relatieve atoommassa $\underline{A}_r$ van een stof B is de massa van één atoom van die stof gedeeld door de atoommassa-eenheid:

$$\underline{A}_r = \underline{m}(B)/\underline{m}_u$$

Omdat (tabel 8)

$$\underline{m}_u = \underline{m}(^{12}C)/12$$
$$\underline{A}_r = 12\underline{m}(B)/\underline{m}(^{12}C)$$

Anders geschreven:

$$\underline{m}(B) = \underline{A}_r \cdot \underline{m}(^{12}C)/12$$

Deze uitdrukking hebben we al in algemene vorm leren kennen als de eerste vergelijking in hoofdstuk 2. $\underline{A}_r$ is de getalwaarde van de atoommassa bij de niet-coherente massa-eenheid $\underline{m}_u$; $\underline{m}(B)$ zou dus ook in kilogram kunnen worden uitgedrukt. Analoog aan de relatieve atoommassa wordt ook een relatieve molecuulmassa gebruikt.

Een rechtvaardiging voor het gebruik van $\underline{A}_r$ is, dat een rechtstreekse vergelijking van $\underline{m}(B)$ en $\underline{m}_u$ vaak mogelijk is met een hogere nauwkeurigheid dan bij een absolute bepaling bereikbaar is, en dat de nauwkeurige waarde van $\underline{A}_r$ voor de chemie en de atoomfysica in de regel interessanter is dan de absolute massa. Het zal duidelijk zijn, dat $\underline{A}_r$ niet 'relatief' is in de zin van los van ieder eenhedenstelsel.

De relatieve (massa)dichtheid $\underline{d}$ wordt gedefinieerd door $\underline{d} = \underline{\rho}/\underline{\rho}_n$, waarin $\underline{\rho}_n$ de dichtheid van een referentiestof voorstelt. We hebben hier een zelfde situatie als bij de relatieve atoommassa, met dien verstande, dat de keuze van de referentiestof hier nog vrij is. In de praktijk wordt bij vaste stoffen en vloeistoffen als referentiestof water van 4 ^{o}C gekozen. Een directe vergelijking is hier in de regel hoogst onpraktisch; het gebruik van $\underline{d}$ betekent in feite het langs een achterdeur weer binnenhalen van de in 1964 verlaten definitie van de liter (tabel 8). Deze praktijk leidt tot onduidelijkheid. Het gebruik van de relatieve dichtheid is daarom verwerpelijk.

Een soortgelijk voorbeeld van recente datum is de veevoedereenheid VEM of VEVl (hoofdstuk 10).

De relatieve permittiviteit $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$ en permeabiliteit $\mu_r = \mu/\mu_0$ nemen in de elektriciteitsleer een geheel eigen plaats in. De grootheden ε_0 en μ_0 zijn door de keuze van het eenhedenstelsel bepaalde natuurconstanten (de oude elektrostatische en elektromagnetische CGS-stelsels waren zo gekozen, dat respectievelijk ε_0 en μ_0 identiek gelijk aan één werden). De relatieve grootheden ε_r en μ_r stellen de materiaaleigenschappen voor.

De brekingsindex n van een stof is de verhouding tussen de lichtsnelheid in vacuum en de lichtsnelheid in die stof.

11.8 DIMENSIELOZE COMBINATIES VAN GROOTHEDEN

Soms biedt het voordeel de vergelijking van een fysisch verschijnsel te schrijven als een vergelijking tussen dimensieloze combinaties van grootheden, de zogenaamde 'dimensieloze parameters'. Dit wordt vooral gedaan in de leer van de fysische transportverschijnselen (warmte- en massatransport). Met deze parameters is het mogelijk ervaringen over te dragen op situaties met een geheel andere schaal.

We nemen als voorbeeld de stroming van een gas of vloeistof langs een vlakke plaat. Als u de snelheid van de ongestoorde stroming voorstelt, en x de afstand in de stromingsrichting van het begin van de plaat uit gemeten, dan blijkt voor één stof telkens bij een bepaalde waarde van het produkt $u \cdot x$ de stroming van laminair in turbulent over te gaan. Bij onderzoek met verschillende stromende media (gassen of vloeistoffen) blijkt ook de kinematische viscositiet ν een rol te spelen: de omslag treedt op als de grootheid $u \cdot x/\nu$ een bepaalde waarde bereikt heeft. Deze uitdrukking heeft de dimensie $LT^{-1} \cdot L \cdot L^{-2}T^{1} = 1$. Het is dus een dimensieloze grootheid, die afhankelijk van het gezichtspunt beschouwd kan worden als een dimensieloos gemaakte parameter voor de plaats of voor de snelheid. Men noemt deze grootheid de parameter van Reynolds: $Re = u \cdot x/\nu$.

In plaats van 'parameter' wordt vaak 'getal' of 'kengetal' gebruikt. Dit woord suggereert echter dat het om een constante gaat, wat hier zeker niet het geval is. Daarom is 'parameter' te prefereren. In totaal zijn ongeveer twintig dimensieloze parameters met een eigen naam in gebruik. Een opsomming wordt o.a. gegeven in de normbladen NEN 999 en ISO 31/XII.

11.9 LOGARITMISCHE EN ANDERE FUNCTIES

In logaritmische, exponentiële of trigonometrische uitdrukkingen kunnen alleen dimensieloze grootheden voorkomen. Het resultaat is zelf ook dimensieloos. In enkele gevallen houdt de eis van dimensieloos zijn in, dat de logaritme van de getalwaarde van een grootheid wordt genomen.

Voor pH wordt wel geschreven:

$$pH = -\lg\,[10^{-3}\,\{\underline{a}(H^+)\}] = 3 - \lg\,\{\underline{a}(H^+)\}$$

waarin $\underline{a}(H^+)$ de waterstofionenactiviteit is[2], uitgedrukt in $mol \cdot m^{-3}$. De factor 10^{-3} hangt samen met de oorspronkelijk gebruikte eenheid $mol \cdot l^{-1}$.

Soortgelijke uitdrukkingen gelden ook voor andere ionen. Voor een ion X,

$$pX = -\lg\,[10^{-3}\,\{\underline{a}(X)\}]$$

Naast de fysisch-chemische definitie van de pH wordt ook vaak een operationele definitie gebruikt, gebaseerd op potentiaalverschillen, gemeten met een waterstofelektrode:

$$pH(X) = pH(S) + \frac{(\underline{E}_X - \underline{E}_S) \cdot \underline{F}}{\underline{R}\underline{T}\ \ln 10}$$

Hierin betekent X de onbekende oplossing, S een referentieoplossing, $\underline{E}$ een gemeten potentiaalverschil, $\underline{F}$ de constante van Faraday, $\underline{R}$ de molaire gasconstante en $\underline{T}$ de temperatuur. De zo gedefinieerde pH is ook een dimensieloos getal. (IUPAC 1979, p. 31).

De vochtspanning van de bodem wordt wel met de pF-waarde aangegeven:

$$pF = \lg\,10^2\{\underline{h}_w\} = \lg\{\underline{h}_w\} + 2$$

waarin $\underline{h}_w$ de hoogte van de overeenkomstige waterkolom in meter is. De factor 10^2 komt uit de oude definitie, waar $\underline{h}_w$ in cm stond. Als we bedenken, dat een druk van 1 mH_2O ongeveer gelijk is aan 10^4 Pa, is duidelijk, dat we ook kunnen schrijven

$$pF \approx \lg\,\{\underline{p}_w\} - 2$$

2. Accolades om een grootheid betekenen dat alleen de getalwaarde bedoeld is.

als p_w de vochtspanning in pascal is.

Als logaritme van een dimensieloze grootheid kennen we extinctie:

$$E = -\lg \frac{\Phi}{\Phi_0}$$

waarin Φ en Φ_0 een verzwakte stralingsflux en een referentieflux voorstellen (par. 9.5).

Logarithmische grootheden in de acoustiek en de elektrotechniek zijn het verschil in amplitudeniveau

$$L_A = \ln (A_1/A_2)$$

en het verschil in vermogensniveau

$$L_P = 10 \lg (P_1/P_2)$$

met A_1, A_2 amplitudines en P_1, P_2 vermogens. Voor L_A wordt de 'eenheid' neper (Np) gehanteerd, voor L_P de 'eenheid' decibel (dB).
Met de veronderstelling, dat $P_1/P_2 = (A_1/A_2)^2$ geldt

$$L_P = 20 \lg (A_1/A_2)$$

zodat we voor de relatie tussen Np en dB vinden:

1 Np ≙ 8,685 89 dB
1 dB ≙ 0,115 129 Np

In de acoustiek wordt vaak gewerkt met de luidheid Λ in 'phon' volgens

$$\Lambda = 20 \lg (p'_{eff}/p_0)$$

waarbij p_0 een referentiedruk is bij een geluidsfrequentie van 1000 Hz, en p'_{eff} de geluidsdruk van een zuivere toon van 1000 Hz, die als even luid wordt ervaren als het onderzochte geluid. De phon is dus een speciale naam voor de decibel, gebruikt voor luidheid.

In de chemie wordt de absolute activiteit λ van een component B in een systeem gegeven door

$$\lambda_B = \exp\ (\ \mu_B/RT)$$

waarin μ de chemische potentiaal in joule per mol van component B is.

Een maat voor de elektrische verliezen in een condensator is de verliesfactor d:

$$d = \mathrm{tg}\ \delta$$

waarin δ in radialen staat. De verlieshoek δ is de fasehoek tussen de capacitieve component van de stroom en de totale stroom door de condensator. Als de vlakke hoek niet dimensieloos genomen wordt, moet δ weer tussen accolades staan.

12 Het omrekenen van oudere eenheden in SI-eenheden

Tabel 14 geeft de omrekenfactoren voor metrieke, Angelsaksische en andere eenheden naar de corresponderende SI-eenheid of een decimaal veelvoud daarvan. De eenheden zijn volgens dimensie gegroepeerd:

artikel 1-6: lengte en toenemende machten daarvan
artikel 7-12: massa, samenstellingen met lengte en machten daarvan
artikel 13-36: tijd en samenstellingen, inclusief kracht, druk, energie en vermogen
artikel 37-51: elektrische en magnetische grootheden
artikel 52-59: temperatuur
artikel 60-63: licht
artikel 64-73: hoeveelheid stof
artikel 74-80: dimensieloze grootheden.

Boven elke groep staat:

- In de eerste regel het artikelnummer (voor verwijzing vanuit het register), de naam en het symbool van de grootheidsoort, en geheel rechts de dimensie.
- In de tweede regel de SI-eenheid, eventueel met gelijkwaardige uitdrukkingen (zoals bij art. 1B) en (tussen haakjes) uitdrukkingen die niet aangeraden zijn (zoals art. 28) of die alleen bij enkele grootheidsoorten gebruikt mogen worden (zoals art. 29; par. 4.1; tab. 6).
- In de derde regel een selectie van andere benamingen of voorbeelden van dezelfde grootheidsoort en van andere grootheidsoorten van dezelfde dimensie. Daar wordt ook verwezen naar plaatsen in de tekst of in andere tabellen waar de grootheidsoort wordt genoemd.

Er wordt gebruik gemaakt van de systematische benamingen: entitiek, molair, lineïek, areïek, volumiek, massiek, snelheid (of stroom, waar toepasselijk) en steradiek, respectievelijk voor de begrippen gedeeld door aantal (bijvoorbeeld van moleculen), hoeveelheid stof, lengte, oppervlakte, volume, massa, tijd en ruimtehoek. Bij analytische grootheden met bestanddeel (component) en systeem (ook te beschouwen als elementen en verzameling) is gedeeld door volume en massa als concentratie respectievelijk gehalte aangeduid

(hoofdstuk 8). Bij de grootheidsymbolen betekent B (inferieur) een bepaald bestanddeel, meestal chemisch omschreven: bijvoorbeeld $\underline{c}_B$ zou $\underline{c}(Ca^{2+})$ of $\underline{c}(CO_2)$ kunnen zijn.

In de eerste twee kolommen staan de namen en symbolen van de eenheden. Per groep zijn de eenheden gerangschikt van groot naar klein. Wettelijk erkende eenheden zijn met een dicht blokje (■) aangegeven.

Eenheden zijn in de regel niet toegelaten wanneer zij bevatten: Angelsaksische eenheden, CGS-eenheden (centimeter gram seconde), technische eenheden (meter kilogramkracht seconde), tijdeenheden andere dan de seconde en niet in een stelsel passende eenheden. Uitgezonderd zijn de centimeter en het gram op zichzelf en in enkele samenstellingen waar zij de gewenste orde van grootte weergeven. De tijdeenheden minuut, uur, dag en jaar blijven toegelaten. De bar en de hectare zijn moeilijk met het SI te rijmen, de ton veel beter (hoofdstuk 6). Enkele twijfelachtige maar wettelijk erkende eenheden worden met een open blokje □ aangegeven (zie ook volgende alinea).

Bij samengestelde eenheden staat alleen een dicht blokje als de samenstellingen aan te raden zijn, bijvoorbeeld volgens de overwegingen van hoofdstuk 5. Andere samenstellingen van toegelaten eenheden zijn met een open blokje aangegeven (□): dan moet men de noodzaak van bestaande gebruiken overwegen; nieuwe toepassingen van die eenheid zijn af te raden. Dus ondanks de toelating van minuut en uur, hectare, liter en ton moet hun noodzaak in samengestelde eenheden voorzichtig overwogen worden. De dag en het jaar blijven van belang in samenstellingen, bijvoorbeeld in de biologie, agrarische produktie en rivierafvoer, ondanks de moeilijke omrekening. Bij arbeidsprestatie is het uur moeilijk te vervangen door seconde.

Bij de benaming van de eenheid staat soms een precisering tussen haakjes, zoals de codes GB, US, NL, DE en FR bij landelijk verschillende eenheden van volume (art. 5). Britse (GB) eenheden werden tot nu toe ook in andere landen van het Gemenebest gebruikt, zelfs in Canada. In de literatuur vindt men de benaming of het symbool zonder precisering. Benamingen zijn soms in andere talen vermeld, bijvoorbeeld als ze voornamelijk in een bepaalde taal voorkomen of als de namen in een andere taal afwijken.

Het vermelden van een symbool in de tweede kolom bij niet-erkende eenheden geeft alleen aan, dat dit symbool vaak voorkomt. Zelfs bij de toegelaten eenheden lichtjaar en astronomische eenheid (art. 1) is geen symbool algemeen erkend en de keuze is afhankelijk van de taal. Bij andere eenheden verdient één symbool de voorkeur. Het wordt van andere symbolen met punten (...) gescheiden, bijvoorbeeld bij acre (art. 3) en kubieke centimeter (art. 5).

In de derde kolom staat de omrekenfactor naar een aanbevolen decimaal veelvoud of deel van de SI-eenheid. Aanbevolen eenheden zijn zo gekozen dat zij ongeveer dezelfde orde van grootte hebben als de om te rekenen eenheid. Het is echter steeds toegestaan om andere decimale delen of veelvouden van de SI-eenheid te gebruiken, volgens de voorschriften van hoofdstuk 5, of andere gelijkwaardige uitdrukkingen wanneer alternatieven in de kop (regel 2) van een artikel worden aangegeven, zoals cm^3/m^2 in plaats van µm (art. 1B).

De omrekenfactoren zijn op een aantal cijfers, meestal 7, afgerond. Voor de meeste toepassingen kan men verder afronden, bijvoorbeeld 1 cal ≈ 4,2 J en 1 a ≈ 31,5 Ms. Bij de berekening van factoren voor samengestelde eenheden is veelal uitgegaan van nauwkeuriger waarden van de samenstellende eenheden; de uitkomst is dan afgerond. Bij de omrekenfactoren is onderscheid gemaakt tussen exact volgens definitie (=) en afgerond, experimenteel bepaald of onnauwkeurig bekend (≈).

In de laatste kolom staan opmerkingen over het vakgebied waarin de eenheid voornamelijk voorkomt of over de definitie. Waarden in deze kolom achter de omrekenfactor zijn definities van de eenheid. Dus bij de long ton (art. 7), 1 tn = 2240 lb, ongeveer 1,016 047 Mg.

Tabel 14 is lang niet volledig. Voor een andere selectie zie de Nederlandse norm NEN-3049. Een vollediger lijst van grootheden en eenheden is voor belangstellenden verkrijgbaar in een Engelse versie "Quantities and units in agricultural sciences" (Rigg & Schurer). De grootheden (namen en symbolen) staan vermeld in de normen NEN-999 en ISO-31 (Engelse en Franse versies), en de aanbevelingen van IUPAC, IUPAP en andere internationale organisaties.

Voor enkele afgeleide grootheden zijn tientallen samengestelde eenheden in gebruik (bijvoorbeeld art. 25). De keuze is zo gemaakt dat men factoren voor andere eenheden met weinig gereken kan afleiden, bijvoorbeeld van $g \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$ naar $kg \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$ of $mg \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$.

Enkele voorbeelden

Warmtegeleiding. Voor twee materialen geven de fabrikanten een warmtegeleidingscoëfficiënt op van respectievelijk 0,26 $Btu \cdot in/ft^2 \cdot h \cdot {}^oF$ en 0,040 $kcal/m \cdot h \cdot {}^oC$.

Het register verwijst naar artikel 58. De omrekenfactor van $Btu \cdot in/ft^2 \cdot h \cdot {}^oF$ naar $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ is 0,144 228. Het eerste materiaal heeft dus een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,26 × 0,144 228 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ≈ 37,5 $mW \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$. De omrekenfactor van $kcal \cdot m^{-1} \cdot h^{-1} \cdot {}^oC^{-1}$ naar $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ is 1,163. Het tweede

materiaal heeft een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,04 × 1,16 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1} \approx$ 46.5 $mW \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Viscositeit. Mag centipoise nog gebruikt worden? Zo niet, wat is dan nu de juiste eenheid?

Het register geeft voor viscositeit artikel 18 en 23, en voor poise artikel 23 (niet alle decimale veelvouden zijn in het register opgenomen, maar in dit geval ook centipoise, die veel meer voorkomt dan poise als zodanig). Volgens artikel 23 zijn poise en centipoise niet toegelaten als eenheden van de grootheidsoort dynamische viscositeit. De centipoise is gelijk aan mPa·s, dus 10^{-3} Pa·s.

Druk. Hoe staat het met de eenheid bar?

Het register geeft voor druk en voor bar artikel 32. Bar en millibar zijn met een vierkant aangegeven. Dus wettelijk toegelaten, met bestaande toepassingen in de hydrodynamica, petrologie (gesteenteleer) en de weerkunde. In andere vakgebieden kan men beter de MPa, kPa of Pa invoeren. Bar is gelijk aan 0,1 MPa, dus 10^5 Pa.

Plantebestraling. In een verslag van onderzoek wordt een 'irradiance' in Ly/min opgegeven.

In de lijst van symbolen en afkortingen vinden wij, dat Ly langley voorstelt en in het register bij langley worden wij naar artikel 30A verwezen, met de dimensie MT^{-2}. Langley per minuut heeft dus de dimensie MT^{-3}. De hogere macht van tijd is iets verder op te vinden in artikel 35A. 'Irradiance' komt overeen met bestralingssterkte, invallende areïeke stralingsstroom. Langley (art. 30A) en langley per minuut (art. 35A) zijn niet toegelaten: 1 Ly/min is 697,8 W/m^2, of afgerond 700 W/m^2 of 0,7 kW/m^2.

Soortelijke geleiding. Is de millimho per centimeter nog toegestaan?

In het register verwijst mho naar artikel 48 elektrische geleiding met de dimensie $L^{-2}M^{-1}T^3I^2$. De hogere macht van lengte $L^{-3}M^{-1}T^3I^2$ staat iets verder (art. 50). 'Soortelijke geleiding' verwijst direct naar artikel 50. De millimho per centimeter is niet meer toegelaten; de SI-eenheid is S/m; waarden zijn vaak als het veelvoud mS/m uit te drukken.

Tabel 14. Grootheden, eenheden en omrekenfactoren

1A LENGTE $\underline{l}$ L

m

(tab. 1, 8, 9); afstand, weglengte $\underline{s}$; dikte $\underline{d}$; laagdikte $\underline{l}$ (par. 9.5); hoogte $\underline{h}$ (par. 9.1, 10); breedte $\underline{b}$; ruwheid $\underline{z}$; straal $\underline{r}$; omtrek $\underline{d}$; golflengte $\underline{\lambda}$; lineaire coördinaten ($\underline{x}$,$\underline{y}$,$\underline{z}$)

▫parsec	pc	≈30,857 2	Pm	astronomie
▫lichtjaar, light-year	lj., l.y.	≈9,460 529	Pm	astronomie
▫astronomische eenheid, astronomical unit	A.E., AU, U.A.	=149,600	Gm	astronomie
nautical mile (GB)	n.mile ... n.ml	=1,853 184	km	=72 960 in
▫zeemijl (int.), nautical mile, mille marin	n.mile ... n.ml	=1,852	km	opm. 1
mile (statute)	mile ... ml, mi	=1,609 344	km	= 8 fur
kettinglengte (NL)	-	≈27,432	m	visserij
furlong (GB)	fur	=201,168	m	= 220 yd
chain (GB)	ch	=20,116 8	m	= 22 yd landmeting
Rijnlandse roede	-	≈3,767	m	tuinbouw
vadem, fathom	ftm...fm	=1,828 8	m	= 2 yd visserij
yard (GB, US)	yd	=0,914 4	m	= 3 ft
foot (GB, US), voet	ft	=0,304 8	m	= 12 in
Franse duim, pouce	-	≈27,07	mm	glasteelt
inch	in..."	=25,4	mm	
cicero, augustijn, douze	-	≈4,512 78	mm	= 12 punt drukkerij
pica	-	≈4,217 518	mm	= 12 point drukkerij
punt, point (didot)	p	≈0,376 065	mm	drukkerij
point (GB, US)	p	≈0,351 459 8	mm	drukkerij
mil (GB, US)	mil	=25,4	µm	= 10^{-3} in techniek

micron	µ...u, mu	=1	µm	spectroscopie, microscopie
micro-inch	µin...Ru	=25,4	nm	werktuigkunde
millimicron	mµ...mu, mmu	=1	nm	spectroscopie
ångström	Å...A	=0,1	nm	spectroscopie, kristallografie
X-eenheid, X unit	X.E., XU, U.X., X	≈100,207 72	fm	röntgenspectr.
fermi	fm...f	=1	fm	kernfysika

Opmerking 1. Officieel ook omschreven als de gemiddelde afstand van twee punten op het aardoppervlak van dezelfde geografische lengte en 1 minuut breedtehoek verschil. In de zeevaart is deze tweede definitie maatgevend. In de luchtvaart is de werkelijke afstand groter dan de geprojecteerde afstand op het aardoppervlak. De kilometer is oorspronkelijk gedefineerd als de afstand van twee punten van 1 centigon verschil. De verhouding is dan 10 000/5400, ongeveer 1,851 852.

1B AREËIEK VOLUME $\underline{v}$ L

$m = m^3/m^2$

irrigatiedosis, besproeiingsdosis, hoeveelheid neerslag

□kubieke meter per hectare	m^3/ha	=0,1	mm	plantenteelt
gallons (GB) per acre	gal/acre	≈1,123 364	µm	plantenteelt
gallons (US) per acre	gal/acre	≈0,935 395 6	µm	plantenteelt
□liter per hectare	l/ha, L/ha	=100	nm	plantenteelt

2 LINEËIEK AANTAL $\underline{\sigma}$ L^{-1}

m^{-1}

golfgetal, repetentie, mazen per lengte; lineïeke stralingsattenuantie, verzwakkingscoëfficiënt, absorptiecoëfficiënt $\underline{\mu}$; sterkte (van een optisch systeem) $\underline{D}$ (tab. 8)

□per centimeter	cm^{-1}	=100	m^{-1}	spectroscopie
		=0,1	mm^{-1}	
kayser	-	=100	m^{-1}	

mesh	in^{-1}	≈39,370 08	m^{-1}	zeven
▫dioptrie	dpt...d	=1	m^{-1}	optica

3A OPPERVLAKTE A, S

L^2

m^2

(tab. 2, 8, 12); doorsnee σ, Σ; intrinsieke doorlaatbaarheid k; oppervlakte-energieattenuantie, atomaire verzwakkingscoëfficiënt μ_{at}

bunder	-	=0,01	km^2	= 1 ha landbouw
■hectare	ha	=0,01	km^2	landbouw
		=10 000	m^2	
acre (GB, US)	acre...A, ac	≈4 046,856 4	m^2	= 4840 yd^2
▫are	a	=100	m^2	horizontale projectie van grond-oppervlakte
vierkante Rijnlandse roede	roe	≈14,190 3	m^2	bollenteelt
▫centiare	ca	=1	m^2	kadaster
square yard	yd^2...sq. yd	=0,836 127 36	m^2	
square foot	ft^2...sq. ft	=0,092 903 04	m^2	
		=92 903,04	mm^2	
square inch	in^2...sq. in	=645,16	mm^2	
darcy	D...d	≈0,986 923 3	μm^2	= 1 $cP \cdot cm^2 \cdot atm^{-1} \cdot s^{-1}$
▫barn	b	=100	fm^2	kernfysika

3B LINEÏEK VOLUME V/l

L^2

$m^2 = m^3/m$

brandstofverbruik van een voertuig

liter per 100 kilometer	l/100 km,	=10	cm^3/km	verkeer
	L/100 km	=0,01	mm^2	

4A AREÏEK AANTAL $\underline{N}_B/\underline{A}$ L^{-2}
m^{-2}

bevolkingsdichtheid, veebezetting, grootvee-equivalentbezetting, zaaidichtheid, plantendichtheid, opbrengst (bijv. champignons)

□per vierkante centimeter	cm^{-2}	=0,01	mm^{-2}	
		=10 000	m^{-2}	
per square inch	in^{-2}	≈1 550,003	m^{-2}	
per square foot	ft^{-2}	≈10,763 91	m^{-2}	tuinbouw
per square yard	yd^{-2}	≈1,195 990	m^{-2}	tuinbouw
large animal units per acre	LAU/acre	≈247,105 38	km^{-2}	veeteelt
per acre	$acre^{-1}$	≈247,105 38	km^{-2}	plantenteelt
grootvee-eenheid per hectare	g.v.e./ha	=100	km^{-2}	veeteelt
□per hectare	ha^{-1}	=100	km^{-2}	akkerbouw
per square mile	$mile^{-2}$	≈0,386 102	km^{-2}	economie

4B VOLUMIEKE LENGTE $\underline{l}/\underline{V}$ L^{-2}
$m^{-2} = m/m^3$

volumieke afstand, brandstofverbruik van een voertuig

□kilometer per liter	km/l, km/L	=1	mm^{-2}	verkeer
miles per gallon (US)	mile/gal, mpg	≈0,425 143	mm^{-2}	verkeer
miles per gallon (GB)	mile/gal, mpg	≈0,354 005	mm^{-2}	verkeer

5 VOLUME $\underline{V}$ L^3
m^3

(par. 9.6, 10; tab. 2, 8, 9), inhoud, dosis, groei, opname, opbrengst, verplaatsing $\underline{w}_{\underline{V}}$; statisch moment $\underline{S}$; weerstandsmoment $\underline{W}$

□registerton	ton(reg)	≈2,831 685	m^3	= 100 ft^3 scheepvaart
stère, Festmeter, Raummeter	st, Fm, Rm	=1	m^3	rondhout
normaal kubieke meter	Nm^3	=1	m^3	opm. 2
barrel (GB)	bbl	≈163,659 1	dm^3	= 36 gal brouwerij
barrel (olie), vat olie	bbl	≈158,987 3	dm^3	= 42 gal (US)
barrel (US, liq.)	bbl	≈119,240 5	dm^3	= 31,5 gal brouwerij
barrel (US, dry)	bbl	≈115,627 1	dm^3	= 7056 in^3 fruit
mud (NL)	hl	=0,1	m^3	aardappels
mand (NL)	-	=50	dm^3	bollen
bushel (heaped)	bu	≈45	dm^3	fruit
bushel (GB)	bu	≈36,368 70	dm^3	= 8 gal graan
bushel (US)	bu	≈35,239 07	dm^3	= 2 150,42 in graan
cubic foot	ft^3...cu. ft	≈28,316 85	dm^3	
standard cubic foot	SCF	≈28,316 85	dm^3	opm. 2
gaarbak (NL)	-	=25	dm^3	bollen
□decaliter	dal	=10	dm^3	opm. 3
gallon (GB)	gal	≈4,546 092	dm^3	
gallon (US, liq.)	gal	≈3,785 412	dm^3	= 231 in^3
foot-board measure	$ft^2 \cdot in$...fbm	≈2,359 737	dm^3	hout
quart (GB)	qt	≈1,136 523	dm^3	= ¼ gal
liter (1901-1964)	l	≈1,000 028	dm^3	
■liter (1795-1901); 1964--)	l, L	=1	dm^3	opm. 3
normaal liter	Nl	=1	dm^3	opm. 2
quart (US)	qt	≈946,352 9	cm^3	= ¼ gal
pint (GB)	pt	≈568,261 5	cm^3	= (1/8) gal
pint (US, liq.)	pt	≈473,176 5	cm^3	= (1/8) gal
□deciliter	dl	=100	cm^3	opm. 3
cubic inch	in^3...cu. in	≈16,387 06	cm^3	
□centiliter	cl	=10	cm^3	opm. 3

■kubieke centimeter, cubic centimetre	cm^3...cc	=1	cm^3	
■milliter	ml, mL	=1	cm^3	opm. 3
lambda	λ	=1	mm^3	opm. 3
■microliter	µl, µL	=1	mm^3	opm. 3

Opmerking 2. Deze eenheden zijn analoog aan de 'effectieve volt' (par. 7.1). De grootheidssoort is hier volume bij normale temperatuur en druk of omgerekend naar normale temperatuur en druk.

Opmerking 3. In 1901 werd de liter opnieuw gedefinieerd als het volume van 1 kg water bij maximale dichtheid ($\underline{t} \approx 4\ ^{o}C$) en normale druk (tab. 8, noot 7). Deze definitie werd niet overal ingevoerd en werd in 1964 ingetrokken. Wegens onzekerheden van de definitie wordt de liter bij nauwkeurige gegevens afgeraden. In tabellenverzamelingen vindt men vaak systematische fouten, wegens omrekenen van liter in kubieke meter met de verkeerde factor, bijvoorbeeld bij dichtheid (volumieke massa), stroming of viscositeit.

6 AANTALCONCENTRATIE $\underline{C}_B$ L^{-3}
m^{-3}

deeltjesconcentratie, kiemgetal, bloedceltelling; volumiek aantal, deeltjesdichtheid $\underline{n}$

■per milliliter	ml^{-1}, mL^{-1}	=1	cm^{-3}	microbiologie
■per liter	l^{-1}, L^{-1}	=1	dm^{-3}	art. 5, opm. 3

7 MASSA $\underline{m}$ M
kg

(par. 3, 9.6, 9.8; tab. 1, 8), gewicht (zie art. 31); relatieve atoommassa, atoomgewicht $\underline{A}_r$, relatieve molecuulmassa, molecuulgewicht $\underline{M}_r$ (par. 11.7); last, belasting (par. 9.8); gemiddelde effectieve dosis ED_{50}, gemiddelde lethale dosis LD_{50}; opname $\underline{I}$; verbruik; groei, gewichtstoename; opbrengst

ton (long, avdp., GB, US)	tn, ton	≈1,016 047	Mg	= 2240 lb
■ton (Nl), tonne (En, Fr)	t	=1	Mg	
short ton	sh tn	≈907,184 7	kg	= 2000 lb

deciton(ne)	dt	=100	kg	akkerbouw
mosselton	-	=100	kg	visserij
kwintaal, quintal (metrieke, NL, FR)	q	=100	kg	opm. 4
Doppelzentner (DE)	dz, Dz	=100	kg	graanteelt
hectokilogram	hkg	=100	kg	
hundredweight (GB, US)	cwt	≈50,802 35	kg	= 112 lb
quintal, cental, Zentner	z, q, ctl	=50	kg	opm. 4
short hundredweight (US)	sh cwt, hwt	≈45,359 24	kg	= 100 lb
slug	-	≈14,593 9	kg	techniek
score (GB)	-	≈9,071 847	kg	= 20 lb varkens
stone	st	≈6,350 293	kg	= 14 lb
pond, livre	-	=500	g	
pound (avdp., GB, US)	lb	=453,592 37	g	vroeger landelijke verschillen ± 50 μg
ons	-	=100	g	
ounce (GB, US, avdp.)	oz	≈28,349 52	g	= (1/16) lb
■gram	g...gm, gr	=1	g	
metriekkaraat	Kt, kt, ct	=200	mg	edelsteen, vergelijk art. 78
grain (GB, US)	gr	≈64,798 91	mg	= (1/7000) lb
grain (FR)	-	=50	mg	edelsteen
dalton	Dalton...D	≈1,660 565 5·10^{-27} kg		= (1/12)m_{at}(^{12}C
□atomaire massaeenheid	u...amu	≈1,660 565 5·10^{-27} kg		

Opmerking 4. De quintal, Zentner, centner, cetnar of kantar was een maat van hoe veel een mens in één keer kan verplaatsen, meestal van 100 pond (behalve Frankrijk 96 livres, Groot-Britannië 112 lb en Brazilië 132 libras) met een waarde van 45-59 kg. Bij de Franse Revolutie is de 'quintal métrique' als 100 kg gedefineerd en die definitie is in Nederland (kwintaal) en in de Soviet-Unie (centner) ingevoerd. In de volksmond en zelfs in veel landbouwkundige literatuur van Midden-Europa en Zuid-Amerika bestaat de oude kwintaal nog steeds als 50 kg. Een opbrengst van 1 q/ha (of z/ha) is dus 5 of 10 g/m^2 (art. 10). In een groot deel van Azië bestaat een overeenkomstige eenheid, de pikol of pikoel van ongeveer 60 kg.

8 LINEÏEKE MASSA $\underline{\rho}_l$, $\underline{T}_l$ $L^{-1}M$
kg/m

massa per lengte, fijnheid; lineïeke belasting $\underline{w}$ (par. 9.8)

▫tex	tex	=1	mg/m	textiel
denier	den	=(1/9)	mg/m	textiel

9 TRAAGHEIDSMOMENT $\underline{I}$, $\underline{J}$ L^2M
$kg \cdot m^2$ (= N·s)

(tab. 2); stoot, impuls $\underline{p}$, $\underline{I}$ (SI-eenheid N·s)

10 AREÏEKE MASSA $\underline{\rho}_A$ $L^{-2}M$
kg/m^2

massa per oppervlakte, bemestingsdosis, bestrijdingsmiddelendosis, opbrengst, vloerbelasting (par. 9.8)

ounces per square foot	oz/ft^2	≈305,151 7	g/m^2	tuinbouw
tons (long) per acre	tn/acre	≈251,070 7	g/m^2	akkerbouw
▫ton per hectare	t/ha	=100	g/m^2	akkerbouw
hundredweights (long) per acre	cwt/acre	≈12,553 53	g/m^2	akkerbouw
quintal (NL, FR, SU) per hectare	q/ha, z/ha	=10	g/m^2	art. 7, opm. 4
quintal per hectare	q/ha, z/ha	=5	g/m^2	
pounds per acre	lb/acre	≈112,085 1	mg/m^2	bestrijdings-middelen
▫kilogram per hectare	kg/ha	=100	mg/m^2	bestrijdings-middelen

11 VOLUMIEKE MASSA $\underline{\rho}$ $L^{-3}M$
kg/m^3

(par. 9.6, 10, 11.7), (massa)dichtheid, soortelijk gewicht, stortgewicht; relatieve dichtheid $\underline{d}$, $\underline{D}$, $\underline{\rho}_r$ (par. 11.7); massaconcentratie $\underline{\rho}_B$ (par. 9.4), waterdampconcentratie $\underline{\rho}_w \ldots \underline{c}_w$ (par. 9.4), absolute vochtigheid; oplosbaarheid $\underline{S}$; pekelsterkte; wrongelgehalte; gemiddelde effectieve concentratie EC_{50}; beladingsgraad (par. 9.8); biochemisch en chemisch zuurstofverbruik BZV, CZV, biochemical and chemical oxygen demand BOD, COD

pounds per cubic inch	lb/in^3	≈27,679 90	Mg/m^3	
graden Baumé ($\underline{\rho}$>1 Mg/m^3)	^{o}Bé	≈145/(145 - $\underline{x}$)	Mg/m^3	waar $\underline{x}$ getal-
($\underline{\rho}$<1 Mg/m^3)		≈140/(130 + $\underline{x}$)	Mg/m^3	waarde in ^{o}B is; opm. 5
□gram per kubieke centimeter	g/cm^3	=1	Mg/m^3	
□gram per milliliter	g/ml	=1	Mg/m^3	art. 5, opm. 3
□kilogram per kubieke decimeter	kg/dm^3	=1	Mg/m^3	
■kilogram per liter	kg/l, kg/L	=1	Mg/m^3	art. 5, opm. 3
■ton per kubieke meter	t/m^3	=1	Mg/m^3	
■megagram per kubieke meter	Mg/m^3	=1	Mg/m^3	
pounds per gallon (US, liq.)	lb/gal	≈119,826 4	kg/m^3	
pounds per gallon (GB)	lb/gal	≈99,776 32	kg/m^3	
pounds per cubic foot	lb/ft^3	≈16,018 46	kg/m^3	
per cent (w/v)	%	=10	kg/m^3	art. 5, opm. 3
kilogram per hectoliter	kg/hl	=10	kg/m^3	akkerbouw
gram per 100 milliliter (1901-1964)	g/100 ml, %	≈9,999 72	kg/m^3	
■gram per liter	g/l, g/L	=1	kg/m^3	art. 5, opm. 3

milligrams per cent (w/v)	mg%	=10	g/m^3	art. 5, opm. 3
■milligram per liter	mg/l, mg/L	=1	g/m^3	art. 5, opm. 3
delen per miljoen, parts per million (w/v)	dpm, ppm, TpM	=1	g/m^3	anal. chem. art. 5, opm. 3
parts per billion (US)	ppb	=1	mg/m^3	anal. chem.
parts per billion (GB)	ppb	=1	$\mu g/m^3$	anal. chem.

Opmerking 5. Afwijkende graden Baumé komen voor met iets andere omrekeningen.

---

12 MASSIEK VOLUME $\underline{v}$ L^3M^{-1}
m^3/kg

specifiek volume; volumegehalte (bijvoorbeeld van gasfase in bodem) $\underline{v}_B$

cubic feet per pound	ft^3/lb	≈62,427 96	dm^3/kg	
□kubieke centimeter per gram	cm^3/g	=1	dm^3/kg	
■liter per kilogram	l/kg, L/kg	=1	dm^3/kg	art. 5, opm. 3
□milliliter per gram	ml/g, mL/g	=1	dm^3/kg	art. 5, opm. 3
milliliter per 10 gram	ml/10g	=100	cm^3/kg	art. 5, opm. 3
per cent (v/w)	%	=10	cm^3/kg	art. 5, opm. 3

---

13 TIJD $\underline{t}$ T
s

(tab. 1, 8, 12), tijdsduur (par. 3); entitieke tijd, periode, trillingstijd $\underline{T}$; halveringstijd $\underline{T}_{\frac{1}{2}}$; tijdconstante, relaxietijd, aanlooptijd, levensduur $\underline{\tau}$; arbeidsbehoefte, machinebehoefte

■jaar, year (trop.), année	a...j., yr	≈31,556 93	Ms	
maand, month, Monat mois	mnd, mth	=2,626 56	Ms	≈ 30,4 d
week, Woche, semaine	wk	=604,8	ks	arbeid
■dag, day, Tag, jour	d...T., j.	=86,4	ks	
mandag, man-day	man·d, mnd	=86,4	ks	opm. 6
machinedag, machine-day	-	=86,4	ks	opm. 6
□uur, hour, Stunde heure	h...u	=3,6	ks	
manuur, man-hour	man-h, mnh	=3,6	ks	opm. 6
□minuut, minute	min...mn, m	=60	s	
■microseconde	μs...σ	=1	μs	
Svedberg unit	S, Sv	=0,1	ps	bezinking

Opmerking 6. In de arbeidsstudie hoort de benaming van het werktuig bij de grootheid en niet bij de eenheid. De grootheid aantal (van mankracht of werktuigen) maal tijd, populair als arbeidsbehoefte bekend, kan men systematisch aantal tijd (van mankracht of werktuigen) noemen.

14A AANTALSNELHEID $\dot{\underline{N}}_B$, $\underline{\Phi}_{\underline{N},B}$ T^{-1}
s^{-1}

deeltjesstroom, fotonenstroom, rotatiefrequentie (par. 11.2), toerental $\underline{\nu}$, $\underline{f}$, $\underline{n}$; vervalconstante, massafractiesnelheid, decrescentie λ, k; relatieve groeisnelheid, crescentie $\underline{\mu}$, $\underline{\kappa}$

omwentelingen per seconde, revolutions per second	omw./s, tps, rps, rev./s	=1	s^{-1} = Hz	centrifugeren, opm. 7
tellingen per seconde, counts per second	cps	=1	s^{-1}	kernafbraak
omwentelingen per minuut, toeren per minuut, revolutions per minute	omw./min, tpm, rev./min, rpm	=(1/60) ≈16,666 67	s^{-1} ks^{-1}	centrifugeren, techniek, opm. 7
tellingen per minuut	cpm	≈16,666 67	ks^{-1}	kernafbraak

kubieke meter per 100 liter per uur	$m^3/100\ l \cdot h$	≈2,777 778	ks^{-1}	ventilatie
▪gram per kilogram per seconde	$g/kg \cdot s$	=1	ks^{-1}	verval, groei
▫per uur	h^{-1}	=(10/36)	ks^{-1}	
		≈277,777 8	Ms^{-1}	
▪per dag	d^{-1}	=(1/86,4)	ks^{-1}	
		≈11,574 07	Ms^{-1}	
▪per jaar, per annum (trop.)	a^{-1}...yr^{-1}, pa	≈31,688 76	Gs^{-1}	

Opmerking 7. Volgens CGPM heeft hertz de voorkeur voor frequentie; volgens ISO gebruikt men hertz voor frequentie maar per seconde voor rotatiefrequentie.

14B FREQUENTIE $\underline{\nu}$, $\underline{f}$ T^{-1}

$Hz = s^{-1}$

(par. 11.2; tab. 3, 6)

cycles per second	cps, c/s, c	=1	Hz

14C RADIOACTIVITEIT $\underline{A}$ T^{-1}

$Bq = s^{-1}$

curie	Ci...c	=37	GBq
desintegraties per seconde	dps	=1	Bq
desintegraties per minuut	dpm	≈16,666 67	mBq

15 LINEIEKE TIJD $\underline{c}^{-1}$				$L^{-1}T$
s/m				
weerstand tegen waterdampdiffusie				
□seconde per centimeter	s/cm	=100	s/m	stromingsleer
□uur per centimeter	h/cm	=0,36	Ms/m	chromatografi

16A SNELHEID $\underline{c}$, $\underline{v}$				LT^{-1}
m/s				
lengtesnelheid (tab. 2, 8); snelheidsvector ($\underline{u}$,$\underline{v}$,$\underline{w}$)				
lichtsnelheid in vacuüm	$\underline{c}_{vac}$	≈299,792 458	Mm/s	
knots indicated air speed (GB, US)	kn...KIAS	≈0,514 773 3	m/s	= 1 n.mile/h art. 1A, opm. 1
□knoop, knot, noeud (int.)	kn, kt, nd	≈0,514 444 4	m/s	= 1 zeemijl/h lucht- en ze vaart, wind
miles per hour (GB, US)	mile/h...mph	=0,447 04	m/s	
feet per second	ft/s	=0,304 8	m/s	
■kilometer per uur	km/h	≈0,277 778	m/s	verkeer
□meter per minuut	m/min	≈16,666 67	mm/s	
■centimeter per seconde	cm/s	=10	mm/s	
feet per minute	ft/min...fpm	=5,08	mm/s	
□meter per uur	m/h	≈277,777 8	μm/s	
□centimeter per minuut	cm/min	≈166,666 7	μm/s	
■meter per dag	m/d	≈11,574 07	μm/s	
■meter per jaar	m/a	≈31,688 76	nm/s	groei

16B AREÏEKE VOLUMESNELHEID q_A LT^{-1}
$m^3/m^2 \cdot s = m/s$

neerslag, afvoersnelheid, verdamping, evapotranspiratie, volumestroomdichtheid, areïek debiet, areïeke volumestroom

□liter per vierkante centimeter per seconde	$l \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$, $L \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	=10	m/s	
■liter per vierkante meter per seconde	$l \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, $L \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$	=1	mm/s	art. 5, opm. 3
□kubieke meter per vierkante meter per uur	$m^3/m^2 \cdot h$	≈0,277 777 8	mm/s	ventilatie
□liter per vierkante meter per minuut	$l \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$, $L \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$	≈16,666 67	µm/s	hydrologie
□liter per vierkante meter per uur	$l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$, $L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$	≈277,777 8	nm/s	hydrologie
□kubieke meter per hectare per uur	$m^3 \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$	≈27,777 78	nm/s	irrigatie
■liter per vierkante meter per dag	$l \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$, $L \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$	≈11,574 07	nm/s	art. 5, opm. 3
□kubieke meter per hectare per dag	$m^3 \cdot ha^{-1} \cdot d^{-1}$	≈1,157 407	nm/s	irrigatie
■liter per vierkante meter per jaar	$l \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$	≈31,688 76	pm/s	

17 AREÏEKE TIJD - $L^{-2}T$
s/m^2

areïeke aantal tijd (van mankracht of werktuigen); doorgangsweerstand D^{-1}

□uur per hectare	h/ha	=0,36	s/m^2	arbeidsstudie
manuur per hectare	mnh/ha	=0,36	s/m^2	= 1 h/ha art. 13, opm. 6

18 OPPERVLAKTESNELHEID - L^2T^{-1}
m^2/s

arbeidsprestatie; kinematische viscositeit $\underline{\nu}$ (tab. 5, 9); temperatuurvereffeningscoëfficiënt $\underline{a}$, $\underline{\kappa}$, $\underline{\alpha}$; stofdoorgangscoëfficiënt $\underline{D}_B$; diffusiecoëfficiënt $\underline{D}$

□hectare per uur	ha/h	≈2,777 778	m^2/s	arbeidsstudie
acres per hour	acre/h	≈1,124 127	m^2/s	arbeidsstudie
inch squared per second	in^2/s	=645,16	mm^2/s	viscositeit
□meterkwadraat per uur	m^2/h	≈277,777 8	mm^2/s	viscositeit
□centimeterkwadraat per seconde	cm^2/s	=100	mm^2/s	viscositeit
stokes	St	=100	mm^2/s	CGS-stelsel
□centimeter millimeter per seconde	cm·mm/s	=10	mm^2/s	viscositeit
centistokes	cSt	=1	mm^2/s	viscositeit
□centimeterkwadraat per dag	cm^2/d	≈1 157,407	$\mu m^2/s$	viscositeit

19 VOLUMESNELHEID $\underline{\dot{V}}$, $\underline{\Phi}_V$, $\underline{Q}$ L^3T^{-1}
m^3/s

debiet, volumestroom, melkopbrengst, ademhalingssnelheid, luchtverplaatsing, volumesnelheid gecorrigeerd op of bij normale temperatuur en druk; clearance (klaring) $\underline{C}$

cubic feet per second	ft^3/s...cfs	≈28,316 85	dm^3/s of l/s	
□kubieke meter per minuut	m^3/min	≈16,666 67	dm^3/s	
gallons (GB) per second	gal/s...gps	≈4,546 092	dm^3/s	
gallons (US) per second	gal/s...gps	≈3,785 412	dm^3/s	
standard cubic feet per minute	ft^3/min...scfm	≈471,947 4	cm^3/s	art. 5, opm. 2
□kubieke meter per uur	m^3/h	≈277,777 8	cm^3/s of ml/s	

gallons (GB) per minute	gal/min...gpm	≈75,768 20	cm^3/s	
gallons (US) per minute	gal/min	≈63,090 20	cm^3/s	
□liter per minuut	l/min, L/min	≈16,666 67	cm^3/s	chromato-grafie
■kubieke meter per dag	m^3/d	≈11,574 07	cm^3/s	
cubic feet per hour	ft^3/h	≈7,865 791	cm^3/s	
gallons (GB) per hour	gal/h...gph	≈1,262 803	cm^3/s	
gallons (US) per hour	gal/h...gph	≈1,051 503	cm^3/s	
cubic feet per day	ft^3/d	≈327,741 3	mm^3/s of µl/s	
□liter per uur	l/h, L/h	≈277,777 8	mm^3/s	
gallons (GB) per day	gal/d	≈52,616 80	mm^3/s	
gallons (US) per day	gal/d	≈43,812 64	mm^3/s	
■kubieke meter per jaar	m^3/a	≈31,688 76	mm^3/s	
■liter per dag	l/d, L/d	≈11,574 07	mm^3/s	art. 5, opm. 3
cubic feet per year	ft^3/a	≈0,897 326	mm^3/s	

20 MASSASNELHEID $\underline{Q}_m$, $\dot{\underline{m}}$, $\underline{\Phi}_m$ MT^{-1}
kg/s (= N·s/m)

massastroom, massadebiet, groeisnelheid, gewichtstoename, melkopbrengst, produktie(snelheid), prestatie, voederopname $\underline{I}$; mechanische impedantie $\underline{Z}_m$

ton (long) per hour	tn/h	≈282,235 3	g/s	produktie
□ton per uur	t/h, Mg/h	≈277,777 8	g/s	produktie
□kilogram per minuut	kg/min	≈16,666 67	g/s	
■ton per dag	t/d, Mg/d	≈11,574 07	g/s	oogst
□kilogram per uur	kg/h	≈277,777 8	mg/s	
■ton per jaar	t/a	≈31,688 76	mg/s	opbrengst
■kilogram per dag	kg/d	≈11,574 07	mg/s	veeteelt
pounds per dag	lb/d	≈5,249 912	mg/s	veeteelt
kilogram per week	kg/wk	≈1,653 439	mg/s	veeteelt

21 DOORLATENDHEID $\underline{L}_p$ $L^2M^{-1}T$

$m \cdot Pa^{-1} \cdot s^{-1}$ (= $m^3/m^2 \cdot Pa \cdot s = s \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$)

gasdoorlatendheid, waterdoorlatendheid

kubieke centimeter per vierkante meter per uur per atmosfeer	$cm^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot atm^{-1}$	≈2,741 45	$fm \cdot Pa^{-1} \cdot s^{-1}$	verpakking
kubieke centimeter per vierkante meter per dag per atmosfeer	$cm^3 \cdot m^{-2} \cdot d^{-1} \cdot atm^{-1}$	≈114,227	$am \cdot Pa^{-1} \cdot s^{-1}$	verpakking

22 HOEVEELHEID BEWEGING $\underline{p}$ LMT^{-1}

$kg \cdot m \cdot s^{-1}$ (= $N \cdot s$)

(tab. 6), momentum; stoot, impuls $\underline{I}$ (SI-eenheid $N \cdot s$) (tab. 6)

23 DYNAMISCHE VISCOSITEIT $\underline{\eta}$ $L^{-1}MT^{-1}$

$Pa \cdot s$ (= $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$)

(tab. 5), coëfficiënt van inwendige wrijving

reynolds	Reyn	≈6,894 757	kPa·s	
pounds-force second per square inch	$lbf \cdot s/in^2$	≈6,894 757	kPa·s	
pounds-force second per square foot	$lbf \cdot s/ft^2$	≈47,880 26	Pa·s	
kilogram seconde per vierkante meter	$kgf \cdot s/m^2$	=9,806 65	Pa·s	
poiseuille	Pl	=1	Pa·s	
poise	P...Po	=100	mPa·s	CGS-stelsel
centipoise	cP...cPo	=1	mPa·s	
pounds per foot per hour	lb/ft·h	≈413,378 9	µPa·s	

24 IMPULSMOMENT $\underline{L}$ L^2MT^{-1}
$kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$ (= N•m•s = J•s)

(tab. 6); draaistoot $\underline{D}$ (SI-eenheid N•m•s; tab. 6); constante van Planck $\underline{h}$ (SI-eenheid J•s of J/Hz; par. 9.2)

kilopond seconde meter	kp•s•m	=9,806 65	N•m•s

25A AREÏEKE MASSASNELHEID $\underline{q}_m$, $\underline{k}_m$, $\underline{\Phi}_m$ $L^{-2}MT^{-1}$
$kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$

massastroomdichtheid, areïeke massadebiet (par. 9.7), areïeke massastroom, snelheid fotosynthese (par. 9.7), verdamping, opbrengst (par. 9.7)

□gram per vierkante millimeter per seconde	$g \cdot mm^{-2} \cdot s^{-1}$	=1	$Mg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
□gram per vierkante centimeter per seconde	$g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	=10	$kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
pounds per square foot per second	$lb \cdot ft^{-2} \cdot s^{-1}$	≈4,882 428	$kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
□gram per vierkante centimeter per uur	$g \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$	≈2,777 778	$g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
pound per square foot per hour	$lb \cdot ft^{-2} \cdot h^{-1}$	≈1,356 23	$g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
□gram per vierkante centimeter per dag	$g \cdot cm^{-2} \cdot d^{-1}$	≈115,740 7	$mg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
□gram per vierkante centimeter per jaar	$g \cdot cm^{-2} \cdot a^{-1}$	≈316,887 6	$\mu g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
■gram per vierkante meter per dag	$g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$	≈11,574 07	$\mu g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
ton (long) per acre per year	tn/acre•a	≈7,956 118	$\mu g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
□ton per hectare per jaar	t/ha•a	≈3,168 876	$\mu g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
■gram per vierkante meter per jaar	$g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$	≈31,688 76	$ng \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$

25B SPECIFIEKE AKOESTISCHE IMPEDANTIE $\underline{Z}_s$ $L^{-2}MT^{-1}$
$Pa \cdot s \cdot m^{-1}$ (= $kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)

geluidsgolvenweerstand; afvoerweerstand γ

pounds-force second per cubic foot	$lbf \cdot ft^{-3} \cdot s$	≈157,087 5	$Pa \cdot s \cdot m^{-1}$	
rayleigh	Rayl	=10	$Pa \cdot s \cdot m^{-1}$	CGS-stelsel

26 MASSACONCENTRATIESNELHEID $\dot{\underline{\rho}}_B$ $L^{-3}MT^{-1}$
$kg \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$

primaire produktie van open wateren

gram per kubieke meter per uur	$g \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$	≈277,777 8	$\mu g \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$	fysiologie

27 VERSNELLING $\underline{a}$ LT^{-2}
m/s^2 (= N/kg)

versnelling van een vrij vallend lichaam g; sterkte van het zwaarteveld γ
(SI-eenheid N/kg; hoofdstuk 10; tab. 5, 9)

normale versnelling van een vrij vallend lichaam, normal gravity	g_n...g	=9,806 65	m/s^2	
miles per hour per second	mile/h·s...mphs	=0,477 04	m/s^2	verkeer
feet per second per second	ft/s^2	=0,304 8	m/s^2	verkeer
□kilometer per uur per seconde	km/h·s...kphs	≈0,277 778	m/s^2	verkeer
gal	Gal	=10	mN/kg	CGS-stelsel

28 BRANDSTOFVERBRUIK VOOR PRODUKTIE VAN WARMTE OF ARBEID - $L^{-2}T^{2}$
kg/J (= s^2/m^2)

ergatieke massa; quotiënt van massa stikstof en verbrandingsenthalpie, verhouding eiwit-energie van een voedingsstof

pounds per therm	lb/thm	≈4,299 226	µg/J	verwarming
gram per paardekracht uur	g/pk·h	≈377,672 7	ng/J	techniek

29 MASSIEKE ENERGIE $\underline{e}$, $\underline{q}$ $L^{2}T^{-2}$
J/kg (= Gy = Sv)

soortelijke energie, energiegehalte; massieke inwendige energie $\underline{u}$; massieke enthalpie $\underline{h}$, $\underline{n}$; gehalte aan verteerbare enthalpie (of energie) $\underline{e}_d$; gehalte aan omzetbare enthalpie (of energie) $\underline{e}_M$; gehalte aan netto-enthalpie (of -energie) voor vlees- of melkproduktie $\underline{e}_{N,F}$, $\underline{e}_{N,L}$ (hoofdstuk 10); massieke enthalpie van een fasenovergang, specifieke latente warmte $\underline{l}$; massieke vrije energie $\underline{f}$; massieke vrije enthalpie g; geabsorbeerde massieke stralingsenergie, geabsorbeerde dosis $\underline{D}$ (tab. 3, 10); effectieve massieke stralingsenergie, equivalente geabsorbeerde dosis $\underline{H}$ (tab. 3, 10)

voedereenheid voor melkvee	VEM	≈6,908	kJ/kg	netto-energie
voedereenheid voor vleesvee	VEV1...VEVI	≈6,908	kJ/kg	netto-energie
calorie per gram	cal/g	=4,186 8	kJ/kg	
kilocalorie per kilogram	kcal/kg	=4,186 8	kJ/kg	art. 33A, opm. 9, voeding
calorie per kilogram (nutr.)	kcal/kg...Cal/kg	=4,184		voeding
British thermal units per pound	Btu/lb	=2,326	kJ/kg	techniek, art. 33A, opm. 9

calorie per 100 gram	cal/100 g...cal%	=41,84	J/kg	voeding, art. 33A, opm. 9
■gray	Gy	=1	J/kg	ioniserende straling
■sievert	Sv	=1	J/kg	stralings-effect
radiation applied dose	rad, rd	=10	mGy	ioniserende straling
radiation equivalent man	rem	=10	mSv	stralings-effect
erg per gram	erg/g	=0,1	mJ/kg	CGS-stelsel

30A AREÏEKE ENERGIE - MT^{-2}
J/m^2 (= N/m = kg/s^2)

areïeke stralingsenergie, bestralingsdosis $\underline{H}_e$ (tab. 5, 6); areïeke warmte

calorie (IT) per vierkante centimeter	cal/cm^2	=41,868	kJ/m^2	
langley	Ly	=41,868	kJ/m^2	straling
British thermal units per square foot	Btu/ft^2	≈11,357	kJ/m^2	warmte
erg per vierkante centimeter	erg/cm^2	=1	mJ/m^2	CGS-stelsel

30B LINEÏEKE KRACHT $\underline{g}$ MT^{-2}
N/m (= J/m^2)

oppervlaktespanning, areïeke vrije energie van een scheidingsvlak $\underline{\gamma}$, $\underline{\sigma}$ (ook J/m^2; tab. 4); veerstijfheid $\underline{c}$; kracht-penetratie quotiënt (als maat van hardheid van bloembollen)

kilogramkracht per centimeter	kgf/cm...kg/m	=0,980 665	kN/m
dyne per centimeter	dyn/cm	=1	mN/m

31 KRACHT $\underline{F}$ LMT^{-2}

N (= J/m = V·C·m^{-1} = kg·m·s^{-2})

(par. 9.8; tab. 3, 9); gewicht $\underline{G}$, $\underline{W}$ (par. 9.8); belasting, lading (par. 9.8); spectrale stralingsenergie $\underline{Q}_\lambda$; impulsstroom $\dot{\underline{p}}$; lineïek moment $\underline{m}$; lineïeke energie $\underline{L}$, $\underline{S}$ (SI-eenheid J/m)

ton-force	tnf...tn	≈9,964 016	kN	
tonkracht	tf...t	=9,806 65	kN	
sthène (FR)	sn	=1	kN	MTS-stelsel
calorie per centimeter	cal/cm	=0,418 68	kJ/m	art. 33A, opm. 9
kilogramkracht, kilopond	kgf, kp...kg	=9,806 65	N	
pound-force	lbf...lb	≈4,448 222	N	
poundal	pdl	≈138,255 0	mN	= 1 lb·ft/s^2
dyne	dyn	=10	μN	CGS-stelsel
elektronvolt per centimeter	eV/cm	≈16,021 892	aJ/m	= 0,1 keV/m

32 DRUK $\underline{p}$ $L^{-1}MT^{-2}$

Pa = J/m^3 (= N/m^2 = kg·m^{-1}·s^{-2})

fugaciteit $\underline{f}$; dampspanning $\underline{p}_w$; osmotische druk $\underline{\Pi}$; volumieke stralingsenergie, stralingsenergiedichtheid $\underline{w}$; volumieke vrije enthalpie, waterpotentiaal $\underline{\Psi}$; normaal- en schuifspanning $\underline{\sigma}$, $\underline{\tau}$; vloerbelasting (par. 9.8), draagvermogen (par. 9.8), stevigheid (van boter met penetrometer) $\underline{\sigma}_{max}$; treksterkte $\underline{\tau}_{max}$; volume- en lineaire elasticiteitsmodulus $\underline{\varepsilon}$, $\underline{E}$; compressie- en afschuivingsmodulus $\underline{K}$, $\underline{G}$

kilogramkracht per vierkante millimeter	kgf/mm^2...kg/mm^2	=9,806 65	MPa	sterkte-leer
newton per vierkante millimeter	N/mm^2	=1	MPa	
meter kwikkolom, metre head of mercury, Meter Quecksilber	mHg...mkw, mQS	≈133,322 39	kPa	opm. 8

atmosfeer (normale)	atm	=101,325	kPa	
□bar	bar...b	=100	kPa	hydrodyn., petrologie
technische atmosfeer	at...AT, ATA, ATO	=98,066 5	kPa	
kilogramkracht per vierkante centimeter	kgf/cm^2...kg/cm^2	=98,066 5	kPa	
meter waterkolom, metre head of water, Meter Wassersäule	mH_2O...mWK, mWS	=9,806 65	kPa	opm. 8
tonkracht per vierkante meter	tf/m^2...t/m^2	=9,806 65	kPa	
pounds-force per square inch	lbf/in^2...lb/in^2, psi, psia, psig	≈6,894 757	kPa	
inch head of mercury	inHg	≈3,386 389	kPa	opm. 8
foot head of water	ftH_2O	≈2,989 067	kPa	opm. 8
pièze (FR)	pz	=1	kPa	MTS-stelsel
inch head of water	inH_2O	≈249,088 9	Pa	opm. 8
millimeter kwikkolom	mmHg...mmkw, mmQS	≈133,322 39	Pa	opm. 8
torr	Torr	≈133,322 37	Pa	= (1/760) atm
□millibar	mbar...mb	=100	Pa	weerkunde
centimeter waterkolom	cmH_2O...cmWK, cmWS	=98,066 5	Pa	opm. 8
pounds-force per square foot	lbf/ft^2...lb/ft^2, psf	≈47,880 26	Pa	
barye	barye	=100	mPa	
dyne per vierkante centimeter	dyn/cm^2	=100	mPa	CGS-stelsel

Opmerking 8. De druk van een vloeistofkolom met hoogte $\underline{h}$ (art. 1A) is te berekenen uit $\underline{p} = \underline{g} \cdot \underline{\rho} \cdot \underline{h}$ (par. 9.1) met $\underline{\rho}$ de volumieke massa van de vloeistof (art. 11) en $\underline{g}$ de sterkte van het zwaarteveld (art. 27). Voor de eenheden mHg, inHg, mH_2O, ftH_2O en dergelijke geldt $\underline{g}$ = 9,806 65 m/s^2, $\underline{\rho}(Hg)$ = 13,595 1 Mg/m^3 en $\underline{\rho}(H_2O)$ = 1 Mg/m^3.

33A ENERGIE $\underline{E}$ L^2MT^{-2}

J (= W·s = Pa·m^3 = N·m = kg·m^2·s^{-2})

(hoofdstuk 2; tab. 3, 8, 9); inwendige energie $\underline{U}$; warmte $\underline{Q}_h$; enthalpie $\underline{H}$; vrije enthalpie $\underline{G}$; stralingsenergie $\underline{Q}_e$; vrije energie $\underline{F}$; verteerbare energie $\underline{E}_d$; omzetbare energie $\underline{E}_M$; netto-energie $\underline{E}_N$ (hoofdstuk 10); arbeid $\underline{W}$, $\underline{A}$ (tab. 3, 6); potentiële energie $\underline{E}_p$ (par. 7.1)

megaton(ne) TNT	Mt	≈4	PJ	kernreacties
ton steenkoolequivalent	tonSKE	=29,307 6	GJ	
tonne d'équivalents pétroles	TEP	≈16,236	GJ	
ton-day of refrigeration	ton-day	≈303,856 1	MJ	= 288 000 Btu, koeltechniek
therm	thm	≈105,506	MJ	= 10^5 Btu
Scandinavische voedereenheid	FU	≈6,963 840	MJ	≙ $\underline{E}_N$(1 kg gerst) veevoeding
voedereenheid (SU), oat feed unit	FU	≈5,917 590	MJ	≙ $\underline{E}_N$(1 kg haver) veevoeding
thermie (FR)	th	≈4,185 5	MJ	
□kilowatt uur	kW·h...kWh	=3,6	MJ	elektriciteit
horsepower hour (GB, US)	hp·h...hph	≈2,684 520	MJ	mechanisatie
brake horsepower hour	bhp·h...bhph	≈2,684 520	MJ	mechanisatie
paardekracht uur (metr.)	pk·h, PS·h, CV·h	≈2,647 796	MJ	mechanisatie
voedereenheid voor melkvee	VEM	≈6,908	kJ	netto-energie
voedereenheid voor vleesvee	VEV1...VEVI	≈6,908	kJ	netto-energie, ook art. 29
voedereenheid, European feed unit	FU	≈6,893	kJ	veevoeding
kilocalorie, kilogram-calorie, frigorie	kcal, fg...kgcal	=4,186 8	kJ	opm. 9
Calorie, large calorie	kcal...Cal	≈4,184	kJ	opm. 9
net kilocalories for fattening	NK_F	≈4,184	kJ	opm. 9
cubic feet atmosphere	ft^3·atm	≈2,869 204	kJ	
centigrade heat unit	Chu	≈1,899 101	kJ	opm. 9

British thermal unit	Btu	≈1,055 06	kJ	opm. 9
liter (1901) atmosfeer	l·atm	≈101,327 8	J	art. 5, opm. 3
zetmeelwaarde, starch unit	SU	≈9,87	J	netto-energie
calorie (Int. Steam Table, 1956)	cal_{IT}, cal	=4,186 8	J	
calorie (15 °C)	cal_{15}, cal	≈4,185 5	J	voeding?
calorie (thermochemical)	cal_{thch}, cal	=4,184	J	voeding, opm. 9
kubieke centimeter atmosfeer	cm^3·atm	=101,325	mJ	
erg	erg	=100	nJ	CGS-stelsel
elektronvolt	eV	≈0,160 218 92	aJ	

Opmerking 9. De calorie en de British thermal unit zijn oorspronkelijk gedefineerd als de warmtecapaciteit van 1 g respectievelijk 1 lb water. Experimenteel blijkt de warmtecapaciteit af te hangen van de temperatuur. Door de 5e International Steam Table Conference in Londen is in 1956 als definitie vastgelegd: 1 cal = 4,186 8 J en 1 Btu = 2,326 (lb/g)·J ≈ 1,055 06 kJ. Deze definities worden ook door ISO aanbevolen. Daarnaast zijn andere waarden in gebruik (geweest), zoals de vijftien graden calorie, cal_{15} ≈ 4,185 5 J, en de thermochemische calorie, cal_{thch} ≈ 4,184 0 J. De laatste wordt door het Amerikaanse National Bureau of Standards voor de verbrandingswarmte van referentiestoffen gebruikt. De cal_{15} en de cal_{thch} zijn beide in de voedingsleer gebruikt. Voor het omrekenen van oudere gegevens is daar de afgeronde waarde van 1 cal ≈ 4,2 J in de regel voldoende.

33B MOMENT VAN KRACHT $\underline{M}$ L^2MT^{-2}

N·m (= J = kg·m^2·s^{-2})

(tab. 4, 6); moment van koppel $\underline{T}$; buigmoment $\underline{M}_b$; impulsmomentstroom $\dot{\underline{L}}$; arbeid (ook art. 33A)

kilogramkracht meter	kgf·m, kp·m ...kg·m	=9,806 65	N·m
foot pound-force	ft·lbf...ft·lb	≈1,355 818	N·m
pound-force inch	lbf·in...lb·in	≈112,984 8	mN·m
foot poundal	ft·pdl	≈42,140 11	mN·m
gramkracht centimeter	gf·cm...g·cm	=98,066 5	μN·m
erg	erg	=100	nN·m

34 MASSIEK VERMOGEN $\dot{e}$, $\dot{q}$ L^2T^{-3}
W/kg (= Gy/s = Sv/s = m^2/s^3)

dosistempo $\dot{D}$ (tab. 4), energiedissipatie per massaeenheid E_m; massieke warmtestroom, soortelijke warmteproduktie, metabolisch energieverbruik $\dot{h}$ (ook met een macht van lichaamsmassa uit te drukken, bijvoorbeeld $E/t \cdot m^{0,75}$, met de SI-eenheid $W \cdot kg^{-0,75}$)

kilocalorie per ton per dag	$kcal \cdot t^{-1} \cdot d^{-1}$	≈48,458	μW/kg	bewaring art. 33A, opm. 9
calorie per kilogram per dag	$cal \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$	≈48,458	μW/kg	dierfysiologie, art. 33A, opm. 9
▪joule per kilogram per dag	$J \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$	≈11,574 07	μW/kg	dierfysiologie

35A AREÏEK VERMOGEN q_e, ϕ_e MT^{-3}
W/m^2 (= $J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ = kg/s^3)

energiestroomdichtheid, vermogensdichtheid; areïeke warmtestroom, warmtestroomdichtheid q_h, ϕ_h; geëmitteerde areïeke stralingsstroom, stralingsemittantie, stralingsexitantie M_e; invallende areïeke stralingsstroom, bestralingssterkte E_e (par. 9.2); areïeke geluidsenergiestroom, geluidsterkte I, J

calorie per vierkante centimeter per minuut	$cal \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$	=697,8	W/m^2	straling art. 33A, opm. 9
langley per minuut	Ly/min	=697,8	W/m^2	straling
British thermal units per square foot per minute	$Btu/ft^2 \cdot min$	≈189,28	W/m^2	art. 33A, opm. 9
met	met	≈58,15	W/m^2	warmtefysiologie
▫milliwatt per vierkante centimeter	mW/cm^2	=10	W/m^2	

British thermal units per square foot per hour	$Btu \cdot ft^{-2} \cdot h^{-1}$	≈3,154 6	W/m^2	verwarming, isolering, art. 33A, opm. 9
kilocalorie per vierkante meter per uur	$kcal \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$	=1,163	W/m^2	art. 33A, opm. 9
erg per vierkante centimeter per seconde	$erg \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	=1	mW/m^2	CGS-stelsel
joule per vierkante meter per dag	$J \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$	≈11,574 07	$\mu W/m^2$	planten-fysiologie

35B RADIANTIE $\underline{L}_e$ MT^{-3}
$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

steradieke areïeke energiestroom

36 VERMOGEN $\underline{P}$, $\dot{\underline{E}}$, $\underline{\Phi}_e$ L^2MT^{-3}
W (= J/s = V·A = $kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$)

(tab. 3, 8, 9); energiestroom; schijnbaar (elektr.) vermogen $\underline{S}$, $\underline{P}_s$; reactief (elektr.) vermogen $\underline{Q}$, $\underline{P}_q$; arbeidstempo, mechanisch vermogen $\underline{P}_M$; stralings-(energie)stroom, stralingsflux $\underline{\Phi}$; warmtesnelheid, warmtestroom, -afgifte, -doorgang of -overdracht $\underline{\Phi}_h$, $\dot{\underline{Q}}$; geluidsenergiestroom, akoestisch vermogen $\underline{P}_a$; steradieke stralingsstroom, stralingssterkte, stralingsintensiteit $\underline{I}_e$ (SI-eenheid W/sr)

ton of refrigeration (US standard commercial)	ton, tn	≈3,516 85	kW	= 12 000 Btu/ koeltechniek
British thermal unit per second	Btu/s	≈1,055 06	kW	art. 33A, opm. 9
poncelet	-	=980,665	W	= 100 $kgf \cdot m \cdot s^{-1}$
horsepower (GB, US)	hp	≈745,699 9	W	mechanisatie

brake horsepower (GB, US)	bhp	≈745,699 9	W	mechanisatie
paardekracht, horsepower (metric), Pferdestärke, cheval-vapeur	pk, hp, PS, CV	≈735,498 8	W	= (3/4) poncelet
British thermal unit per minute	Btu/min	≈17,584 26	W	verwarming art. 33A, opm. 9
▪megajoule per dag	MJ/d	≈11,574 07	W	voeding
kilogramkracht meter per seconde	kgf·m/s...kg·m/s	=9,806 65	W	arbeids-vermogen
calorie per seconde	cal/s	=4,186 8	W	
foot pound-force per second	ft·lbf/s ...ft·lb/s	≈1,355 818	W	arbeids-vermogen
▫volt ampère reactief	var	=1	W	par. 7.1
British thermal unit per hour	Btu/h	≈293,071	mW	art. 33A, opm. 9
calorie per minute	cal/min	=69,78	mW	art. 33A, opm. 9
calorie per uur	cal/h	=1,163	mW	art. 33A, opm. 9
calorie (thermochem.) per dag	cal/d	≈48,425 93	μW	voeding, art. 33A, opm. 9
erg per seconde	erg/s	=100	nW	CGS-stelsel

37 ELEKTRISCHE LADING $\underline{Q}$ TI

C (= A·s)

(tab. 3); hoeveelheid elektriciteit $\underline{Q}$; elektrische flux $\underline{\Psi}$

faraday	F	≙1	mol	zie art. 64
		≈96,484 56	kC	
▫ampère uur	A·h...amp hr	=3,6	kC	
▪elementaire lading	$\underline{e}$	≈160,218 92·10^{-21}	C	

38 MASSIEKE ELEKTRISCHE LADING $\underline{q}$ $M^{-1}TI$

C/kg (= $A \cdot s \cdot kg^{-1}$)

exposie $\underline{X}$ (tab. 10); massieke elektrische lading van deeltjes, quotiënt lading-massa $\underline{q}_{\underline{m}}$

röntgen	R...r	=0,258	mC/kg	ioniserende straling

39 ELEKTRISCHE STROOM $\underline{I}$ I

A (= C/s)

hoofdstuk 1, 3; tab. 1, 13), stroomsterkte; omvatte stroom $\underline{F}_{\underline{m}}$; magnetische bronspanning $\underline{U}_{\underline{m}}$

abampère	-	≙10	A	eme-stelsel
biot	Bi	≙10	A	eme-stelsel
ampère-winding; ampere-turn; ampère spat	Aw, At, As	=1	A	omvatte stroom
gilbert	Gb	≈0,795 774 7	A	omvatte stroom

40 MAGNETISCHE VELDSTERKTE $\underline{H}$ $L^{-1}I$

A/m (= $C \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$ = N/Wb)

(tab. 5); magnetisatie $\underline{M}$ (tab. 2); lineïeke omstroming $\underline{A}$

oersted	Oe	≙$(10^3/4\underline{\pi})$	A/m	eme-stelsel
		≈79,577 47	A/m	

41 STROOMDICHTHEID $\underline{J}$ $L^{-2}I$

A/m^2 (= $C \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$)

(tab. 2), areïeke elektrische stroom

42 MAGNETISCHE INDUCTIE $\underline{B}$ $MT^{-2}I^{-1}$

T (= Wb/m^2 = $V \cdot s/m^2$ = $N \cdot A^{-1} \cdot m^{-2}$)

(tab. 3), magnetische fluxdichtheid; magnetische polarisatie $\underline{B}_i$

gauss	Gs...G	≙0,1	mT	eme-stelsel
gamma	γ	=1	nT	

43 MAGNETISCHE FLUX $\underline{\Phi}_m$ $L^2MT^{-2}I^{-1}$

Wb (= $V \cdot s$ = $N \cdot A^{-1}$ = $T \cdot m^2$)

(tab. 3)

maxwell	Mx	≙10	nWb	eme-stelsel
line	line	=10	nWb	

44 ELEKTROFORETISCHE MOBILITEIT $\underline{m}_B$, $\underline{\mu}_B$ $M^{-1}T^3I$

$C \cdot m \cdot N^{-1}$ = $m^2 \cdot V^{-1}$ (= $C \cdot s^2 \cdot kg^{-1}$)

ionische mobiliteit, elektronische mobiliteit

Opmerking 10. De benaming elektrische mobiliteit van een ion $B^{\underline{z}}$, symbool $\underline{u}_B$, eenheid $A \cdot kg^{-1}$, wordt voor snelheid gedeeld door elektrische veldsterkte gebruikt (dimensie $M^{-1}I$).

45 ELEKTRISCHE VELDSTERKTE $\underline{E}$ $LMT^{-3}I$

V/m (= N/C)

(tab. 4); elektrisatie $\underline{E}_i$; lineïeke elektrische potentiaal, potentiaalgradiënt grad $\underline{U}$

46 ELEKTRISCHE SPANNING $\underline{U}$ $L^2MT^{-3}I^{-1}$

V (= J/C = W/A)

(tab. 3), bronspanning; elektrische potentiaal $\underline{V}$, $\underline{\varphi}$; redoxpotentiaal $\underline{E}_h$; elektromotorische kracht $\underline{E}$; Peltiercoëfficiënt $\underline{\Pi}_{ab}$

47 INDUCTANTIE $\underline{L}$ $L^2MT^{-2}I^{-2}$

H (= Wb/A)

(tab. 3), zelfinductie; wederkerige inductantie $\underline{M}$, $\underline{L}_{1,2}$; permeantie $\underline{\Lambda}$

48 ELEKTRISCHE GELEIDING $\underline{G}$ $L^{-2}M^{-1}T^3I^2$

S (= Ω^{-1} = A/V)

(tab. 3), geleidbaarheid, conductantie; admittantie $\underline{Y}$; susceptantie $\underline{B}$

reciproke ohm	mho	=1	S

49 ELEKTRISCHE WEERSTAND $\underline{R}$ $L^2MT^{-3}I^{-2}$

Ω (= S^{-1} = V/A = W/A^2)

impedantie $\underline{Z}$; reactantie $\underline{X}$

50 LINEÏEKE ELEKTRISCHE GELEIDING $\underline{\gamma}$, $\underline{\sigma}$, $\underline{\kappa}$ $L^{-3}M^{-1}T^3I^2$

S/m (= $\Omega^{-1}\cdot m^{-1}$)

soortelijke geleiding, elektrische conductiviteit (EC), geleidingsvermogen

millimho per centimeter	mmho/cm	=100	mS/m	bodemkunde, CGS-stelsel
millisiemens per centimeter	mS/cm	=100	mS/m	bodemkunde, CGS-stelsel

51 ELEKTRISCHE CAPACITEIT $\underline{C}$ $L^{-2}M^{-1}T^{4}I^{2}$

F (= C^2/J)

(tab. 3)

52A THERMODYNAMISCHE TEMPERATUUR $\underline{T}$, $\underline{\Theta}$ Θ

K

(hoofdstuk 3); vriespunt, smeltpunt $\underline{T}_f$; kookpunt $\underline{T}_b$

graad Rankine	^{o}R...R	≈555,555 6	mK	= (5/9) K

Opmerking 11. Bij temperatuurverschil, -toename of -afname wordt de kelvin en niet de graad Celsius (art. 52B) aangeraden.
Opmerking 12. Directe meting van thermodynamische temperatuur is meestal uitzonderlijk moeilijk. Het is echter van groot belang, dat in de praktijk gemeten temperaturen op een uniforme schaal worden weergegeven. Om dit mogelijk te maken is een internationale praktische temperatuurschaal (IPTS) gedefinieerd, gebaseerd op een aantal nauwkeurig bekende temperaturen, samen met enkele wel omschreven meetinstrumenten en interpolatieformules. De IPTS wordt van tijd tot tijd aangepast aan de nieuwste experimentele gegevens. De huidige versie is in 1968 door de CGPM vastgesteld. De schaal draagt daarom de naam IPTS-1968 met als temperatuursymbool $\underline{T}_{68}$. Een gedetailleerde omschrijving is gepubliceerd in Metrologia 1969 5:35.

52B (CELSIUS)TEMPERATUUR $\underline{t}$, $\underline{\theta}$ Θ

^{o}C (= K)

(par. 4.1; tab. 3)

degree centigrade	^{o}C...deg C	=1	K	
degree Fahrenheit	^{o}F...deg F, F	≈555,555 5	mK	= (5/9) K

Opmerking 13. Voor Celsiustemperatuur in graad Celsius, $\underline{x}$, en in graad Fahrenheit, $\underline{y}$, $\underline{x} = (5/9)\cdot(\underline{y} - 32)$. De relatie van thermodynamische temperatuur in kelvin, $\underline{z}$ en Celsius temperatuur is als volgt: $\underline{z} = \underline{x} + 273{,}15$ en $\underline{x} = \underline{z} - 273{,}15$
Vriespunt van water bij normale druk = 0 ^{o}C = 32 ^{o}F ≈ 273,150 K ≈ 491,67 ^{o}R.
Tripelpunt van water = 273,16 K.
Kookpunt van water bij normale druk ≈ 100 ^{o}C ≈ 212 ^{o}F ≈ 373,15 K ≈ 671,67 ^{o}R.

53 LINEÏEKE TEMPERATUUR $\underline{T}/\underline{l}$ $L^{-1}\Theta$
K/m (= $^{o}C/m$)

temperatuurgradiënt grad $\underline{T}$, $\nabla\underline{T}$ (tab. 2)

54 DROOGSNELHEID - $T^{-1}\Theta^{-1}$
$kg/kg \cdot K \cdot s = K^{-1} \cdot s^{-1}$ (= $^{o}C^{-1} \cdot s^{-1}$)

per cent per graad Celsius per uur	$\% \cdot {}^{o}C^{-1} \cdot h^{-1}$	≈2,777 778	$mg/kg \cdot K \cdot s$	voedings-technologie

55 WARMTEISOLATIE-COËFFICIËNT $\underline{M}$, $\underline{I}$ $M^{-1}T^{3}\Theta$
$K \cdot m^{2} \cdot W^{-1}$ (= $K \cdot s^{3} \cdot kg^{-1}$)

graad Celsius vierkante meter uur per kilocalorie	$^{o}C \cdot m^{2} \cdot h/kcal$	≈0,860	$K \cdot m^{2} \cdot W^{-1}$	
clo	clo	≈0,154 8	$K \cdot m^{2} \cdot W^{-1}$	kleding

56 SOORTELIJKE WARMTE(CAPACITEIT) $\underline{c}$ $L^{2}T^{-2}\Theta^{-1}$
$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ (= $J \cdot kg^{-1} \cdot {}^{o}C^{-1}$)

massieke entropie $\underline{s}$; soortelijke gasconstante $\underline{R}_s$

British thermal units per pound per degree Fahrenheit	$Btu \cdot lb^{-1} \cdot {}^{o}F^{-1}$	= 4,186 8	$kJ\ kg^{-1}\ K^{-1}$	
calorie per gram per graad Celsius	$cal \cdot g^{-1} \cdot {}^{o}C^{-1}$	=4,186 8	$kJ\ kg^{-1}\ K^{-1}$	

57 WARMTECAPACITEIT $\underline{C}$ $L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$

J/K (= J/^{o}C)

entropie $\underline{S}$; kelvieke energie van een ideaal gas, constante van Boltzmann $\underline{k}$

British thermal unit per degree Fahrenheit	Btu/^{o}F	≈1,899 101	kJ/K
constante van Boltzmann	$\underline{k}$	≈13,806 62·10^{-24}	J/K

58 WARMTEGELEIDINGSCOËFFICIËNT $\underline{\lambda}$, $\underline{k}$ $LMT^{-3}\Theta^{-1}$

W·m^{-1}·K^{-1} (= W·m^{-1}·$^{o}C^{-1}$ = N·s^{-1}·K^{-1})

(tab. 4)

British thermal units per foot per second per degree Fahrenheit	Btu·ft^{-1}·s^{-1}·deg F^{-1}	≈6,230 645	kW·m^{-1}·K^{-1}
calorie per centimeter per seconde per graad Celsius	cal·cm^{-1}·s^{-1}·$^{o}C^{-1}$	=0,418 68	kW·m^{-1}·K^{-1}
British thermal units per foot per hour per degree Fahrenheit	Btu·ft^{-1}·h^{-1}·deg F^{-1}	≈1,730 735	W·m^{-1}·K^{-1}
kilocalorie per meter per uur per graad Celsius	kcal·m^{-1}·h^{-1}·$^{o}C^{-1}$	=1,163	W·m^{-1}·K^{-1}
British thermal units inch per square foot per hour per degree Fahrenheit	Btu·in·ft^{-2}·h^{-1}·deg F^{-1}	≈0,144 228	W·m^{-1}·K^{-1}

59 WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT $\underline{h}$, $\underline{\alpha}$ $MT^{-3}\Theta^{-1}$
$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ (= $W \cdot m^{-2} \cdot {}^{o}C^{-1}$ = $kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$)

warmtedoorgangscoëfficiënt $\underline{h}_k$, $\underline{K}$; warmteconvectiecoëfficiënt $\underline{h}_c$

calorie per vierkante centimeter per graad Celsius per seconde	$cal \cdot cm^{-2} \cdot {}^{o}C^{-1} \cdot s^{-1}$ =41,868	$kW\ m^{-2}\ K^{-1}$	
British thermal units per second per square foot per degree Fahrenheit	$Btu \cdot s^{-1} \cdot ft^{-2} \cdot {}^{o}F^{-1}$ ≈20,441 75	$kW \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	
British thermal unit per hour per square foot per degree Fahrenheit	$Btu \cdot h^{-1} \cdot ft^{-2} \cdot {}^{o}F^{-1}$ ≈5,678 263	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	koeltechniek
kilocalorie per vierkante meter per uur per graad Celsius	$kcal \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot {}^{o}C^{-1}$ =1,163	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	koeltechniek

60 HOEVEELHEID LICHT $\underline{Q}_v$ TJ
$lm \cdot s$

61 BELICHTINGSDOSIS $\underline{H}_v$ $L^{-2}TJ$
$lx \cdot s$

(tab. 4), areïeke lichthoeveelheid

62A LICHTSTROOM $\underline{\Phi}_v$, $\underline{F}_v$ J
lm

(par. 4.1; tab. 3)

62B LICHTSTERKTE I_v J

cd (= lm/sr)

(hoofdstuk 3; tab. 1), steradieke lichtstroom

Opmerking 14. De lichtsterkte van een willekeurige lichtbron wordt berekend uit de spectrale stralingssterkte, $I_{e,\lambda}$ (eenheid $W \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$) met de vergelijking $I_v = \int K(\lambda) \cdot I_{e,\lambda} \cdot d\lambda$. De functie $K(\lambda)$ wordt meestal geschreven als maximaal fotometrisch stralingsequivalent K_m maal een spectrale ooggevoeligheidsfactor $V(\lambda)$: $K(\lambda) = K_m \cdot V(\lambda)$. Volgens de nieuwe definitie van de candela geldt nu $K(555\ nm) = 683\ lm/W$.

Het verloop van $V(\lambda)$ hangt af van het helderheidsniveau waarop het oog aangepast is. Voor dagzien (fotopisch zien, hoge helderheid) geldt internationaal de ooggevoeligheidsfunctie $V(\lambda)$, door de CIE in 1924 vastgelegd en door het CIPM in 1933 overgenomen. Voor nachtzien (scotopisch zien, lage helderheid) geldt de functie $V'(\lambda)$, door de CIE in 1951 vastgelegd en door het CIPM in 1976 overgenomen. Tabel 15 (p. 91) geeft de waarden van $V(\lambda)$ en $V'(\lambda)$ voor stappen van 10 nm.

Voor dagzien geldt $K_m = K(555\ nm) = 683\ lm/W$. Voor nachtzien geldt $K'_m = K'(507\ nm)$ en $V'(555\ nm) = 0{,}402$, zodat $K'_m = 1699\ lm/W$.

Bij andere werkingen van straling (zoals erythema en fotosynthese) zou op analoge wijze telkens een eenheid gedefineerd kunnen worden. CIPM heeft echter uitgesproken, dat een dergelijke, naar effect gewogen stralingsstroom steeds uitgedrukt wordt in watt.

63A SPECIFIEKE LICHTUITSTRALING M_v $L^{-2}J$

lm/m^2 (= lx)

uitgezonden areïeke lichtstroom, lichtemittantie (tab. 6), lichtexitantie

63B VERLICHTINGSSTERKTE E_v $L^{-2}J$

lx (= lm/m^2)

invallende areïeke lichtstroom (par. 9.2, tab. 3, 6)

phot	ph	=10	klx	CGS-stelsel
foot-candle	ft-c, fc	≈10,763 91	lx	
milliphot	mph	=10	lx	
metre-candle	m-c	=1	lx	

63C LUMINANTIE L_v $L^{-2}J$
cd/m^2 (= lx/sr)

(tab. 2, 5), steradieke areïeke lichtstroom, helderheid

candela per vierkante centimeter	cd/cm^2	=10	kcd/m^2	CGS-stelsel
stilb	sb, st	=10	kcd/m^2	= 1 cd/cm^2, CGS-stelsel
lambert	L...la	≈3,183 10	kcd/m^2	= π^{-1} cd/cm^2, CGS-stelsel
candle per square inch	cd/in^2	≈1,550	kcd/m^2	
foot-lambert	fL, ft-L, fLa	≈3,426 26	cd/m^2	= π^{-1} cd/ft^2
apostilb	asb	≈318,310	mcd/m^2	= π^{-1} cd/m^2

64 HOEVEELHEID STOF n_B N
mol

(hoofdstuk 3; tab. 1); kation-uitwisselingsvermogen CEC; stand van bevordering van een reactie $\xi_{\nu B}$; fotochemisch (of Einstein-)equivalent van straling N_E (par. 9.2)

equivalent, gram-equivalent	equiv, eq, e, g-equiv	=1	mol	waterstof, ionlading
Val (De)	val	=1	mol	
einstein	E	=1	mol	fotonen, quanta
gramatoom	g-at	=1	mol	atomen
grammolecuul	g-mol	=1	mol	moleculen
gramion	g-ion	=1	mol	ionen
faraday	F	≙1	mol	ionen, elektronen, art. 37

Opmerking 15. Voor gebruik van het begrip hoeveelheid stof zie voetnoot bij tabel 1.

65 AREÏEKE (HOEVEELHEID) STOF Γ_B $L^{-2}N$
mol/m^2

oppervlakteconcentratie, dosering chemicaliën (bestrijdingsmiddelen, kunstmest)

Opmerking 16. Bij de vergelijking van toxiciteit, werkzaamheid of ontsmetting met verschillende stoffen is deze grootheidsoort meer maatgevend dan areïeke massa (art. 10). Bij de resultaten van chemische analyse moet men meestal $\rho_{A,B}$ van Γ_B afleiden en niet andersom: $\rho_{A,B} = \Gamma_B \cdot M_B$; $\Gamma_B = \rho_{A,B}/M_B$.

66 MOLAIRE OPPERVLAKTE $A_{m,B}$ L^2N^{-1}
m^2/mol

molaire oppervlaktestralingsattenuantie, molaire spectrale absorptiecoëfficiënt $k(\lambda)_B$ (par. 9.5)

per centimeter per molair	$cm^{-1} \cdot M^{-1}$	=0,1	m^2/mol	spectrometrie
□liter per centimeter per mol	$l \cdot cm^{-1} \cdot mol^{-1}$ $L \cdot cm^{-1} \cdot mol^{-1}$	=0,1	m^2/mol	spectrometrie
□milliliter per centimeter per mol	$ml \cdot cm^{-1} \cdot mol^{-1}$	=100	mm^2/mol	spectrometrie

67 STOFCONCENTRATIE c_B $L^{-3}N$
mol/m^3

(tab. 2, 5; par. 9.5), molariteit, molaire concentratie; oplosbaarheid S_B; actieve stofconcentratie $c_{a,B}$; osmotisch equivalent (tab. 5), osmolariteit π; normaliteit $\nu \cdot c_B$, $z \cdot c_B$ (tab. 5); hardheid van water H (tab. 5; par. 9.3); stofconcentratie van titreerbaar zuur, zuurtegraad; ionensterkte I_c; volumieke stof

mol per cent, equivalent per cent	mol%, eq%	=10	$kmol/m^3$	
■mol per liter	mol/l, mol/L	=1	$kmol/m^3$	
molair	M	=1	$kmol/m^3$	moleculen

normaal	N	=1	$kmol/m^3$	waterstof, ionenlading
Val, Val pro Liter	val, val/l	=1	$kmol/m^3$	
osmolair	osM, osmol	=1	$kmol/m^3$	osmot. equiv.
millimol per cent	mmol%, meq%	=10	mol/m^3	
millimol per liter	mmol/l, mmol/L	=1	mol/m^3	
hardheidsgraad (Duits)	^oD, ^oDH, ^od, D^o	≈178,318 6	$mmol/m^3$	Mg^{2+}, Ca^{2+},
degree of hardness (GB)	^oH	≈142,410 6	$mmol/m^3$	Ba^{2+} in water
normaalgraad, graden *normaal*	^oN	=100	$mmol/m^3$	zuivel
hardheidsgraad (FR)	^od	≈99,910 88	$mmol/m^3$	Mg^{2+}, Ca^{2+},
degree of hardness (US)	^oH	≈9,991 088	$mmol/m^3$	Ba^{2+} in water
degrees Dormic	^oDormic	≈1,111	$\mu mol/m^3$	= $(10^{-5}/9)$ mol/m^3, zuivel

68 STOFGEHALTE $\underline{n}_B/\underline{m}$ $M^{-1}N$
mol/kg

ion-uitwisselingsvermogen, ionensterkte $\underline{I}$, jodiumgetal; massieke stof $\underline{M}^{-1}$; molaliteit $\underline{b}_B$, $\underline{\tilde{m}}_B$

mol per cent	mol%, eq%, val%	=10	mol/kg	
millimol per gram	mmol/g	=1	mol/kg	
milliequivalents per gram	meq/g, me/g	=1	mol/kg	
molal	molal...m, M	=1	mol/kg	
jodiumgetal, iodine number	-	≈78,799 41	mmol/kg	= $10/\underline{M}(I)$
milligram equivalent per 100 gram	mg-eq%	=10	mmol/kg	

69A STOFSNELHEID Φ_B, $\dot{n}_B$ $T^{-1}N$
mol/s

stofstroom, stofopbrengstsnelheid; reactiesnelheid $\dot{\xi}$, v

□mol per minuut	mol/min	≈16,666 67	mmol/s
□mol per uur	mol/h	≈277,777 8	µmol/s
■mol per dag	mol/d	≈11,574 07	µmol/s
■mol per jaar	mol/a	≈31,688 76	nmol/s

69B KATALYTISCHE ACTIVITEIT z_E $T^{-1}N$
kat (= mol/s)

(par. 4.1; tab. 3), enzymactiviteit, hoeveelheid enzym

enzyme unit	U	≈16,666 67	nkat	= 1 µmol/min

70 AREÏEKE STOFSTROOM $q_{n,B}$, $\Phi_{n,B}$ $L^{-2}T^{-1}N$
$mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$

stofstroomdichtheid (par. 9.7), bemestingsgift; quantumflux, fotonenflux N_E (par. 9.2)

einstein per vierkante meter per seconde	$E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$	=1	$mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$
□kilomol per hectare per jaar	$kmol \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$	≈3,168 876	$nmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$

71 MOLAIRE ENERGIE - $L^2MT^{-2}N^{-1}$
J/mol (= $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$)

molaire inwendige energie $\underline{U}_{m,B}$; molaire vrije enthalpie, chemische potentiaal $\underline{G}_{m,B}$, $\underline{\mu}_B$; affiniteit van een reactie $\underline{A}$; molaire vrije energie $\underline{A}_{m,B}$; molaire enthalpie $\underline{H}_{m,B}$; fotochemisch energieëquivalent $\underline{\gamma}$, $\underline{\varepsilon}$

einstein-eenheid	E	≈200	kJ/mol	ook art. 54
liter atmosfeer per mol	l·atm/mol	=0,101 325	kJ/mol	art. 5, opm. 3
calorie per mol	cal/mol	≈4,186 8	J/mol	art. 33A, opm. 9
erg per mol	erg/mol	=100	nJ/mol	

72 MOLAIRE GELEIDING $\underline{\Lambda}_m$, $\underline{\lambda}_B$ $M^{-1}T^3I^2N^{-1}$
$S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$

(tab. 4)

73 MOLAIRE SOORTELIJKE ENERGIE - $L^2MT^{-2}\Theta^{-1}N^{-1}$
$J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

molaire gasconstante $\underline{R}$ (par. 10, 11.7); molaire entropie $\underline{S}_{m,B}$

74 VLAKKE HOEK $\underline{\alpha}$, $\underline{\beta}$, $\underline{\gamma}$ 1
rad (= 1)

(tab. 1, 8, 12; par. 3, 11.6)

Opmerking 17. De grootheden van hoek kunnen als verschillende maar verwante grootheidsoorten beschouwd worden. Bij de integratie van stromingen in alle richtingen, bij beschrijving van plaats in de ruimte en bij omwenteling kan men ook boog als een fractie van een omwenteling of cirkel beschouwen. Zie ook hoofdstuk 3 en par. 11.6. In de volgende zijn de twee grootheidsoorten vergeleken. Hoewel omwenteling geen wettelijk erkende eenheid is mag ze wel in de grootheidomschrijving gebruikt worden, bijvoorbeeld omwentelingsfractie.

		radiaal	cirkelboogfractie
omwenteling, cirkel, toer; rotation, turn, revolution; Umdrehung	omw., tr, rev.	2π ≈6,283 185 rad	1
rechte hoek; right angle; (angle) droite	L, D	$\pi/2$ ≈1,570 796 rad	0,25
sign	-	$\pi/3$ ≈1,047 198 rad	≈166,666 7 × 10^{-3}
▪radiaal, radian, Radiant	rad...rd	1	$(2\pi)^{-1}$ ≈159,154 9 × 10^{-3}
▫(hoek)graad; degree (of angle); Altgrad; degré	°	$\pi/180$ ≈17,453 29 mrad	1/360 ≈2,777 778 × 10^{-3}
▪decimale graad, gon, grade, Neugrad	^{g}, gr	$\pi/200$ ≈15,707 96 mrad	1/400 =2,5 × 10^{-3}
per cent (helling s)	%	arcsin 0,01 ≈10,000 17 mrad	≈1,591 576 × 10^{-3}
millième	-	1 mrad	≈159,154 9 × 10^{-6}
▫boogminuut	'	$\pi/10\ 800$ ≈290,888 2 µrad	1/21 600 ≈46,296 30 × 10^{-6}
▫centigon, centigrade	cgr	$\pi/20\ 000$ ≈157,079 6 µrad	1/40 000 =25 × 10^{-6}
▫boogseconde	"	$\pi/648\ 000$ ≈4,848 137 µrad	1/1 296 000 ≈771,604 9 × 10^{-9}

---

75 RUIMTEHOEK Ω, ω 1
sr (= 1 = rad^2)

(opm. 17; tab. 1; par. 3, 11.6)

---

		steradiaal	boloppervlaktefractie
spat; spatium; ruimte	sp	4π ≈12,566 37 sr	1

directangle	-	$\pi/2$ ≈1,570 796 sr	1/8 =0,125
■steradiaal	sr	1	$1/4\pi$ ≈79,577 47 × 10^{-3}
vierkante graad	-	$(\pi/180)^2$ ≈304,617 4 μsr	$1/(360)^2$ ≈7,716 049 × 10^{-6}

76 RELATIEVE LENGTE l_r 1

1 (= m/m)

rek, relatieve rek ε, ε_x, x (par. 11.4); chromatografische index R_f

microstrain, microrek	μstrain, μrek	= 1 × 10^{-6}

77 VOLUMEFRACTIE Φ_B 1

1 (= m^3/m^3 = 1/1)

(par. 11.3); volumeverhouding V_r; relatief volume V_r

degré alcoométrique centésimal, degré Gay-Lussac	°GL, °alcoométrique	=10 × 10^{-3}	ethanol in wijn bij 15 °C, afgeleid van volumieke massa
per cent (v/v)	%, vol%	=10 × 10^{-3}	
□kubieke decimeter per kubieke meter	dm^3/m^3	=1 × 10^{-3}	
■milliliter per liter	ml/l, mL/L	=1 × 10^{-3}	
delen per miljoen (v/v)	dpm, ppm, TpM	=1 × 10^{-6}	
■kubieke centimeter per kubieke meter	cm^3/m^3	=1 × 10^{-6}	
■microliter per liter	μl/l, μL/L	=1 × 10^{-6}	
parts per billion (v/v, US)	ppb	=1 × 10^{-9}	
■kubieke millimeter per kubieke meter	mm^3/m^3	=1 × 10^{-9}	
■nanoliter per liter	nl/l, nL/L	=1 × 10^{-9}	

parts per billion (v/v, GB)	ppb	$=1 \times 10^{-12}$		
▪picoliter per liter	pl/l, pL/L	$=1 \times 10^{-12}$		

---

78 MASSAFRACTIE $\underline{w}_B$ 1

1 (= kg/kg)

(par. 11.3); massaverhouding $\underline{m}_r$; vochtgehalte van de lucht $\underline{x}$ (par. 9.4); relatieve massa $\underline{m}_r$; massarendement $\underline{\eta}$; biochemisch zuurstofverbruik BZV, BOD (ook art. 11); verteerbaarheid droge stof $\underline{d}_T$

ounces per pound	oz/lb	$=62{,}5 \times 10^{-3}$	= 1/16	
karaat, carat	ct	$\approx 41{,}666\ 67 \times 10^{-3}$	= 1/24 goud, ook art. 7	zuiverheid
per cent (w/w)	%, gew. %	$=10 \times 10^{-3}$		
graad Brix	°B	$=10 \times 10^{-3}$		saccharose
pro mille (w/w)	°/oo	$=1 \times 10^{-3}$		
▪gram per kilogram	g/kg	$=1 \times 10^{-3}$		
▫kilogram per ton(ne)	kg/t	$=1 \times 10^{-3}$		
pounds per ton (long)	lb/ton	$\approx 446{,}428\ 6 \times 10^{-6}$		
ounces per ton (long)	oz/ton	$\approx 27{,}901\ 79 \times 10^{-6}$		mengvoeder
milligram per cent (w/w)	mg%	$=10 \times 10^{-6}$		
delen per miljoen (gew.)	dpm, ppm, TpM	$=1 \times 10^{-6}$		
▪milligram per kilogram	mg/kg	$=1 \times 10^{-6}$		
▫gram per ton(ne)	g/t	$=1 \times 10^{-6}$		
parts per billion (w/w, US)	ppb	$=1 \times 10^{-9}$		scheikunde
▪microgram per kilogram	µg/kg	$=1 \times 10^{-9}$		
▫milligram per ton(ne)	mg/t	$=1 \times 10^{-9}$		
parts per billion (w/w, GB)	ppb	$=1 \times 10^{-12}$		scheikunde
▪nanogram per kilogram	ng/kg	$=1 \times 10^{-12}$		

79 STRALINGSFRACTIE EN -VERHOUDING Φ_r 1

1

transmissiefactor τ (par. 9.5); absorptiefactor α; reflectiefactor ρ; emissiefactor ε

per cent	%	=0,01	spectrometrie

80 STOFFRACTIE x_B 1

1 (= mol/mol)

molfractie, molaire fractie; stofverhouding $n_{r,B,C}$, ademhalingsquotiënt, respiratiequotiënt RQ; relatieve hoeveelheid stof $n_{r,B}$; verteerbaarheid d

mol per cent	mol%, %	$=10 \times 10^{-3}$
millimol per mol	mmol/mol	$=1 \times 10^{-3}$
delen per miljoen	dpm, ppm, TpM	$=1 \times 10^{-6}$
micromol per mol	µmol/mol	$=1 \times 10^{-6}$
parts per billion (US)	ppb	$=1 \times 10^{-9}$
nanomol per mol	nmol/mol	$=1 \times 10^{-9}$
parts per billion (GB)	ppb	$=1 \times 10^{-12}$

Opmerking 18. Voor chemische deeltjes komen stoffractie en stofverhouding met aantalfractie en aantalverhouding overeen. Voor mengsels van ideale gassen komt stoffractie met volumefractie overeen. Voor een stofverhouding van twee componenten van dezelfde chemische entiteit (bijvoorbeeld verteerbaarheid of vrije en geadsorbeerde stof) komt stoffractie met massafractie overeen.

Tabel 15. Verloop van de spectrale ooggevoeligheidsfactor bij dagzien, $V(\lambda)$, en nachtzien, $V'(\lambda)$, als functie van de golflengte, λ, in lucht. Voor verklaring zie artikel 62B, opmerking 14.

λ/nm	$V(\lambda)$	$V'(\lambda)$
380	0,000 0	0,000 589
390	0,000 1	0,002 209
400	0,000 4	0,009 29
410	0,001 2	0,034 84
420	0,004 0	0,096 6
430	0,011 6	0,199 8
440	0,023	0,328 1
450	0,038	0,455
460	0,060	0,567
470	0,091	0,676
480	0,139	0,793
490	0,208	0,904
500	0,323	0,982
510	0,503	0,997
520	0,710	0,935
530	0,862	0,811
540	0,954	0,650
550	0,995	0,481
560	0,995	0,328 8
570	0,952	0,207 6
580	0,870	0,121 2
590	0,757	0,065 5
600	0,631	0,033 15
610	0,503	0,015 93
620	0,381	0,007 37
630	0,265	0,003 335
640	0,175	0,001 497
650	0,107	0,000 677
660	0,061	0,000 312 9
670	0,032	0,000 148 0
680	0,017	0,000 071 5
690	0,008 2	0,000 035 33
700	0,004 1	0,000 017 80
710	0,002 1	0,000 009 14
720	0,001 05	0,000 004 78
730	0,000 52	0,000 002 546
740	0,000 25	0,000 001 379
750	0,000 12	0,000 000 760
760	0,000 06	0,000 000 425
770	0,000 03	0,000 000 245
780	0,000 015	0,000 000 139

Tabel 16. Natuurconstanten (volgens Codata Bulletin No 11, dec. 1973), met relatieve standaardafwijking $\underline{s}$.

Naam	Symbool en afleiding	Waarde	$10^6\underline{s}$
lichtsnelheid in vacuüm	$\underline{c}_{vac}$	$\approx 299{,}792\ 458 \times 10^6$ m/s	0,004
permeabiliteit van vacuüm	$\underline{\mu}_0 = 4\underline{\pi}\cdot 10^{-7}$ H/m	$\approx 1{,}256\ 637\ 061\ 436 \times 10^{-6}$ H/m	
permittiviteit van vacuüm	$\underline{\varepsilon}_0 = 1/\underline{\mu}_0\cdot\underline{c}^2$	$\approx 8{,}854\ 187\ 82 \times 10^{-12}$ F/m	0,008
elementaire lading	$\underline{e}$	$\approx 0{,}160\ 218\ 92 \times 10^{-18}$ C	2,9
rustmassa van het elektron	$\underline{m}_e$	$\approx 0{,}910\ 953\ 4 \times 10^{-30}$ kg	5,1
rustmassa van het proton	$\underline{m}_p$	$\approx 1{,}672\ 648\ 5 \times 10^{-27}$ kg	5,1
rustmassa van het neutron	$\underline{m}_n$	$\approx 1{,}674\ 954\ 3 \times 10^{-27}$ kg	5,1
atomaire massaeenheid	$\underline{u} = 10^{-3}$ kg/$\underline{N}_A$ $= \underline{m}(^{12}C)/12$	$\approx 1{,}660\ 565\ 5 \times 10^{-27}$ kg	5,1
constante van Avogadro	$\underline{N}_A$	$\approx 0{,}602\ 204\ 5 \times 10^{24}$ mol^{-1}	5,1
constante van Faraday	$\underline{F} = \underline{N}_A\cdot\underline{e}$	$\approx 96{,}484\ 56 \times 10^3$ C/mol	2,8
molaire gasconstante	$\underline{R}$	$\approx 8{,}314\ 41$ J·mol^{-1}·K^{-1}	31
molair volume van een ideaal gas bij $\underline{T}_n$ = 273,15 K en $\underline{p}_n$ = 101 325 Pa	$\underline{V}_m = \underline{R}\cdot\underline{T}_n/\underline{p}_n$	$\approx 22{,}413\ 83 \times 10^{-3}$ m^3/mol	31
constante van Planck	$\underline{h}$	$\approx 0{,}662\ 617\ 6 \times 10^{-33}$ J/Hz	5,4
constante van Boltzmann	$\underline{k} = \underline{R}/\underline{N}_A$	$\approx 13{,}806\ 62 \times 10^{-24}$ J/K	32
eerste stralingsconstante	$\underline{c}_1 = 2\underline{\pi}\cdot\underline{h}\cdot\underline{c}^2$	$\approx 0{,}374\ 183\ 2 \times 10^{-15}$ W·m^2	5,4
tweede stralingsconstante	$\underline{c}_2 = \underline{h}\cdot\underline{c}/\underline{k}$	$\approx 14{,}387\ 86 \times 10^{-3}$ K·m	31
constante van Stefan-Boltzmann	$\underline{\sigma} = 2\pi\cdot\underline{k}^4/15\underline{h}^3\cdot\underline{c}^2$	$\approx 56{,}703\ 2 \times 10^{-9}$ W/K^4·m^2	125
X-eenheid	X.E., X.U.	$\approx 0{,}100\ 207\ 72 \times 10^{-12}$ m	5,3

Tabel 17. Constante en getalwaarden.

	π	≈3,141 592 653 590
	e	≈2,718 281 828 459
	$\log_{10} e$	≈0,434 294 481 903
	$\log_e 10$	≈2,302 585 092 994
zonneconstante	I_0	≈1353 W/m^2
normale atmosfeer	$\hat{=} P_n$	=101 325 Pa
normale versnelling van de vrije val	g_n	=9,806 65 m/s^2
versnelling van de vrije val voor 51° 58' 10" N B en 10 m hoogte boven zee (Stadsbrink, Wageningen)	g	≈9,812 42 m/s^2
correctie g voor hoogteverschil Δh in meters		
- in lucht		$\approx -3,1 \cdot \Delta h \times 10^{-6}$ m/s^2
- in grond		$\approx -2,3 \cdot \Delta h \times 10^{-6}$ m/s^2
correctie g bij verschil in breedte $\Delta\phi$ (in boogminuten: 1' ≙ 1,85 km)		$\approx +13,7 \cdot \Delta\phi \times 10^{-6}$ m/s^2

Tabel 18. Het Griekse alfabet in type- en zetletters.

	romein		cursief	
alfa	Α Α	α α	Α *Α*	α *α*
bêta	Β Β	β β	Β *Β*	β *β*
gamma	Γ Γ	γ γ	Γ *Γ*	γ *γ*
delta	Δ Δ	δ δ	Δ *Δ*	δ *δ*
êpsilon	Ε Ε	ε ϵ ϵ	Ε *Ε*	ε ϵ ϵ
zêta	Ζ Ζ	ζ ζ	Ζ *Ζ*	ζ *ζ*
êta	Η Η	η η	Η *Η*	η *η*
thêta	Θ Θ	θ θ ϑ	Θ *Θ*	θ *θ ϑ*
iôta	Ι Ι	ι ι	Ι *Ι*	ι *ι*
kappa	Κ Κ	κ κ	Κ *Κ*	κ *κ*
la(m)bda	Λ Λ	λ λ	Λ *Λ*	λ *λ*
mu	Μ Μ	μ μ	Μ *Μ*	μ *μ*
nu	Ν Ν	ν ν	Ν *Ν*	ν *ν*
xi (ksi)	Ξ Ξ	ξ ξ	Ξ *Ξ*	ξ *ξ*
omikron	Ο Ο	ο ο	Ο *Ο*	ο *ο*
pi	Π Π	π π (ϖ)	Π *Π*	π *π (ϖ)*
rhô	Ρ Ρ	ρ ρ ϱ	Ρ *Ρ*	ρ *ρ ϱ*
sigma	Σ Σ	σ σ	Σ *Σ*	σ *σ*
tau	Τ Τ	τ τ	Τ *Τ*	τ *τ*
upsilon	Υ Υ	υ υ	Υ *Υ*	υ *υ*
fi	Φ Φ	ϕ φ ϕ φ	Φ *Φ*	ϕ φ *φ ϕ*
chi	Χ Χ	χ χ	Χ *Χ*	χ *χ*
psi	Ψ Ψ	ψ ψ	Ψ *Ψ*	ψ *ψ*
omega	Ω Ω	ω ω	Ω *Ω*	ω *ω*

Lijst van symbolen en afkortingen

Het doel van deze lijst is om symbolen en afkortingen te kunnen opsporen. Voorkeuren en toelaatbaarheid wordt in de tabellen en tekst elders aangegeven. De volgorde is tekens, Griekse letters, Romeinse letters; bij elke letter eerst als aparte aanduiding, dan met verdere aanduiding (meestal een index); kleine letters vóór hoofdletters; rechte letters (romein) voor schuine letters (cursief). Niet alle wiskundige tekens zijn opgenomen (tabel 11). Modificerende tekens en accenten zijn voor een grootheid $\underline{q}$ aangegeven. Bestanddelen zijn met de algemene index B weergegeven.

' boogminuut

$\underline{q}'$ scotopisch

'' inch

$\dot{\underline{q}}$ snelheid van een grootheid, $d\underline{q}/d\underline{t}$

° graad

$\underline{q}_0$, $\underline{q}_e$ referentiewaarde, grootheid bij een referentiesysteem

$\vec{\underline{q}}$ vectorgrootheid

$\nabla\underline{q}$ gradiënt

% per cent, procent, 1 per 100 ml, per 100 g, per 100 mol

°/oo promille, per mille

$\bar{\underline{q}}$ gemiddeld

$\underline{\alpha}$ temperatuurvereffeningscoëfficiënt, warmteoverdrachtscoëfficiënt, vlakke hoek, absorptiefactor

$\underline{\beta}$ vlakke hoek

γ gamma, microgram

$\underline{\gamma}$ afvoerweerstand, sterkte van het zwaarteveld, oppervlaktespanning, lineïeke elektrische geleiding, fotochemisch equivalent, vlakke hoek

$\underline{\Gamma}_B$ areïeke stof

Δ (operator) toename, verschil

$\underline{\varepsilon}$ volumeëlasticiteitmodulus, fotochemisch equivalent, relatieve rek, emissiefactor, diëlektrische constante

$\underline{\varepsilon}_{\underline{x},\underline{x}}$ relatieve rek

$\underline{\eta}$ dynamische viscositeit, massieke enthalpie, rendement

$\underline{\theta}$ Celsiustemperatuur

$\underline{\Theta}$ thermodynamische temperatuur

$\underline{\kappa}$ crescentie, temperatuurvereffeningscoëfficiënt

λ lambda, microliter

$\underline{\lambda}$ golflengte, vervalconstante, warmtegeleidingscoëfficiënt

$\underline{\lambda}$ (index) spectrale afgeleide naar de golflengte

Λ permeantie
μ micron
μ- micro-
μ absorptiecoëfficiënt, relatieve groeisnelheid, permeabiliteit
μ_{at} atomaire verzwakkingscoëfficiënt
μ_B elektroforetische mobiliteit, chemische potentiaal
μin microinch
ν rotatiefrequentie, frequentie, kinematische viscositeit, stoichiometrisch getal
$\xi_{\nu B}$ stand van bevordering van een reactie
π verhouding van omtrek en middellijn van een cirkel, osmolariteit
Π (operator) product
Π osmotische druk
Π_{ab} Peltiercoëfficiënt
ρ volumieke massa, reflectiefactor
ρ_A areïeke massa
ρ_B massaconcentratie
ρ_l lineïeke massa
ρ_r relatieve dichtheid
ρ_w massaconcentratie waterdamp
σ sigma, microseconde
σ lineïek aantal, doorsnee, oppervlaktespanning, normaalspanning, lineïeke elektrische geleiding
σ_{max} stevigheid
Σ (operator) som
Σ doorsnee
τ tijdconstante, schuifspanning, transmissiefactor
τ_{max} treksterkte
φ elektrische potentiaal
Φ areïeke stroom
Φ_B volumefractie
Φ_e areïeke energiestroom
Φ_h areïeke warmtestroom
$\Phi_{n,B}$ areïeke stofstroom
Φ stroom, flux
Φ_B aantalstroom, stofstroom
Φ_e energiestroom
Φ_h warmtestroom
Φ_m magnetische flux
Φ_m massastroom
$\Phi_{N,B}$ aantalsnelheid
Φ_r stralingsfractie, stralingsverhouding
Φ_v lichtstroom
Φ_V volumestroom
Ψ waterpotentiaal, elektrische flux
ω ruimtehoek, hoeksnelheid, cirkelfrequentie
Ω ohm
Ω ruimtehoek
a are, jaar
a (index) akoestisch, actief
a- atto-
a temperatuurvereffeningscoëfficiënt, versnelling
Å acre, ångström, ampère
A oppervlakte, radioactiviteit, arbeid, lineïeke omstroming, affiniteit
Å ångström
$A_{m,B}$ molaire oppervlakte, molaire vrije energie
abs. absolute
ac acre, alternating current
a.e. acid equivalent (bestrijdingsmiddelen)
AE astronomische eenheid
a.i. active ingredient (bestrijdingsmiddelen)

alt. altitude
a.m. ante meridiem (voormiddag)
amp ampère
amt amount
amu atomic mass unit
approx. approximate(ly), bij benadering
a.s. actieve stof (bestrijdingsmiddelen)
As ampère-spat
asb apostilb
a.s.l. above sea-level
at technische atmosfeer
at (index) atoom, atomair
At ampère-turn
AT technische atmosfeer
ata, ATA technische atmosfeer absoluut
atm atmosfeer
ato, ATO technische atmosfeer overdruk
AU astronomical unit, Ångström unit
av., avg. average
avdp. avoirdupois
Aw ampère-winding
AW atomic weight
b barn, bar
b (index) buiging, kokend
$\underline{b}$ breedte
$\underline{b}_B$ molaliteit
B bel
$\underline{B}$ magnetische inductie, susceptantie
^oB graad Brix
$\underline{B}_i$ magnetische polarisatie
bbl barrel
^oBe graad Baumé
bhp brake horsepower
bhph brake horsepower hour
Bi biot
BIPM Bureau International des Poids et Mesures
BMR basal metabolic rate
BOD biochemical oxygen demand
b.p. boiling point
Bq becquerel
Btu British thermal unit
bu bushel
BW bodyweight
BZV biochemisch zuurstofverbruik
c curie, cycles (per second), candle, circa
c (index) convectie, kritisch
c- centi-
$\underline{c}$ soortelijke warmtecapaciteit
$\underline{c}_B$ stofconcentratie
$\underline{c}_w$ massaconcentratie waterdamp
C coulomb
$\underline{C}$ clearance, elektrische capaciteit, warmtecapaciteit
^oC graad Celsius
$\underline{C}_B$ aantalconcentratie
ca centiare, circa
cal calorie
Cal grote calorie
calc. calculated
cc cubic centimetre
cd candela
c.d. current density
CD_{50} gemiddelde curatieve dosis
CEC cation-exchange capacity
CEI Comité Electrotechnique International
CF crude fibre (gehalte, voeding)
CGPM Conférence Générale des Poids et Mesures
CGS centimeter-gram-seconde(-stelsel)
ch chain

Chu centigrade heat unit
Ci curie
CIE Comité International de l'Eclairage
CIPM Comité International des Poids et Mesures
c.m.c. critical micellar concentration (colloïdchemie)
COD chemical oxygen demand
Codata Committee on Data for Science and Technology (van ICSU)
coef., coeff. coëfficiënt
conc., concn concentratie, concentrat/ion, -ed
cond. conduct/ance, -ivity
const. constant(e)
cont. content
corr. corrected
CP crude protein (gehalte, voeding)
cpm counts per minute
cps counts per second, cycles per second
cr., crit. critical
ct carat, count
cte constante (Fr)
ctl cental
cu. cubic
cwt hundredweight
CV cheval-vapeur, coefficient of variation
CZV chemisch zuurstofverbruik
d dioptrie, dag
d (index) vertering
d- deci-
$\underline{d}$ dikte, omtrek, relatieve dichtheid, verteerbaarheid
^{o}d, d^{o} hardheidsgraad
D darcy, dalton, droite
$\underline{D}$ sterkte van een optisch systeem, relatieve dichtheid, draaistoot, geabsorbeerde massieke stralingsenergie (dosis), diffusiecoëfficiënt
^{o}D, D^{o} hardheidsgraad
$\underline{D}_B$, $\underline{D}_{n,B}$ stofdoorgangscoëfficiënt
da- deca-
dag decagram, dag
d.c. direct current
DCP digestible crude protein (gehalte in een voedingsstof)
De duits
DE digestible energy (massieke energie in een voedingsstof), Duitsland
deg degree
den denier
d.f. degrees of freedom
^{o}DH hardheidsgraad
diam. diameter
diff. difference
DM dry matter (gehalte in een voedingsstof)
DOM digestible organic matter (gehalte in een voedingsstof)
dpm delen per miljoen, disintegrations per minute
dps disintegrations per second
dpt dioptrie
d.s. droge stof
dyn dyne
dz Doppelzentner
e grondgetal van natuurlijke logaritmen, equivalent
e (index) (stralings)energie, elektron, uitwisselbaar
$\underline{e}$ massieke energie, elementaire lading

$\underline{e}_d$ gehalte aan verteerbare energie
$\underline{e}_M$ gehalte aan omzetbare energie
$\underline{e}_{N,F}$ gehalte aan netto-energie voor vleesproduktie
$\underline{e}_{N,L}$ gehalte aan netto-energie voor melkproduktie
E einstein-eenheid
E (index) enzym, verdamping, overmaat
E- exa-
$\underline{E}$ lineaire elasticiteitsmodulus, energie, elektrische veldsterkte, elektromotorische kracht, extinctie
$\underline{E}_d$ verteerbare energie
$\underline{E}_e$ invallende areïeke stralingsstroom
$\underline{E}_h$ redoxpotentiaal, invallende areïeke warmtestroom
$\underline{E}_i$ elektrisatie
$\underline{E}_m$ energiedissipatie per massa
$\underline{E}_M$ omzetbare energie
$\underline{E}_N$ netto-energie
$\underline{E}_v$ verlichtingssterkte
EC electrical conductivity (elektrische geleiding)
EC_{50} gemiddelde effectieve concentratie
ED_{50} gemiddelde effectieve dosis
EEG Europese Economische Gemeenschap
e.m.f. electromotive force
eme elektromagnetisch eenheden(stelsel)
En Engels
eq, equiv equivalent
ERS erythrocyte sedimentation rate
ERV expiratory reserve volume
ESP exchangeable sodium percentage (gehalte in bodem)
ese elektrostatisch eenheden(stelsel)
eV elektronvolt
exp (operator) exponent
exp (index) experiment, -al, -eel
f fermi
f (index) smeltend, ten opzichte van voorkant
f- femto
$\underline{f}$ frequentie, massieke vrije energie, fugacity
F faraday, farad, degree Fahrenheit
F (index) fattening
$\underline{F}$ kracht, vrije energie, flux
^{o}F degree Fahrenheit
$\underline{F}_v$ lichtstroom
fbm foot-board measure
fc foot-candle
FCM fat-corrected milk (genormaliseerd volume)
FEV forced expiratory volume
FFA free fatty acid (massafractie)
fg frigorie, femtogram
fl fluid, femtoliter
FL, fLa foot-lambert
fm fathom, fermi, femtometer
Fm Festmeter
f.p. freezing point
fpm feet per minute
Fr Frans
FR Frankrijk
ft foot, feet
ft-c foot-candle
ftH_2O foot head of water
ft-L foot-lambert
ftm fathom
FU feed unit
fur furlong
g gram, gramkracht
g (superieur) decimale graad

g (index) gas, in gastoestand

$\underline{g}$ versnelling van een vrij vallend lichaam, massieke vrije enthalpie

G gauss

G- giga-

$\underline{G}$ gewicht, afschuivingsmodulus, vrije enthalpie, elektrische geleiding

$\underline{G}_{m,B}$ molaire vrije enthalpie

GAI green area index (oppervlakte van planten)

gal gallon

Gal gal

g-at gramatoom

GB Verenigd Koninkrijk

g.b.h. girth at breast height (omtrek van bomen)

g-equiv gramequivalent

gew. gewicht

gf gramkracht

g.f.r. glomerular filtration rate (volumestroom in nieren)

g-ion gramion

^{o}GL degré Gay-Lussac

gm gram

g-mol grammolecuul

gr gram, grain, decimale graad, gravity

grad (operator) gradiënt

Gs gauss, gigaseconde

g.v.e. grootveeëenheid

Gy gray

h uur

h (index) warmte

h- hecto-

$\underline{h}$ hoogte, constante van Planck, massieke enthalpie, warmteoverdrachtscoëfficiënt

$\underline{h}_c$ warmteconvectiecoëfficiënt

$\underline{h}_k$ warmtedoorgangscoëfficiënt

H henry

H (index) waterstof, humus (massafractie organische stof in bodem)

$\underline{H}$ effectieve massieke stralingsenergie, enthalpie, magnetische veldsterkte, hardheid van water

^{o}H, H^{o} hardheidsgraad

$\underline{H}_e$ areïeke stralingsenergie, bestralingsdosis

$\underline{H}_{m,B}$ molaire enthalpie

$\underline{H}_v$ belichtingsdosis

ha hectare

HBW half-bandwidth (van stralingsgrootheden)

h.d.t. half-disappearance time

hp horsepower, high pressure

hph horsepower hour

hr hour

ht height, heat

h.v.t. half-value thickness

hwt short hundredweight

Hz hertz

i (index) ion(isch), invallend inhibitor, begintoestand

$\underline{i}$ elk getal van een reeks 1...$\underline{n}$

$\underline{I}$ intensity (sterkte in verschillende betekenissen), voederopname, traagheidsmoment, impuls, areïek geluidsvermogen, elektrische stroom, warmteisolatiecoëfficiënt, ionensterkte

$\underline{I}_e$ steradieke stralingsstroom

IC inspiratory capacity (volume)

ICRP International Commission on Radiological Protection

ICSU International Council of Scientific Unions

i.d. inner diameter (inwendige diameter)
id (index) ideaal
ID_{50} gemiddelde infectieve dosis (aantal)
IE internationale eenheid
IEC International Electrotechnical Commission
IFCC International Federation of Clinical Chemistry
i.h.p. indicated horsepower
in inch
inHg inch head of mercury
inH_2O inch head of water
IPTS internationale praktische temperatuurschaal
IQ intelligentiequotient
IRV inspiratory reserve volume
IU International Unit
IUB International Union of Biochemistry
IUPAC International Union of Pure and and Applied Chemistry
IUPAP International Union of Pure and Applied Physics
j jaar, jour
$\underline{j}$ imaginaire eenheid ($\sqrt{-1}$)
J joule
$\underline{J}$ stroom(dichtheid) (in verschillende betekenissen), traagheidsmoment, areïeke geluidsenergiestroom, areïeke elektrische stroom, lichtsterkte
k (index) doorgang, kinetisch
k- kilo-
$\underline{k}$ intrinsieke doorlaatbaarheid, decrescentie, constante van Boltzmann, warmtegeleidingscoëfficiënt, verschillende constanten
$\underline{k}(\underline{\lambda})_B$ molaire spectrale absorptiecoëfficiënt
$\underline{k}_m$ areïeke massasnelheid
K kelvin
$\underline{K}$ compressiemodulus, warmtedoorgangscoëfficiënt, fotometrisch stralingsequivalent
$\underline{K}_B$ warmteoverdrachtscoëfficiënt
$\underline{K}_m$ maximaal fotometrisch stralingsequivalent
$\underline{K}_M$ constante van Michaelis
kat katal
kg kilogram, kilogramkracht
kgcal kilogramcalorie
kgf kilogramkracht
KIAS knot indicated air speed
kn knoop, knot
kp kilopond
kt karaat, kiloton(ne)
kX Siegbahn-eenheid, kilo-X-eenheid
l liter
$\underline{l}$ lengte, laagdikte, massieke enthalpie van fasenovergang
$\underline{l}_r$ relatieve lengte
L liter, rechte hoek, lambert
L (index) vloeibaar, vloeistof
$\underline{L}$ impulsmoment, lineïeke energie, inductantie, level (niveau in verschillende betekenissen)
$\underline{L}_{1,2}$ wederkerige inductantie
$\underline{L}_e$ radiantie
$\underline{L}_p$ doorlatendheid
$\underline{L}_v$ luminantie
La lambert
LAI leaf area index (oppervlakte)
LAR leaf area ratio (oppervlakteverhouding)
lat. latitude

LAU large animal units (aantal)
lb pound, pound-force
lb (operator) binaire logaritme
lbf pound-force
LC_{50} gemiddelde lethale concentratie
LD_{50} gemiddelde lethale dosis
l.e.t. linear energy transfer (lineïeke energie)
lg (operator) decimale logaritme
lim (operator) limit, limiet
liq. liquid
lj. lichtjaar
lm lumen
ln (operator) natuurlijke logaritme
log logaritme (onbepaald grondtal)
long. longitude
LW liveweight (massa)
lx lux
l.y. light-year
Ly langley
m meter, minuut, molal, mile, miljoen
m (index) mechanisch, maximaal, minimaal, gemiddeld, molair
m- milli-
$\underline{m}$ massa, lineïek moment, gemiddeld
$\underline{m}_B$ elektroforetische mobiliteit
$\tilde{\underline{m}}_B$ molaliteit
$\underline{m}_r$ massaverhouding, relatieve massa
M molair, molal
M (index) omzetbaar, mechanisch
M- mega-
$\underline{M}$ moment van kracht, magnetisatie, wederkerige inductantie, warmte-isolatiecoëfficiënt
$\underline{M}_b$ buigmoment
$\underline{M}_B$ molaire massa
$\underline{M}_e$ geëmitteerde areïeke stralingsstroom
$\underline{M}_r$ relatieve molecuulmassa
$\underline{M}_V$ specifieke lichtuitstraling
max. maximum, maximaal
m-c meter-candle
ME metabolizable energy (massieke energie)
mHg meter kwikkolom
min minuut
m.i.c. minimum inhibitory concentration
m.i.d. minimum inhibitory dose
mil mile, milli-inch
min minuut
min. minimum, minimaal
mksA meter-kilogram-seconde-ampère(-stelsel)
mkw meter kwikkolom
ml mile, milliliter
MLD minimum lethal dose, median lethal dose
m.m.f. magnetomotive force
mn minuut
mnd maand
mnh manuur
mol. molecuul, moleculair
m.p. melting point (temperatuur)
mpg miles per gallon
mph miles per hour, milliphot
mphps miles per hour per second
mQS meter Quecksilber
MR metabolic rate
mth month
MTS meter-ton-seconde(-stelsel)
mu micron, millimicron
mWK meter waterkolom
mWS meter Wassersäule
Mx maxwell
n (index) normaal, neutron

n- nano-
$\underline{n}$ volumiek aantal, rotatiefrequentie, laatste getal van een reeks, aantal waarnemingen, brekingsindex, haploïd aantal
$\underline{n}_B$ hoeveelheid stof
$\underline{n}_{r,B}$ relatieve hoeveelheid stof
$\underline{n}_{r,B/C}$ stofverhouding
N newton, normaal
N (index) netto
^{o}N normgraad
N_B aantal
NAR net assimilation rate
n.d. no data, no date, not detected, not detectable, not determined
NEFA non-esterified fatty acid, free fatty acid (massafractie)
NE netto-energie (massieke energie)
NFE nitrogen-free extract (massafractie)
NK_F net kilocalories for fattening
Nl Nederlands, normaal liter
NL Nederland
n.ml nautical mile
Nm^3 normaal kubieke meter
NNI Nederlands Normalisatie-Instituut
No numero (nummer)
Np neper
NPN non-protein nitrogen (massafractie)
nr nummer
n.s. niet significant
O (index) zuurstof (zie ook nul- en graadtekens)
obs. observed
o.d. outside diameter, optical density (negatieve logaritme van transmissiefactor), osmotische druk
Oe oersted
OM organic matter (massafractie)
omw. omwenteling
OP osmotic pressure, osmotische potentiaal
opt. optimum, optimaal, optisch
o.s. organische stof (massafractie)
osM, osmol osmolair
oz ounce
p point, per, proton, part(s), gramkracht
p (index) potentiëel
p (operator) logaritmische grootheid, negatieve logaritme
p- pico-
$\underline{p}$ impuls, hoeveelheid beweging, druk, dampspanning
P poise
P- peta-
$\underline{P}$ vermogen, waarschijnlijkheid, neerslag
$\underline{P}_a$ akoestisch vermogen
$\underline{P}_M$ arbeidstempo
$\underline{P}_q$ reactief vermogen
$\underline{P}_s$ schijnbaar vermogen
pa per annum
Pa pascal
pc parsec, picocurie, percent
p.c.v. packed cell volume (volumefractie cellen in bloed)
p.d. potential difference
pdl poundal
p.e. probable error
pF logaritme van dampspanning
PF point de fusion
pH waterstofionenexponent
pI isoëlektrisch punt (pH van geen netto-lading van een macromolecuul)
pk paardekracht, peck

Pl poiseuille
p.m. post meridiem (namiddag)
Po poise
ppb parts per billion
pphm parts per hundred million
ppm parts per million
PS Pferdestärke
psf pounds(-force) per square foot
psi pounds(-force) per square inch
psia pounds-force per square inch actual pressure
psig pounds-force per square inch gauge pressure (overdruk)
pt pint, point, part
pX ionenexponent
pz pièze
q quintal
q (index) reactief
$\underline{q}$ massieke energie, lineïeke kracht, massieke elektrische lading, areïeke stroom
$\underline{q}_A$ areïeke volumesnelheid
$\underline{q}_e$ areïek vermogen
$\underline{q}_h$ areïeke warmtestroom
$\underline{q}_m$ areïeke massastroom
$\underline{q}_m$ massieke elektrische lading
$\underline{q}_{n,B}$ areïeke stofstroom
$\underline{Q}$ elektrische lading, volumesnelheid, reactief vermogen
$\underline{Q}_\lambda$ spektrale stralingsenergie
$\underline{Q}_e$ stralingsenergie
$\underline{Q}_h$ warmte
$\underline{Q}_m$ massastroom
$\underline{Q}_v$ hoeveelheid licht
qt quart
r (index) relatief, verhouding
$\underline{r}$ straal, correlatiecoëfficiënt
R röntgen, Rankine
$\underline{R}$ elektrische weerstand, molaire gasconstante
^{o}R graad Rankine
$\underline{R}_f$ chromatografische index
rad radiation applied dose, radiaal
Rayl rayleigh
r.b.e. relative biological effectiveness
r.d. relatieve dichtheid (volumieke massa)
rd radiation applied dose
$\underline{Re}$ parameter van Reynolds
rel. relatief
rem radiation equivalent man, remainder
rev. revolutions
Reyn reynolds
RGR relative growth rate
r.h. relative humidity
Rm Raummeter
r.m.s. root mean square
rpm revolutions per minute
rps revolutions per second
RQ respiratiequotient (volume- of stofverhouding)
r.t. reaction time (van zenuwen)
RV rest volume, residual volume, relatieve vochtigheid
Ry rydberg
s seconde
s (index) schijnbaar, specifiek, vaste toestand
$\underline{s}$ afstand, weglengte, massieke entropie, helling, standaardafwijking
S siemens, Svedberg-eenheid, stokes
S (index) bloedserum, bodem
$\underline{S}$ oppervlakte, statisch moment, lineïeke energie, entropie

$\underline{S}_B$ oplosbaarheid
$\underline{S}_{m,B}$ molaire entropie
SAR sodium absorption ratio (stofverhouding)
sat. saturated, saturation
sb stilb
s.d. standard deviation (standaardafwijking)
SE starch equivalent, standard error
s.e., s.e.m. standard error (of the mean
sec seconde
s.g. specific gravity (volumieke massa)
sh. short
s.h.p. shaft horsepower
SI Internationaal Stelsel van Eenheden
sn sthène
SNF solids not fat (massafractie of massaconcentratie in melk)
sol., soln soluble, solution
sp spat(ium)
sp. specific
sq. square(d)
sr steradiaal
SSP soluble sodium percentage (massafractie in bodem)
st stère, stilb, stone
St stokes
SU starch unit
Sv sievert, Svedberg-eenheid
t ton(ne), tonkracht, ton(ne) verschillende energieëquivalenten, turn
t (index) transition (omzetting, overgang)
$\underline{t}$ tijd, Celsiustemperatuur, Student's $\underline{t}$ (statistiek)
T tesla, Tag
T (index) droge stof
T- tera-
$\underline{T}$ entitieke tijd, moment van koppel, thermodynamische temperatuur
$\underline{T}_{\frac{1}{2}}$ halveringstijd
$\underline{T}_{68}$ temperatuur op basis van IPTS-1968
$\underline{T}_l$ lineïeke massa
TDN total digestible nutrients (massafractie in een voedingsstof)
temp. temperatuur
TEP tonne d'équivalents pétroles
tf tonkracht
th thermie
thm therm
TLC total lung capacity (volume), thin-layer chromatography
tn long ton, ton-force, ton of refrigeration
tnf ton-force
TNT trinitrotolueen
tpm toeren per minuut
TpM Teile pro Million
tps toeren per seconde
tr toer
TS total solids (massaconcentratie of massafractie in melk)
TSS total soluble salts (massafractie of stofgehalte in bodem)
u eenheid (arbitrair of in het algemeen), micron, atomaire massa-eenheid
u (index) undissociated
$\underline{u}$ massieke inwendige energie
$(\underline{u},\underline{v},\underline{w})$ snelheidsvector
$\underline{u}_B$ elektrische mobiliteit

U enzyme unit
U (index) urine
$\underline{U}$ inwendige energie, elektrische spanning
$\underline{U}_{m,B}$ molaire inwendige energie
U.A. unité astronomique
uncorr. uncorrected
US Verenigde Staten van Amerika
U.X. unité X
v (index) licht, zichtbaar, veneus
$\underline{v}$ areïek volume, massiek volume, snelheid, reactiesnelheid
$(\underline{u},\underline{v},\underline{w})$ snelheidsvector
$\underline{v}_B$ volumegehalte
V volt
$\underline{V}$ volume, elektrische potentiaal, ooggevoeligheidsfactor
$\underline{V}_r$ relatief volume
vac. vacuüm
var volt ampère reactief
v.d. vapour density (volumieke massa)
vel. velocity
VEM voedereenheid voor melkvee
VEVl voedereenheid voor vleesvee
VFA volatile fatty acids (gehalte of concentratie)
vol. volume
v.p. vapour pressure (dampspanning)
v.r.e verteerbaar ruw eiwit (massafractie)
w winding
w (index) water(damp), weight
$\underline{w}$ lineïeke belasting
$(\underline{u},\underline{v},\underline{w})$ snelheidsvector
$\underline{w}_B$ massafractie
$\underline{w}_e$ volumieke stralingsenergie
$\underline{w}_V$ verplaatsing
W watt
$\underline{W}$ weerstandsmoment, gewicht, arbeid
Wb weber
WHO World Health Organization
wk week
wt weight
$\underline{x}$ vochtgehalte
$(\underline{x},\underline{y},\underline{z})$ lineäire coördinaten
$\underline{x}_B$ stoffractie
X X-eenheid
$\underline{X}$ exposie, reactantie
XE X-eenheid
XU X unit
$(\underline{x},\underline{y},\underline{z})$ lineäire coördinaten
$\underline{Y}$ admittantie
yd yard
yr year
$\underline{z}$ Zentner
$\underline{z}$ ruwheid, ladingsgetal
$(\underline{x},\underline{y},\underline{z})$ lineäire coördinaten
$\underline{z}_E$ katalytische activiteit
Z impedantie
$\underline{Z}_m$ mechanische impedantie
$\underline{Z}_s$ specifieke akoestische impedantie
z.w. zetmeelwaarde (gehalte aan netto-energie)

Literatuur

OFFICIËLE TEKST VAN HET SI

BIPM, 1977. Le Système International d'Unités (SI). 3ème éd., Offilib, Paris.

BESLUITEN VAN DE CGPM

Deze worden gepubliceerd in het tijdschrift Metrologia (Springer International, Heidelberg - Berlin - New York) in de rubriek News from the BIPM.

WETTELIJKE BEPALINGEN
IJkwet 1937, Stb. 627, wijziging 1968, Stb. 316.
- Uitvoeringsbesluiten 1968, Stb. 673, 674; 1974 Stb. 108.
- Richtlijn van de Raad van 18 oktober 1971 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der Lid-Staten op het gebied van de meeteenheden (71/354/EEG). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen nr. L243, 1971, p. 29-37.
- Richtlijn van de Raad van 27 juli 1976 tot wijziging van Richtlijn 71/354/EEG inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der Lid-Staten op het gebied van de meeteenheden (76/770/EEG). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen nr. L262, 1976, p. 204-216.

INTERNATIONALE NORMEN

ISO 31/0, 1974	General principles concerning quantities, units and symbols.
ISO 31/I, 1978	Quantities and units of space and time.
ISO 31/II, 1978	Quantities and units of periodic and related phenomena.
ISO 31/III, 1978	Quantities and units of mechanics.
ISO 31/IV, 1978	Quantities and units of heat.
ISO 31/V, 1979	Quantities and units of electricity and magnetism.
ISO 31/VI, 1973	Quantities and units of light and related electromagnetic radiations.
ISO 31/VII, 1978	Quantities and units of acoustics.
ISO 31/VIII, 1973	Quantities and units of physical chemistry and molecular physics.
ISO 31/IX, 1973	Quantities and units of atomic and nuclear physics.
ISO 31/X, 1973	Quantities and units of nuclear reactions and ionizing radiations.
ISO 31/XI, 1978	Mathematical signs and symbols for use in physical sciences and technology.
ISO 31/XII, 1975	Dimensionless parameters.
ISO 31/XIII, 1975	Quantities and units of solid state physics.
ISO - R - 786, 1968	Units and symbols for refrigeration.
ISO - 1000, 1973	SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units.
ISO - 2955, 1974	Information processing. Representations of SI and other units for use in systems with limited character sets.

CIE, 1970 — Vocabulaire international de l'éclairage. 3e édition, commune à la CIE et à la CEI, publication CIE no. 17 (E-1-1), Bureau central de la CIE - Paris.

IEC, 1971 — Letter symbols to be used in electrical technology, IEC publication no. 27.

International Society of Soil Science, 1975; 1976 — Final report Second Committee on Terminology in Soil Physics (ISSS 1973-1975). ISSS Bulletin No 48, p.16-22; ISSS Bulletin No 49, p.26-36, Rome

IUPAC, 1979 — Manual of symbols and terminology for physico-chemical quantities and units. Pergamon, Oxford.

IUPAP, 1978 — Symbols, units and nomenclature Document I.U.P. (S.U.N. 77-1). Physica. A. Theoretical & statistical physics (Amsterdam) 1978: 1-60.

Baron, D.N., 1977 — Units, symbols and abbreviations: a guide for biological and medical editors and authors. The Royal Society of Medicine, London.

OIML, 1976 — Unités de mesure légale. Organisation Internationale de Métrologie Légale, Paris.

NEDERLANDSE NORMEN

NEN 999, 1977 — Het Internationale Stelsel van Eenheden (SI). Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (Z-H).

NEN 1000, 1977 — Regels voor het hanteren van het Internationale Stelsel van Eenheden (SI). Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (Z-H).

NEN 2955, 1976 — Gegevensverwerking. Aanduiding van SI en andere eeneenheden voor toepassing in apparatuur met een beperkt aantal tekens. Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (Z-H).

NEN 3049, 1978 — Herleiding van eenheden tot SI-eenheden. Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (Z-H).

NEN 3069, 1957 — Grootheden, eenheden en getallen. Schrijf- en zetwijzen. Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (Z-H).

Ministerie van Landbouw en Visserij, 1976 — Een nieuw netto-energiesysteem voor herkauwers. Voorlichtingsbrief van 1 december.

Dienst van het IJkwezen, Den Haag, 1976 — Meeteenheden.

BOEKEN

Bosschaert, J., 1976 — Grootheid = getal x eenheid. pt Monografie, Stam, Den Haag.

Bijker, H.J., J.J.W. Heese & B.J.H. van Rooij, 1978 — SI-eenheid voor eenheid. Staatsuitgeverij, Den Haag

Frost, H., 1977 — Die neuen Einheiten. 2. Aufl., Elitura, Berlin.

Kohlrausch, F., 1968 — Praktische Physik. 22e Aufl. B.G. Teubner, Stuttgart.

Male, J. van, 1978 — SI-vademecum: praktische handleiding voor het gebruik van moderne eenheden. Elsevier, Amsterdam.

Teleac, 1975 — Eenheid in eenheden. Cursusboek TV cursus. Teleac, Utrecht.

Thierry, J., 1971 — Grootheden en SI-eenheden. Nederlands Normalisatie Instituut, Rijswijk (Z-H).

WHO, 1977 — The SI for the health professions. World Health Organization, Geneva.

ARTIKELEN

Aarde, C.J. van & A.T. Hens, 1977 — De toepassing van SI-eenheden in de praktijk. Normalisatie, november/december 54(11/12): 187-194.

Benedictus, N., 1977 — Een nieuw netto-energiesysteem voor herkauwers. Bedrijfsontwikkeling 8(1): 29-40.

Benedictus, N. & S. de Jong, 1977 — Praktische consequenties van de overgang van het zetmeetwaardesysteem naar het nieuwe netto-energiesysteem voor herkauwers. Bedrijfsontwikkeling 8(2): 119-122.

Bickel, H. & J. Landis, 1978 — Feed evaluation for ruminants. 3. Proposed application of the new system of energy evaluation in Switzerland. Livestock Production Science 5: 367-372. (In tegenstelling tot de Nederlandse toepassing wordt energie in megajoule uitgedrukt.)

Birkinshaw, R.J., 1973 — SI - quo vadis? Applied Optics 12: 2226-2229.

Nature, 1967 — The change to metric units. Nature 216: 1272-1294.

Es, A.J.H. van, 1978 — Feed evaluation for ruminants. 1. The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands. Livestock Production Science 5: 331-345.

Es, A.J.H. van, M. Vermorel & H. Bickel, 1978 — Feed evaluation for ruminants. New energy systems in the Netherlands, France and Switzerland. General introduction. Livestock Production Science 5: 327-330.

Rose, D.A., 1979 — Soil water: quantities, units and symbols. Journal of Soil Science 30:1-15

Spaink, G.N. & A.P.H. Saedt, 1978 — Weg met de pk! leve de VEM? Landbouwkundig Tijdschrift/pt 90(1): 31-32.

NATUURCONSTANTEN

ICSU - CODATA — CODATA Bulletin, no. 11, december 1973.

Register

Voor grootheidsoorten en eenheden verwijst het register naar de artikelnummers van tabel 14. Daarin wordt eventueel verder verwezen naar plaatsen in de tekst en in andere tabellen. Systematische namen van grootheden (hoofdstukken 8 en 12) zijn niet volledig opgenomen; ze zijn met de indeling van tabel 14 volgens dimensie vindbaar. Ook hogere of negatieve machten van eenheden en samengestelde namen van eenheden zijn door hun dimensie op te sporen. Decimale veelvouden (hoofdstuk 5) van eenheden zijn ook niet opgenomen. Verwijzingen naar termen die uitsluitend in een opmerking in tabel 14 voorkomen, zijn aangegeven met de letter n achter het artikelnummer (bijvoorbeeld 62Bn).

Voor andere begrippen verwijst het register naar een paginanummer, voorafgegaan door de letter p (bijvoorbeeld p43).

aanlooptijd 13
aantal. Zie ook getal, telling; voor verschillende soorten telbare bestanddelen zie deeltjes
-aantalsnelheid 14A
-aantalconcentratie 6
-areïek aantal 4A
-lineïek aantal 2
-volumiek aantal 6
aanvullende eenheid p6-7
abampère 39
absolute activiteit p41
absolute vochtigheid 11
absorptiecoëfficiënt 2, 66. Zie ook attenuantie
absorptiefactor 79
acre 3A, p43
actieve stofconcentratie 67
activiteit
-absolute activiteit p41
-katalytische activiteit 69A
-radioactiviteit 14C
ademhaling
-ademhalingsquotiënt 80
-ademhalingssnelheid 19
admittantie 48
affiniteit 71
afgeleide eenheid p9-13
afgifte. Zie stroom, snelheid
afkortingen p95-106
afschuivingsmodulus 32
afstand 1A
afvoer. Zie ook stroom, hoeveelheid
-afvoersnelheid 16B
-afvoerweerstand 25B
akoestisch. Zie geluid
alcoömetrie. Zie ook concentratie
-degré alcoométrique 77
Altgrad 74
ampère 39, p6, p7
angle. Zie hoek
Angelsaksische eenheid p43
Ångström 1A
année 13
apostilb 63C
arbeid 33
-arbeidsbehoefte 13
-arbeidsprestatie 18
-arbeidstempo 36
are 3A
areïek p25, p42
as
-asbelasting, asdruk, aslast 7, 31, p32
astronomische eenheid 1A, p43
atmosfeer 32, p93
atoom, atomair
-atoomgewicht 7
-atomaire massaeenheid 7, p92
-atomaire verzwakkingscoëfficiënt 3A
-relatieve atoommassa 7
attenuantie 2, 3A, 66
atto- p14
augustijn 1A
balans p32
bar 32, p43, p45

barn 3A
barrel 5
barye 32
basisgrootheid p3
Baumé, graad 11
behoefte. Zie ook hoeveelheid, snelheid
-arbeidsbehoefte 13
-machinebehoefte 13
bel p40
belading. Zie ook belasting
-beladingsgraad 11
belasting 7, 8, 10, 31, 32
belichtingsdosis 61
bemesting 10, 70
becquerel 14C
besproeiing 1B
bestanddeel p42. De meeste bestanddelen zijn uit te drukken als (massa- of volume-)concentratie, fractie of gehalte; chemische bestanddelen als stofconcentratie of stofgehalte; voor voorbeelden zie bestrijdingsmiddel, chemicaliën, damp, droge stof, eiwit, element, jodium, referentiestof, stikstof, titreerbaar zuur, vocht, water, waterstof, zetmeel, zuur, zuurstof. Voor telbare bestanddelen zie deeltjes
bestralingsdosis 30A
bestralingssterkte 35A, p45
bestrijdingsmiddelen 10, 65
bevolking 4A
bevordering
-stand van bevordering van een reactie 64
beweging 22
bezetting 4A
biochemisch zuurstofverbruik 11, 78
biot 39
bloedceltelling 6
bloembol. Zie ook gewas, plant
-hardheid bloembollen 30B
boloppervlaktefractie 75
boog 1A
-cirkelboogfractie 74
-boogminuut 74
-boogseconde 74
boter. Zie ook vet
-stevigheid van boter 32
brake horsepower 36
brandstofverbruik 3B, 4B, 28
breedte 1A
brekingsindex p38
British thermal unit 33A
Brix, graad 68
bronspanning 46
buigmoment 33B
Bureau International des Poids et Mesures p1, p7
bunder 3A
bushel 5
calorie 33A, p44
candela 62B
candle 63B
capaciteit. Zie ook volume
-elektrische capaciteit 51
-warmtecapaciteit 57
-soortelijke warmtecapaciteit 56
carat 7, 78
celtelling 6
Celsiustemperatuur 52B
cental 7
centi- p14
centigrade 74
-centigrade heat unit 33A
-degree centigrade 52B
centipoise 23, p45
centner 7n
cetnar 7n
chain 1A
champignons, opbrengst 4A
chemicaliën, dosering 65
chemische potentiaal 71
chemisch zuurstofverbruik 11, 78
cheval-vapeur 36
chromatografische index 76
cicero 1A
cirkel 74. Zie ook boog, omtrek, straal
-cirkelboogfractie 74
clearance 19
clo 55
coëfficiënt
-coëfficiënt van inwendige wrijving 23
-diffusiecoëfficiënt 18
-doorgangscoëfficiënt 18
-Peltiercoëfficiënt 46
-stofdoorgangscoëfficiënt 18
-warmteconvectiecoëfficiënt 59
-warmtedoorgangscoëfficiënt 59
-warmtegeleidingscoëfficiënt 58
-warmteoverdrachtscoëfficiënt 59
coherentie p4
Comité International des Poids et Mesures p1
component. Zie bestanddeel
compressiemodulus 32
computers p24
concentratie 6, 11, 65, 67
conductantie 48

conductiviteit. Zie ook geleiding(scoëfficiënt)
-elektrische conductiviteit 50
Conférence Générale des Poids et Mesures p1, p7, p13
constante
-constante van Avogadro p92
-constante van Boltzmann 57, p92
-constante van Faraday p92
-constante van Planck 24, p92
-constante van Stefan-Boltzmann p92
-gasconstante, molaire 73, p92
-gasconstante, soortelijke 56
-natuurconstanten p92
-stralingsconstanten p92
-tijdconstante 13
-vervalconstante 14A
-zonneconstante p93
contrast p30
coördinaten 1A
coulomb 37
count 14A. Zie ook telling
crescentie 14A
cubic p9. Zie ook volume
curie 14C
cycle 14B
dag 13, p43
dalton 7
damp
-dampspanning 32
-waterdampconcentratie 11
-weerstand tegen diffusie van waterdamp 15
darcy 3A
day 13
debiet 19. Zie ook snelheid, stroom
-massadebiet 20
deca- p14
deci- p14
decimaal
-decimale graad 74
-decimaal teken p24
-decimaal veelvoud p14, p43-44
decrescentie 14A
deelteken p22
deeltjes en analoge telbare bestanddelen. Uit te drukken als aantal en afgeleiden daarvan, voor chemische deeltjes als hoeveelheid stof en afgeleiden daarvan. Voor voorbeelden zie atoom, cel, desintegratie, elektron, foton, grootvee, ion, kation, kiem, machine, man, molecuul, neutron, plant, proton, quantum, vee, voertuig, werktuig, zaad
-deeltjesconcentratie 6
-deeltjesdichtheid 6
-deeltjesstroom 14A
degré, degree. Zie ook graad
-degré alcoömetrique 77
-degree Dormic 67
-degree Fahrenheit 52B
-degré Gay-Lussac 77
-degree of hardness 67
delen per miljoen 11, 77, 78, 80
denier 8
desintegraties. Zie ook aantal
-desintegraties per minuut of seconde 14C
dichtheid 11. Zie ook areïek, attenuantie, lineïek, volumiek, spektraal
-bevolkingsdichtheid 4A
-deeltjesdichtheid 6
-plantendichtheid 4A
-relatieve dichtheid 11
-zaaidichtheid 4A
diffusie
-diffusiecoëfficiënt 18
-weerstand tegen diffusie 15
dikte 1A
dimensie p4, p33-34
dimensieloze grootheid 74-80, p4, p20, p35-41
dioptrie 2
directangle 75
doorgang. Zie ook stroom
-doorgangsweerstand 17
-stofdoorgangscoëfficiënt 18
-warmtedoorgangscoëfficiënt 59
doorlaatbaarheid, intrinsieke 3A
doorlatendheid 21
doorsnee 3A
Doppelzentner 7
Dormic, graad 67
dosering chemicaliën 65
dosis 5, 7, 10. Zie ook hoeveelheid, gift
-belichtingsdosis 61
-bemestingsdosis 10
-besproeiingsdosis 1B
-bestralingsdosis 30A
-bestrijdingsmiddelendosis 10, 65
-dosistempo 34
-geabsorbeerde dosis 29
-gemiddelde effectieve dosis 7
-gemiddelde lethale dosis 7
-irrigatiedosis 1B
douze 1A
draagvermogen 32

draaistoot 24
droge stof. Zie ook bestanddeel
-verteerbaarheid droge stof 78
droogsnelheid 54
droite 74
druk 32, p45
drukhoogte p27
dry barrel 5
duim 1A. Zie ook inch
Duits, graad 67
duur 13
dynamische viscositeit 23, p45
dynamometer p32
dyne 31
eenheid p3. Zie ook stelsel
-aanvullende eenheid p6
-afgeleide eenheid p9-13
-Angelsaksische eenheid p43
-CGS-eenheid p38, p43
-grondeenheid p4
-technische eenheid p43
einstein 64, 71
eiwit. Zie ook concentratie, gehalte
-verhouding eiwit--energie 28
elasticiteit. Zie ook rek, veerstijfte
-elasticiteitsmodulus 32
elektriciteit, hoeveelheid 37
elektrische grootheden 37-50, 72
elektrisch vermogen 36
elektroforetische mobiliteit 44
elektromotorische kracht 46
elektron. Zie deeltjes, elementaire lading
-rustmassa van het elektron p92
elektronische balans p32
elektronvolt 33A
element. Zie ook atoom
-elementaire lading 37, p92
emissiefactor 79
emittantie 35A, 63A
energie 33A
-grootheden afgeleid van energie 28-36, 46, 55-59, 71-73, 79
-energiestroom en afgeleiden 34-36, 55, 58-59
-stralingsenergie en afgeleiden. Zie straling
enthalpie 33A
-gehalte aan verteerbare enthalpie 29
-massieke enthalpie 29
-molaire enthalpie 71
-quotiënt massa--verbrandingsenthalpie 28
-vrije enthalpie 33A
entitiek p42
entropie 57
-massieke entropie 56
-molaire entropie 73
enzymactiviteit, enzyme unit 69B
equivalent
-equivalente geabsorbeerde dosis 29
-fotochemisch equivalent 64
-fotometrisch stralingsequivalent 62Bn
-grootveeëquivalent 4A
-radiation equivalent man 29
erg 33
evaporatie. Zie verdamping
evapotranspiratie 16B
exa- p14
exitantie 35A, 63A
exposie 38
factor. Zie ook dimensieloze grootheid
-absorptiefactor 79
-emissiefactor 79
-ooggevoeligheidsfactor 62Bn, p91
-reflectiefactor 79
-transmissiefactor 79
-verliesfactor p41
Fahrenheit, degree 52B
faraday 37, 64
fathom 1A
feed unit 33A. Zie ook voedereenheid
feet. Zie foot
femto- p14
fermi 1A
Festmeter 5
fijnheid 8. Zie ook lineiek aantal
flux. Zie ook stroom
-elektrische flux 37
-magnetische flux 43
foot 1A
foot-board measure 5
foot-candle 63B
foot head of mercury 32
foot head of water 32
foot-Lambert 63C
fotochemische equivalent 64, 71
fotometrisch stralingsequivalent 62Bn
fotonen p29. Zie ook deeltjes
-fotonenstroom 14A, 70
fotopisch 62Bn
fotosynthese p28. Zie massasnelheid, stofsnelheid, volumesnelheid
-snelheid fotosynthese 25A
fractie p35-36
-boloppervlaktefractie 75
-cirkelboogfractie 74

-massafractie 78
-massafractiesnelheid 14A
-omwentelingsfractie 74
-stoffractie 80
-stralingsfractie 79
-volumefractie 77
frequentie 14B, p8
-rotatiefrequentie 14A
frigorie 33A
fugaciteit 32
furlong 1A
fysische transportverschijnselen p38
gaarbak 5
gal 27
gallon 5
gamma 7, 42, p30
gas. Zie ook damp, lucht
-gasdoorlatendheid 21
-molaire gasconstante 73, p16
-molair volume p16
-soortelijke gasconstante 56
gauss 42
Gay-Lussac, degré 77
gehalte 11, 12, 29, 78. Zie ook bestanddeel
geleiding
-elektrische geleiding 48
-lineïeke elektrische geleiding 72
-soortelijke geleiding 50, p45
-warmtegeleidingscoëfficiënt 58
geluid
-areïeke geluidsenergiestroom 35A
-geluidsenergiestroom 36
-geluidsgolvenweerstand 35B
-geluidsterkte 35A
getal p21-22, p35. Zie ook aantal
-getalwaarde p3, p35, p39
-golfgetal 2
-jodiumgetal 68
-kiemgetal 6
gevoeligheid
-ooggevoeligheidsfactor 62Bn, p91
gewasopbrengst 25A
gewicht 7, 31, p31
-atoomgewicht 7
-gewichtstoename 7, 20
-molecuulgewicht 7
-soortelijk gewicht 11
-stortgewicht 11
gift. Zie ook dosering, dosis
-bemestingsgift 70
giga- p14
gilbert 39
Giorgistelsel p2
golfgetal 2
golflengte 1A, p6-8
gon 74
graad 52, 74. Zie ook degree
-beladingsgraad 11
-decimale graad 74
-graad Baumé 11
-graad Brix 78
-graad Celsius 52B
-graad Fahrenheit 52B
-graad Rankine 52A
-hardheidsgraad 67
-hoekgraad 74
-vierkante graad 75
-zuurtegraad 67
Grad. Zie graad
grade 74
gradiënt. Zie ook lineïek
-potentiaalgradiënt 45
-temperatuurgradiënt 53
grain 7
gram 7
-gramatoom 64
-gram-equivalent 64
-gram-ion 64
-grammolecuul 64
gray 29
groei 5, 7, 20. Zie ook hoeveelheid, snelheid
-groeisnelheid 16A, 20
-relatieve groeisnelheid 14A
grondeenheid p4
grootheid p3
-afgeleide grootheid p3
-basisgrootheid p3
-grootheidsoort p3
grootveeëquivalent 4A
halveringstijd 13
hardheid
-hardheid van bloembollen 30B
-hardheid van water 67
hardness. Zie hardheid
heaped bushel 5
hectare 3A, p43
hecto- p14
helderheid 63C
helling 74
henry 47
hertz 14B
heure 13
hoek 74, 75
-verlieshoek p41
hoeveelheid. Zie ook aantal, afvoer, arbeid, behoefte, bemesting, besproeiing, dosis, energie, groei, massa, opbrengst, volume
-hoeveelheid beweging 22

-hoeveelheid elektriciteit 37
-hoeveelheid enzym 69B
-hoeveelheid licht 60
-hoeveelheid neerslag 1B
-hoeveelheid stof 64
hoogte 1A
horsepower 36
hour 13
hundredweight 7
hydrogen. Zie waterstof
impedantie 49
-mechanische impedantie 20
-specifieke akoestische impedantie 25B
impuls 9, 22
-impulsmoment 24
-impulsmomentstroom 33B
-impulsstroom 31
inch 1A
inch head of mercury 32
inch head of water 32
index, chromatografische 76
inductantie 47
inductie, magnetische 42
inhoud 5
intensiteit. Zie sterkte
International Commission on Radiological Protection p11
International Council of Scientific Unions p92
internationale eenheid p19
International Federation of Clinical Chemistry p11
Internationale Praktische Temperatuurschaal 52An
International Organization for Standardization p7, p20, p24, p36, p38, p44
International Union of Biochemistry p11
International Union of Pure and Applied Chemistry p11, p44
International Union of Pure and Applied Physics p44
International Unit p19
intrinsieke doorlaatbaarheid 3A
inwendige energie. Zie energie
invallende areïeke lichtstroom 63B
iodine number 68
ion. Zie ook deeltjes
-ionenexponent p39
-ionenmobiliteit 44
-ionensterkte 67, 68
-ionuitwisselingsvermogen 64, 68
irradiance p45
irrigatiedosis 1B
isolatie
-warmteisolatiecoëfficiënt 55
jaar 13, p43, p44
jodium. Zie ook bestanddeel
-jodiumgetal 68
joule 33A
jour 13
kantar 7n
karaat 7, 78
katal 69B
katalytische activiteit 69B
kation. Zie ook deeltjes
-kationuitwisselingsvermogen 64
kayser 2
kelvin 52A, p6
kettinglengte 1A
kiemgetal 6
kilo- p14
kilogram 7, p6
kilogramkracht 31
kilogramcalorie 33A
kilopond 31
kinematische viscositeit 18
klaring 19
knoop, knot 16A
kookpunt 52A
kracht 31, p31
-paardekracht 36
-elektromotorische kracht 46
kubiek p9
kunstmest. Zie ook bemesting
-dosering kunstmest 65
kwadraat p9
kwintaal 7
laagdikte 1A
lading 31
-elektrische lading 37
-elementaire lading 37, p92
-massieke elektrische lading 38
lambda 5
lambert 63C
langley 30A, p45
large animal unit 4A
last 7, p32
lengte 1A
-lengtesnelheid 16A
-relatieve lengte 76
-volumieke lengte 4B
lethale dosis 7
letterkeuze voor symbolen p24, p94
levensduur 13
licht 60-63. Zie ook straling
lichtjaar 1A, p43
lichtsnelheid in vacuüm 16A, p8, p92
light. Zie licht
light-year 1A
line 43
lineaire coördinaten 1A

lineaire elasticiteitsmodulus 32
lineïek p25, p42
liquid barrel 5
liquid gallon 5
liquid pint 5
liter 5
logarithmische grootheden p39-40
long ton 7
lucht. Zie ook gas
-luchtverplaatsing 19
-vochtgehalte van de lucht 78
luidheid p40
lumen 62A
luminantie 63C
lux 63B
maand 13
machine. Zie ook voertuig, werktuig
-machinebehoefte 13
magnetisatie 40
magnetische grootheden 40, 42, 43, 47
mand 5
man. Zie ook bevolking
-mandag, manuur 13, 17
massa 7
-areïeke massa 10
-areïeke massasnelheid 25
-lineïeke massa 8
-massaconcentratie 11
-massaconcentratiesnelheid 26
-massafractie 78
-massafractiesnelheid 14A
-massarendement 78
-massasnelheid 20
-massaverhouding 78
-relatieve massa 78
-rustmassa p92
-volumieke massa 11
massiek p25, p42
materiële standaard p6
maximaal fotometrisch stralings-equivalent 62Bn
maxwell 43
mazen 2
measure. Zie maat
mechanisch vermogen 36
mega- p14
meting. Zie grootheid
meetring p32
melk. Zie ook concentratie, gehalte, wrongel
-hoeveelheid melk p30
-melkopbrengst 19, 20
melkvee. Zie ook vee
-voedereenheid voor melkvee 29, 33A, p33-34
mesh 2
met 35A
metabolisch energieverbruik 34
meter, metre 1, p6-8
-metre-candle 63B
-meter kwikkolom 32
-meter waterkolom 32
metriekkaraat 7
mho 48
micro- p14
micron 1A
mil 1A
mile 1A
milli- p16
millième 74
minute 13, 74
minuut 13, p43
-boogminuut 74
mksA-stelsel p2
mobiliteit, elektroforetische 44
modulus
-afschuivingsmodulus 32
-compressiemodulus 32
-elasticiteitsmodulus 32
mois 13
mol, mole 64, p6
-molfractie 80
molaire 66, 67, 71-73, 80
molal, molaliteit 68
molariteit 67
molecuul. Zie ook deeltjes
-molecuulgewicht 7
-relatieve molecuulmassa 7
moment
-buigmoment 33B
-moment van koppel 33B
-moment van kracht 33B
-statisch moment 5
-traagheidsmoment 9
-weerstandsmoment 5
momentum 22
Monat 13
month 13
mosselton 7
mud 5
nano- p14
natuurconstante p4, p6, p38, p92
nautical mile 1A
neerslag 1B, 16B
neper p40
netto-energie 33A
net kilocalories for fattening 33A
Neugrad 74
neutron. Zie ook deeltjes
-rustmassa van het neutron p92
newton 31
niveauverschil p40
noeud 16A
normaal, normaliteit 67. Zie ook standaard

-graad normaal 67
-normale atmosfeer 32, p93
-normaal kubieke meter 5
-normaal liter 5
-normale versnelling van de vrije val p93
normgraad 67
number. Zie aantal, getal
oat feed unit 33A
oktaaf p36
oersted 40
ohm 49
olie, vat 5
omrekenfactor p42-45
omstroming, lineïeke 40
omtrek 1A
omwenteling 14A, 74
-omwentelingsfractie 74
omzetting. Zie ook reactie
-omzetbare energie 33A
ongeveer, teken p23
ons 7
ooggevoeligheidsfactor 62Bn, p91
opbrengst 4A, 5, 7, 10, 19, 20, 25A, 69A
oplosbaarheid 11, 67
opname 5, 7, 20
oppervlakte 3A
-molaire oppervlakte 66
-molaire oppervlaktestralings-attenuantie 66
-oppervlaktesnelheid 18
-oppervlaktespanning 30B
optische sterkte 2
osmolair, osmolariteit 67
osmotisch equivalent 67
ounce 7
overdracht. Zie ook stroom
-warmteoverdrachtscoëfficiënt 18, 59
oxygen. Zie zuurstof
paard. Zie grootvee
paardekracht 36
parameter, dimensieloze p20, p38
-parameter van Reynolds p38
parsec 1A
parts per billion 11, 77, 78, 80
parts per million 11, 77, 78, 80
pascal 32, p45
pekelsterkte 11
Peltiercoëfficiënt 46
per p22. Zie ook pro
-per cent 11, 12, 74, 77, 78, 79, 80
periode 13
permeabiliteit p92. Zie ook doorlaatbaarheid
-relatieve permeabiliteit p38
permeantie 47
permittiviteit p92
-relatieve permittiviteit p38
per mille 78
peta- p14
Pferdestärke 36
phon p40
phot 63B
pica 1A
pico- p14
piëze 32
pikoel, pikol 7n
pint 5
Planckconstante 24
plantebestraling p45
plantendichtheid 4A
point 1A
poise 23, p45
poiseuille 23
polarisatie, magnetische 42
poncelet 36
pond 7
-kilopond 31
potentiaal
-chemisch potentiaal 71
-elektrische potentiaal 46
-lineïeke elektrische potentiaal 45
-redoxpotentiaal 46
-waterpotentiaal 32
pouce 1A
pound 7
poundal 31
pound-force 31
prestatie 20
pro. Zie ook per
promille 78
produktie. Zie ook snelheid
-produktiesnelheid 20
-produktie van open wateren 26
proton. Zie ook deeltjes
-rustmassa van het proton p92
punt 1A
-decimaal punt p21
-vermenigvuldigingspunt p22
quantum p28. Zie ook deeltjes
-quantumflux 70
quart 5
quintal 7
quotiënt
-ademhalingsquotiënt 79
-quotiënt lading-massa 38
-quotiënt massa-energie 28
radiaal, radian, Radiant 74

radiantie 25B
radiation. Zie ook straling
-radiation applied dose 29
-radiation equivalent man 29
radioactiviteit 14C
Rankine, graad 52B
rate. Zie snelheid
Raummeter 5
rayleigh 25B
reactantie 49
reactie
-affiniteit van een reactie 71
-reactiesnelheid 69A
-reactiestand 64
rechte hoek 74
redoxpotentiaal 46
referentiestof p19. Zie ook bestanddeel, materiële standaard
reflectiefactor 79
refrigeration ton 36
refrigeration ton-day 33A
registerton 5
rek 76
relatieve grootheden 73-79, p36-38
-relatieve atoommassa 7
-relatieve dichtheid 11
-relatieve groeisnelheid 14A
-relatieve hoeveelheid stof 80
-relatieve lengte 76
-relatieve massa 78
-relatieve molecuulmassa 7
-relatieve permeabiliteit p38
-relatieve permittiviteit p38
-relatieve rek 76
-relatief volume 77
relaxietijd 13
rendement 78
repetentie 2
respiratiequotiënt 80
revolutions 14A, 74
Reynolds 23
-parameter van Reynolds p38
right angle 74
Rijnlandse roede 1A
röntgen 38
rotatiefrequentie 14
rotation 74
ruimte 75
ruimtehoek 75
rustmassa p92
ruwheid 1
samengestelde eenheid p11
scalaire grootheid p5, p21
Scandinavische voedereenheid 33A
schuifspanning 32
score 7
scotopisch 62Bn
seconde 13, p6
-boogseconde 74
semaine 13
short hundredweight 7
short ton 7
siemens 48
sievert 29
sign 74. Zie ook teken
slug 7
smeltpunt 52A
snelheid 16A. Zie ook stroom, tempo
-aantalsnelheid 14A
-ademhalingssnelheid 19
-afvoersnelheid 16B
-areïeke volumesnelheid 16B
-droogsnelheid 54
-groeisnelheid 20
-lengtesnelheid 16A
-lichtsnelheid 16A, p8, p92
-massafractiesnelheid 14A
-massasnelheid 20
-areïeke massasnelheid 25A
-oppervlaktesnelheid 18
-produktiesnelheid 20
-reactiesnelheid 69A
-relatieve groeisnelheid 14A
-snelheid fotosynthese 25A
-snelheidsvector 16A
-stofsnelheid 69A
-volumesnelheid 19
soortelijk. Zie ook massiek
-molaire soortelijke energie 73
-soortelijke elektrische geleiding 50, p45
-soortelijke gasconstante 56
-soortelijk gewicht 11
-soortelijke warmte(capaciteit) 56
-soortelijke warmteproduktie 34
spanning 32
-dampspanning 32
-elektrische spanning 46
-mechanische spanning 32
spat(ium) 75
specifiek, specific p26. Zie ook soortelijk
-specifieke akoestische impedantie 25B
-specifieke lichtuitstraling 63A
-specifiek volume 12
spectraal, spectrale dichtheid
-spectrale absorptiecoëfficiënt. Zie absorptiecoëfficiënt
-molaire spectrale absorptiecoëfficiënt 66
-spectrale ooggevoeligheidsfactor 62Bn, p91
-spectrale stralingsenergie 31
-spectrale stralingssterkte 62Bn

square(d). Zie kwadraat, vierkant
stand van bevordering van een reactie 64
standaard, standard. Zie ook norm(aal), referentiestof
-materiële standaard p6
-standard cubic foot 5
starch equivalent, starch unit 33A
Stärke. Zie ook sterkte, dikte
Stärke-Einheit. Zie zetmeelwaarde
stelsel van eenheden
-Angelsaksisch stelsel p43
-CGS-stelsel p38, p43
-elektromagnetisch stelsel p38
-elektrostatisch stelsel p38
-Giorgistelsel p2
-Internationaal Stelsel p2, p6-12
-mksA-stelsel p2
-technisch stelsel p43
steradiaal, steradian, Steradiant 75
steradiek p42
stère 5
sterkte 32
-berekening van mechanische sterkte p32
-bestralingssterkte 35A
-geluidssterkte 35A
-ionensterkte 67, 68
-lichtsterkte 62B
-pekelsterkte 11
-sterkte van een optisch systeem 2
-sterkte van het zwaarteveld 27, p93
-stralingssterkte 36
-treksterkte 32
-veldsterkte 40, 43
-verlichtingssterkte 63B
stevigheid 32
sthène 31
stijfheid 30B
stikstof. Zie ook bestanddeel
-quotiënt van massa stikstof en energie 28
stilb 63C
stof
-areïeke stof 65
-areïeke stofstroom 70
-hoeveelheid stof 64
-massieke stof 68
-stofconcentratie 67
-stofdoorgangscoëfficiënt 18
-stoffractie 80
-stofgehalte 68
-stofsnelheid, stofstroom 69A
-volumieke stof 67
stokes 18
stoot 9, 22
stortgewicht 11
strain 76
straal 1A
stralingsgrootheden 30A, 31-36, 64, 66, 79
-fotochemisch equivalent van straling 64
-lineïeke stralingsattenuantie 2
-molaire oppervlaktestralings-attenuantie 66
-stralingsfractie 79
stroom 39. Zie ook afvoer, doorgang, overdracht, snelheid
-areïeke elektrische stroom 41
-areïeke energiestroom 35A
-areïeke lichtstroom 63
-areïeke warmtestroom 35A
-elektrische stroom 39
-energiestroom 36
-fotonenstroom 14A, 70
-lichtstroom 62A
-steradieke areïeke lichtstroom 63C
-steradieke lichtstroom 62B
-stralingsstroom 36
-stroomdichtheid 41. Zie ook areïeke snelheid, areïeke stroom
-warmtestroom 36
Stunde 13
susceptantie 48
Svedberg unit 13
symbolen p20-23, p95-106
Tag 13
technische atmosfeer 32
technisch stelsel p43
Teile pro Million 11, 77, 78, 80
tekens, wiskundige p23
telling 6, 14A, p35. Zie ook aantal
temperatuur 52
-lineïeke temperatuur 53
-temperatuurvereffeningscoëfficiënt 18
tempo. Zie ook snelheid, stroom
-arbeidstempo 36
tera- p14
tesla 42
tex 8
therm 33A
thermie 33A
thermodynamische temperatuur 52A
tijd 13
-areïeke tijd 17
-lineïeke tijd 15
titreerbaar zuur. Zie ook bestanddeel
-stofconcentratie titreerbaar zuur 67
toer 74
-toerental 14A
ton(ne) 7, p43, p44
-registerton 5
-tonne d'équivalent pétroles 33A

-ton-force, tonkracht 31
-ton of refrigeration 36
-ton(-day) of refrigeration 33A
-ton steenkoolequivalent 33A
-ton TNT 33A
torr 32
traagheidsmoment 9
transmissiefactor 79
transportverschijnselen p38
trekker. Zie voertuig
treksterkte 32
tripelpunt 52Bn
trillingstijd 13
trinitrotolueen 33A
tropisch jaar 13
turn 74
unit, unité. Zie eenheid
uitstraling, specifieke 63A
uitwisselingsvermogen 64, 68
Umdrehung 74
uur 13, p43
vadem 1A
val 64, 67
-vrije val 37, p93
vat 5
vector p5, p21
-snelheidsvector 16A
vee
-veebezetting 4A
-voedereenheid voor melk- of vleesvee 29, 33A, p33-34
veelvoud, decimaal p14, p44
veerstijfheid 30B
veldsterkte 40, 45
verbranding
-quotiënt van massa en verbrandingsenthalpie 28
verbruik. Zie ook hoeveelheid, snelheid
-verbruik brandstof 3B, 4B
-metabolisch energieverbruik 34
-zuurstofverbruik 11, 78
verdamping 16B, 25A
vereffening
-temperatuurvereffeningscoëfficiënt 18
verhouding. Zie ook quotiënt
-massaverhouding 78
-stofverhouding 80
-stralingsverhouding 79
-volumeverhouding 77
verlichtingssterkte 63B
verliesfactor p41
verlieshoek p41
vermenigvuldigingsteken p22
vermogen 36
-draagvermogen 32
-geleidingsvermogen 50
-ion-uitwisselingsvermogen 64, 68
-vermogensdichtheid 35A
verplaatsing 5
versnelling 27, p93
vertering
-verteerbaarheid 80
-verteerbaarheid droge stof 78
-verteerbare energie 33A
vervalconstante 14A
verzwakkingscoëfficiënt 2, 3A
vet. Zie ook boter
-jodiumgetal van vet 68
vierkant p9
viscositeit 18, 23, p45
vitamine p19
vlakke hoek 74
vleesvee. Zie vee
vloerbelasting 10, 32
vocht. Zie ook water
-absolute vochtigheid 11
-vochtgehalte 78
-vochtspanning p39
voeder, voedingstof
-verhouding eiwit-energie in een voeder 28
-voedereenheid 29, 33A, p33-34
-voederopname 20
-voederwaarde p34
voertuig. Zie ook as, machine, werktuig
-brandstofverbruik van een voertuig 3B, 4B
-vermogen van een voertuig 36
voet 1A. Zie ook foot
volt 46
volume 5
-areïeke volume 1B
-areïeke volumesnelheid 16B
-lineïek volume 3B
-massiek volume 12
-molair volume p92
-relatief volume 77
-specifiek volume 12
-volumeëlasticiteitsmodulus 32
-volumefractie 77
-volumegehalte 12
-volumesnelheid, volumestroom 19
-volumestroomdichtheid 16B
-volumeverhouding 77
volumiek p25, p42
voorvoegsels, decimale p14, p43-44
vriespunt 52A
vrije energie. Zie energie
vrije enthalpie. Zie enthalpie
vrije val p27, p93
wandbelasting p32

warmte 33A
-areïeke warmtestroom 35A
-massieke warmtestroom 34
-soortelijke warmtecapaciteit 56
-warmtecapaciteit 57
-warmteconvectiecoëfficiënt 59
-warmtedoorgangscoëfficiënt 59
-warmtegeleidingscoëfficiënt 58, p44
-warmteisolatiecoëfficiënt 55
-warmteoverdrachtscoëfficiënt 59
-warmtesnelheid, warmtestroom 36
water. Zie ook bestanddeel, damp, irrigatie, neerslag, vocht
-hardheid van water 67
-kookpunt van water 52
-primaire produktie van open wateren 26
-tripelpunt van water 52
-vriespunt van water 52
-waterdoorlatendheid 21
-waterpotentiaal 32
waterstof. Zie ook bestanddeel
-waterstofexponent p39
watt 36
weber 43
wederkerige inductantie 47
week 13
weerstand 49
-afvoerweerstand 25B
-doorgangsweerstand 17
-elektrische weerstand 49
-geluidsgolvenweerstand 25B
-weerstandsmoment 5
-weerstand tegen waterdampdiffusie 15
wegen p32
weglengte 1A
weiland, bezetting 4A
werktuig. Zie ook deeltjes, machine, voertuig
-werktuigprestatie 17
wielbelasting, wieldruk 7, 31
winding 71
Woche 13
World Health Organization p19
wrijving
-coëfficiënt van inwendige wrijving 23
-wrijvingscoëfficiënt p36
wrongelgehalte 11
X-eenheid 1A, p92
yard 1A
year 13
zaad, zaaien. Zie ook deeltjes
-zaaidichtheid 4A
zeemijl 1A
zelfinductie 47
Zentner 7
zetmeel. Zie ook bestanddeel
-zetmeelwaarde 33A
zonneconstante p93
zuur, zuurte. Zie ook waterstof
-stofconcentratie van zuur 67
-zuurtegraad 67
zuurstof. Zie ook bestanddeel, ademhaling, lucht
-zuurstofverbruik 11, 78
zwaarteveld 27
zwarting p32